

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Las abejas y la Apicultura

Las abejas melíferas o abejas de la miel son unos insectos pertenecientes al orden Hymenoptera y a la familia *Apidae*, que engloba unas 40000 especies de abejas y abejorros, incluyendo abejas sociales, pero también abejas solitarias y parásitas. Dentro de esta familia se encuentra el género *Apis*, que engloba nueve especies de abejas melíferas sociales. Estas nueve especies se clasifican en tres linajes en función del tipo de nido y de su tamaño:

Aquellas que construyen nidos con panales paralelos en espacios naturales cerrados tales como huecos de árbol y oquedades. Este hecho ha permitido al ser humano el aprovechamiento de estas especies en su beneficio mediante la reproducción de los nidos en colmenas cerradas. A este linaje pertenecen las especies *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*, *Apis nigrocincta* (abeja melífera de Filipinas) y *Apis nuluensis* (abeja melífera de Borneo), siendo las dos primeras las más empleadas en la práctica de la apicultura tradicional.

Aquellas que realizan sus nidos en espacios abiertos tales como ramas de árboles o adheridos a rocas. En este grupo se engloban el linaje de abejas gigantes, *Apis dorsata* y *Apis laboriosa* (abeja melífera del Himalaya) y el linaje de abejas enanas *Apis florea* y *Apis adreniformis*.

De todas estas especies la más distribuida a nivel global es *Apis mellifera*, encontrándose originalmente en Europa y África, noroeste de Asia, Oriente Próximo, Cáucaso y la meseta iraní, y expandiéndose a América y Australia gracias a la exportación de colmenas. Existen multitud de subespecies de esta abeja, especialmente en Europa, así como híbridos entre subespecies, como la abeja africanizada, un híbrido entre *Apis mellifera* y *Apis mellifera scutellata* (una de las subespecies africanas) que se distribuye por Sudamérica y parte de Norteamérica. (RUBIANO, 2016).

1.2 La Apicultura

La apicultura es una rama de la zootecnia que representa una gran fuente de riqueza por los múltiples beneficios que se pueden obtener a través de la explotación artesanal o industrial. Además de proporcionarnos miel como producto principal, con la apicultura también se puede producir polen, cera, jalea real, propóleo y veneno de abejas.

Se pueden obtener ingresos adicionales en la venta de núcleos, colmenas, reinas y alquiler de colmenas para polinización. La apicultura puede iniciarse sin necesidad de un capital importante; la persona más humilde y sin muchos conocimientos en esta materia puede convertirse en un apicultor aficionado, capturando un enjambre extraviado o colocando una caja trampa. (DICTA, 2005).

1.3 Clasificación Taxonómica

Reino: Animal

Tipo: Antrópodo

Clase: Hexapoda o Insecto

Orden: Hymenoptera.

Familia: Apidae

Género: Aphis

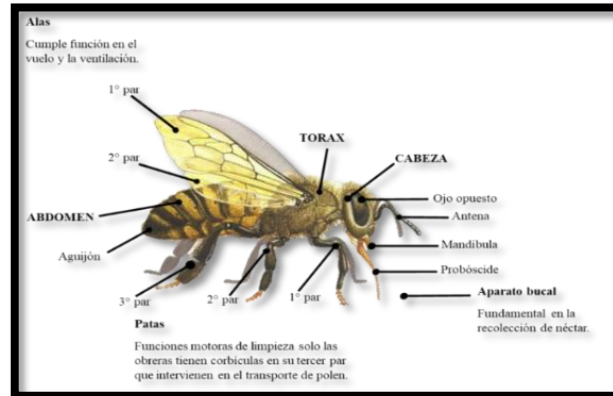
Especie: *Apis mellifera L.*

Fuente: (FAUTAPO, 2005)

1.4 Morfología y Anatomía general de las abejas

A grandes rasgos, una abeja cuenta con tres tagmas: cabeza, tórax (mesosoma) y abdomen (metasoma) y al igual que las hormigas y avispas, el último segmento del tórax está fusionado con el primer segmento abdominal, estrechándose marcadamente a manera de cintura conformando el propóleo. (INFOZOA, 2014).

Figura N° 1 Morfología de la abeja



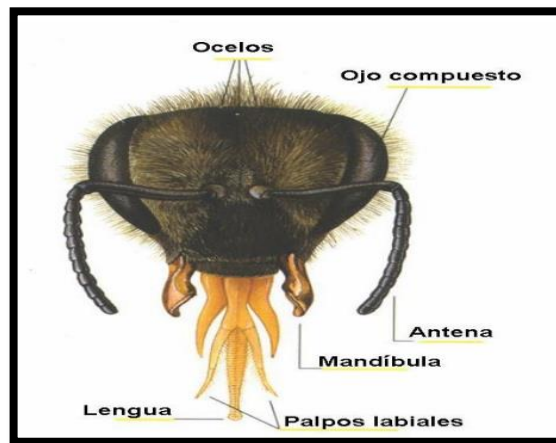
Fuente: FAUTAPO, (2005)

1.4.1 La cabeza

La cabeza es una caja quitinosa, que tiene forma de triángulo invertido, alberga el órgano de la visión (ojos simples y ojos compuestos), las antenas y el aparato bucal. Se encuentra unida al tórax por un cuello angosto y membranoso. La cabeza está formada por seis escleritos íntimamente soldados entre sí. Los ojos simples u ocelos, en número de tres, están situados en la parte superior de la cabeza, entre los ojos compuestos, están recubiertos de pelos táctiles y tienen estructura muy sencilla. (LLORENTE, 2021).

Figura N° 2 Partes de la cabeza de la abeja

Ocelos, ojos compuestos, antena, mandíbula, palpos labiales, lengua.



Fuente: LLORENTE, (2021)

1.4.1.1 Los ojos

Tienen tres ojos sencillos en la parte superior y dos más compuestos, llamados así porque están formados por muchos ojos sencillos, que poseen distintas funciones en cada uno de los habitantes de la colmena zánganos: reconocer a la reina para la fecundación; obreras: distinguir a las plantas, recoger el néctar y el polen. (FAUTAPO, 2005).

Con ellos puede ver la abeja a corta distancia, y en condiciones de casi oscuridad en el interior de la colmena. Se ha constatado que son órganos sensibles a la intensidad de luz y son utilizados como fotómetros, determinando el principio y fin de la jornada laboral. Los dos ojos compuestos están formados por numerosas facetas hexagonales y cada uno de ellos por miles de ojos simples (3.000 en la reina, 6.000 en la obrera y 13.000 en el zángano). La forma de las facetas hace pensar en el tipo de construcción de los panales.

La visión de los colores varía con respecto a la visión humana. Tienen más agudeza visual en el lado ultravioleta del espectro. En el lado del rojo se muestran prácticamente ciegas. Ven muy bien el color azul, amarillo, verde-azulado y ultravioleta. El color rojo lo ven como si fuera negro y dentro del amarillo confunden el naranja y el verde amarillento como si fueran amarillos. La agudeza visual es inferior a la del hombre, pero a igualdad de tiempo, el ojo de la abeja percibe 10 veces más imágenes. Recibe la luz polarizada, o sea, la luz en la cual los rayos vibran en un solo plano. (LLORENTE, 2021).

1.4.1.2 Antenas

Son dos, se encuentran en la frente, le sirven para orientarse y comunicarse entre sí. Una abeja sin antenas pierde toda su capacidad de trabajo y muere lentamente. (FAUTAPO, 2005)

Las dos antenas emergen del centro de la cara, encontrándose muy próximas entre sí articulándose con la cabeza por medio de una membrana. La antena está formada por una parte rígida (escapo) y otra flexible (flagelo) que está dividida en segmentos

(artejos). La porción que viene a continuación del (escapo) se llama pedúnculo o pedicelo, es un artejo que también forma parte del flagelo. El número de artejos es de 12 en la reina y obrera y de 13 en el zángano. (LLORENTE, 2021).

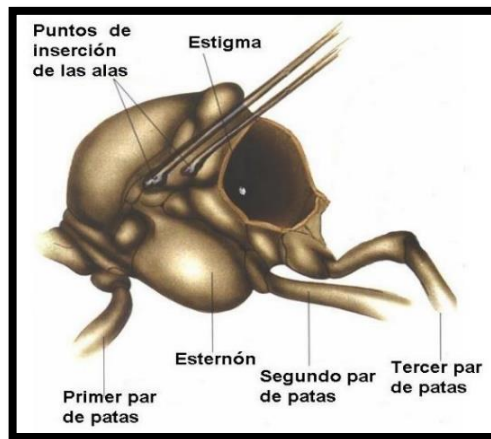
1.4.1.3 Aparato bucal

La boca está formada por dos mandíbulas y un labio superior que sirve a la abeja para realizar los siguientes trabajos: sacar basura de la cámara de las crías, elaborar la cera y como armas defensivas contra sus adversarios. (FAUTAPO, 2005). Dentro de la boca se encuentra la lengua que está cubierta de pelos para sustraer sustancias azucaradas.

1.4.2 El tórax

El tórax contiene 2 pares de alas y 3 pares de patas, las Patas, se encuentran en la parte inferior, de cada una de los anillos sale un par de patas. En total son 3 pares, poseen funciones motoras y de limpieza.

Figura N° 3 Partes del tórax de la abeja



Fuente: LLORENTE, (2021)

1.4.2.1 Las patas delanteras

Son las más cortas; en la parte media, presentan una cavidad que forma un peine.

1.4.2.2 El segundo par de patas

Es un poco más largo y llevan una cerda donde las delanteras llevan el peine, con lo cual, desprenden el polen de los cestillos de las patas traseras.

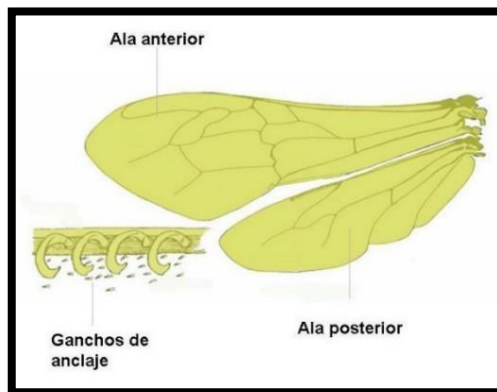
1.4.2.3 En el tercer par de patas

Hay una cavidad llamada cestillo y una línea de pelillos que forman la espátula. Con la espátula, la abeja se limpia el cuerpo lleno de polen y luego cruzando las patas lo deposita en los cestillos. Las patas de la reina y de los zánganos no tienen cestillos y espátulas.

1.4.2.4 Las alas

De la parte superior, en el segundo anillo, sale un par de alas y, en el tercer anillo, otro par de alas más chicas. Cumplen una función en el vuelo y también en la ventilación de la colonia. También producen zumbidos que constituyen uno de sus modos de comunicación. (FAUTAPO, 2005).

Figura N° 4 Partes del ala de abeja

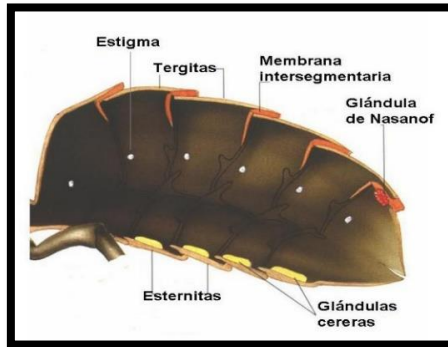


Fuente: LLORENTE, (2021)

1.4.3 El abdomen

El abdomen o vientre, en él se encuentran las glándulas que producen cera. (La reina y el zángano no tienen glándulas cereras). Está compuesto por nueve segmentos unidos entre sí por un tejido membranoso y flexible llamado membranas inter segmentales que le permiten gran movilidad.

Figura N° 5 Partes del abdomen de una abeja



Fuente: LLORENTE, (2021)

El abdomen se compone de 9 segmentos, pero solo son visibles 6 en las hembras y 7 en los machos. Los segmentos abdominales poseen dos placas cada uno, llamándose a los dorsales (tergita) y a los ventrales (esternitas), estando unidos éstos por membranas flexibles, lo que les permite una gran variedad de movimientos, como alargarse o acortarse y también curvarse en cualquier dirección. (LLORENTE, 2021).

Al interior del abdomen se encuentra la mayor parte de las vísceras de la abeja compuestas por los sistemas de circulación, digestivo, respiratorio, nervioso y reproductor. En la puerta del abdomen de la reina y de las obreras, hay un aguijón que le sirve como arma de ataque y defensa. (El aguijón es liso en la reina y dentado en las obreras, los zánganos no poseen aguijón. (FAUTAPO, 2005).

1.5 Generalidades de las abejas

Un enjambre puede contener un número variado de individuos desde cinco hasta treinta mil, pero estrictamente hablando, se trata de una sola entidad, a pesar que las partes pueden separarse del conjunto y regresar a él. Todos y cada uno de los miembros de una colonia de abejas dependen de los otros y no pueden existir por separado.

La colonia se comporta como una unidad porque:

- Regula su temperatura interior.
- Controla la humedad dentro de la colmena.

- Desarrolla un comportamiento higiénico que permite que la colonia mantenga su sanidad.
- Los miembros de una colonia se diferencian de los de otras por su olor (feromonas).

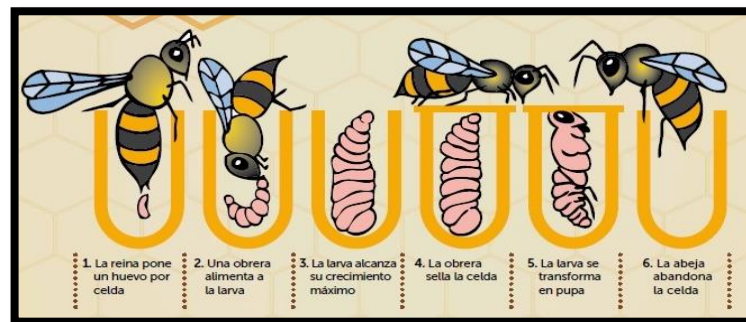
La conducta de cada individuo dentro de la colonia está determinada por:

- La dotación genética.
- El estado de madurez y funcionamiento de su cuerpo.
- Los estímulos externos a la familia de abejas. (DICTA, 2005).

1.5.1 Ciclo evolutivo de la abeja

Los tres habitantes que constituyen la colonia son: reina, obreras y zánganos. Se desarrollan a través de cuatro etapas: Huevo, larva, pupa o ninfa y adulto. La reina deposita huevos fertilizados que darán origen a obreras o reinas y huevos no fertilizados que originaran zánganos, para el desarrollo de los embriones se necesitan temperaturas de 34 a 35 °C y humedad de 65 a 75 %. (TEJERINA, 2016).

Figura N° 6 Ciclo de evolución de la abeja



Fuente: FAUTAPO, (2005)

1.5.1.1 Huevos

Son blancos perlados, cilíndricos, ovals y alargados. Cuando la reina es vieja, toma un color amarillo. La reina los coloca y los pega en el fondo de la celdilla correspondiente en posición vertical. Durante tres días, antes del surgimiento de la

larva, el huevo se inclina hasta descansar totalmente horizontal en el piso de la celda. (TEJERINA, 2016).

1.5.1.2 Larva

Son pequeñas y de color blanco. Las obreras las alimentan durante tres días con gran cantidad de jalea real. A partir del cuarto día solo las larvas destinadas a reinas seguirán alimentándose con este producto. El resto recibirá una mezcla de miel, jalea real y polen. Al final de esta etapa, las abejas obreras tapan con cera todas las celdillas (las operculan). (TEJERINA, 2016).

1.5.1.3 Pupa o Ninfa

A medida que la pupa se desarrolla, su cutícula cambia y gradualmente oscurece. Los cambios principales durante esta etapa ocurren internamente: Los músculos y sistemas de los órganos sufren cambios masivos hasta las formas adultas. Cuando la abeja está por nacer, roe el opérculo en forma circular. (TEJERINA, 2016).

1.5.1.4 Adulto o Imago

El desarrollo de las abejas se completa luego del nacimiento. Las obreras tardan entre 8-10 días más en llegar en su estado de madurez. Los órganos reproductores de los zánganos requieren 12 días para completar su proceso. Los ovarios de la reina se mantienen pequeños hasta el inicio de la postura de huevos. (TEJERINA, 2016)

Tabla N° 1 Ciclo biológico de la Abeja

Habitantes/etapa	Huevo	Larvas	Operculado	Adulto
Reina	3 días	5 días	8° día	15° día
Obrera	3 días	5 días	8° día	21° día
Zángano	3 días	5 días	9° día	24° día

Fuente: TEJERINA, (2016)

1.6 Organización de las abejas

En una colmena existen tres clases de individuos. La reina, los zánganos y las obreras.

1.6.1 La Reina

La reina se origina a partir de un huevo fecundado y las diferencias de tamaño con la obrera se deben pura y exclusivamente a su alimentación en su etapa de cría. Es la única responsable de la postura de huevos fecundados y sin fecundar que dará lugar al nacimiento de obreras, zánganos. La reina solamente sale de su colmena para fecundarse o aparearse con zánganos, exceptuando cuando sale como enjambre. (ADEPA, 2005).

Por muy grande que sea un enjambre, resulta inútil a menos que tenga una reina fértil. Es la única hembra fecundada por lo que se convierte en el centro y vida de la familia. Si se muere, la colonia tendrá que crear otra o de lo contrario desaparecerá. No toma parte del gobierno de la colonia y su función principal es poner huevecillos que aseguren la continuidad y supervivencia de la sociedad. (DICTA, 2005).

Figura N° 7 Abeja Reyna



Fuente: ADEPA, (2005)

1.6.1.1 Características más sobresalientes de la reina

- Abdomen más largo que sus alas.
- Es la única hembra fecundada.
- Es el centro y vida de la colmena.

- Controla a la población por medio de feromonas reales.
- Su misión es ovopositar de 2000 a 3000 huevos por día.
- La reina es creación de las obreras. (una reina no nace, se hace).
- Vive de 3 – 4 años.
- Tiene aguijón, pero lo emplea solo para pelear con otras reinas.
- Cuando es muy vieja aparecen en la colmena más crías de zánganos de lo normal. (DICTA, 2005).

1.6.2 Los Zánganos

Los zánganos nacen de huevos sin fecundar, son de mayores dimensiones que la obreras, abdomen más cuadrado y ojos grandes y contiguos. Sus funciones aparte de fecundar a la reina son bastante discutidas, pero se piensa que ayudan a mantener el calor en la colmena y también repartirían el néctar.

Figura N° 8 Zángano



Fuente: ADEPA, (2005)

Los zánganos son los machos de la especie y su única función conocida es la de fertilizar reinas vírgenes, sólo están presentes durante la época en la que existe alimento disponible. En épocas frías o en las que el alimento es escaso las obreras matan o expulsan a los zánganos de la colmena. (FAUTAPO, 2005).

1.6.3 Las Obreras

Son las más numerosas dentro de la colonia, nacen de un huevo fecundado, son las de menor tamaño y las encargadas de mantener la colmena, es decir realizar tareas o labores como limpieza, hacer las veces de madres alimentando a las crías, proporcionar

el alimento, es decir recolectar el néctar de las flores, el polen, acarrear agua para regular la temperatura dentro su colmena, gracias a ellas podemos cosechar miel ya que ellas almacenan en cantidad.

Las obreras son las verdaderas trabajadoras de la colmena, desde que nace una obrera va pasando por distintas tareas dentro de la colmena: hacer cera, limpiar, alimentar, guardianas, y por último pecoreadoras. Las obreras duran muy poco, aproximadamente 45 días, ellas nacen adultas. Son las únicas que pican y lo hacen por cuidar su colmena. (ADEPA, 2005).

Una obrera puede volar a unos 3 Km. de distancia, aunque normalmente no se alejan más de un Km. en busca de flores. Cuando una abeja encuentra un buen lugar para pecorear, vuelve a la colmena y mediante una danza avisa a las demás de la posición y distancia a la que se encuentra. La vida de una obrera varía, nacen a los 21 días, las nacidas en enero-febrero viven unos 3 meses, las nacidas en abril-mayo de 28-40 días, en Julio-agosto unos 80 días, en octubre sobre mes y medio, y en noviembre sobre 140 días. En invierno viven más tiempo ya que el número de abejas que nacen es casi nulo ya que la reina no pone huevos en esta época y por lo tanto han de sobrevivir hasta que empiecen a nacer nuevas abejas para que la colonia sobreviva. Una buena colmena debe contener entre 20.000 y 60000 para empezar a producir a mayor número de obreras mayor producción. (FAUTAPO, 2005).

Figura N° 9 Abeja obrera



Fuente: ADEPA, (2005)

1.7 Plagas y enfermedades de las abejas

1.7.1 Plagas

Las plagas que afectan a las abejas melíferas causan una reducción en la producción de progenie de la colmena e importantes pérdidas en la producción de miel y la polinización de las plantas cultivadas. Dada la sensibilidad de las abejas a los plaguicidas, los métodos de control deben ser muy selectivos para afectar lo mínimo a las abejas obreras y las reinas y así conservar la salud de la colmena. Entre las principales plagas de las colmenas se destacan:

1.7.1.1 La Varroa (*Varroa destructor*)

Un ácaro que a simple vista se ve como una pequeña garrapata adherida al cuerpo de las abejas en su fase inmadura de larva y pupa. Este ácaro se alimenta de la sangre (hemolinfa) de la abeja debilitándola y transmitiéndole varios tipos de virus, igual a los zancudos que transmiten enfermedades a los humanos. Esto ocasiona un debilitamiento general de la colmena y la muerte prematura de muchas abejas. La Varroa se dispersa de colmena a colmena a través de las abejas obreras durante su forrajeo en las flores. El control de la Varroa se basa en un manejo cuidadoso de la colmena durante los diferentes periodos del año y en la aplicación de sustancias insecticidas autorizadas (como fluvalinato, flumetrina y amitraz), ácidos orgánicos y aceites esenciales como el ácido fórmico y el timol.

Figura N° 10 Abeja infectada con varroa



Fuente: HERNANDEZ, (2023)

1.7.1.2 La polilla de la cera, (*Galleria mellonella*)

La polilla de la cera en su fase inmadura es una oruga que se alimenta de los panales que contienen las crías, polen, cera y miel. La oruga forma galerías dentro de los panales cubiertas de hilos de seda parecidos a los de una telaraña. Para poder controlar esta polilla de forma biológica se utiliza la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que produce proteínas que son tóxicas para la oruga pero que no afectan a las abejas. También se puede desinfectar los paneles de la colmena, una vez están desocupados, mediante fumigaciones con la quema de azufre, aunque este tratamiento debe repetirse periódicamente.

Figura N° 11 Orugas de *Galleria mellonella*



Fuente: HERNANDEZ, (2023)

1.7.1.3 El pequeño escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*)

El pequeño escarabajo de la colmena ataca a las colmenas en zonas cálidas y húmedas. El escarabajo se alimenta en los panales de la colmena, también cuando estos son almacenados. El excremento y las secreciones de las larvas dan lugar a un cambio de coloración y fermentación en la miel. Como medidas de control es recomendable cuidar el manejo de la colmena colocándola a plena luz del sol, revisándola periódicamente y ofreciendo a las abejas agua azucarada y proteína en periodos de escasa floración. Mantener los pisos de la colmena limpios reduce la atracción de más escarabajos.

El control de las plagas de las colmenas es una labor que requiere una inspección constante y cuidadosa durante todo el periodo de cría, porque las abejas en todas las etapas de su vida son susceptibles a las plagas y enfermedades y pueden ser

relativamente sensibles a los productos químicos utilizados para controlarlas. La necesidad de cuidar la salud de la colmena, mediante inspecciones, es aún más necesaria en el caso de la producción orgánica de miel, prohíbe el uso de la mayoría de los tratamientos químicos curativos utilizados en los sistemas de producción convencional. (HERNANDEZ, 2023).

Figura N° 12 Colmena infectada de escarabajos



Fuente: HERNANDEZ, (2023)

1.7.2 Enfermedades

1.7.2.1. Enfermedades de la cría y control

Tabla N° 2 Enfermedades y control de cría de abeja

Nombre	Causa	Síntomas
Loque Americano	<i>Bacillus larvae</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opérculos, hundidos ▪ Celdas abiertas por las obreras, larvas color grisáceo, marrón, negro. ▪ Hilo mucoso al introducir un palillo en la celda
Loque europeo	<i>Streptococcus Plutón</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Larvas grises, amarillo sucio, cuando están secas ▪ Larvas adheridas a las paredes de las celdas ▪ Olor a vinagre (agrio) ▪ Cría irregular en las larvas selladas
Cría sacciforme	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pupas muertas ▪ Larvas color oscuro. ▪ Celdas hundidas con huecos. ▪ Celdas y crías acuosas.
Cría calcificada	<i>Aspergillus flavus</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Larva dura y de color amarillo o marrón.

Fuente: FAUTAPO, (2005)

1.7.2.2 Enfermedades de la abeja Adulta

Tabla N° 3 Enfermedades y control de abeja adulta

N°	Enfermedad	Agente causal	Daño	Control
1	Nosemiasis	<i>Nosema apis s.</i>	Ataca el sistema digestivo	Fumidil b, fumagillin
2	Amibiasis	<i>Malpighamoebae mollificae</i>	Parasito del sistema digestivo	Fumidil B
3	Acariosis	<i>Acarapis woodi</i>	Parasita la tráquea de las abejas	Folbex (clorobenzolato)
4	Disentería	Diferentes patógenos	Produce diarreas	Alimentar con jarabe (1 de azúcar y 3 de agua)
5	Parálisis	virus	Ataca el aparato locomotor	No hay

Fuente: DICTA (2005)

1.8 Tipos de colmenas

1.8.1 Colmenas fijistas

Son aquellas colonias de abejas que se encuentran establecidas definitivamente, puede ser construida en un hueco de árbol o piedra y que no es manejada por el hombre, cuentan con panales de miel, polen y huevos, en estas colmenas no es posible manipular los panales a voluntad de apicultor, los rendimientos son muy bajos.

Figura N° 13 Colmenas naturales



Fuente: FAUTAPO, (2005)

1.8.2 Colmenas móviles

Se debe a este nombre, a la disposición de sus panales dentro de un cuadro o marco de madera o en listones que permite extraerlos o moverlos, Son las cajas de madera que el hombre ha construido para su manejo adecuado e instalarlos dentro un apiario para poder obtener los beneficios que nos ofrecen las abejas sin destruir su casa. (FAUTAPO, 2005).

Las colmenas de panales o marcos móviles son las empleadas en la apicultura moderna, existen de diferentes tamaños y altura, pero la particularidad que las une es que en su interior todas tienen cuadros de madera móviles, por lo tanto, permiten una explotación racional sin necesidad de destrucción del nido de cría. (MANZANO, 2022).

Figura N° 14 Colmenas móviles



Fuente: FAUTAPO, (2005)

Ejemplos de colmenas de panales móviles son la colmena Langstroth (ideada por Lorenzo Langstroth), Layens, Dadant, Warré y la topbar o vertical keniana.

1.8.2.1 Colmena Top Bar o keniata

La colmena Top Bar tiene la característica de ser horizontal y solo se manejan listones desde donde las abejas estirarán la cera. Es indicada para personas que no desean realizar grandes esfuerzos levantando peso, y también para apicultores aficionados. (MANZANO, 2022).

Figura N° 15 Colmena top bar o vertical keniata



Fuente: MANZANO, (2022)

1.8.2.2 Colmena Warre

La colmena Warré, también conocida como la colmena feliz, debido a que, gran parte del trabajo lo gestionan las abejas como lo harían en la naturaleza, en donde únicamente interviene el apicultor para aplicar medicamentos para controlar patologías como la Varroa. Las abejas ponen el 100% de su cera y gestionan los panales de forma natural en los elementos. Además, es ideal para personas que solamente desean tener una o dos colmenas en ciudades. (MANZANO, 2022).

Figura N° 16 Colmena Warré o colmena feliz



Fuente: MANZANO, (2022)

1.8.2.3 Colmena Dadant

Es una colmena de crecimiento vertical, lo que nos permite poner una media alza, lo que nos facilita cosechar miel específica de temporada. Igualmente, nos facilita el tratamiento de patologías. Dispone de una cámara de cría más grande que necesita más cera, pero alberga toda la cría, se puede usar excluidor para separar de la media alza. (MANZANO, 2022).

Figura N° 17 Colmena Dadant



Fuente: MANZANO, (2022)

1.8.2.4 Colmena Langstroth

Lorenzo Langstroth es el creador de la caja de colmena más usada en el mundo, su invento lo lleva a ser el icono de la apicultura mundial. Su colmena dio paso a la apicultura de trashumancia, lo que trajo también enfermedades que se diseminaron por todo el mundo. (MANZANO, 2022).

Figura N° 18 Colmena Langstroth



Fuente: MANZANO, (2022)

1.8.2.4.1 Características de la colmena Langstroth

- Es de crecimiento vertical y permite el uso de alzas.
- Facilita el manejo y la gestión tanto como para cría, producción de miel y tratamientos.
- Se puede utilizar medias alzas para mieles mono florales.
- Se puede extraer la miel de forma más fácil retirando el alza.

1.8.2.5 Colmena Layens

Se trata de un tipo de colmena muy implementado en muchos lugares. Es una colmena de desarrollo horizontal originaria de Francia. Modelo predominante para su uso, aunque cada vez son más los apicultores que se plantean el paso a las colmenas verticales.

Las colmenas Layens constan de 12 cuadros de cabezal cerrado, es decir, sin paso de abeja. Excepcionalmente se puede ver modelos de esta colmena con 14 o incluso 10 cuadros abiertos, aunque no es lo normal. (MAES HONEY, 2021).

Figura N° 19 Colmenas Layens



Fuente: MANZANO, (2022)

1.8.3 Medidas y rendimientos de cada tipo de colmena

Tabla N° 4 Medidas y rendimiento de cada tipo de colmena

Tipo	Layens	Langstroth	Dadant	Warre
Cámara cría	Según cuadros (Con 12 cuadros 49x34,5x41)	46,5x38x24	46,5x38x31	30x30x21
Medidas de alzas mieleras	En colmenas mixtas, pueden adaptarse cuadros de media alza Langstroth	46,5x38x34	46,5x38x17	30x30x21
N° cuadros cámara	12	10	10	8
Cuadro cámara	35x30	42x20	42x27	30x20
N° cuadros alzas	35x30	9	9	8
Cuadros alza mielera	35x30	42x20	42x13	30x20
Superficie cuadro	240 dm ²	160 dm ²	220 dm ²	79 dm ²
Cría teórica (abejas)	67.200	45.000	60-62.000	34-40.000
Kg de abeja x cría	6.7 kg	4.5 kg	6	3,4 kg
Capacidad en litros cámara	68,1 L (12 cuadros estándar)	42,4 L	54 L	68 L
Capacidad total		84,8 L	84 L	68 L
Capacidad kg alza miel		20kg	16 kg	13 kg

Fuente: MANZANO, (2022)

1.8.3.1 Medidas y consumos de cera según el tipo de colmena

El estampado estándar de 790-800 alvéolos/dm² da aproximadamente un tamaño de celda de 5,37 a 5.40 mm. También se emplean densidades de 900 alvéolos/dm² para tamaños de celdas pequeñas, de 4,9 mm, y densidades menores de 490 alvéolos/dm² para celdas de zánganos, de 7,0 mm. (MANZANO, 2022).

1.9 Colmena Langstroth

La colmena Langstroth es una colmena del tipo vertical. Este tipo de colmena constituyó un gran cambio en el mundo de la apicultura, debido a sus alzas y cuadros móviles. Patentada en el año 1852, debe su nombre a su creador Lorenzo Langstroth. Gracias a su cuadro móvil, la colmena Langstroth es considerada como una de las mejores en casi todo el mundo. Dicho cuadro permite dividirla en dos partes, lo que facilita enormemente su manejo. Gracias a esta división es posible trasladar cuadros con cría a otra cámara llamada núcleo o nuclero. (PROMODELS, 2017).

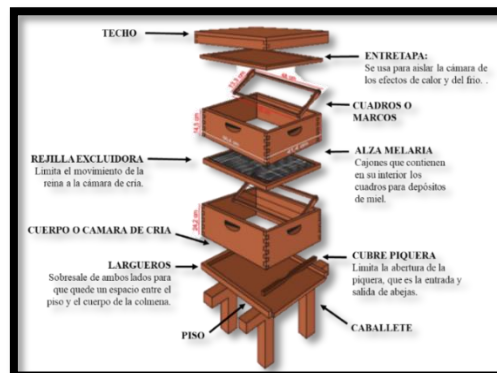
Figura N° 20 Colmena de tipo Langstroth



Fuente: ABUDIA, (2017)

1.9.1 Partes de la colmena Langstroth

Figura N° 21 Partes de la colmena tipo Langstroth



Fuente: PELDOZA, (2018)

1.9.1.1 El piso

El alza asienta por tres de sus bordes, los laterales y el fondo, sobre un bastidor que sirve de marco a una cubierta que llega a ser el piso de la caja que se está conformando con el alza. Este piso es más largo que el alza con lo que se forma una plataforma por delante de ella, que se usa como cancha de aterrizaje o plataforma de vuelo. (PELDOZA, 1999).

1.9.1.2 La piquera

Al no asentar el alza, en su cara frontal, se forma un espacio entre el piso y ella, que se conoce como piquera y que será la puerta de acceso a la colmena. (PELDOZA, 1999).

1.9.1.3 El listón guarda piquera

Esta puerta podrá ser graduable, en su tamaño, si se coloca en ella un listón que encaje y esté provisto de dos calados de diferente tamaño, en 2 de sus diversas caras.

Al usarlo dejando libre un calado de no más de 5 cm. de ancho por 1 de alto y todo el listón de profundidad, podremos hablar de una puerta de invierno. Girándolo queda una abertura de unos 15 a 20 cm. de ancho a ser utilizada en la época activa, como puerta de primavera. (PELDOZA, 1999).

1.9.1.4 Cámara fría

Es el cajón exclusivamente para el alojamiento y desarrollo del enjambre. Consta de un cuerpo vertical con rieles en la parte superior interna de 2.5 x 1.5 cm. que sirve para sujetar las pestañas de los 10 cuadros. Deben ser construidas en madera resistente como de pino, cedro o laurel, con las medidas de luz: 47 cm. de largo x 37 cm. de ancho y 25 cm alto. Sus cuatro tablas están enlazadas y clavadas por sus extremos tiene un grosor de 25 mm a los costados y tiene un rebaje que sirven de agarradera. (FAUTAPO, 2005).

1.9.1.5 Alza o Melario

En la colmena Langstroth, las 10 alzas que se colocan por sobre la rejilla excluidora son exactamente iguales a la cámara de cría ya descrita la, que, aparte de la movilidad, permite la interconfiabilidad de los marcos ente los diferentes cuerpos.

Estas alzas estarán destinadas a la acumulación de miel, colocadas en la colmena sin que nada medie entre ellas, y donde sus espacios internos se corresponden libremente. (LLORENTE, 2021).

1.9.1.6 Rejilla excluidora de reinas

Es un marco de madera con una rejilla de alambre que deja pasar a las abejas, pero no a las reinas ni a los zánganos. Está constituida por barrotes separados entre sí por 4.2 mm, de distancia. La facilidad de trabajo, que representa este implemento, justifica su utilización. Por sobre ella, sólo es posible encontrar miel. (FAUTAPO, 2005) Las dimensiones de los cuadros son: Listón superior 48x2.5x1.7 cm. Listones laterales 22.5x3.5x0.9 cm. Listón inferior 44.5x16x0.9 cm. (PELDOZA, 1999). Es un accesorio que se coloca entre la cámara de cría y el Melario para evitar que la reina pueda subir a este. Deberá estar construida de materiales de óptima calidad y elaborada con precisión exacta para su estabilidad y funcionamiento, pues cualquier defecto podría inutilizarla. Consta de un marco de madera que ensambla al conjunto, en su interior se encuentran 7 pasadores metálicos transversales con orificios para alambre con una separación entre ellas de 0.5 cm. Se debe tener cuidado que esta medida permita el libre tránsito de las obreras. (LLORENTE, 2021).

1.9.1.7 Cuadros o Marcos

Construidos en madera de cedro, consta de cuatro lados: un listón superior con ranura para introducir la cera, un listón inferior y dos laterales. El panal debe estar perfectamente armado, ojalillado y alambrado.

Las dimensiones de los cuadros son:

- Listón superior 48x2.5x1.7 cm.
- Listones laterales 22.5x3.5x0.9 cm.
- Listón inferior 44.5x16x0.9 cm. (FAUTAPO, 2005)

Es la parte más importante de la colmena. Sirve para "enmarcar" la construcción de las abejas o panal. Los tipos de marcos son varios, pero el más sencillo, desde el punto de

vista de su fabricación, es el marco recto, que está formado sólo por listones sin rebajes que se pueden preparar con una sierra. Está formado por cuatro piezas. En las laterales van cuatro perforaciones recubiertas con ojillos inoxidables por las que se pasa un tendido de alambre.

Este debe quedar exactamente medio a medio del ancho del marco. El tendido el alambre remata en sus dos extremos en pequeños clavos ubicados en uno de los bordes de estas piezas laterales.

Incrustada en estos alambres se coloca una lámina de cera estampada, que llevan grabados los fondos de celdas para que las obreras construyan sobre ella el panal, dentro del espacio interno del marco.

En este tipo de marco, las piezas principales tienen 28 milímetros de ancho, lo que hace necesario colocarle un par de separadores metálicos, uno en cada extremo, para que, al juntarse dos marcos, contacten directamente los separadores y se forme el espacio vital que separa las superficies de los panales, ocho milímetros entre sí. Es necesario prepararlos con madera seca, para que permanezcan siempre rectos y sin torcerse. La colmena Langstroth tiene diez marcos en cada uno de sus cuerpos o cajas, que son todos iguales, lo que permite al apicultor dar más o menos espacio. (LLORENTE, 2021).

1.9.1.8 Entre Tapa

La tapa inferior que se encuentra entre el techo y el alza, para cerrar superiormente los espacios encima de la última alza. Debe ser construido con un marco de madera y en el interior del marco puede llevar venesta o cartón prensado. Las medidas de la entre tapa son: 50 cm. de largo, 41 cm. de ancho y 1.5 cm. de grosor. (FAUTAPO, 2005) . El borde de la entre tapa, al ser más alto que su cubierta genera un espacio por sobre los cabezales de los marcos de alza, que las abejas usan para dar vuelta y meterse por diferentes espacios entre panales o marcos. Por la otra superficie, se formará un espacio entre esta pieza y la siguiente, como un verdadero desván o entretecho de la casa. (LLORENTE, 2021).

1.9.1.9 Tapa o Techo

Es el elemento protector de la colmena de las contingencias climáticas y depredadores. Las colmenas se recubren de una cubierta de madera, más larga y ancha que las alzas, por lo que estas quedan encajadas entre sus bordes, que le quedan como aleros. Las medidas del techo son: 46 cm. de ancho, 56 cm. de largo y 6 cm. del marco. (FAUTAPO, 2005).

Por sobre la madera, es conveniente colocar una plancha de aislador de unos 10 mm. de alto que actuará como aislante térmico y sobre todo acústico. Por sobre ella, va una cubierta metálica, inoxidable, que protege todo el conjunto de las lluvias, lo que debe complementarse con el pintado de la colmena, en todo su exterior, con óleo u otra pintura que facilite este resguardo. (LLORENTE, 2021).

1.9.1.10 Cera Estampada

La finalidad de las láminas de cera es proporcionar una base para la construcción de los panales, se requiere que sea de alta calidad y elaborada con cera virgen de un tamaño normal de 42 cm. de largo por 20 cm. de ancho y 2 mm. de espesor. (FAUTAPO, 2005).

1.9.1.11 Caballetes

Se recomienda el uso de caballetes individuales contruidos de hierro. Las dimensiones deben ser las siguientes: 50 cm. de altura, 55 cm. de ancho y 45 cm. de largo. Sirve para regular la colmena de la humedad del suelo, proteger de los enemigos de las abejas y otorgar comodidad al apicultor. (FAUTAPO, 2005).

1.9.2 Ventajas y desventajas de la Colmena Langstroth

1.9.2.1 Ventajas

La principal ventaja de esta colmena es su cuadro móvil, puesto que permite el traslado de la cría de una a otra cámara. Su estructura articulada da la opción de ampliarse con nuevas alzas a medida que la población aumenta. Se puede ampliar tanto la cámara de cría como el espacio para acumular la miel. De esta forma, el apicultor durante la

cosecha añade o quita material y devuelve las alzas vacías con los cuadros en perfecto estado para que los panales vuelvan a llenarse con miel. (PROMODELS, 2017).

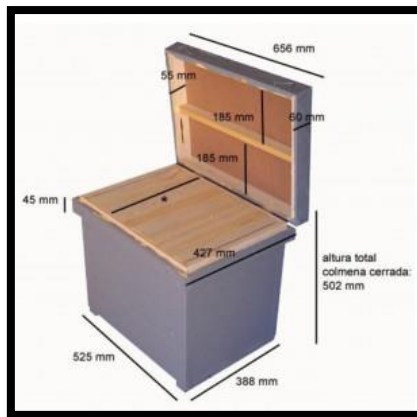
1.9.2.2 Desventajas

Su mayor desventaja es el coste algo elevado que puede suponer para algunos lugares. En estos casos es más recomendable el uso de las colmenas horizontales. asimismo, durante el desarrollo de la colmena es importante ir agrandando la cámara de cría adecuadamente. Durante la invernada, en cambio, es necesario ir achicando el espacio mediante la eliminación de las alzas. Durante la trashumancia es más simple mover cámaras de cría. Sin embargo, mover colmenas con un alza melaría en la parte superior es bastante más complicado. (PROMODELS, 2017).

1.10 Colmenas Layens

Es un modelo conocido mundialmente fue inventada por el francés Georges Layens en 1874, se utiliza principalmente para la trashumancia (movimiento de colmenas siguiendo la floración). El cuerpo es rectangular cuyas medidas internas son: 42 mm de grueso, enlazadas y clavadas. La cabida es de 17 cuadros con 39 cm de alto y 31 cm de ancho con fijación de lámina de cera, similar a los verticales. El piso con planchada de vuelo, con dos piquerías, con entre tapa y una tapa de dimensiones apropiadas para encajar en el cuerpo en la parte superior. (FAUTAPO, 2005).

Figura N° 22 Colmena de tipo Layens



Fuente: ABEJAS, (2021).

Este tipo de colmena posee un volumen mayor que el resto de las verticales. Está compuesta habitualmente por una caja con doce cuadros y su principal ventaja se encuentra en la comodidad para ser transportada debido a que no utiliza alzas melarías. Cabe recordar que las alzas melarías son destinadas a almacenar la miel recolectada por las abejas.

Estas colmenas no diferencian entre una zona para la miel y otra para la cría. No obstante, las abejas suelen colocar la miel a los lados del nido de cría. Asimismo, al ser una colmena horizontal su capacidad es limitada, lo que significa que una vez construida no es posible aumentar ni disminuir su tamaño. A pesar de presentar estas características, en parte limitantes, constituyen un modelo de colmena muy usado y útil para la apicultura por su facilidad de construcción y su bajo precio. Se trata de un tipo de colmena que ha alcanzado una gran aceptación entre los apicultores debido al rendimiento obtenido: una media de 17 kg. de miel por colmena al año. (PROMODELS, 2017).

Layens tomó una colmena Langstroth y modificó la cámara de cría haciéndola más cúbica y con capacidad para albergar 12 cuadros de 35 x 30 centímetros (algunas variantes utilizan solo diez cuadros). Estos panales, más cuadrados que los de la Langstroth, ofrecen mucha más superficie para que la reina desarrolle su cría, con lo que el potencial de puesta se dispara hasta las 67.200 abejas. (ELEGANTt, 1019).

1.10.1 Partes de la colmena Layens

La colmena Layens es más barata porque es muy elemental en su concepción y consta solo de tres partes:

1.10.1.1 Cámara

Una única cámara de 10 o 12 grandes panales donde se alojan la cría y la miel. En la parte baja, y a veces a mitad de la fachada, se abre la piquera. (ELEGANTt, 1019).

1.10.1.2 Tapa

La tapa de las colmenas Layens es muy sólida y suele llevar una bisagra para abrirse hacia un lado, como una trampilla. (ELEGANTt, 1019).

1.10.1.3 Alzas

Algunos apicultores utilizan alzas especialmente desarrolladas para las colmenas Layens, pero es una variante menos utilizada. Con su formato compacto, las Layens tienen una gran capacidad interior, con lo que las reinas pueden desarrollar grandes puestas y generar poblaciones muy nutridas y potentes. Al no tener alzas, la miel se acumula en los mismos panales en los que está la cría, lo que a veces dificulta la labor de extracción, puesto que hay que seleccionar muy bien los panales que se llevan al extractor. Aspecto que se requiere manejar con cuidado los tratamientos sanitarios, puesto que se aplican en la misma cámara donde está la miel y puede haber contaminaciones. En la apicultura ecológica u orgánica, esto es un problema determinante que hace que esta colmena sea difícil de manejar.

Si los apicultores no están atentos, las grandes poblaciones de las colmenas Layens llenan rápidamente el espacio disponible. Es necesario cosechar la miel de manera frecuente para liberar espacio en la colmena y evitar enjambres indeseados. Por último, la estructura de una sola caja, sin alzas, facilita enormemente la trashumancia y el transporte de las colmenas Layens. (ELEGANTt, 1019).

1.10.2 Ventajas y desventajas de la colmena Layens

1.10.2.1 Ventajas

- Podemos dotarlas de medias alzas. Lo que supone un avance y un paso intermedio hacia el manejo vertical.
- Al no usar alzas melarías facilita su transporte.
- A pesar de que no se suele utilizar alzas, también puede dar una producción aceptable de miel. (MARTINEZ, 1988).

1.10.2.2 Desventajas

No existen pasos de abejas en algunos modelos al tener los cuadros sin separación.

- Al contrario de la Langstroth de volumen variable según voluntad del apicultor, en la Layens es obligatoriamente fijo. En épocas de gran floración se hace

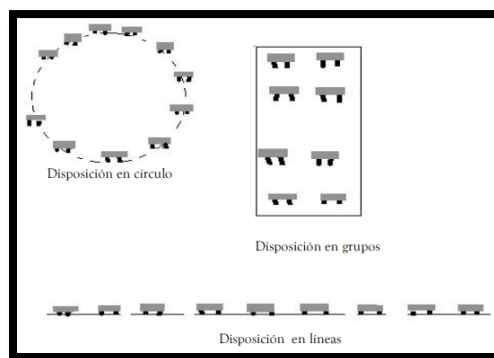
pequeña para las necesidades de espacio de la población de abejas y de la cosecha de la miel.

- Reducida piquera, claramente insuficiente en primavera-verano; lo que junto a la unión entre los cabezales de los cuadros dificulta el paso de una conveniente corriente de aire que elimine humedad y calor del interior de la colmena.
- Mayor propensión a la enjambración.
- Se llena fácilmente de miel por una colonia medianamente fuerte, impidiendo una continuación de puesta de la reina.
- Difícil manipulación para control y observación.
- Difícil de diagnosticar la varroasis, así como evaluar la efectividad de los tratamientos contra la misma.
- Menor productividad en miel, y mayor dificultad para su extracción.
- Mayor dificultad para la obtención de mieles mono florales. (MARTINEZ, 1988).

1.11 Disposición o diseño organizativo de las colmenas

Para saber que disposición tomar es necesario tomar en cuenta la topografía del terreno y también la conveniencia o gusto del apicultor. Hay tres maneras de disponer las colmenas: Circular, en grupos y en línea. (DICTA, 2005).

Figura N° 23 Tipos de organización de cajas

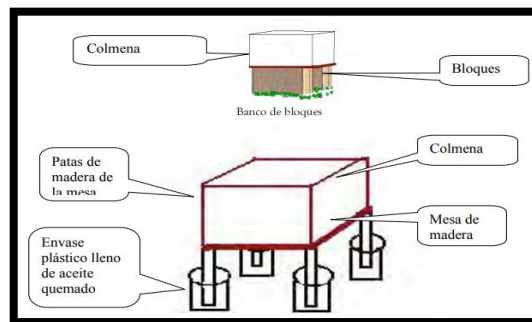


Fuente: DICTA (2005).

1.11.1 Los bancos o burritos

Cada colmena debe permanecer sobre un banco, soporte o burrito para evitar la humedad del suelo en la cámara de cría y la entrada de algunos animales. La altura mínima permitida es de 50 centímetros. Existe una diversidad de tipos de bancos, pero la selección de uno depende exclusivamente del apicultor y sus necesidades. (DICTA, 2005).

Figura N° 24 Banco para apoyo de colmena



Fuente: DICTA (2005).

1.12 Importancia de la flora en la coloración de la miel y otros aspectos

El conocimiento de la flora apícola es de fundamental importancia para la conducción racional del apiario, ya que constituye el recurso con que cuentan las abejas para alimentarse y producir.

La flora es la que define la alternativa productiva (miel, cera, polen, jalea real, propóleos, núcleos, paquetes y reinas) y pone límites a la producción, pues de ella dependen las características del producto.

Permite establecer pautas de manejo de las colmenas (por ejemplo, alimentación suplementaria, incentivación, nucleado, etc.) que optimicen el aprovechamiento de los recursos. Asimismo, brinda información para determinar los procedimientos para manejar el apiario en general (por ejemplo, la conveniencia y el momento de la trashumancia) e, incluso, el campo en que se encuentra ubicado el colmenar.

1.12.1 Elementos de atracción

- **Nectarios:** Los nectarios son los órganos que secretan néctar y se ubican en diversos lugares de la planta. Pueden ser florales (por ejemplo, en estambres, pétalos, sépalos, ovario), o extra florales (por ejemplo, en el pecíolo). La producción de néctar varía por la influencia de los factores genéticos y climáticos y las condiciones del suelo.
- **Factores climáticos.** - Cuando la humedad atmosférica es muy alta, el néctar es de peor calidad, ya que disminuye la concentración de azúcares. Si es muy baja, se produce un desecamiento, que impide que la abeja lo libe. Generalmente, la temperatura óptima se encuentra entre los 12 y los 25 °C, ya que las mayores temperaturas provocan la evapotranspiración de la planta, que puede superar la cantidad de agua absorbida por las raíces y provoca el cierre de los nectarios. Si la temperatura es muy baja, las plantas detienen sus funciones fisiológicas. El viento muy fuerte puede secar los nectarios rápidamente.

Una alta luminosidad implica un mayor nivel de fotosíntesis, que trae aparejado un aumento en la producción de azúcares.

- **Suelos:** Algunos estudios han señalado la influencia del fósforo y del potasio en la síntesis de los azúcares.

El contenido de agua del suelo es importante, ya que influye en forma directa sobre la cantidad de néctar producido. Si el agua es escasa, la planta la utilizará para su supervivencia.

1.12.2 Otros atractivos

- **Colores:** Los colores de las flores son mucho más ricos y complejos que lo que puede percibir el ojo humano, ya que incluyen el ultravioleta. Las abejas poseen receptores para este color y, de esta forma, pueden percibir complicados diseños ultravioletas que convergen hacia el centro de la flor y las guía hacia el alimento. Estos insectos perciben el color rojo como negro.

- **Perfumes:** Cuando una planta pasa del estado vegetativo al reproductivo, se produce una gran emanación de sustancias volátiles, denominada “estallido de olor”, que funciona como llamado para los polinizadores. Estas sustancias se liberan a través de órganos denominados osmóforos, que se localizan especialmente en los pétalos.

Probablemente, las abejas detectan los aromas naturales solo a una distancia de un par de metros.

1.12.3 Recursos

En general, podemos considerar tres clases de especies vegetales: las que proveen néctar; las que aportan polen y aquellas de las que la abeja puede extraer ambos recursos.

Otros elementos que pueden suministrar las plantas son los aceites esenciales, las ceras, las resinas y los mielatos.

Las abejas poseen adaptaciones para absorber el néctar. Juntan los lóbulos terminales del labio y del maxilar formando con ellos un tubo. Si es escaso o muy viscoso, pueden lamerlo con la labella (otra parte del aparato bucal).

El néctar puede tener cantidades variables de azúcares (sacarosa, fructosa, glucosa y otros) según la especie vegetal, lo que origina mieles de distintas características. También contiene aminoácidos, enzimas y minerales.

Ninguna flor tiene tanto néctar como para que la abeja llene su Melario en una sola visita. De esta manera, recorre varias flores para realizar el acarreo de polen de una a otra.

1.12.4 La flora de importancia apícola

Las especies de interés apícola proveen de recursos a las abejas y pueden ser cultivadas con un fin económico determinado: cucurbitáceas, algodón, alfalfa, tréboles, Melilotus, cítricos, manzanos, perales, otros frutales, sauces, álamos, acacias, eucaliptos, etc. También pueden ser especies silvestres nativas o exóticas espontáneas.

En general, las abejas utilizan solamente una parte reducida de la flora presente, ya que no todas ofrecen un buen recurso o son morfológicamente inadecuadas para ser explotadas por ellas. Por ejemplo, es esencial la relación entre la profundidad de la corola y la longitud de la lengua, que permite extraer el néctar. Muchas flores tienen sistemas que impiden a los polinizadores la extracción de néctar, como corolas profundas y estambres estériles que tapan los nectarios.

Es fundamental destacar que una especie muy importante en una determinada región no tiene por qué serlo en otra, ya que el recurso que aporta varía ampliamente con las condiciones del clima y del suelo. Además, pueden existir otras especies que aporten un mayor o mejor recurso y que no se encuentren en el primer lugar considerado.

No solo es necesario conocer cuáles son las especies importantes, sino que se debe reunir la información correspondiente a los períodos de floración, lo que permitirá mejorar las técnicas de manejo tanto en los apiarios establecidos como en los migratorios.

Un lugar adecuado para la instalación de un colmenar es aquel que no depende de una floración única, sino que se suceden ofertas de néctar y polen capaces de proporcionar recursos abundantes que superen las necesidades de la colonia y permitan la producción de excedentes (cosecha para el apicultor). (INFOMIEL, 2019)

1.13 Producción de miel por abeja

Las abejas obreras tardan 21 días en convertirse en insectos adultos, y tan solo viven trabajando unos 45 días en épocas de fuerte floración. Solo en la última parte de esos días irá a recoger néctar, polen, agua, resinas para propóleos y mielatos. Una cucharadita de 4 ml de miel, del tipo cuchara de café, representa el trabajo de toda la vida de 10-12 abejas.

Para reunir un kilo de miel hacen falta 2.500 abejas. Cada obrera hará entre 10 y 15 vuelos diarios, volando entre 40 y 100 kilómetros diarios, a una velocidad máxima de 25Km/h, durante al menos 21 días. Cada abeja obrera libará (cosechará) el néctar de 560 flores al día.

En números redondos:

- 4ml de Miel = El intenso e imparable trabajo de 10 abejas obreras
- 1kg de Miel = 200.000 mil vuelos, recorriendo al menos 8.000km
- 1Kg de Miel = Libar el néctar de 1,4 millones de flores (cálculo promedio, dependiendo del tipo de flor)
- 1Kg de Miel = El trabajo de 2.500 abejas
- 5Kg de Miel = Requiere volar una distancia de 40. 000km. La circunferencia de la Tierra (la distancia de todo el camino alrededor del ecuador) es de 40,091 kilómetros.

La producción de una colmena completa y fuerte varía según su salud, territorio, floración y clima. (ATLAS, 2018).

1.14 Productos de la colmena

1.14.1 Miel

Sustancia dulce elaborada por las abejas a partir del néctar de las flores. Puede tener distintos colores (oscuros hasta claros) y sabores, de acuerdo al origen del néctar de las flores, tiene un 18% de humedad. Su presentación puede ser fluida, en envase o panal. A temperaturas bajas cristaliza. (MUÑOZ, 2021).

Figura N° 25 Miel de abeja



Fuente: MUÑOZ, (2021)

1.14.2 Polen

Es el elemento masculino de las flores que las abejas recogen en sus patas traseras, agregándoles encimas y néctar para alimentar a sus crías. (MUÑOZ, 2021).

Figura N° 26 Polen



Fuente: MUÑOZ (2021).

1.14.3 Propóleo

Obtenida a partir de la resina que segregan ciertas plantas para protegerse del ataque de bacterias, virus y hongos. Las abejas lo recolectan agregándole encimas, utilizándolo para defender las distintas partes de la colmena de la entrada de diversos enemigos y como bactericida, fungicida y antiviral. Es el resultado de la unión del sistema inmunológico de las plantas con el de las abejas. (MUÑOZ, 2021).

Figura N° 27 Propóleo procesado



Fuente: MUÑOZ, (2021).

1.14.4 Apitoxina

Es el veneno secretado por los aguijones de las obreras de las abejas, que lo emplean como medio de defensa contra predadores y para el combate entre abejas. La Apitoxina es una sustancia compleja que está compuesto por ácido fórmico, mezcla de proteínas y otros compuestos. Es un producto que se usa en apiterapia para tratar muchas dolencias como, la artritis, reumatismo, activar el sistema inmunológico, etc. (MUÑOZ, 2021).

Figura N° 28 Apitoxina



Fuente: MUÑOZ, (2021)

1.14.5 Jalea Real

Secreción de las glándulas hipo faríngeas de las obreras jóvenes, que utilizan las abejas para alimentar a las larvas hasta el tercer día, y a la reina durante toda su vida. (MUÑOZ, 2021).

Figura N° 29 Jalea real



Fuente: MUÑOZ, (2021).

1.15 Manejo del apiario

En la atención del apiario es recomendable hacer una inspección a cada colmena por lo menos cada 15 días. El objetivo de la revisión es asegurarnos del estado de las colmenas; al momento de la revisión debemos portar el equipo de protección completo y hacer un buen uso del mismo. (TEJERINA, 2016).

Pasos a seguir en una revisión de colmenas:

- Colocarse a un lado de la piquera.
- Aplicar humo en la colmena.
- Abrir la colmena.
- Revisar marco por marco, iniciando con un marco desde la orilla.
- Observar en cada marco o panal la existencia de alimento, huevos, crías de todas las edades, presencia de enfermedades, plagas o parásitos.
- Al momento de la revisión hay que evitar inclinar los panales pues eso ayudaría a que se derrame miel o se desprendan las larvas.
- Devolver los panales a la colmena en el mismo orden en que se encontraban.
- Repeler con humo todos los ataques de las abejas.
- Anotar todo lo observado en la colmena en la hoja de registros.
- Cerrar la colmena.

1.15.1 Limpieza del Apiario

El apiario debe permanecer limpio de malezas, la limpieza permite a las abejas realizar un mejor vuelo dentro del apiario y poder llegar a su colmena con menos dificultades. Para realizar la labor de limpieza es necesario tapar con un pedazo de malla la piquera de la colmena en horas de la madrugada, para evitar el ataque de todas las colmenas sobre la persona que realiza la limpieza, esta deberá estar con su equipo de protección. Cuando la limpieza haya terminado hay que quitar la malla para que las abejas trabajen con normalidad (TEJERINA, 2016).

1.15.2 Alimentación del apiario

Es importante tener en cuenta que las abejas necesitan de alimento en la época de otoño-invierno, debido a que escasean las flores, principal elemento para la fabricación de miel (néctar y polen). Usualmente los apicultores utilizan agua con azúcar, sin embargo, esta técnica debe ser mejorada con la preparación del jarabe sin contaminantes. La práctica más común entre los apicultores para la alimentación de las abejas en época de otoño-invierno, es de llevar agua y azúcar hasta el lugar donde se encuentran las colmenas, preparando allí el alimento. Sin embargo, al no calentar el agua se expone a las abejas a bacterias, además, el azúcar no se disuelve y el producto no cumple con su cometido, sin olvidar que, si el alimento se prepara cerca del colmenar, las abejas pueden verse tentadas al pillaje. (TEJERINA, 2016).

1.15.2.1 Cuidados al Alimentar

En la alimentación de debe tener los siguientes cuidados:

- Preparar las mezclas fuera de apiario, pues si se hace en este, promovería una fuerte actividad de abejas alrededor de la persona que haga la actividad.
- Al momento de la aplicación de alimento hay que evitar el derramamiento del mismo sobre la colmena, ello provocará un fuerte pillaje.
- El alimento proporcionado debe quedar al interior de la colmena.

1.15.2.2 Preparación del Alimento para la Colmenas

La relación utilizada para la preparación del alimento es la siguiente: cuando aún hay néctar se puede utilizar 1 kilo de azúcar por 1 litro de agua; sin embargo, cuando empieza a faltar néctar y polen, se aumenta el preparado a 2 kilos de azúcar por 1 litro de agua. La olla será puesta al fuego y el agua que contiene deberá llegar a los 75 grados centígrados; una vez que se obtenga esa temperatura, se quitará la olla del fuego y se le adicionará el azúcar al agua caliente revolviendo el producto. Así, el azúcar se diluirá y será más consistente el jarabe sin dejar restos. Una vez frío, se le incluirá al jarabe una sustancia que cuenta con la cantidad necesaria de proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales para el alimento de las abejas. (TEJERINA, 2016).

1.15.2.3 Dosificación

Una vez cargado el jarabe en los alimentadores, se procederá a colocar el producto en el alimentador, el cual se encuentra dentro de las colmenas. Es importante que el citado alimentador no cuente con ningún tipo de pérdida, ya que esto puede invitar a otras abejas a atacar la colmena (pillaje), también pueden ser visitadas por hormigas que serán atraídas por el alimento. Este es un momento oportuno para agregarle la frazadita (un corte de tela de arpillera) en la medida que cubra los cabezales de los cuadros. Es fundamental contar con un alimentador que no sufra de pérdidas, para así asegurar la buena alimentación de las abejas, su seguridad y la sanidad de la colmena. (TEJERINA, 2016).

1.16 Fórmula de la Regla de Farrar

Esta fue propuesta por el apicultor estadounidense Clarence Farrar, es un principio que cuantifica la relación que existe entre la cantidad de cría que tiene el apicultor y los kilos de miel que es capaz de acumular una colmena. Esta regla se basa en el principio de sinergia, lo que significa que a medida que aumenta la población de una colmena, también aumenta el número de abejas pecoreadoras, lo que a su vez aumenta el rendimiento individual de estas abejas. Esto conduce a una mayor producción de miel, ya que las abejas pecoreadoras son las encargadas de recolectar néctar.

La capacidad de producción de miel se calcula como el cuadrado del peso de la población de abejas. Por ejemplo, si una colmena tiene 3 kg de abejas, su rendimiento en miel será de 9 kg (3 kg de abejas al cuadrado). Si otra colmena tiene el doble de población, es decir, 6 kg de abejas, su rendimiento no será de 18 kg (el doble), sino de 36 kg (6 kg de abejas al cuadrado). (CEIBAL, 2017).

1.17 Análisis de Costo/Beneficio

1.17.1 Costos variables

Los costos variables de producción incluyen los elementos del costo que tienden a aumentar o disminuir en su cantidad total, a medida que la producción aumenta o disminuye.

1.17.2 Costos fijos

Los costos fijos de producción comprenden todos aquellos elementos de costo que tienden a permanecer constantes en su cantidad total a medida que la producción aumenta o disminuye.

1.17.3 Costos de producción

Son los costos en que se incurre para producir una cantidad determinada de un producto por unidad económica, en un período determinado Comprende la suma de los costos fijos y variables.

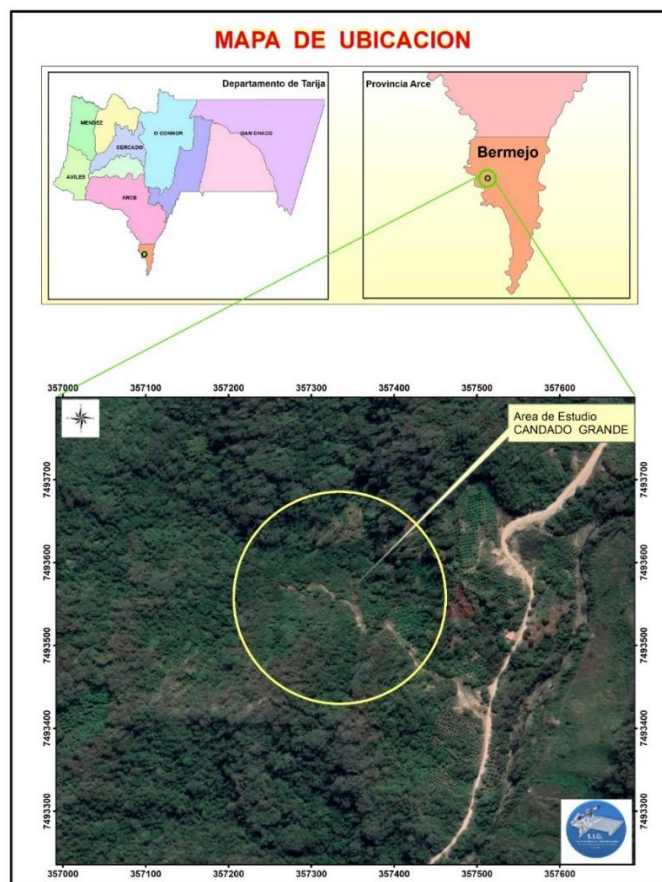
CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del trabajo

El presente estudio se realizó en una parcela de cítricos en la comunidad de Candado Grande del municipio de Bermejo del departamento de Tarija, situada a 12 km del centro de la ciudad de Bermejo.

Figura N° 30 Ubicación geográfica



Fuente: Elaboración en Gabinete Geográfico de la UAJMS. (2023).

2.1.2 Información geográfica, climatológica

2.1.2.1 Características Geográficas

Candado Grande es una comunidad perteneciente al Municipio de Bermejo de la provincia Arce, del Departamento de Tarija. Cuenta con alrededor de 294 habitantes, Candado Grande está situada cerca de las comunidades Flor de Oro y Candado Chico.

La comunidad de Candado Grande está ubicada en los paralelos:

Latitud: 22°39'33.49" Sur

Longitud: 64°23'16.66" Oeste

Altura: 576 m.s.n.m. (1.890 pies)

La parcela se encuentra limitada al Norte con la carretera, al sur con el Rio Bermejo y al este y al oeste con propiedades privadas.

Figura N° 31 Vista de la parcela



Fuente: Elaboración en Gabinete Geográfico de la UAJMS. (2023).

2.1.3 Condiciones Climáticas

Bermejo se encuentra situado a una altura de 415 msnm, con una temperatura media anual de 22,53 °C; sin embargo, el clima de Bermejo se caracteriza por tener temperaturas extremas: muy altas entre septiembre a mayo, llegando a alcanzar los 45 °C, mientras que entre junio a agosto las temperaturas descienden hasta los 10°C.

Los meses de lluvias se concentran entre diciembre y enero, por lo que existe un alto grado de humedad. El período de lluvias empieza en octubre y se extiende hasta abril, con una precipitación anual de 1.323,1 mm. Por otra parte, es una zona con bastante vegetación, fauna y flora.

2.2 Materiales

Los materiales que se utilizaron para realizar la investigación de: evaluación de rendimiento, producción de miel en dos sistemas de colmenas, fueron los siguientes:

2.2.1 Equipo de protección

- Velo de protección
- Overol blanco
- Botas
- Guantes

2.2.2 Equipo de manejo

- Ahumador
- Cepillo
- Palanca universal
- Pinza
- Cera estampada
- Formula de jarabe (azúcar, agua)

2.2.3 Materiales de campo

- Cajas de tipo Langstroth
- Cajas de tipo Layens
- Cámara fotográfica
- Azúcar impalpable
- Cuchillo
- Libreta de campo
- Fósforos o encendedor
- Balanza electrónica CAMRY de 100 kg (0.1 kg).

2.2.4 Material Biológico

- 10 núcleo de abejas de raza (*Apis mellifera ligústica* o *italiana* - raza amarilla)

2.3 Metodología

La metodología utilizada para este estudio fue la investigación de tipo descriptiva, la cual se basó en la introducción de abejas en sistemas de cajas diferentes de colmenas apícolas implementadas en la parcela ubicada en la comunidad de Candado Grande. A la hora de desarrollar la implementación, se tomaron núcleos cada uno, los cuales llevaban su reina y su enjambre, se repartieron equitativamente en cinco cajas de tipos Langstroth y cinco de tipo Layens. Las cajas se taparon y se dejaron para poder hacer la toma de datos posteriores.

2.4 Diseño experimental

2.4.1 Prueba de muestras Independientes

Este trabajo de investigación consistió en un experimento de muestras independientes no pareadas evaluadas por (T de Student para muestras independientes por William Sealy Gosset, 1982), donde se implementó diez cajas de colmenas, cinco de tipo Langstroth y cinco del tipo Layens.

Tabla N° 5 Diseño de emparejado de sistemas de colmena

N° de cajas Langstroth		N° de cajas Layens
1 de tipo Langstroth	«-»	1 de tipo Layens
2 de tipo Langstroth	«-»	2 de tipo Layens
3 de tipo Langstroth	«-»	3 de tipo Layens
4 de tipo Langstroth	«-»	4 de tipo Layens
5 de tipo Langstroth	«-»	5 de tipo Layens

Fuente: Elaboración propia. (2023)

2.5 Modelo estadístico

La fórmula general para la T de Student es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

En donde el numerador representa la diferencia a probar y el denominador la desviación estándar de la diferencia llamado también Error Estándar. En esta fórmula t representa al valor estadístico que estamos buscando \bar{X} barra es el promedio de la variable analizada de la muestra, y μ es el promedio poblacional de la variable a estudiar. En el denominador tenemos a s como representativo de la desviación estándar de la muestra y n el tamaño de ésta.

Grados de libertad: El número de grados de libertad es igual al tamaño de la muestra (número de observaciones independientes) menos 1.

$$gl = df = (n - 1)$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

Donde:

t: Estadístico t calculado.

$\bar{x}_1; \bar{x}_2$: medias muestrales.

S_c^2 : varianza común.

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_1 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Que sigue una distribución t con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad.

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si $t > t\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right), (n_1 + n_2 - 2)$ (valor crítico)

2.5.1 Fórmula de la Regla de Farrar

La Regla de Farrar establece una relación cuantitativa entre la cantidad de cría operculada, el número de abejas obreras y la cantidad de miel que una colmena puede acumular. En esencia, la regla sugiere que a medida que aumenta la población, también lo hace la producción individual de miel de cada abeja, lo que se traduce en una producción exponencial de miel en lugar de lineal.

Para determinar las poblaciones, kg Peso de colmena, se pesará cada colmena, contando para esto con una balanza electrónica. Las tomas serán realizadas en la noche para asegurarnos que toda la colonia se encuentre dentro de la colmena. Se realizará el pesaje individual de colmenas vacías para luego sacar un promedio (esto incluye: caja, entre tapa), se sumará a esto el peso de los marcos con cera (pesando un marco con cera y multiplicando por diez) y de las reservas de miel que equivale a 2 kg por colmena, una vez obtenido este dato, se realizará los cálculos respectivos, se pesará cada colmena de los tratamientos incluida la población.

Tabla N° 6 Formula de Farrar

Total de obreras	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000
Pecoreadoras	2.000	5.000	10.000	20.000	30.000	39.000
Porcentajes obreras	20 %	25 %	30 %	50 %	60 %	65 %
Peso de la población	1 kg	2 kg	3 kg	4 kg	5 kg	6 kg
	1x1=1	2x2=4	3x3=9	4x4=16	5x5=25	6x6=36
Rendimiento de miel	1 kg	4 kg	9 kg	16 kg	25 kg	36 kg

Fuente: SEIBAL, (2017).

Conociendo el número total de abejas de una colmena (cada 10.000 abejas pesan 1Kg) podremos saber el total de Kg de miel producidos.

Entonces, si tenemos que la población total de abejas pesa 1 Kg tendremos $1 \times 1 = 1$ Kg de miel.

- Si la población total de abejas pesa 2 Kg, tenemos $2 \times 2 = 4$ Kg de miel.
- Si la población total de abejas pesa 3 Kg, tenemos $3 \times 3 = 9$ Kg de miel.
- Si la población total de abejas pesa 4 Kg, tenemos $4 \times 4 = 16$ Kg de miel.
- Si la población total de abejas pesa 5 Kg, tenemos $5 \times 5 = 25$ Kg de miel.
- Si la población total de abejas pesa 6 Kg, tenemos $6 \times 6 = 36$ Kg de miel.

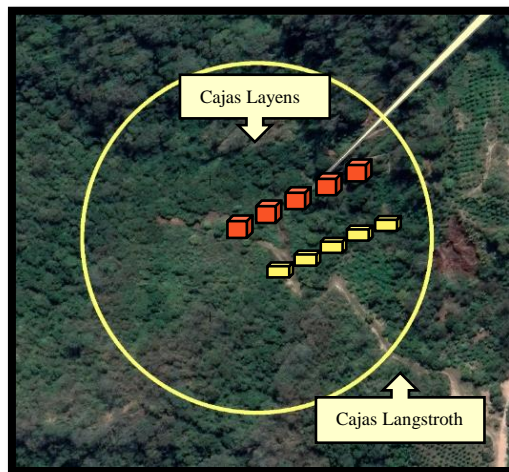
¿Cuántas abejas hay en una colmena?

Como indicamos, 4 cuadros Langstroth de abejas, o 3 Layens, tienen unas 10.000 que pesarán alrededor de 1 kg. De miel. Puede ser mínimo en una colmena 20.000 abejas y máximo 60 mil abejas. Esa dinámica fluctuará a lo largo de la temporada, desde el invierno que la colmena está reducida a su mínimo unas 20 mil hasta el apogeo en la primavera que podemos llegar a 60.000 abejas.

2.6 Procedimiento experimental

2.6.1 Ubicación de las colmenas

Figura N° 32 Ubicación de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, (2023).

2.6.2 Preparación de terreno

Para iniciar el trabajo de tesis, se estableció el terreno ya propuesto anteriormente, en la comunidad de Candado Grande encontrándose ubicado en los paralelos:

Latitud: 22°39'33.49" Sur

Longitud: 64°23'16.66" Oeste

Altura: 576 m.s.n.m. (1.890 pies)

El terreno cuenta con abundante vegetación principalmente plantación de cítricos, durazneros, palta, y plantas nativas. Para la instalación de las cajas de colmenas en un sistema de parcelas apareadas entre cajas de tipo Langstroth y cajas de tipo Layens, se inició con el preparado del terreno donde irán ubicadas las cajas en bases individuales tomando en cuenta la distancia de 2 m. entre colmena a colmena. Esto se realizó en fecha 21 de julio al 23 de julio del 2023, utilizando herramientas de trabajo para remover la tierra excesiva (azada, machete, pala, tijera podadora para cortar ramas de cítricos que hacían sombra).

2.6.3 Preparación de núcleos de abejas

El objetivo principal de la formación de núcleos de abejas es para formar nuevos enjambres a partir de colmenas ya desarrolladas tomando de allí panales disponibles para la nueva colonia y poder producir miel. En fecha 27 de julio del 2023, se visitó un apiario cercano a la parcela donde se realizó el trabajo, donde se procedió a la separación de abejas y se pudo obtener cinco nuevos núcleos cada uno con su respectivo alimentador, visitándolos cada semana para alimentar a las abejas para estimular el desarrollo de las colmenas, para posteriormente poder trasladar las nuevas colonias en las nuevas cajas Langstroth y Layens.

2.6.4 Alimentación de núcleos

En fecha 03 de agosto del 2023 se realizó la visita a los núcleos para el alimentado con una dosis 2:1 (quiere decir dos partes de azúcar por una de agua). Es una disolución de agua y azúcar con aspecto líquido para estimular la crianza de crías y el desarrollo del

enjambre para ver el avance de enjambración de las nuevas colmenas. El alimentado y revisión de núcleos se realizó cada 8 a 10 días.

2.6.5 Preparación de cajas y cuadros de tipo Langstroth

Esta actividad se realizó en fecha 15 de septiembre de 2023, empezando con el armado de cuadros de tipo Langstroth (tesado de alambre, colocado de ceras), también se arregló cajas que no estaban muy firmes, posterior a esto se pintó las cajas de color blanco.

Para la realización de las cajas de tipo Layens se encargó a un carpintero para que las pueda realizar a base de medidas proporcionadas al mismo, ya que estas cajas no se pudieron encontraren el mercado.

2.6.6 Preparación de cuadrados de cajas de tipo Layens

En fecha 15 de septiembre de 2023, se armó los cuadros de tipo Layens con el colocado de ceras, para poder cambiar los enjambres a las nuevas cajas.

2.6.7 Implementación de cajas Langstroth y Layens

Esta actividad consistió en el cambiado de colmenas de núcleos a 5 cajas Langstroth y 5 cajas Layens (haciendo este cambio en cajas Layens, pero con cuadros de tipo Langstroth sacrificando las ceras para poder introducir las en los cuadros Layens con la ayuda de hilos que sirve de soporte para mantener la cera pegada al alambre de los cuadros), realizando la alimentación correspondiente. Llevándose a cabo en fecha 17 de septiembre de 2023.

2.6.8 Revisión de colmenas

Las visitas al apiario variaron de 6 a 10 días de cada una, ya sea para el revisado o alimentado de las colmenas.

- Se realizó el revisado de las colmenas en fechas 22 de septiembre del 2023, para evitar nuevos enjambres y también realizar el alimentado correspondiente.
- El 01 de octubre del 2023, se realizó la segunda vista a las nuevas cajas de colmenas.

- En 10 de octubre tercera visita de las colmenas y alimentado de las mismas.
- En este punto las colmenas que fueron trasladadas a las cajas de tipo Layens, ya aceptaron los nuevos cuadros, iniciando con la formación de nuevas celdas y puesta de nuevas larvas de abeja.
- La cuarta visita se realizó el 22 de octubre de 2023, para el revisado de enjambre y alimentado de cajas débiles.
- En fecha 29 de octubre del 2023, quinta visita a colmenas, en este punto las colmenas de cajas Layens empezaron con la producción de miel en los nuevos cuadros.
- El 05 de noviembre del 2023, sexta visita a colmenas, revisado de cuadros y alimentado (evidenciándose los primeros cuadros con miel en cajas Langstroth.
- El 19 de noviembre se realizó la séptima visita, para la revisión de colmenas, para evitar enjambración.
- La octava visita se realizó el 30 de noviembre del 2023, en este punto se evidencio algunos cuadros de cajas Langstroth, ya estaban listos para realizar la primera cosecha.
- Decima visita fue el 14 de diciembre, para a revisión de cajas, donde se pudo evidenciar que ya había cuadros de tipo Layens con miel listos para la primera cosecha.

2.6.9 Primera cosecha de caja Langstroth

La primera cosecha se llevó a cabo en fecha 06 de diciembre del 2023, ya que había cuadros llenos de miel, se procedió a retirarlos para remplazarlos por unos vacíos para que sigan produciendo las obreras.

2.6.10 Primera cosecha de caja Layens

Se pudo obtener la primera cosecha en fecha 23 diciembre del 2023, siendo esto más tardío por la razón que las colmenas tardaron más tiempo en adaptarse a las nuevas cajas, ya que estas estaban acostumbradas a las cajas universales (de tipo Langstroth).

2.7 Variables de respuesta

2.7.1 Población de abejas por caja

Para determinar las poblaciones (kg Peso de colmena), se pesó cada colmena con una balanza electrónica. La toma fue realizada en la madrugada para asegurarnos que toda la colonia se encuentre dentro de la colmena. Con el pesaje individual de colmenas vacías para luego sacar un promedio (esto incluye: caja, entre tapa y trampa de polen), sumando a esto el peso de los marcos con cera (pesando un marco con cera y multiplicando por diez) y de las reservas de miel que equivale a 2 kg por colmena, una vez obtenido este dato, se realizó los cálculos respectivos, se pesó cada colmena con su producción de miel incluida la población. Este índice se obtuvo por diferencia de pesos entre las colmenas poblada y vacía.

2.7.2 Rendimiento de miel (kg)

Al momento de tener la cosecha de miel de las colmenas se pudo determinar cuál de los dos tipos de cajas tiene el mayor rendimiento de miel en kg, utilizando alzas colocadas sobre la cámara de cría, para la recolección de miel con la ayuda de un extractor, se pudo comparar las producciones con las cajas adicionales de ensayo determinando cuál de los tipos de caja da una mejor producción de miel.

2.7.3 Análisis económico

Una vez obtenido el rendimiento de miel en comparación de los dos tipos de colmenas se elaboró la relación beneficio/costo (B/C). Que se obtuvo dividiendo los beneficios actualizados por los costos actualizados. Si la relación beneficio-costo es mayor a uno, el proyecto es económicamente factible.

2.8 Cronograma de actividades

Las actividades que se realizaron a cabo en la investigación de producción de miel en dos sistemas de cajas fue la siguiente:

Tabla N° 7 Calendario de evaluación de producción de miel

Calendario Gestión 2023/ 2024																																
Actividad	Jul				Agos				Sept				Oct				Nov				Dic				Ene				Feb			
	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem
Preparación del terreno de instalación.																																
Preparación de núcleos de abejas.																																
Alimentación de núcleos.																																
Preparación de cajas y cuadros de tipo Langstroth.																																
Preparación de cajas y cuadros de tipo Layens.																																
Implementación de cajas langstroth y Layens.																																
Revisión de colmenas.																																
Primera cosecha de caja langstroth																																
Primera Cosecha de Cajas Layens																																
Tabulación de datos en gabinete																																

Fuente: Elaboración propia, (2023).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

En este capítulo se exponen los resultados de cada uno de los procesos referidos a la evaluación de la producción de miel en los dos tipos de cajas; de tipo Langstroth y de tipo Layens.

De esta forma se puede mostrar exclusivamente los resultados en tablas referentes a la producción, análisis estadísticos, con las interpretaciones correspondientes de cada una de las cajas más comparativos a la producción de miel.

La presente investigación se dio inicio el 21 de julio del 2023 y se da por concluido el 23 de diciembre del 2023, fecha en la que fue la cosecha de la miel. Donde las cajas de tipo Langstroth culminaron con un promedio de 11,504 kilogramos de miel, y las cajas de tipo Layens culminaron con un promedio de 8,23 kilogramos de miel.

3.1.1 Flora de interés Apícola en la Parcela de Estudio

De acuerdo a la flora que se presenta en la parcela de instalación de los sistemas Langstroth y Layens en la Comunidad de Candado Grande, se hace mención a las más relevantes y cercanas que son las siguientes:

Tabla N° 8 Estrato Arbóreo de Interés Apícola en Parcela de Estudio.

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Lapacho	<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae
2	Sidra	<i>Citrus medica</i> L.	Rutaceae
3	Quinoto	<i>Fortunella</i> spp.	Rutaceae
4	Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
5	Tusca	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	Leguminosae
6	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae

7	Pomelo	<i>Citrus paradisi</i> Macf. .	Rutaceae
8	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	Rutaceae
9	Cebil	<i>Anadenanthera colubrina</i> Benth.	Leguminosae
10	Afata	<i>Cordia trichotoma</i> Arrab et Stend.	Boraginaceae
1	Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
12	Palta	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae
13	Pacay	<i>Inga</i> sp.	Leguminosae
14	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
15	Lima	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae
16	Limonero	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae
17	Naranjo agrio	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae

Fuente: Elaboración (Herbario Universitario (T.B.), 2024)

En la Tabla N°8, se presenta el registro de las especies que son predominantes en el área de estudio, esta fauna floral es quien provee de recursos a las abejas para la elaboración de miel. La comunidad de Candado Grande, es rico en vegetación ya que cuenta con muchas especies de flor nativas que aportan a las abejas para la producción de miel. Aunque son muy afectadas con los cambios bruscos de temperatura.

Tabla N° 9 Floración de Interés en Parcela de Investigación

Gestión 2023						Gestión 2024	
Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
		Citricos, (<i>Citrus</i> sp.)					
		Durazno (<i>Prunus persica</i> (L.)BATSCH)					
		Palta, (<i>Persea americana</i> Mill.)					
		Mango, (<i>Magifera indica</i> L.)					
		Lapacho, (<i>Tabebuia</i> sp.)					
		Afata, (<i>Cordia trichotoma</i> Arrab et Stend.)					
		Guayaba, (<i>Psidium guayaba</i>)					
				Cebil colorado, (<i>Anadenanthera colubrina</i>)			
				Pacay, (<i>Inga</i> sp.)			
				Tusca, (<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.&)			

Fuente: Elaboración (Herbario Universitario (T.B.), 2024)

En la Tabla N°9 se observa la época del año en el que la parcela donde se ubica las cajas implementadas pudieron aprovechar la flora del lugar.

- El cítrico (*Citrus sp.*), presentó floración desde julio hasta mediados de agosto.
- El Durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch), floreció desde agosto a septiembre.

La flor de estas dos especies de plantas hace que la miel de un color claro, haciéndola más atractiva de aroma agradable a cítricos.

- La Palta (*Persea americana* Mill.), el mango floreció entre fines de agosto a septiembre.
- La flor del Cebil colorado (*Anadenanthera colubrina* Benth.), El Pacay (*Inga sp.*), que son plantas nativas de la región, la miel hechas de estas especies es de color rojizo a morena. Estas plantas florecieron entre noviembre a diciembre.
- A mediados de septiembre se pudo apreciar la presencia de flores de Lapacho (*Tabebuia sp.*), Afata (*Cordia trichotoma* Arrab et Stend.), estas flores nativas, fueron aprovechadas al máximo por las abejas, hasta mediados de octubre.
- La Tusca (*Acacia aroma* Gillex ex Hook. & Arn.), es considera una planta medicinal por ello la miel de esta flor es reconocida fácilmente por el gusto que presenta, esta planta floreció a fines de noviembre hasta mediados de diciembre.

3.1.2 Punto de partida de la Evaluación

La presente evaluación se llevó a cabo en medio de una parcela de cítricos ubicada en la Comunidad de Candado Grande perteneciente al Municipio de Bermejo de la Provincia Arce, del Departamento de Tarija. Donde se di inicio a preparar la superficie donde serían ubicadas de forma emparejadas las diez cajas (cinco Langstroth y cinco Layens).

Tabla N° 10 Peso de cajas en vacío al inicio de la investigación (en Kilogramos)

	Langstroth	Layens
N° de cajas	Peso de Caja	Peso de Caja
1	22,14	15,02
2	22,01	15,04
3	22,13	15,01
4	22,15	15,03
5	22,12	15,02
promedio en kg.	22,11	15,02

Fuente: Elaboración propia, (2024)

La tabla N°10, muestra cuales fueron los pesos en vacío antes de establecerlas en el apiario, las cinco cajas de tipo Langstroth tienen un peso promedio en vacío sin colmena de 22,11 kg entre las 5 cajas., en las otras 5 cajas de tipo Layens que están en vacío tienen un promedio de 15,02 kg. Respectivamente.

3.2 Determinación de la población de abejas por caja

Para determinar las poblaciones en kg Peso de colmena, se tomó los pesos de cada caja, contando para esto con una balanza electrónica. La toma se realizó en la noche para asegurarnos que toda la colonia se encuentre dentro de la colmena. Previo se realizó el pesaje individual de las cajas vacías para luego sacar un promedio (incluyendo tapa, entre tapa), se sumó a esto el peso de los marcos con cera (pesando un marco con cera y multiplicando por diez) y de las reservas de miel que equivale a 2 kg por colmena, una vez obtenido este dato, se realizó los cálculos respectivos, se pesó cada colmena incluida la población.

**Tabla N° 11 Población de Colmenas de Cajas de Tipo Langstroth
(en kilogramos)**

POBLACION DE ABEJA POR CAJA DE TIPO LANGSTROTH								
N° De Caja	Caja Vacía	Caja llena	Colmena	Cuadros con Cera Vacíos	Enjambre y Miel	Peso de Abejas en Kg.	Regla de Farrar (N° de Abejas)	Miel
1	22,14	44,54	22,4	3,4	19	5	50.000	14,2
2	22,1	42,12	20,02	3,4	16,62	4,2	40.200	12,8
3	22,13	38,85	16,72	3,4	13,32	4,3	40.300	9,8
4	22,15	38,76	16,61	3,4	13,21	4,5	40.500	9,6
5	22,12	40,75	18,63	3,4	15,23	4,6	40.600	11,2
Promedio	22,13	41	18,9		15,5	4,5	42.320	11,50

Fuente: Elaboración propia, (2024)

En la tabla N°11, indica a detalle los pesos de las cinco cajas Langstroth primero en vacío. con un promedio de 22,13 kg. Al final de la investigación las cajas llenas tuvieron un peso promedio de 41 kg. Al restar el peso de las cajas vacías se logró obtener el dato de colmenas por caja logrando un promedio de 18,9 kg. entre sí, seguidamente se restó el peso de los 10 cuadros en vacío que son netamente almacenadores del enjambre de manera que se obtuvo el peso de enjambre y miel con un promedio entre cajas de 15,5 kg. Para la determinación de la población de las abejas por cada caja se tomó en cuenta La Regla de Farrar, que según el peso de las abejas se obtiene el número de abejas y la cantidad de miel que pueden producir, en este caso la caja 1 con un peso de 5 kg. se dice que hay alrededor de 50.000 mil abejas (el 60% es el porcentaje de obreras y 30.000 pecoreadoras), la caja 2 tuvo un peso de 4,2 kg habiendo entonces 40.200 mil abejas, (el 40% porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras), la caja 3 peso 4,3 kg. teniendo entonces 40.300 mil abejas, (el 40% porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras), la caja 4 peso 4,5 kg. habiendo 40.500 mil abejas (el 40% porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras), y por último la caja 5 peso 4,6 kg habiendo alrededor de 40.600 mil abejas, (el 40% porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras).

Tabla N° 12 Población de Colmena en Cajas de Tipo Layens (en kilogramos)

POBLACION DE ABEJA POR CAJA DE TIPO LAYENS								
N° de Caja	Caja Vacía	Caja Llena	Colmena	Cuadros con cera vacíos	Enjambre y Miel	Peso de abejas en Kg.	Regla Farrar (N° de Abejas)	Miel
1	15,02	33,04	18,02	4,8	13,22	4,3	40.300	9,8
2	15,04	33,12	18,08	4,8	13,28	3,9	30.900	7,5
3	15,01	31,8	16,79	4,8	11,99	3,8	30.800	7,0
4	15,03	34,76	19,73	4,8	14,93	4,5	40.500	8,6
5	15,02	33,2	18,18	4,8	13,38	4	40.300	8,4
Promedio	15,02	33,18	18,16		13,36	4,1	36.560	8,2

Fuente: Elaboración propia, (2024)

A través de la tabla N°12, indica a detalle los pesos de las cinco cajas Layens iniciando en vacío. con un promedio de 15,02 kg. Al final de la investigación las cajas llenas obtuvieron un peso promedio de 33,18 kg. restando el peso de las cajas vacías se logró obtener el peso de colmenas por caja con un promedio de 18,16 kg. entre sí, posteriormente se restó el peso de los 12 cuadros en vacío, se obtuvo el peso de enjambre y miel con un promedio entre cajas de 13,36 kg. Para la determinación de la población de las abejas por cada caja se tomó en cuenta La Regla de Farrar en la Tabla N° 6 (pag.54), establece que según el peso de la población se obtiene el número de abejas y la cantidad de miel que pueden producir, en este caso la caja 1 con un peso de 4,3 kg. se dice que hay alrededor de 40.300 mil abejas (el 50% es el porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras), la caja 2 tuvo un peso de 3,9 kg habiendo entonces 30.900 mil abejas, (el 30% porcentaje de obreras y 10.000 pecoreadoras), la caja 3 peso 3,8 kg. teniendo entonces 30.800 mil abejas, (el 30% porcentaje de obreras y 10.000 pecoreadoras), la caja 4 peso 4,5 kg. habiendo 40.500 mil abejas (el 40% porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras), y por último la caja 5 obtuvo un peso de 4 kg habiendo alrededor de 40.000 mil abejas, (el 40% porcentaje de obreras y 20.000 pecoreadoras).

3.3 Rendimiento de miel en kilogramos

Los análisis de rendimiento productivos de miel de las colmenas se expresan en el valor de peso de la miel cosechada de cada sistema, Langstroth y Layens.

Tabla N° 13 Características de medida de los sistemas de cajas

Características	Langstroth	Layens
Tamaño	Alto 58 cm. Ancho 51 x 42 cm.	Alto 49 cm. Ancho 52 x 39 cm.
N° de marcos productivos	10	5
Dimensiones de marco	Alto 0,23 cm Ancho 0,44 cm	Alto 0,39 Ancho 0,32
Superficie de marco	0,1012 m ²	0,1248 m ²

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 13 se muestra las medidas de los sistemas de cajas tanto Langstroth como Layens, el número de marcos productivos de miel que a simple vista son diferentes de un sistema a otro, las cajas Langstroth tienen 10 cuadros disponibles para el almacenamiento de miel, mientras que las cajas Layens solamente tienen 5 cuadros, de igual manera, los cuadros de ambos sistemas de cajas tienen diferentes dimensiones, el sistema Langstroth tiene una superficie de cuadro de 0,1012 m² y el sistema Layens sus cuadros tienen una superficie de 0,1248 m².

Por esta razón se precisa estos datos para poder tener un resultado más preciso de las diferencias productivas que pudieran tener entre si los sistemas de caja Langstroth y Layens.

3.3.1 Análisis de la producción de miel por sistemas de producción en Sistema Langstroth

Tabla N° 14 Producción de miel en sistema Langstroth

Caja	N° de cuadro										Rendimiento		
Caja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kg/Caja	Kg/Marco	Kg /m ²
1		1,63	1,92	2,56	2,61	3,11	1,76	0,63			14,2	2,02	20,05
2		1,31	2,1	2,32	2,21	2,8	1,21		0,86		12,8	1,85	18,07
3			1,32	1,62	2,9	2,16	1,76				9,8	1,96	19,36
4	0,92			1,63	1,36	2,12	2,68		0,86		9,6	1,92	15,81
5		0,74	0,96		2,21	2,61	2,24	1,32		0,68	11,2	1,6	15,82
Total											57,5		89,1
Prom.											11,5	1,87	

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 14, se muestra los rendimientos de miel que llegaron a obtener los cuadros de cada una de las cajas Langstroth de investigación, recalcando que no tuvieron un rendimiento total de los cuadros destinados al almacenamiento de la miel, las cajas 1,2 y 5 solamente ocuparon el 70% de sus cuadros que se logró cosechar miel, mientras que la caja 3, fue la que menos producción se logró cosechas ya que solamente el 50% de sus cuadros almacenaban miel.

También se pudo observar que los rendimientos son distintos al analizarlos en distintos criterios, como ser el rendimiento de miel por caja que se obtuvo un total de 57,5 kg/caja, de miel almacenada, pero al calcular por el promedio de rendimiento por cuadros varían entre 2,02 kg/marco y la caja 5 con 1,6 kg/marco, y al calcular por la superficie productiva que tienen las cajas se lograría obtener de 20,05 kg/m² en la caja 1 a 15,82 kg/m² en la caja 5; estos resultados varían porque la superficie productiva de la caja 1, la superficie total de sus siete marcos es menor a la superficie productiva de diez marcos si se llenarían por completo de miel.

3.3.2 Análisis de la producción de miel por sistemas de producción en Sistema Layens

Tabla N° 15 Producción de miel en sistema Layens

N° Caja	N° de cuadro					Rendimiento		
	1	2	3	4	5	Kg/Caja	Kg/Marco	Kg /m2
1	1,41	1,81	2,16	2,78	1,63	9,8	1,96	15,70
2		2,62	1,53	2,35	1	7,5	1,87	15,02
3			2,93	2,67	1,36	7,0	2,33	18,69
4		2,38	2,64	2,61	0,92	8,6	2,15	17,22
5	0,56	1,49	2,36	0,96	2,98	8,4	1,68	13,46
Total						41,2		80,09
Prom.						8,2	2,0	

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 15, se muestra los rendimientos de miel que llegaron a obtener los cuadros de cada una de las cajas Layens de investigación, tomando en cuenta que en este sistema de cajas se logró obtener un rendimiento total de los cuadros destinados al almacenamiento de la miel, fueron las cajas 1 y 5 que lograron ocupar el 100% de sus cuadros aunque no fueron llenados en su totalidad al cosechar miel, mientras que la caja 3, fue la que menos producción se logró cosechar ya que solamente el 60% de sus cuadros almacenaban miel.

También se pudo observar que los rendimientos son distintos al analizarlos en diferentes criterios, como ser el rendimiento de miel por caja que se obtuvo un total de 41,2 kg/caja, de miel almacenada, pero al calcular por el promedio de rendimiento por cuadros varían entre 1,96 kg/marco y la caja 3 con 2,33 kg/marco, y al calcular por la superficie productiva que tienen las cajas se lograría obtener de 13,46 kg/m² en la caja 5 a 18,69 kg/m² en la caja 3 estos resultados varían porque la superficie productiva de la caja 3, la superficie total de sus tres marcos es menor a la superficie productiva de cinco marcos si se llenarían por completo de miel.

3.4 Comparación estadística de sistemas de producción

La comparación y análisis de la producción de miel (rendimiento) de ambos sistemas de cajas Langstroth y Layens se emplearon; la Comprobación estadística de distribución normal con la prueba de Shapiro Wills, la prueba de homogeneidad de varianzas y la prueba de T de Student, analizados en las siguientes tablas.

3.4.1 Prueba de distribución normal con Shapiro Wills

Criterios o consideraciones.

- Rendimiento por caja

Tabla N° 16 Prueba de distribución normal del rendimiento de miel por Caja

Fuentes de variación	N° de muestras	Media	Varianza	Suma (xi-x)²	Wc	Wt (5%)
Sistema Langstroth	5	11,52	3,89	15,57	0,91	0,76
Sistema Layens	5	8,26	1,16	4,64	0,96	0,76

Fuente: Elaboración propia, (2024).

$H_0 = X \approx N(\mu, \sigma^2)$ tienen una distribución normal

$H_1 = X \neq N(\mu, \sigma^2)$ tienen una distribución anormal

Donde:

$(xi-x)^2$ = suma de datos de normalidad menos la media al cuadrado

Wc = Coeficiente de Shapiro Wills calculado

Wt = Coeficiente de Shapiro Wills tabulado

En el cuadro N° 16, del Análisis de varianza de rendimiento de miel por caja se puede observar que nuestra Wc calculada 0,91 del sistema Layens es mayor a la Wc calculada 0,91 del sistema Langstroth, ambas Wc son mayores a la Wt a 0,76 al (5%) por lo que se acepta la hipótesis nula concluyendo que entre los dos sistemas de cajas Langstroth y Layens, la serie de datos tiene una distribución normal.

- Rendimiento por marco

Tabla N° 17 Prueba de distribución normal de rendimiento de miel por marco

Fuentes de variación	N° de muestras	Media	Varianza	Suma (xi-x)²	Wc	Wt (5%)
Sistema Langstroth	5	1,87	0,02	0,11	0,87	0,76
Sistema Layens	5	2,00	0,06	0,25	0,98	0,76

Fuente: Elaboración propia, (2024).

$H_0 = X \approx N(\mu, \sigma^2)$ tienen una distribución normal

$H_1 = X \neq N(\mu, \sigma^2)$ tienen una distribución anormal

Donde:

(xi-x)² = suma de datos de normalidad menos la media al cuadrado

Wc = Coeficiente de Shapiro Wills calculado

Wt = Coeficiente de Shapiro Wills tabulado

En el cuadro N° 17, del Análisis de varianza de rendimiento de miel por marco se puede observar que nuestra Wc calculada 0,98 del sistema Layens es mayor a la Wc calculada 0,87 del sistema Langstroth, ambas Wc son mayores a la Wt a 0,76 al (5%) por lo que se acepta la hipótesis nula concluyendo que entre los dos sistemas de cajas Langstroth y Layens, la serie de datos tiene una distribución normal.

- Rendimiento por superficie productiva

Tabla N° 18 Prueba de distribución normal de rendimiento de miel por superficie productiva

Fuentes de variación	N° de muestras	Media	Varianza	Suma (xi-x)2	Wc	Wt (5%)
Sistema Langstroth	5	17,82	3,86	15,45	0,87	0,76
Sistema Layens	5	16,02	4,05	16,22	0,98	0,76

Fuente: Elaboración propia, (2024).

$H_0 = X \approx N(\mu, \sigma^2)$ tienen una distribución normal

$H_1 = X \neq N(\mu, \sigma^2)$ tienen una distribución anormal

Donde:

(xi-x)2 = suma de datos de normalidad menos la media al cuadrado

Wc = Coeficiente de Shapiro Wills calculado

Wt = Coeficiente de Shapiro Wills tabulado

En la tabla N° 18, del Análisis de varianza de rendimiento de miel por marco se puede observar que nuestra Wc calculada 0,98 del sistema Layens es mayor a la Wc calculada 0,87 del sistema Langstroth, ambas Wc son mayores a la Wt a 0,76 al (5%) por lo que se acepta la hipótesis nula concluyendo que entre los dos sistemas de cajas Langstroth y Layens, la serie de datos tiene una distribución normal.

3.4.2 Prueba de homogeneidad de varianza

- Rendimiento por caja

Tabla N° 19 Prueba de homogeneidad de varianzas de producción por Caja

Fuentes de variación	N° de muestras	Promedio	Varianza	Fc	Ft	
					Ft(1%)	Ft(5%)
Sistema Langstroth	5	11,52	3,89	3,33	15,97	6,39
Sistema Layens	5	8,26	1,16			

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 19, de prueba de homogeneidad de varianzas se puede observar que nuestra F calculada con 3,33 es menor a la F tabulada del (1%) con 15,97 y la F tabulada del (5%) con 6,39 por lo que se concluye que las varianzas son homogéneas.

- Rendimiento por marco

Tabla N° 20 Prueba de homogeneidad de varianzas de rendimiento por Marco

Fuentes de variación	N° de muestras	Promedio	Varianza	Fc	Ft	
					Ft(1%)	Ft(5%)
Sistema Langstroth	5	1,87	0,02	0,42	15,97	6,39
Sistema Layens	5	2,00	0,06			

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 20, de prueba de homogeneidad de varianzas se puede observar que nuestra F calculada con 0,42 es menor a la F tabulada del (1%) con 15,97 y la F tabulada del (5%) con 6,39 por lo que se concluye que las varianzas son homogéneas.

- Rendimiento por unidad de superficie productiva

Tabla N° 21 Prueba de homogeneidad de varianzas de rendimiento por superficie productiva

Fuente de variación	N° de muestras	Promedio	Varianza	Fc	Ft	
					Ft(1%)	Ft(5%)
Sistema Langstroth	5	17,82	3,86	0,95	15,97	6,39
Sistema Layens	5	16,02	4,05			

Fuente: Elaboración propia, (2024)

En la tabla N° 21, de prueba de homogeneidad de varianzas se puede observar que nuestra F calculada con 0,95 es menor a la F tabulada del (1%) con 15,97 y la F tabulada del (5%) con 6,39 por lo que se concluye que las varianzas son homogéneas.

3.4.3 Prueba de t de Student

- Rendimiento por caja

Tabla N° 22 Prueba de T de Student para muestras de producción de miel por caja

Fuente de variación	N° de muestras	Gl	Varianza	Dif. De medias	Varianza común	Tc	Tt	
							Tt(1%)	Tt(5%)
Sistema Langstroth	5	8	0,77	3,26	2,53	3,24	1,86	2,30
Sistema Layens	5		0,23					

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 22, se evidencia que la diferencia observada de 3,26 entre las medias del sistema Langstroth y Layens es estadísticamente significativa y se puede observar que Tc= 3,24 tiene un valor p inferior al 0,05%, con lo que se descarta la hipótesis nula de rendimientos de la producción de miel iguales entre los sistemas Langstroth y Layens.

- Rendimiento por marco

Tabla N° 23 Prueba de T de Student para muestras de producción de miel por Marco

Fuente de variación	N° de muestras	Gl	Varianza	Dif. De medias	Varianza común	Tc	Tt	
							Tt(1%)	Tt(5%)
Sistema Langstroth	5	8	0,0053	0,13	0,0448	0,95	1,86	2,30
Sistema Layens	5		0,0126					

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 23, se comprueba que la diferencia observada de 0,13 entre las medias del sistema Langstroth y Layens es estadísticamente significativa y se puede observar que $T_c = 0,95$ tiene un valor p inferior al 0,05%, con lo que se descarta la hipótesis nula de rendimientos de la producción de miel iguales entre los sistemas Langstroth y Layens.

- Rendimiento por superficie productiva

Tabla N° 24 Prueba de T de Student para muestras de producción de miel por superficie productiva

Fuente de variación	N° de muestras	Gl	Varianza	Dif. De medias	Varianza común	Tc	Tt	
							Tt(1%)	Tt(5%)
Sistema Langstroth	5	8	0,77	1,80	3,95	1,43	1,86	2,30
Sistema Layens	5		0,81					

Fuente: Elaboración propia, (2024).

En la tabla N° 24, se evidencia que la diferencia observada de 3,26 entre las medias del sistema Langstroth y Layens es estadísticamente significativa y se puede observar que $T_c = 1,43$ tiene un valor p inferior al 0,05%, con lo que se descarta la hipótesis nula de rendimientos de la producción de miel iguales entre los sistemas Langstroth y Layens.

3.4 Culminación de la evaluación

A mediados del mes de diciembre del 2023, se concluyó con el trabajo de investigación prolongando más el tiempo estimado por razones de adaptación, por tal razón se procede a verificar los resultados, mismos que se exponen a continuación.

Tabla N° 25 Peso de las cajas al finalizar la investigación

(en Kilogramos)

	Langstroth	Layens
N° de Caja	Peso de Caja	Peso de Caja
1	44,54	33,04
2	42,12	33,12
3	38,85	31,8
4	38,76	34,76
5	40,75	33,2
Peso Promedio	41,00	33,18

Fuente: Elaboración propia, (2024)

Al finalizar el periodo de investigación se pudo verificar que tanto cajas Langstroth como cajas Layens sus pesos son variados, tal como se observa en la tabla N°25, la caja de tipo Langstroth con mayor peso es el número 1 con 44,54 kg. Y la caja de tipo Layens con mayor peso es la numero 4 con 34,76 kg. La caja de tipo Langstroth con el menor peso es la 4 con 38,76 kg, la caja de tipo Layens con menor peso es la 3 con 31,8 kg. Estos pesos son variados por razones de debilitamiento de enjambres.

3.5 Análisis económico Beneficio/Costo

Tabla N° 26 Inversión y producción de miel, en cajas tipo (Langstroth)

BENEFICIO/COSTO DE CAJAS LANGSTROTH					
INVERSIÓN					
COSTO VARIABLE					
Material	Cantidad	Vida Útil Año	Costo Unitario	Total	Deprecia. Año 1
Mano de Obra	2 personas		Bs 80	Bs 640	Bs 640
Cera	100	2	Bs 10	Bs 1.000	Bs 500
Colmena/Núcleo	5	4	Bs 350	Bs 1.750	Bs 438
Azúcar	1/2 quintal		Bs 120	Bs 120	Bs 120
COSTO TOTAL VARIABLE				Bs 3.510	Bs 1.698
COSTO FIJO					
Cajas Langstroth	5	5	Bs 450	Bs 2.250	Bs 450
Ahumador	1	5	Bs 100	Bs 100	Bs 20
Cepillo	1	5	Bs 20	Bs 20	Bs 4
Pinza	1	5	Bs 220	Bs 220	Bs 44
Extractor de miel	1	6	Bs 3.500	Bs 3.500	Bs 583
Desoperculador	1	5	Bs 40	Bs 40	Bs 8
Equipo de protección	2	3	Bs 400	Bs 800	Bs 133
COSTO TOTAL FIJO				Bs 6.930	Bs 1.243

Fuente: Elaboración propia, (2024)

En la tabla N°26, se observa la inversión que requiere el implementar el apiario, se describe el costo variable que incluye el costo de mano de obra que sería 40 bs. El medio jornal multiplicando por 16 visitas por 2 personas con un precio de 640 bs, la cera que fueron 100 para las 5 cajas costando cada una 10 bs. Se dio un total de 1000 bs. Las colmenas cada una tuvo un costo de 450 al ser 5 colmenas sumo al costo de 1750 bs. Y por último que fue el azúcar utilizándose a lo largo del proyecto aproximadamente ½ quintal teniendo un valor de 120 bs. Sumando todo esto llegó a un costo de 3.510 bs. Haciendo la depreciación de acuerdo a la vida útil de materiales para el primer año este costo reduce a 1.698 bs. Haciendo la suma correspondiente del costo total variable más el costo total fijo que es 6.930 bs. Pero con la depreciación para el primer año sería de 1.243 bs.

Costo total variable + Costo Total Fijo = COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

1.698 bs. + 1.243 bs. = 2.940 bs el costo total de producción

De esta manera se tiene como resultado el costo total de producción que es 2.940 bs. Para el primer año.

Tabla N° 27 Rentabilidad de la Producción de Miel en cajas Langstroth

INGRESO			
Venta de Miel de Cajas Langstroth			
1° Cosecha	2° cosecha	Costo Uni.	Total
57,5 kg.	55 kg.	40 Bs el Kilo	Bs 4.500
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN		Bs 2.940	
TOTAL DE INGRESO		Bs 4.500	
RENTABILIDAD		1,5305	

Fuente: Elaboración propia, (2024)

La tabla N°27, describe la rentabilidad que se obtiene al vender el producto principal que es la miel en una sola cosecha, obteniendo en las 5 cajas un total de 55 kg. De miel pura, pero para obtener un beneficio/costo se sumó la posible segunda cosecha que sería un total de 40kg. De miel para completar la producción de miel por año. Se logró obtener un monto de 4.4500 bs. al vender cada kilo a 40 bs.

Formula de la relación Beneficio/Costo es:

$$\frac{\text{Beneficio neto}}{\text{costo de inversión}} = \text{valor de costo} - \text{beneficio}$$

$$\frac{4.500\text{bs.}}{2.940 \text{ bs.}} = 1,5305 \text{ que es el valor neto de costo} - \text{beneficio}$$

La relación beneficio/costo nos muestra un valor de 1,5305, por lo tanto, se acepta la introducción de cajas. Ya que cada año este valor ira subiendo y será un proyecto rentable.

**Tabla N° 28 Inversión y Producción de Miel, en Cajas tipo
(Layens)**

COSTO/BENEFICIO DE CAJAS LAYENS					
INVERSIÓN					
COSTO VARIABLE					
Material	Cantidad	Vida Util Año	Costo Unitario	Total	Deprecia Año 1
Mano de Obra	2 personas		Bs 80	Bs 640	Bs 640
Cera	90	2	Bs 10	Bs 900	Bs 450
Colmena/Núcleo	5	4	Bs 350	Bs 1.750	Bs 438
Azúcar	1/2 quintal		Bs 120	Bs 120	Bs 120
COSTO TOTAL VARIABLE				Bs 3.410	Bs 1.648
COSTO FIJO					
Cajas Layens	5	5	Bs 450	Bs 2.250	Bs 450
Ahumador	1	5	Bs 100	Bs 100	Bs 20
Cepillo	1	5	Bs 20	Bs 20	Bs 4
Pinza	1	5	Bs 220	Bs 220	Bs 44
Extractor de Miel	1	6	Bs 3.500	Bs 3.500	Bs 583
Desoperculador	1	5	Bs 40	Bs 40	Bs 8
Equipo de Protección	2	3	Bs 400	Bs 800	Bs 267
COSTO TOTAL FIJO				Bs 6.930	Bs 1.376

Fuente: Elaboración propia, (2024)

En la tabla N° 28, se observa la inversión que requiere el implementar el apiario, se describe el costo variable que incluye el costo de mano de obra que sería 40 bs. El medio jornal multiplicando por 2 personas con un precio de 640 bs, la cera que fueron 90 láminas para las 5 cajas costando cada un 10 bs. Se dio un total de 900 bs. Las colmenas cada una tuvo un costo de 450 al ser 5 colmenas sumo al costo de 1.750 bs. Y por último que fue el azúcar utilizándose a lo largo del proyecto aproximadamente ½ quintal teniendo un valor de 120 bs. Sumando todo esto llego a un costo de 3.410 bs. Haciendo la deprecia de acuerdo a la vida útil de materiales para el primer año este costo reduce a 1.648 bs. Haciendo la suma correspondiente del costo total variable más el costo total fijo que es 6.930 bs. Pero con la deprecia para el primer año sería de 1.376 bs.

Costo total variable + Costo Total Fijo = COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

1.648 bs. +1.376 bs. = 3.024 bs el costo total de producción

De esta manera se tiene como resultado el costo total de producción que es 3.024 bs. Para el primer año.

Tabla N° 29 Rentabilidad de la Producción de Miel en cajas Layens

INGRESO			
Venta de Miel de Cajas Layens			
1° Cosecha	2° cosecha	Costo Uni.	Total
41,2 kg.	39 kg.	40 Bs el Kilo	Bs 3.248
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN		Bs 3.024	
TOTAL DE INGRESOS		Bs 3.248	
RENTABILIDAD		1,07425	

Fuente: Elaboración propia, (2024)

En la tabla N° 29, describe la rentabilidad que se obtiene al poder obtener una sola cosecha, obteniendo en las 5 cajas un total de 41,2 kg. De miel pura, pero para obtener un beneficio/ costo se sumó la posible segunda cosecha que sería un total de 40 kg. De miel para completar la producción de miel por año. Se logró obtener un monto de 4.500 bs. al vender cada kilo a 40 bs.

Formula de la relación Beneficio/Costo es:

$$\frac{\text{Beneficio neto}}{\text{costo de inversión}} = \text{valor de costo} - \text{beneficio}$$

$$\frac{3.248 \text{ bs.}}{3.024 \text{ bs.}} = 1,07425 \text{ que es el valor neto de costo} - \text{beneficio}$$

La relación beneficio/costo nos muestra un valor de 1,07425 por lo tanto, se acepta la introducción de cajas. Esto significa que, con los niveles de producción obtenidos, cada año este valor irá subiendo y será un proyecto rentable.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Una vez realizado toda la revisión bibliográfica, planteamiento de los objetivos, los materiales y métodos, todo el preámbulo de los capítulos iniciales del presente trabajo y realizado el trabajo de campo y gabinete me permito concluir con los siguientes planteamientos ya que llego a los resultados siguientes.

- Al Evaluar el rendimiento de producción de miel de abeja (*Apis mellifera*) en dos sistemas de colmenas (Langstroth y Layens), se logró obtener en una cosecha 57,5 kg. de miel en el sistema de cajas Langstroth y en el sistema de cajas Layens un total de 41,2 kg. de miel cosechada.
- La evaluación del desarrollo biológico de la colmena en los dos sistemas de caja (Langstroth y Layens), han sido distintos, las cajas del sistema Langstroth, se logró obtener un peso promedio de 4,5 kg de abejas, esto se explica según la Regla de Farrar que había alrededor de 42.320 mil abejas (estimando que hay 40.000 obreras), de esta manera se indica si la población total de abejas pesa 4 Kg, tenemos $4 \times 4 = 16$ Kg en el proceso productivo de miel. Y en el sistema de cajas Layens se logró obtener un peso promedio de 4,1 kg de abejas que se explica según la Regla de Farrar que hay alrededor de 36.560 mil abejas (habiendo 30.000 mil de obreras) indicando si la población total de abejas pesa 3 Kg, tenemos $3 \times 3 = 9$ Kg de miel. Obtenidos por caja.
- De acuerdo a la evaluación de la producción de miel en dos sistemas de caja (Langstroth y Layens), se realizó tres criterios de rendimiento: Tomando en cuenta kg/caja, el sistema Langstroth resultó ser el que mejor rendimiento de miel obtuvo, con un promedio de 11,5 kg. de miel cosechada con relación a la producción de miel al sistema Layens que tuvo un promedio de 8,2 Kg de miel cosechada. En cambio, al tomar en cuenta kg/marco, el sistema Layens tuvo mejor producción con un promedio de 2,0 kg de miel por marco, con relación al sistema Langstroth que tuvo un promedio de 1,87 kg de miel por marco. Y

por último al hacer la relación del rendimiento de miel por superficie productiva kg/m^2 , el sistema Langstroth resulto ser la que mayor producción obteniendo un promedio de $17,82 \text{ kg/m}^2$ de miel, en relación con el sistema Layens que resulto menor, con un promedio de $16,02 \text{ kg/m}^2$ de producción de miel.

- Los resultados obtenidos indican que el sistema de cajas Langstroth tienen una mayor producción de miel, por caja de un promedio de 11,5 kg. de miel y por superficie un promedio de $17,82 \text{ kg/m}^2$ de miel y por tanto es mejor, pero el sistema Layens tiene una mayor producción de miel por superficie de marcos con un promedio de 2,0 kg de miel, concluyendo que no se descarta la implementación de un nuevo sistema de cajas que es el Layens ya que tiene varias ventajas que facilitan su trabajo al momento de hacer manejo apícola.
- La relación beneficio/costo nos muestra un valor de 1,52372, para sistemas Langstroth, por lo tanto, se acepta la introducción de cajas. Ya que cada año este valor irá subiendo y será un proyecto rentable. Y la relación beneficio/costo de sistemas Layens muestra un valor de 1,07161 que de igual manera se acepta la introducción de este sistema. Esto significa que, con los niveles de producción obtenidos, cada año este valor irá subiendo y será un proyecto rentable.
- De acuerdo a la hipótesis alternativa planteada se demuestra con datos reales que la producción de miel varía entre los dos sistemas de cajas (Langstroth con 57,5 kg de miel y Layens con 41,2 kg de miel). Esta diferencia por motivos de adaptación de abejas al nuevo sistema Layens que se implementó, factores climáticos que se presentaron en la comunidad de Candado Grande
- Gracias a la investigación de implementación de estos dos sistemas de cajas Langstroth y Layens que se realizó, se pudo adquirir experiencia en el ámbito de la apicultura aportando conocimientos que contribuyen a la formación profesional en el cual se observó la importancia que tienen las abejas específicamente en el nivel productivo y cuanto puede variar esto al probar un nuevo sistema de caja.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda al implementar este nuevo sistema de caja Layens hacerlo antes de que empiece la floración, para que el enjambre de abejas se acostumbre y adapte al nuevo modelo y pueda elaborar las celdas para su cría y posterior a la producción de miel.
- También recomendar realizar visitas frecuentes al apiario para no descuidar su desarrollo y de las colmenas y poder realizar el manejo adecuado de los sistemas de cajas Layens o Langstroth.
- Al realizar las visitas cada semana para evitar el enjambrado en las cajas, se pudo evidenciar que, a lo largo de la investigación, en las cajas Layens no hubo presencias de celdas reales, en comparación de las cajas Langstroth, que cada 15 días aproximadamente se tenía que eliminar estas celdas reales para evitar el nacimiento de nuevas reinas.
- Las cosechas de miel en ambos tipos de cajas fueron tardías por razones de inclemencias del tiempo, ya que en tiempo de floración se presenciaron cambios bruscos de temperatura haciendo que las abejas retrasen la elaboración de miel. Ya que hubo poca presencia de flor.
- Y por último recomendar a La universidad continuar con los trabajos de investigación relacionados a este tema de introducción de nuevos sistemas de cajas en la apicultura, ya que es un sector que promete diversos tipos que se pueden implementar y lograr un buen futuro de producción de miel para los productores.