



# **UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

## **“LA ABEJA (APIS MELLIFERA) COMO AGENTE POLINIZADOR EN HUERTOS DE AGUACATE EN LAS CANOAS DEL MUNICIPIO DE ARIO DE ROSALES MICHOCÁN”**

TESINA

**CUAUHTEMOC VALDEOLIVAR SOTO**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Asesor:

MVZ Félix Márquez Mercado

Morelia, Michoacán. Junio, 2020.



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“LA ABEJA (APIS MELLIFERA) COMO AGENTE  
POLINIZADOR EN HUERTOS DE AGUACATE EN LAS  
CANOAS EN EL MUNICIPIO DE ARIO DE ROSALES  
MICHOCÁN”**

TESINA

**CUAUHTEMOC VALDEOLIVAR SOTO**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Morelia, Michoacán. Junio, 2020.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por estar siempre presente en mi vida, por darme salud y sabiduría para lograr esta meta profesional.

A mis padres Cuauhtemoc y Lucia, por todo su esfuerzo y apoyo incondicional durante toda mi vida. Me enseñaron que en la vida el principal deber que tiene un niño es la culminación de sus estudios. Gracias a sus consejos y enseñanzas, seré un gran profesional.

A mis hermanos, Hilda, Maricruz y Xocoyotzin, gracias por compartir sus vidas, por las buenas y malas experiencias, gracias por las risas y gracias por estar en este momento importante de mi vida.

A mi esposa Cinthya, gracias por tu amor y permitirme formar parte de tu vida, gracias por apoyarme para culminar mis estudios, gracias por motivarme día a día, gracias por darme a mis dos hermosos hijos.

A mis primos Neiffe y Erasmo, gracias por su apoyo y su confianza por abrirme las puertas de su casa y alentarme a seguir estudiando.

A la Facultad por permitirme forjarme profesionalmente dentro de sus aulas.

A mis maestros por transmitirme sus experiencias y sabiduría para forjarme como un profesional con aptitudes y valores. En especial a mi tutor MVZ. Félix Márquez Mercado por su tiempo y sus consejos.

A mis amigos Miguel, Zarco, Daniel, Oscar, Fernando, Cecilia, Emmanuel, Mónica, Armando, Fernanda, Fredy, Adiel, Alfredo y Amaury por los buenos momentos que pasamos durante nuestra vida universitarias.

## **DEDICATORIA**

Le dedico este proyecto a mis hijos Cuauhtemoc y Valeria, que son los pilares más importantes de mi vida, llenándola de felicidad. Son mi motivo de esfuerzo y de mis ganas de salir adelante día a día.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>I.- HISTORIA DE LA ABEJA APIS MELLIFERA EN AMÉRICA.....</b>	<b>3</b>
1.1. Importancia de las abejas para el ecosistema .....	4
<b>II. TAXONOMÍA DE LA ABEJA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Anatomía de la abeja .....	4
2.2. Habitantes de la colonia.....	6
2.3. Características de la abeja reina.....	7
2.4. Características del zángano.....	8
2.5. Características de la obrera .....	9
2.5.1. Trabajos que realiza la obrera dentro de la colmena. ....	10
2.6. La Colmena.....	11
2.6.1. Partes de la colmena .....	12
<b>III.- ALIMENTACIÓN DE LA ABEJA.....</b>	<b>13</b>
3.1 El néctar .....	13
3.2 El polen .....	13
<b>IV.-POLINIZACIÓN .....</b>	<b>14</b>
4.1. Tipos de polinización.....	16
4.1.1. Polinización directa .....	16
4.1.2. Polinización cruzada .....	16
4.2. Polinizadores.....	17
4.3. Polinización por el viento (Anemofilia) .....	17
4.4. Polinización por el agua (Hidrófila).....	18
4.5. Polinización por animales (Zoofila) .....	18
4.5.1. Polinización por aves. ....	18
4.5.2. Polinización por mamíferos. ....	19
4.6. Polinización por insectos (Entomófila) .....	20
<b>V. COLMENAS POR HECTÁREA.....</b>	<b>22</b>
<b>VI.- EL AGUACATE PERSEA AMERICANA .....</b>	<b>23</b>
<b>VII.- HISTORIA DEL AGUACATE .....</b>	<b>23</b>

<b>VIII. LA PLANTA DE AGUACATE .....</b>	<b>24</b>
8.1. Aspectos climáticos.....	25
8.2. Suelos .....	25
<b>IX. FLORACIÓN DEL AGUACATE .....</b>	<b>26</b>
9.1. Morfología floral .....	27
9.2. Atracción floral .....	29
<b>X. MUNICIPIO ARIO DE ROSALES.....</b>	<b>29</b>
10.1. Localidad Las Canoas.....	30
<b>XI.- PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO .....</b>	<b>30</b>
11.1. Producción de aguacate en Michoacán .....	31
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>

## RESUMEN

La abeja (***Apis mellifera***) es uno de los insectos que vive en sociedades, realizando diferentes actividades dentro de la colmena, la abeja reina realiza la función de reproducción y postura de huevos. El zángano se encarga de aparearse con la reina, la abeja obrera realiza casi todas las tareas tales como la limpieza, nodriza, constructora, guardiana y pecoreadora.

La principal fuente de alimento de la abeja (***Apis mellifera***) la obtienen de las flores en forma de néctar que se compone básicamente de agua y azúcares, junto con el polen que está constituido por el material reproductor masculino de la flor. Estos dos productos son de suma importancia ya que con estos la abeja elabora la miel.

El propósito de este trabajo, es dar a conocer la importancia que tiene el uso de la abeja (***Apis mellifera***) como agente polinizador en huertas de aguacate, debido a que el consumo de alimentos de origen vegetal constituye la fracción más importante de la dieta de la mayoría de las personas. Precisamente, la producción de alimentos de origen vegetal, depende en gran medida de la polinización por animales (agentes polinizadores) con características físicas óptimas para que lleven a cabo el transporte de polen desde el gameto masculino de la flor (estambre) hasta el gameto femenino (pistilo) de la misma. Obteniendo como resultado de esta unión la polinización.

La planta de aguacate, cuenta con una gran floración dando estas a su vez flores bisexuales ya que presentan estambres y pistilos al mismo tiempo, pero teniendo sus funciones en diferentes horas del día.

El aguacate es un fruto originario del nuevo mundo, utilizado como alimento para las poblaciones mesoamericanas. Hoy en día el cultivo del aguacate ha presentado un alza en el interés del mercado tanto nacional como extranjero. Posicionando a el estado de Michoacán con sus diferentes municipios como uno de los principales productores de aguacate.

Palabras clave: Abeja. Polen. Polinización. Flor. Aguacate.

## ABSTRACT

The bee (*Apis mellifera*) is one of the insects that lives in societies, performing different activities within the hive, the queen bee performs the function of reproduction and egg laying. The drone is responsible for mating with the queen, the worker bee performs almost all tasks such as cleaning, wet nurse, builder, guardian and pecoreadora. The main food source of the bee (*Apis mellifera*) is obtained from the flowers in the form of nectar, which is basically made up of water and sugars, along with pollen, which is made up of the flower's male reproductive material. These two products are of utmost importance since the honey is produced by the bee. The purpose of this work is to make known the importance of the use of the bee (*Apis mellifera*) as a pollinating agent in avocado orchards, because the consumption of food of plant origin constitutes the most important fraction of the diet of most people. Precisely, the production of food of plant origin, depends to a great extent on the pollination by animals (pollinating agents) with optimal physical characteristics so that they carry out the transport of pollen from the male gamete of the flower (stamen) to the female gamete (pistil) of it. Obtaining pollination as a result of this union. The avocado plant has a great flowering, giving these in turn bisexual flowers since they present stamens and pistils at the same time, but having their functions at different times of the day. Avocado is a fruit originating in the new world, used as food for Mesoamerican populations. Today the avocado cultivation has presented an increase in the interest of the national and foreign market. Positioning the state of Michoacán with its different municipalities as one of the main avocado producers.



## INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores retos que deberá afrontar la humanidad en los próximos años consiste en asegurar la provisión de comida para una población mundial que sigue creciendo a una tasa alarmante. La población actual es de 7 billones y medio y va en aumento (Population City World, 2017). El consumo de alimentos de origen vegetal constituye la fracción más importante de la dieta de la mayoría de las personas. Precisamente, la producción de alimentos de origen vegetal, depende en gran medida de la polinización por animales. La polinización por medio de animales es uno de los servicios más importantes provistos al ser humano por los ecosistemas naturales. Este servicio ecosistémico es brindado principalmente por animales silvestres y es esencial para asegurar la sustentabilidad de las actividades agrícolas y para suplir las demandas crecientes de alimentos. Recientes estudios a nivel mundial han revelado que aproximadamente entre el 74 y 84% de las plantas cultivadas como alimento para el hombre, dependen en cierto grado de los polinizadores para la producción de frutos o semillas (Quesada, 2017).

Teniendo en cuenta el papel que juegan las abejas en el proceso de polinización cruzada, se entiende la importancia que tienen en la biodiversidad del cultivo y en la agricultura y viceversa. Estudios afirman que un tercio de la alimentación que consumimos diariamente es producto de la polinización de abejas.

En la huerta de aguacate de la comunidad las Canoas del municipio de Ario de Rosales, Michoacán., se ha observado la necesidad de la polinización para el incremento en la producción de alimentos y preservación de las especies, a la vez el uso de métodos naturales que garanticen no solo la calidad si no también la inocuidad en la producción.

La polinización tiene actualmente un papel clave para la sobrevivencia y desarrollo agrícola; por ello, la necesidad de la intervención del médico veterinario en esta área

es necesaria, ya que su participación está encaminada a la preservación de la especie evitando la extinción de las mismas, al intervenir en la apicultura, siendo el responsable de la salud de las abejas, bienestar animal y la protección. Influyendo en la seguridad sanitaria de los alimentos al ser la miel un alimento de origen animal.

Hoy en día las personas demandan productos de calidad, para ello es necesaria la intervención del médico veterinario en este proceso de producción; pues trabaja conjuntamente la parte agrícola con el cultivo de aguacate y el manejo de la colmena en la parte pecuaria, estas dos profesiones pueden crear una especialización dentro los procesos agrícolas mediante tratamientos y buenas prácticas de producción en los animales, donde los productos obtenidos serán de mayor calidad, preservando las condiciones del medio ambiente.

El o los objetivos de esta investigación son:

- 1.- Impulsar la apicultura en la región, para mantener el equilibrio del ecosistema. Conservando la flora endémica.
- 2.- Introducir a la abeja *apis mellifera*, como agente polinizador para obtener un incremento en la producción del fruto de aguacate.

## I.- HISTORIA DE LA ABEJA APIS MELLIFERA EN AMÉRICA

La abeja melífera *Apis mellifera* es originaria del viejo mundo, pero fue traída al continente americano por los colonizadores europeos en el siglo XVII (Labougle, 1986).

Hoy en día, se han identificado más de 20.000 especies de abejas melíferas a nivel mundial, algunas de las cuales son utilizadas además para la producción de miel, cera y resinas, entre otros productos, que, al ser comercializados, se constituyen en una alternativa de ingresos adicionales para comunidades indígenas y campesinas. (Food and Agriculture Organization, 2014).

Proceso de africanización de la abeja (*Apis mellifera*)

Investigadores brasileños introdujeron al estado de Sao Paulo en Brasil, reinas de *Apis mellifera scutellata*, una raza de abejas melíferas del sur del continente africano. Los científicos sudamericanos en 1956 intentaron establecer un programa de mejoramiento genético, encaminado a desarrollar abejas más productivas y mejor adaptadas a las condiciones tropicales de Brasil, ya que pensaban que se podría producir más miel con abejas tropicales que, lo que se estaba produciendo con abejas de clima templado, como las abejas de razas europeas (Kerr, 1967).

El programa dio lugar a que colonias de abejas africanas se establecieran de manera silvestre y se aparearan con abejas europeas locales, lo que originó las llamadas abejas africanizadas o abejas “neo-tropicales”, que se caracterizan por su elevado comportamiento defensivo y migratorio (Nogueira, 1964).

Debido a estas características las abejas, se adaptaron y distribuyeron rápidamente en la mayoría de los países de Centro Americanos y partes de Norteamérica.

## 1.1. Importancia de las abejas para el ecosistema

Las abejas se alimentan volando de flor en flor buscando, néctar y polen de las mismas, los cuales utiliza para la elaboración de miel o como alimento. Esto permite que el transporte de polen entre las flores de paso a la formación de frutos y semillas.

## II. TAXONOMÍA DE LA ABEJA

La abeja europea (*Apis mellifera*), también conocida como abeja doméstica o abeja melífera, es una especie de himenóptero apócrito de la familia Apidae. Es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo. Originaria de Europa, posteriormente fue introducida en América (*Apis melífera*, s.f).

La abeja se clasifica de la siguiente manera:

Reino: *Animalia*, Filo: *Arthropoda*, Clase: *Insecta*, Orden: *Hymenoptera*, Suborden: *Apocrita*, Superfamilia: *Apoidea*, Familia: *Apidae*, Subfamilia: *Apinae*, Tribu: *Apini*, Género: *Apis*, Especie: *A. mellifera*.

## 2.1. Anatomía de la abeja

El cuerpo de la abeja se divide en tres partes como los insectos: cabeza, tórax y abdomen. Su cuerpo tiene un esqueleto externo quitinoso y duro cubierto con pelo denso. Tienen 3 pares de patas, 1 par de antenas y 1 par de alas membranosas.

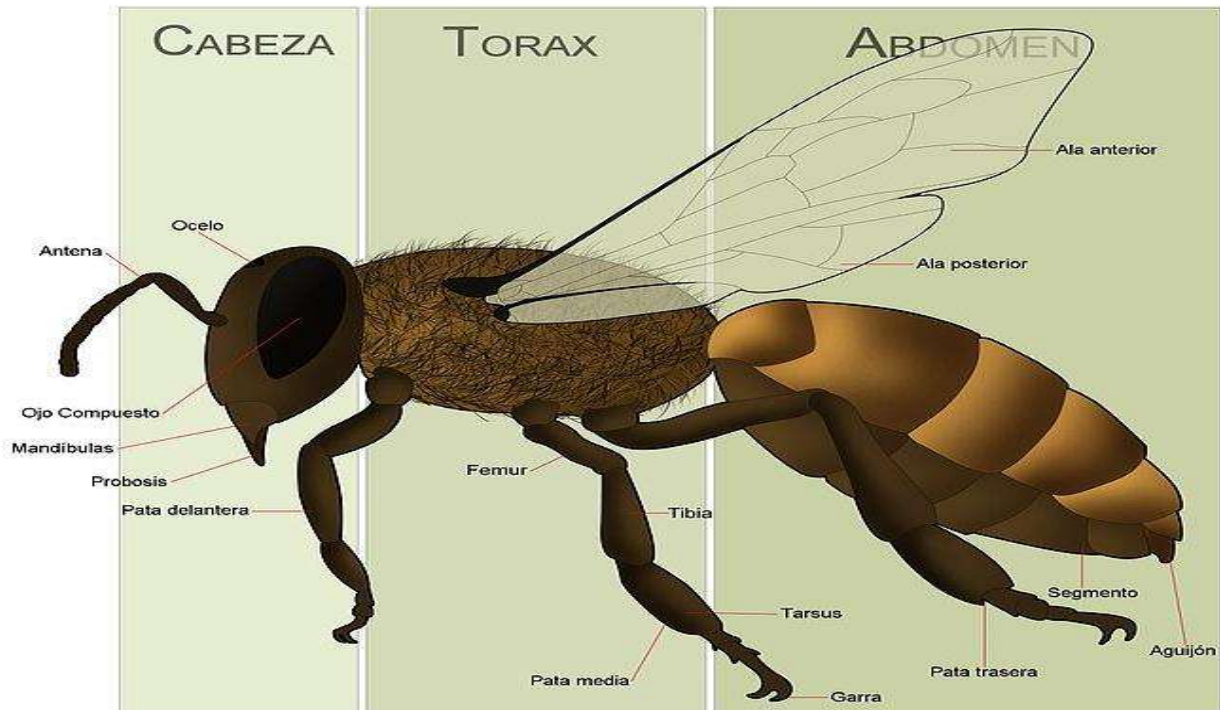


Imagen 1. Anatomía de la abeja

**La Cabeza:** La cabeza tiene forma hexagonal en las reinas, triangular en la obreras y circular en el zángano; contiene los órganos de los sentidos: 2 ojos compuestos, uno a cada lado de la cabeza y 3 ocelos, ubicados en la parte superior de la cabeza; un par de antena de segmentos y muy flexible con una articulación como codo de humanos y aparato bucal. La boca es adaptada a la función de lamer y succionar, consiste de la probóscide [a veces llamada lengua o glosa] con dos pares de maxila y labio cada uno con un par de palpo, y dos mandibulares. Cuando la abeja se encuentra en reposo, todo este complejo bucal se halla replegado debajo de la cabeza y tórax (Franco, 2016).

**El Tórax:** La parte central, el tórax, se lo considera como el centro locomotor, puesto que está provisto de músculos fuertes y cortos, que aseguran el movimiento de las alas y el rápido desplazamiento por medio de sus patas. El tórax formada por tres segmentos, de adelante hacia atrás, protórax, mesotórax y metatórax, dándole el

nombre a cada par de patas que se asientan en él y sosteniendo en su dos posteriores las alas (Franco, 2016).

**Las Patas:** Las seis patas poseen cepillos para recoger el polen; las patas delanteras llamadas “palmas” son limpiadoras especialmente para las antenas. Las patas en la mitad tiene en su parte inferior una punta o espolón recto para transferencia de las hojas de cera a las mandíbulas de la boca para preparar cera con la que construyen panales o cubren celdas con ninfas o miel madura. Las patas traseras, el tercer par, poseen las tibias ensanchadas y con pelos formando una cestilla o canasta, llamada corbícula en la que depositan y trasladan el polen desde la flor hasta la colmena (Franco, 2016).

**El Abdomen:** El abdomen tiene 9 anillos retractiles de los cuales seis son visibles (El segmento inicial es parte del centro del cuerpo); en el zángano 7 son visibles y tienen la forma de un barril. Cada anillo tiene dos partes, una de mayor longitud que la otra con parte dorsal más grande de la parte ventral. Los segmentos se unen entre sí por finas membranas de gran flexibilidad que le permiten alargarlo o contraerlo, lo que se observa en la respiración o por expansión cuando las abejas tienen mucho néctar dentro su bolsa melaria (Franco, 2016).

En la parte inferior las obreras poseen 8 glándulas cereras y en su extremo superior están ubicadas las glándulas de Nasanof y en la parte inferior el aguijón. Dentro el abdomen se encuentra el sistema digestivo mayor de la abeja (Franco, 2016).

## 2.2. Habitantes de la colonia

Se denomina colonia el conjunto de abejas que pueblan una colmena. Las cuales son una abeja reina o madre, miles de abejas obreras y algunos zánganos. Un kilogramo de abejas puede llegar a tener unas 10,000 abejas (Katzenelson, 1993).

Las abejas son “insectos sociales”, viven formando colonias que pueden estar constituidas por alrededor de 40.000 individuos y que se reparten de forma muy ordenada la comida y el trabajo (Herrero 2004).

Los individuos que viven en la colmena nacen a partir de un huevo de color blanco, que es depositado en el fondo de las celdillas por la reina, es de forma alargada, mide 1,4-1,6 mm de longitud. Eclosiona al tercer día, naciendo una larva que vive al ser alimentada por otras abejas (Regard, 1994).

### 2.3. Características de la abeja reina

Es el individuo más importante de la colonia, la única hembra que puede ser fecundada. Anatómicamente es la abeja más larga, con 16 milímetros, y de alas cortas con relación al cuerpo. Posee aguijón, pero sólo lo utiliza para luchar contra otras reinas. La celdilla o celda real en la que se desarrolla es mayor que las demás, con 8 milímetros de diámetro y tiene forma de bellota o de cacahuete. Al nacer, destruye el resto de las celdas reales (Katzenelson, 1993).

El “vuelo nupcial”, se produce fuera de la colmena en el que un grupo de zánganos, de otras colmenas, sale tras ella, siendo fecundada por el más fuerte y veloz. Después del apareamiento regresa a la colmena, posiblemente para no volver a salir, llevando en la extremidad de su abdomen parte de los órganos genitales del zángano que la fecundó y con su espermateca llena, conteniendo de 8 a 12 millones de espermatozoides.

La reina inicia su misión: pone un huevo al minuto, alrededor de 3.000 diarios, y debe mantener unidos al resto de los miembros de la colmena.

La reina secreta una sustancia que recibe el nombre de “feromona”, que se expande por toda la colmena. Frenando la construcción de celdas reales y se impide el desarrollo de los ovarios de las abejas obreras.

Cuando la vieja reina decae en su puesta o no segrega suficiente feromona, las abejas construyen realeras y depositan en ellas jalea real para obtener una nueva madre. La reina vive unos cinco años y continuamente es rodeada por su corte de abejas y alimentada siempre con jalea real (Herrero, 2004).



Imagen 2. Abeja reina (ecocolmena)

#### 2.4. Características del zángano

Nace a los tres días de una larva de un huevo puesto sin fecundar. Esta larva es alimentada por un alimento predigerido hasta unos seis a siete días de nacida, de nueve a diez de puesto el huevo. Nace catorce a quince días después, veinticuatro desde la postura del huevo (Katzenelson, 1993).



El zángano no tiene otra función que la de fecundar a la reina, y es alimentado por las abejas obreras. Vive solamente en primavera, verano y principios de otoño. Los zánganos suelen volar seis kilómetros de sus colmenas (Katzenelson, 1993).



Imagen 3. El zángano (ecocolmena)

## 2.5. Características de la obrera

Al tercer día de puesto el huevo fecundado en una celda normal, nace una larva. Por unos días es alimentada con alimento predigerido, posteriormente con una papilla que contiene granos de polen enteros. A los seis días de nacida, nueve después de puesto el huevo, la celdilla es operculada. Doce días después de operculada, veintiuno después de puesto el huevo, nace la abeja obrera. Presentando un color más claro, es incapaz de volar (Katzenelson, 1993).

Se encuentran en cantidades numerosas en la colmena, 70.000 en primavera y unas 20.000 en invierno (Herrero, 2004).



Imagen 4. Abeja obrera (guadanatur)

### 2.5.1. Trabajos que realiza la obrera dentro de la colmena.

**Limpiadora:** Prepara las celdillas para que la reina pueda poner los huevos allí.

**Nodriz:** Distribuyen a las jóvenes larvas jalea real que es segregada por las glándulas mamarias situadas en su cabeza. Posteriormente alimenta a las larvas de más edad con una papilla hecha a partir de polen, miel y agua.

**Constructoras:** Producen láminas de cera con la ayuda de sus glándulas cereras que se encuentran debajo de su abdomen, las vacía con la ayuda de sus pinzas cereras, situadas sobre el segundo par de patas. La cera es malaxada por las mandíbulas.

**Guardiana:** Asegura la entrada a la colmena y la defiende contra los intrusos. (Regard, 1994).

Finalmente, a los veinte días y hasta su muerte, salen al campo en busca de néctar, polen, propóleos y agua. Suelen moverse en un radio de acción de 3 kilómetros, siendo su velocidad media de 30-40 km/hora, llevando a cabo unos 40 vuelos diarios y visitando unas 400 flores de la misma especie. Si una abeja recolectora descubre una fuente de alimento, al regresar a la colmena indica a sus compañeras dónde está situada y a qué distancia se encuentra. Para ello “baila”, describiendo una serie de círculos. La vida de las abejas es muy corta: las que nacen en primavera mueren a los 40 o 50 días (Herrero, 2004).

## 2.6. La Colmena

Una colmena es un ecosistema en equilibrio. Una colonia no es sólo un conjunto de abejas. Hay una organización perfectamente adaptada para cubrir todos los requerimientos que les permite a esta familia no sólo sobrevivir, sino también producir sus propias reservas de alimentos, reproducirse, conservar la especie y difundirse geográficamente. Para ello cada miembro de la colonia (o familia) realiza una actividad sumamente especializada. Una colonia es un Sistema, es decir, un conjunto de elementos que interactúan tan estrechamente unos con otros que resultan interdependientes. En una colonia cada tarea, que cada abeja realiza, resulta imprescindible para todas las demás ya que cada una no puede sobrevivir sola, necesita del conjunto, y por sí mismas no se encuentran dotadas para sobrevivir ni cumplir con todas las demás funciones biológicas (Coppa, 2016).

### 2.6.1. Partes de la colmena

**Cámara de cría:** Es la parte de la colmena en el que la abeja reina realiza su postura de huevos y en la que se encuentran los estados inmaduros de la colmena.

**Piquera:** Es la entrada de las abejas a la colmena, se sitúa en la parte frontal inferior de la cámara de cría.

**Alzas:** Cuadros en los que se colocan los bastidores para almacenar la producción de miel. Se instalan encima de las cámaras de cría al inicio de la floración.

**Cuadros o bastidores:** Constituye el mobiliario interno de la colmena. Formado de listones de madera en forma rectangular que contienen la cera estampada.

**Tapa o entretapa:** La tapa cierra la colmena y se coloca en la cámara de cría o en la última alza dependiendo el caso. Suele estar cubierta con latón y por dentro con un material aislante. La entretapa suele ser de cartón pesado y con bordes de madera, al centro presenta un agujero llamado alimentador.

**Techo:** Se coloca sobre la tapa y la protege de la lluvia (Polaino, 2006).

### III.- ALIMENTACIÓN DE LA ABEJA

Las abejas se alimentan con miel y polen, siendo la primera una combinación de azúcares, que les proporcionan sustancias necesarias para generar energía y elementos indispensables para su desarrollo (Cobo, 1977).

#### 3.1 El néctar

El néctar literalmente es un oasis de azúcar y como buen oasis se compone básicamente de agua, acompañada de tres azúcares predominantes: glucosa, fructosa y sacarosa; por lo tanto, es una fuente de hidratación rica en carbohidratos (Caché, C. y A. Canto, 2012).

#### 3.2 El polen

El término polen deriva del latín y significa "polvo fino o harina"; el uso de la palabra en este contexto se remonta a la antigüedad, pero el primero que lo usó como término científico para describir las unidades portadoras de las células sexuales masculinas en las plantas con flores fue Linneo en su obra *Sponsalia Plantarum*, publicada en 1747 (Observatorio de Agentes Polinizadores, 2002).

El polen es un polvillo generalmente amarillo o marrón claro, que contiene el 90% de agua en su composición y 17% de humedad. Los granos de polen son estructuras microscópicas, de 10-60 micras ( $\mu\text{m}$ ) de diámetro, por lo general redondeadas u ovaladas, en cuyo interior se encuentra el material reproductor. Para proteger dicho material, el grano de polen está recubierto por dos membranas protectoras: una externa (llamada EXINA) y otra interna más delgada (llamada INTINA) (Reproducción vegetal., s.f).

Su unión con el gameto femenino da lugar a la formación del fruto y de las semillas. Se presenta en forma de polvillo muy fino, que las abejas recogen y transforman en granitos y después los transportan a la colmena. Su coloración varía en relación con la especie vegetal de que procede, siendo generalmente amarillo o marrón claro, aunque también puede ser blanco, violáceo y negro. La forma es muy variada, poliédrica, globular (Cobo, 1977).

Es un alimento que aporta demasiados nutrientes, a diversos insectos y las abejas lo cosechan para usarlo como alimento para las crías (Comolli, 2017).

#### **IV.-POLINIZACIÓN**

La polinización es un proceso esencial para los ecosistemas terrestres naturales y los gestionados por el hombre. Es un servicio crucial que depende en gran medida de la simbiosis entre especies, la polinizada y la polinizadora. En muchas ocasiones, es el resultado de intrincadas relaciones entre plantas y animales, y la pérdida o disminución de cualquiera de ellas repercutirá en la supervivencia de ambas. La polinización es vital para la producción de alimentos y los medios de vida de los animales (Food and Agriculture Organization, 2011).

La polinización, entendida como la transferencia de polen desde la parte masculina de una flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor, es un proceso esencial para el mantenimiento de la viabilidad y la diversidad genética de las plantas con flor, además de mejorar la calidad y cantidad de semillas y frutos, así como de las características de la descendencia (Chautá-Mellizo, et al., 2012). Puede ser realizada de forma abiótica, mediante el transporte del polen por el viento o el agua, o biótica, empleando para ello a animales como vectores en el transporte. Diversos grupos, tales como

invertebrados, aves o mamíferos, pueden actuar como polinizadores, movidos por la necesidad de encontrar recursos para su alimentación, desarrollo o reproducción (Bonilla, 2012).

Tradicionalmente, la relación planta-polinizador ha sido considerada una interacción primordialmente mutualista, ya que en la mayoría de los casos los visitantes florales obtienen un recurso, usualmente alimento: néctar, polen, aceites, o a veces fragancias, y, por otra parte, las plantas aseguran su fecundación (Faegri, 1979). Sin embargo, actualmente se sabe que los visitantes florales pueden desempeñar distintos papeles, ya que pueden ser desde polinizadores primarios, legítimos y eficientes, hasta ladrones de néctar o polen. El papel de los visitantes florales dependerá tanto de la naturaleza del visitante y su comportamiento, como de las características de la flor que visitan (Eguiarte, 1987).

Por otra parte, se estima que, dentro del 90% de la polinización que ocurre en plantas con flor en todo el mundo, un 67% es llevado a cabo por insectos, constituyéndose como el grupo de polinizadores más importante, tanto para especies de plantas silvestres como cultivadas. El papel de los insectos polinizadores, y fundamentalmente el de las abejas, ha sido ampliamente demostrado para todo tipo cultivos (Arenas, 2019).

Para fines del presente trabajo definiremos a la polinización como:

Proceso mecánico que realizan distintos agentes, transportando polen desde la parte masculina de una flor a la parte femenina de otra o de la misma, realizando la fecundación de las mismas, produciendo un fruto o semilla.

## 4.1. Tipos de polinización

Las plantas no pueden reproducirse mediante, un acto sexual como los animales por este motivo se necesitan agentes auxiliares, que faciliten la aproximación del polen al ovario de la flor.

Aunque muchos vegetales son hermafroditas, es decir, tienen ambos aparatos reproductores (masculino y femenino) localizados en la misma flor, casi nunca se reproducen juntos (autogamia) y el polen de una flor viaja a otra flor de su misma especie, u otra de características muy similares, para fecundarla (Casa de la Miel, 2014).

### 4.1.1. Polinización directa

Es aquella que se presenta cuando el transporte del polen se lleva a cabo dentro de la misma flor llegando al estigma de ella. Se presenta en flores hermafroditas o también llamadas monoclinas; es decir que tienen los dos sexos (Jaramillo, 2006).

### 4.1.2. Polinización cruzada

La polinización cruzada es el transporte del polen de una planta a otra. Es necesaria cuando los sexos masculino y femenino no se encuentran en la misma planta. Muchas variedades de árboles frutales dependen de la polinización cruzada (Bradbear, 2005).



## 4.2. Polinizadores

Los polinizadores son animales que se alimentan del néctar de las flores y durante sus visitas transportan accidentalmente polen de una flor a otra, permitiendo que las plantas produzcan frutos. De esta forma realizan la fecundación cruzada, son responsables de la producción de frutos en muchas plantas y con este intercambio mantienen la diversidad genética en las especies (Chambers & y Buchmann, 2004).

Las plantas necesitan intercambiar el polen para reproducirse, y los insectos son la vía más eficiente. Actualmente existen unas 200.000 especies de animales polinizadores, la mayoría de ellos insectos (Universitat de Barcelona, 2012).

La polinización por insectos especialmente mariposas, abejas y moscas es un proceso que siempre se asocia a las plantas con flores (angiospermas), de las que actualmente hay más de 240.000 especies (Madridiario, 2012).

## 4.3. Polinización por el viento (Anemofilia)

Las flores anemófilas carecen de medios de atracción (perianto, olor, néctar), suelen ser unisexuales, las masculinas más numerosas que las femeninas, que generalmente son uniovuladas. Los estilos y estigmas están agrandados para facilitar la captación del polen. La polinización por medio del viento se presenta en la mayoría de las Gimnospermas. El transporte de polen no está orientado, por lo cual se producen grandes cantidades de polen, de tamaño pequeño, superficie lisa (facilita la dispersión), y seco, por escasa formación de cemento polínico o por su rápida desecación. Los granos de polen tienen sacos aeríferos para aumentar la flotabilidad, llegan directamente a los óvulos, que presentan en el micrópilo gotas receptoras de polen, mucilaginosas o azucaradas (Universidad Nacional del Nordeste, 2013).

#### 4.4. Polinización por el agua (Hidrófila)

Esta se da cuando el vehículo de transporte del polen es el agua. Esta forma de polinización es casi exclusiva de plantas acuáticas y tropicales (Alcaraz, 2013).

#### 4.5. Polinización por animales (Zoofila)

Es la polinización que se da por distintas especies de animales tales como aves y mamíferos.

##### 4.5.1. Polinización por aves.

A las aves las atraen las formas y los colores de las flores, pero no las esencias. Algunas se alimentan exclusivamente de néctar y otras complementan su dieta con insectos y frutas. Su comportamiento es sensible a la abundancia de flores. El néctar que producen las flores pueden presentarse todo el año o por temporal.

Los Colibríes (familia Trochilidae): Tienen una distribución amplia en Norte y Sur América. Se alimentan de néctar combinado con otras fuentes de proteína como insectos. Eventualmente consumen polen disuelto en el néctar, por lo general liban en vuelo, revoloteando frente a la flor. Los nectarios de las flores se encuentran en la profundidad de la corola y al tratar de alcanzarlos tocan las anteras con la cabeza, con lo cual el polen queda adherido a su pico y plumas. (Smith-Ramirez & Armesto, 1998).

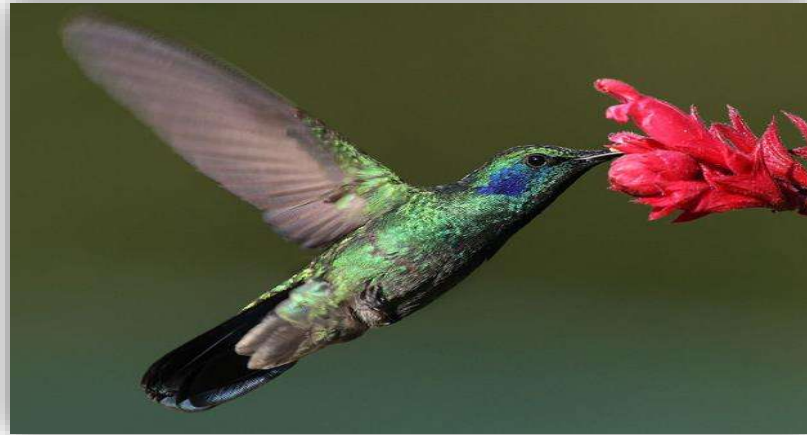


Imagen 5. Colibrí verdemar (*Colibrí thalassinus*) libando néctar.

#### 4.5.2. Polinización por mamíferos.

Esta se lleva acabo murciélagos y algunos grupos de mamíferos arborícolas que polinizan especies de los bosques del Neotrópico y Paleotrópico. Los murciélagos pertenecen al orden Chiroptera que se divide en dos subórdenes: Megachiroptera y Microchiroptera. El primero se distribuye solo en el Paleotrópico y el último en toda la región tropical (Bawa, 1992). Son polinizadores muy efectivos pues pueden transportar el polen a grandes distancias. Durante el atardecer salen a vuelo, siendo atraídos por las esencias de las flores, al alimentarse del polen y el néctar se manchan el pecho, la cabeza, el abdomen y la parte ventral de las alas con polen, el cual transfieren posteriormente al estigma de otra flor (Gribel & Hay, 1993).



Imagen 6. Murciélago extrayendo el néctar de una flor (Merlin D. Tuttle).

#### 4.6. Polinización por insectos (Entomófila)

Las interrelaciones entre las plantas con flor y los insectos empezaron a desarrollarse en el período Cretáceo (hace más de 125 millones de años) y cada uno de estos grupos ha tenido un profundo efecto sobre la evolución de las especies del otro (Grimaldi, 1999). Las flores primitivas tenían formas aplanadas, con muchos estigmas receptores de polen en el centro. El polen se distribuía a medida que los escarabajos marchaban lentamente cerca de la flor comiendo pétalos y estambres (Crane, et al., 1995).

Las abejas actúan como multi polinizadores ya que pueden visitar diferentes tipos de flores. Las abejas son atraídas especialmente por el color y las esencias de las flores, en las cuales encuentran el néctar del que se alimentan. El polen se adhiere a sus cuerpos accidentalmente durante el consumo del néctar o eventualmente ellas también lo cosechan para llevarlo a sus colmenas (Grimaldi, 1999).

Las avispas que participan en la polinización son del grupo Masarinae. Son avispas solitarias, pequeñas, con probosis grandes, que al igual que las abejas llevan polen y néctar a sus nidos (Grimaldi, 1999).

Las mariposas consumen néctar y polen, aunque en general, no se alimentan exclusivamente en las flores. El néctar que buscan las mariposas es particularmente rico en aminoácidos (Baker, et al., 1998).

Estos insectos poseen piezas bucales especializadas que insertan en las corolas para sorberlo. Su cuerpo con pelos y escamas permite que se les adhiera el polen. Las mariposas diurnas son atraídas por flores vistosas, tubulares y casi sin olor. Las mariposas nocturnas son muy importantes en la polinización de las especies tropicales y pueden alcanzar grandes distancias de vuelo (Bawa, 1992).

Los escarabajos fueron los primeros agentes polinizadores. Estos insectos consumen partes florales y polen, los cuales mastican mientras permanecen en la flor. Parte del polen queda adherido a sus cuerpos y luego lo transfieren a otra flor. No son sensibles a los colores y no consumen néctar, pero sí los atraen las esencias fuertes (Gottsberg, 1990). Una característica importante de las flores que visitan los escarabajos es la termogénesis. El calor puede servir para atraer a estos insectos hacia una flor abierta a través de la volatilización del aroma floral durante la anthesis (Consiglio & Bourne, 2001).

Las Moscas (orden Diptera): Son importantes en la polinización generalista, poseen probosis grandes adaptadas para alimentarse de néctar (Grimaldi, 1999).



Imagen 7. Abeja alimentándose del néctar de la flor de aguacate (Cuauhtemoc Valdeolivar Soto,2017)

## **V. COLMENAS POR HECTÁREA**

Es aconsejable colocar las colmenas en grupos de cuatro a cinco unidades, ya que de esta forma se estimulan más las abejas y presentan mayor actividad las recolectoras. La distancia entre grupos de colmenas en el huerto no debiera ser mayor a los 250 metros para evitar que queden sectores menos visitados por las abejas (Rallo, 1986).

Arboles Hass dieron 284 frutos con la presencia de abejas en los huertos, contra apenas 5 frutas por árbol cuando se impidió el ingreso de abejas a los árboles (Bekey, 1989).

Otro factor es la edad de los árboles, a más edad mayor el número de colmenas que se deben introducir, lo cierto es que referente a la sobre polinización no hay ningún tipo de daño para el árbol.



Imagen 8. Par de colmenas instaladas en huerto de aguacate "El puerto 12" (Cuauhtemoc Valdeolivar Soto, 2017).

## **VI.- EL AGUACATE PERSEA AMERICANA**

El aguacate es un árbol de gran tamaño, cuenta con un sistema radicular superficial, presentando diversas ramificaciones, las cuales están cubiertas de verdes hojas de forma ovalada y alargada. Su flor presenta una forma de estrella, se da en los extremos de las ramas jóvenes siendo estas de color verde, blanco y amarilla. Su fruto es de apariencia periforme, lo protege una cascara rugosa de color verde y por dentro tiene una semilla café triangulada y una pulpa color verde amarillenta.

## **VII.- HISTORIA DEL AGUACATE**

EL aguacate es originario del nuevo Mundo y se utilizaba como alimento entre la población en las regiones donde se producía. Revestía interés en Anáhuac y era fruto favorito de los habitantes de Mesoamérica (Sanchez-Colín, et al., 1998).

Existe evidencia directa de la domesticación en el período Clásico Maya del maíz, calabaza, yuca, algodón, aguacate, camote, y el agave, lo cual está sustentado por restos de planta en el contexto arqueológico y lingüístico que le dan validez a esta lista de cultivos (Turner, 1984).

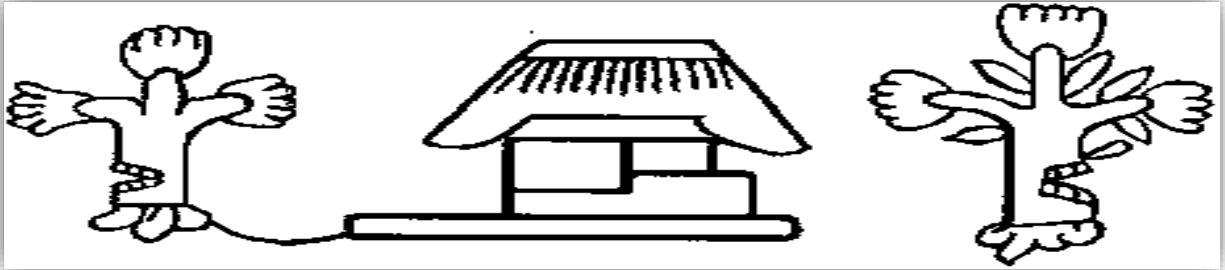


Imagen 9. Ahuacatlán en el Códice Mendocino

## VIII. LA PLANTA DE AGUACATE

Es una planta perteneciente a la familia de las Lauráceas de la especie *Persea americana*. Tiene su origen en Guatemala y México. Es un árbol extremadamente vigoroso. Las ramas son abundantes, delgadas y frágiles, sensibles a las quemaduras de sol y a las heladas, se rompen con facilidad al cargar muchos frutos o por acción del viento. Las hojas son simples y enteras, presentan un color rojizo y al llegar a la madurez se tornan lisas, coriáceas, y de un verde intenso (Asociación Nacional del Café., 2004).

El árbol puede alcanzar hasta 20 metros de altura. Cuentan con un sistema radicular superficial. Presenta hojas alternas, pedunculadas, muy brillantes.

Sus flores se presentan en racimos subterminales; sin embargo, cada flor abre en dos momentos distintos y separados, es decir los órganos femeninos y masculinos son



funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación (Vallecillo, et al., 2004).

En ambos tipos, las flores abren primero como femeninas, cierran por un período fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. Esta característica de las flores de aguacate es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altitud, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración en una proporción 4:1, donde la mayor población será de la variedad deseada. Cada árbol produce hasta un millón de flores y sólo el 0,1 % se transforman en fruto, por la abscisión de numerosas flores y frutitos en desarrollo. La maduración del fruto no tiene lugar hasta que éste se separa del árbol. (Crane, et al., 1979).

### 8.1. Aspectos climáticos.

Es una planta que se desarrolla a una altitud de 400 a 1,800 msnm. Con temperaturas de 17 a 30°C. Es susceptible a heladas y fuertes vientos. La precipitación pluvial es de 1,200 a 2,000 milímetros anuales bien distribuidos. Con una humedad relativa del 60% y un pH alcalino a neutro de 5 a 7. (Asociación Nacional del Café., 2004).

### 8.2. Suelos

Se adapta a suelos, con estratos arcillo arenosos, con una profundidad de .80 a 1.50 metros con un 30% de pendiente. No se recomienda plantar árboles en suelos rígidos y salinos, ya que impiden el crecimiento radicular. (Asociación Nacional del Café., 2004).



Imagen 10. Árboles de la huerta de aguacate “El puerto 12” (Cuauhtemoc Valdeolivar Soto, 2017).

## IX. FLORACIÓN DEL AGUACATE

La temporada de floración dura aproximadamente dos meses, sin embargo, en temperaturas templadas el periodo se reduce y en temperaturas frías se prolonga. La temperatura es el factor responsable de la transición de la etapa vegetativa a la reproductiva, la cual ocurre a final de la expansión de los tallos a finales de julio y principios de agosto. Los aguacates subtropicales sólo pueden producir botones florales a bajas temperaturas. En las zonas altas de México, el aguacate “Hass” presenta la llamada “floración loca” en septiembre, sobre todo en los árboles jóvenes y se extiende hasta febrero e incluso marzo (Jardón-Barbolla, et al., 2011).

## 9.1. Morfología floral

Las flores del aguacate son bisexuales, es decir, presentan estambres y pistilos al mismo tiempo y miden aproximadamente 10 mm de diámetro. Presentan simetría radial y se producen en grandes cantidades. Cada árbol genera grupos de flores de manera continua, por lo que la floración es constante durante semanas e incluso meses. Casi todos sus verticilos florales están agrupados en múltiplos de tres y presenta dos grupos de estambres, el primero con tres internos y tres externos (verticilo exterior) y el segundo con tres (verticilo interior), todos rodeando un carpelo (Ish-Am & Eisikowitch, 1991) (Chanderbali, et al., 2008).

A su vez, cuentan con dos grupos de nectarios, los nectarios “estaminoidales” y los nectarios “verdaderos”, cuya función es producir la recompensa para los polinizadores. La flor abre dos veces, en cada ocasión por varias horas. En la segunda apertura el diámetro de la flor aumenta 10% con respecto al original (Ish-Am & Eisikowitch, 1991). (Bergh, 1969) (Gazit & Degani, 2002).

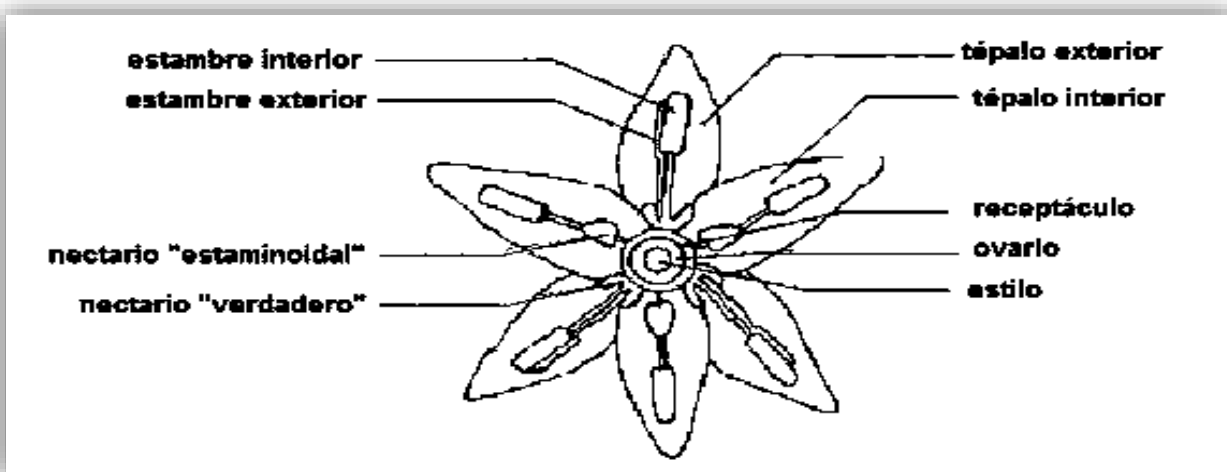


Imagen 11.- Morfología de la flor del aguacate (modificado de Ish-Am y Eisikowitch, 1991).

Los cultivos de tipo A tienen flores en etapa femenina cuya antesis ocurre en la mañana y pasan a la etapa masculina la siguiente tarde. Las flores de los cultivos de tipo B se

abren en etapa femenina en la tarde y pasan a la etapa masculina a la mañana siguiente (Stout, 1933) (Sedgley, 1985) (Gazit & Degani, 2002).

Se puede polinizar flores femeninas con polen recolectado de otras flores masculinas de diferentes horas del día ya que el polen tiene una viabilidad de 72 horas. (DE LA CUADRA I., 1994)



Imagen 12. Flor de aguacate en estado femenino (Cuauhtemoc Valdeolivar Soto, 2017).



Imagen. Flor de aguacate en estado masculino (Cuauhtemoc Valdeolivar Soto, 2017).

## 9.2. Atracción floral

Los tres componentes bioquímicos más importantes en la identificación floral son el olor, color, el valor nutritivo del néctar y polen, cuando la abeja se aproxima a las plantas en floración el primer estímulo que recibe y que indica una recompensa es el olor. La abeja detecta los olores con sus antenas (Reyes & Cano, 2013).

Las plantas liberan sus aromas en las horas y temperaturas a los que sus polinizadores son más activos. Liberación cíclica de aromas durante el día. Los aromas están compuestos o terpenos, alcoholes alifáticos, cetonas o ésteres que se originan en pétalos, hojas o flores (Reyes & Cano, 2013).

El color de las flores se debe principalmente a la reflexión y refracción de la luz en la superficie de las plantas. El grupo más importante de pigmentos son los flavonoides, los cuales crean el espectro ciánico (naranja, rojo y azul). Los carotenoides que originan amarillos y algunos anaranjados y rojos, otros pigmentos menores los origina la clorofila dando colores verdes, las quinoas rojos y amarillos y los alcaloides rojos amarillos y purpuras. Las abejas son atraídas a las flores que se ven azules o amarillas a los ojos humanos (Reyes & Cano, 2013).

## **X. MUNICIPIO ARIO DE ROSALES**

Ario de Rosales que cuenta con una superficie de 696.91 kilómetros cuadrados, no cuenta con cuerpos de agua. Se encuentra localizado al centro sur del estado entre las coordenadas 19º 12' latitud norte y 101º 40' longitud oeste; a una altura de 1,910 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente 107 kilómetros al sur de la ciudad de

Morelia. Colinda con los municipios de Salvador Escalante, Taretan, Nuevo Urecho, La Huacana, Turicato y Tacámbaro. El clima del municipio es templado con lluvias en verano, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 25°C, con máxima de 28.9 °C y mínima de 9.5 °C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de mayo y agosto, contando con una precipitación media de los 761.6 milímetros. La humedad relativa es de 75% promedio. El tipo de suelo es podzólico.

### 10.1. Localidad Las Canoas

La huerta en cuestión que se va a polinizar se encuentra en la localidad de Canoas está situado en el Municipio de Ario, a 10 minutos del centro en automóvil (en el Estado de Michoacán de Ocampo). Hay 60 habitantes. Canoas está a 1,958 metros de altura sobre el nivel del mar.

## **XI.- PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO**

En el 2015 se obtuvieron en total un millón 624 mil toneladas de aguacate, en tanto que hasta julio del 2016 la producción alcanzó las 986 mil toneladas. Por otro lado, cabe destacar que, la producción de aguacate en México está muy concentrada (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2017). En México se tiene un consumo per cápita del fruto de 7 kilos (Estrada, 2020).

## 11.1. Producción de aguacate en Michoacán

Michoacán aporta el 85.9% de la exportación total del fruto que genera nuestro país a diferentes naciones. Gracias a Michoacán, nuestro país participa con el 30.9% de la producción mundial del fruto (Delegación Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural Michoacán, 2015).

Municipio/Cultivo Aguacate	Superficie total (ha)	Número de colmenas	Total de colmenas
Acuitzio	1856	5	9280
Aguililla	90	5	450
Apatzingán	916.82	5	4584.1
Aquila	5	5	25
Ario	15888	5	79440
Charapan	1200	5	6000
Charo	135	5	675
Chilchota	675	5	3375
Chinicuila	123	5	615
Coalcomán	880	5	4400
Copándaro	2	5	10
Cotija	2486	5	12430
Erongarícuaro	632	5	3160
Hidalgo	45	5	225
Huiramba	199	5	995
Indaparapeo	4	5	20
Irimbo	179	5	895
Jiménez	140	5	700
Jiquilpan	150	5	750
Jungapeo	23.5	5	117.5
Juárez	40	5	200
Lagunillas	18	5	90
Los Reyes	5807	5	29035
Madero	1500	5	7500
Maravatío	9	5	45
Morelia	1285	5	6425
Nocupétaro	3.5	5	17.5
Parangaricutiro	6950	5	34750
Nuevo Urecho	293.35	5	1466.75
Ocampo	83	5	415
Pajacuarán	5.39	5	26.95
Parácuaro	393	5	1965
Peribán	12556	5	62780
Purépero	848.74	5	4243.7
Pátzcuaro	786	5	3930
Queréndaro	23	5	115
Quiroga	193	5	965
Sahuayo	10	5	50
Salvador Escalante	16138	5	80690
Susupuato	200	5	1000
Tacámbaro	16935	5	84675
Tancítaro	23375	5	116875
Tangamandapio	3050	5	15250
Tangancícuaro	2129.56	5	10647.8
Taretan	1100	5	5500
Tarímbaro	20	5	100
Tepalcatepec	17	5	85
Tingambato	3900	5	19500
Tingüindín	5189.7	5	25948.5
Tlazazalca	203	5	1015
Tocumbo	992	5	4960
Turicato	5755	5	28775
Tuxpan	337	5	1685
Tuzantla	160	5	800
Tzintzuntzan	48	5	240
Tzitzio	46	5	230
Uruapan	15100	5	75500
Zacapu	2300	5	11500
Zinapécuaro	115	5	575
Ziracuaretiro	4450	5	22250
Zitácuaro	1325	5	6625
Álvaro Obregón	9	5	45
Total	159327.56		796637.8

Imagen 14. Número de Colmenas por hectárea en huertos de aguacate por municipios en Michoacán (SAGARPA, 2017)



### 11.1.1. Municipios productores de aguacate en Michoacán

REPORTE SEMANAL DE COSECHA / TONELADAS							SEM 09	
PERIODO: DEL 24 DE FEBRERO AL 01 DE MARZO DE 2020							28-feb-20	
MUNICIPIO	% EN BASE SUPERFICIE HECTAREAS	Acumulado al:	27-feb-20	Programado el:	28-feb-20	Estimado		
		Cortes	Toneladas	Cortes	Toneladas	Acumulado	Cortes	
ACUITZIO	1%	45	305	10	58	363	55	
APATZINGAN	1%	0	0	0	0	0	0	
ARIO	12%	452	2,513	111	643	3,156	563	
CHARAPAN	1%	5	20	1	6	26	6	
CHARO	0%	0	0	0	0	0	0	
COTIJA	2%	46	198	5	29	227	51	
ERONGARICUARO	0%	0	0	0	0	0	0	
HIDALGO	0%	3	12	0	0	12	3	
HUIRAMBA	0%	5	28	1	6	33	6	
IRIMBO	0%	0	0	0	0	0	0	
JIMENEZ	0%	4	37	0	0	37	4	
LOS REYES	5%	134	752	31	180	932	165	
MADERO	1%	29	196	8	46	243	37	
MORELIA	1%	11	73	6	35	108	17	
MORELOS	0%	0	0	0	0	0	0	
NUEVO PARANGARICUTIRO	5%	250	1,428	44	255	1,683	294	
NUEVO URECHO	0%	0	0	0	0	0	0	
PARACUARO	1%	0	0	1	6	6	1	
PATZCUARO	1%	30	161	4	23	184	34	
PERIBAN	6%	176	853	33	191	1,044	209	
PUREPERO	1%	29	219	0	0	219	29	
QUIROGA	0%	3	18	2	12	30	5	
SALVADOR ESCALANTE	10%	303	1,884	56	325	2,208	359	
TACAMBARO	7%	257	1,515	59	342	1,857	316	
TANCITARO	17%	553	3,310	110	637	3,947	663	
TANGAMANDAPIO	2%	74	449	25	145	594	99	
TANGANCICUARO	1%	12	67	2	12	78	14	
TARETAN	1%	3	15	2	12	26	5	
TINGAMBATO	2%	62	352	9	52	404	71	
TINGUINDIN	3%	138	677	40	232	909	178	
TLAZAZALCA	0%	0	0	0	0	0	0	
TOCUMBO	1%	16	94	8	46	141	24	
TURICATO	4%	49	244	8	46	290	57	
TUXPAN	0%	8	51	2	12	62	10	
TZINTZUNTZAN	0%	0	0	0	0	0	0	
URUAPAN	11%	415	2,574	94	545	3,118	509	
ZACAPU	1%	10	45	1	6	51	11	
ZIRACUARETIRO	3%	12	63	4	23	86	16	
ZITACUARO	0%	13	88	0	0	88	13	
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>3,147</b>	<b>18,237</b>	<b>677</b>	<b>3,923</b>	<b>22,161</b>	<b>3,824</b>	
Promedio Tons. por corte		5.80				Cortes		

Imagen15.- Municipios productores de aguacate en Michoacán (APEAM, 2017).

## CONCLUSIONES

1.- La abeja apis mellifera, como agente polinizador en la planta de aguacate, es de suma importancia, ya que transporta mayor cantidad de polen a diferencia de otros agentes polinizadores, siendo estos últimos polinizadores complementarios.

2.- La abeja apis mellifera además de convertirse en el agente polinizador del aguacate, ayuda al equilibrio ecológico al polinizar plantas nativas que se están perdiendo por el cambio en el uso de suelo.

3.- La cantidad de colmenas recomendada en la literatura, no siempre es la adecuada, ya que debemos tomar en cuenta la edad de la planta y el clima para poder determinarlo.

4.- El uso de pesticidas es uno de los principales problemas a los que se enfrenta el apicultor. Debido al manejo de productos que afectan a la colmena matando los integrantes de la colonia.

5.- En época de lluvias, se deben proporcionar una alimentación suplementada para mantener estable la colonia.

6.- Permitir el crecimiento de la flora nativa dentro del huerto, asegura la disponibilidad de néctar y polen, en los meses en que el aguacatero no presenta floración.

7.- En experiencia propia, he observado que al mantener colmenas fuertes aumentan los amarres de la fruta. A reserva de algunas condiciones climatológicas.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcaraz, A. F. J., 2013. *Polinización y dispersión*, s.l.: s.n.

Apis melifera, s.f. *Wikipedia*. [En línea]

Available at: [https://es.wikipedia.org/wiki/Apis\\_mellifera](https://es.wikipedia.org/wiki/Apis_mellifera)

[Último acceso: 12 mayo 2017].

Arenas, V. G., 2019. *Mejora de la calidad genética del chile y polinización*.. [En línea]

Available at: <https://editorialderiego.com/2019/06/mejora-de-la-calidad-genetica-del-chile-y-polinizacion/>

[Último acceso: 18 Mayo 2017].

Arguello, O., 2010. *Guía Práctica sobre Manejo Técnico de las colmenas*, s.l.: s.n.

Asociación Nacional del Café., 2004. *Cultivo del aguacate*, s.l.: s.n.

Baker, H. G., Baker, I. & Hodges, S. A., 1998. Sugar composition of nectars and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. *Biotropica*, 30(4), pp. 559-586.

Bawa, K., 1992. Mating systems, genetic differentiation and speciation in tropical rain forest plants. *Biotropica*, pp. 250-255.

Bekey, R., 1989. *To bee or not to be. Pollination of Avocados*.. [En línea]

Available at: [http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4\\_p145.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4_p145.pdf)

[Último acceso: 3 junio 2017].

Bergh, B., 1969. Avocado, *Persea americana* Miller.. *En Ferwerda FP y F Wit (eds.). Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*., pp. 23-51.

Bergh, B., 1992. *The origin, nature and genetic improvement of the avocado*.. [En línea]

Available at: [http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex\\_1998-](http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex_1998-)

2001/CICTAMEX\_1998-2001\_PG\_171-187.pdf

[Último acceso: 5 Junio 2017].

Bonilla, G. M. A., 2012. La polinización como servicio ecosistémico. En: P. G. Nates, ed. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores: Abejas (ICPA)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, pp. 43-45.

Bradbear, N., 2005. *La apicultura y los medios de vida sostenibles*, Roma: s.n.

Caché, C. y A. Canto, 2012. Una aventura en el néctar de las flores.. *Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad CONABIO*, Issue 103, pp. 12-16.

Casa de la Miel, 2014. *Los tipos de polinización..* [En línea]

Available at: <http://www.casadelamiel.org/es/polinizacion>

[Último acceso: 22 Mayo 2017].

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2017. *Reporte. Caso de Exportación del Aguacate.*, Ciudad de México: s.n.

Chambers, N. & y Buchmann, S., 2004. *Polinizadores del Desierto Sonorense. Una Guía de Campo.*, s.l.: s.n.

Chambers, N. Y. G. S. B., 2004. *Biodiversidad.* [En línea]

Available at:

[http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/c\\_ciudadana.html?id=4](http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/c_ciudadana.html?id=4)

[Último acceso: 25 mayo 2017].

Chanderbali, A. S. y otros, 2008. Persea americana (avocado): bringing ancient flowers to fruit in the genomics era.. *BioEssays*, 30(4), pp. 386-396.

Chautá-Mellizo, A. y otros, 2012. *Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality.* [En línea]

Available at: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292016000300008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000300008)

[Último acceso: 4 Junio 2017].

Cobo, O. A., 1977. *Alimentacion de las abejas*. [En línea]

Available at:

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1977\\_22.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_22.pdf)

[Último acceso: 2 junio 2017].

Comolli, J., 2017. *Producción Apícola*, Argentina: s.n.

Consiglio, T. K. & Bourne, G. R., 2001. Pollination and Breeding System of a Neotropical Palm *Astrocaryum vulgare* in Guyana: A Test of the Predictability of Syndromes. *Journal of Tropical Ecology*, 17(4), pp. 577-592.

Coppa, R., 2016. La colmena: ecosistema en equilibrio. *Vida apícola: revista de apicultura*, Issue 195, pp. 20-29.

Crane, J. H., Balerdi, C. F. & Campbell, C., 1979. *El aguacate en Florida*, Miami: s.n.

Crane, P. P., Friis, E. M. & Raunsgaard, K., 1995. The origin and early diversification of angiosperms. *Nature*, Volumen 374, pp. 27-33.

DE LA CUADRA I., S., 1994. *Fundamentos botánicos y técnicas en la polinización*.

[En línea]

Available at: [http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4\\_p145.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4_p145.pdf)

[Último acceso: 3 junio 2017].

Delegación Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural Michoacán, 2015. *Gobierno de México*. [En línea]

Available at: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cmichoacan/es/articulos/michoacan-aporta-el-85-9-del-aguacate-en-el-pais>

Eguiarte, A. B., 1987. *Reproductive ecology of Manfreda brachystachya, an iteroparous species of Agavaceae*. [En línea]

Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345315000081>

[Último acceso: 5 MAYO 2017].

Estrada, C., 2020. El apetito voraz de los aguacates.. *La jornada del campo*, 15 Febrero.

EUGENIA, F. G., 2009. *El Aguacate (Persea americana Mill.), no sólo un alimento*. [En línea]

Available at: <http://www.tlahui.com/medic/medic28/aguacate.htm>

[Último acceso: 25 Septiembre 2017].

Faegri, K. and L. Van del Pijl, 1979. *The principles of pollination ecology*. Londres: Pergamon Press.

Food and Agriculture Organization, 2011. *Biodiversidad para un mundo sin hambre*, U.S.A: s.n.

Food and Agriculture Organization, 2014. *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe.* [En línea]

Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf>

[Último acceso: 20 marzo 2017].

Franco, D. A., 2016. *La biología de las abejas*. [En línea]

Available at: <https://es.slideshare.net/AyelenFrancoDonda/biologia-de-lasabejas>

[Último acceso: 10 Marzo 2017].

Gazit, S. & Degani, C., 2002. Reproductive Biology. *En Whiley AW, B Schaffer y BA Schaffer. The avocado: botany, production and uses.*, pp. 101-127.

Gottsberg, G., 1990. Flowers and beetle pollination in the South american tropics. *Botanica Acta*, pp. 360-365.

Gribel, R. & Hay, J. D., 1993. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation.. *Journal of Tropical Ecology*, 9(2), pp. 199-211.

Grimaldi, D., 1999. The co-radiation of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86(2), pp. 373-406.

Hablemos de , 2014. *Reproducción sexual: flor, fruto, semilla*. [En línea]

Available at: <http://hablemosprofe.blogspot.mx/2014/10/reproduccion-sexual-flor->

[fruto-semilla.html](#)

[Último acceso: 23 mayo 2017].

Herrero, G. F., 2004. *Las abejas y la miel*. Palencia: Caja España.

Ish-Am G, F. B.-P. A. C.-V. y. S. G., 1998. *Avocado (Persea americana mill)*. [En línea]

Available at:

[http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Persea/2do\\_Informe/Segundo%20informe%20Persea.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Persea/2do_Informe/Segundo%20informe%20Persea.pdf)

[Último acceso: 28 Mayo 2017].

Ish-Am, G. & Eisikowitch, D., 1991. New Insight into Avocado Flowering in Relation to Its Pollination.. *California Avocado Society Yearbook*, Volumen 75, pp. 125-137.

Jaramillo, P. J., 2006. *La flor y otros órganos derivados*.. Colombia: Universidad de Caldas.

Jardón-Barbolla, L., V. Alavez-Gómez, V., Méndez, M. & Damián-Domínguez, A., 2011. *Análisis para la determinación de los centros de origen, domesticación y diversidad genética del género Persea y la especie Persea americana (aguacate), segundo informe*., México, DF: s.n.

Katzenelson, M., 1993. *Habitantes de la colmena*. Buenos Aires: HEMISFERIO SUR.

Kerr, W., 1967. The history of the introduction of African bees to Brazil. *South African Bee J*, Issue 39, pp. 3-5.

Labougle, J. y. Z. J., 1986. La apicultura en México. *Ciencia y Desarrollo (Conacyt)*, Issue 69, pp. 17-36.

Madridiario, 2012. *La polinización más antigua conocida hasta ahora*.. [En línea]

Available at: <https://www.madridiario.es/noticia/219362/ciencia-y-tecnologia/la-polinizacion-mas-antigua-conocida-hasta-ahora.html>

[Último acceso: 29 mayo 2017].

Nogueira, N., 1964. The spread of a fierce African bee in Brazil. *Bee World*, Issue 45, p. 119.

Observatorio de Agentes Polinizadores, 2002. *Polinizadores y biodiversidad*, España: : Asociación española de Entomología, Jardín Botánico Atlántico y Centro Iberoamericano de la Biodiversidad.

P., N.-N., 1964. *The spread of a fierce African bee in Brazil*. [En línea]  
Available at: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922011000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922011000200005)

[Último acceso: 22 Mayo 2017].

Polaino, C., 2006. Tipos de colmenas. En: *Manual practico del apicultor*. Madrid: CULTURAL, SA, pp. 209-214.

Population City World, 2017. *Mundo Población*. [En línea]

Available at: <http://poblacion.population.city/world/>

[Último acceso: 18 Octubre 2017].

Quesada, A. M., 2017. *Evaluación de los impactos del cambio climático y cambio de uso de suelo sobre los polinizadores y sus consecuencias potenciales en el sector agrícola en México..* [En línea]

Available at: [http://www.lanase.unam.mx/es/proyectos\\_investigacion.php?ra=1](http://www.lanase.unam.mx/es/proyectos_investigacion.php?ra=1)

[Último acceso: 19 Octubre 2017].

Rader, R. y otros, 2013. *Diurnal effectiveness of pollination by bees and flies in agricultural Brassica rapa: Implications forecosystem resilience*. [En línea]

Available at: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292016000300008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000300008)

[Último acceso: 18 mayo 2017].

Rallo, G. J. B., 1986. *Frutales y Abejas.*, Madrid: s.n.

Regard, A., 1994. Los habitantes de la colmena. En: *Manual del apicultor aficionado*. España: Acribia, S.A, pp. 9-24.



Reproducción vegetal., s.f. *Biología*. [En línea]

Available at: <http://biologia121.blogspot.mx/p/reproduccion.html>

[Último acceso: 24 Mayo 2017].

Reyes, C. J. L. & Cano, P., 2013. *Manual de Polinización Apícola.*, Mexico: s.n.

Sanchez-Colín, S., Mijares, P. O., López-López, L. & Barrientos-Priego, A. F., 1998. HISTORIA DEL AGUACATE EN MÉXICO. *CICTAMEX*.

Sedgley, M., 1985. Some effects of day length and flower manipulation on the floral cycle of two cultivars of Avocado (*Persea americana* Mill, Lauraceae), a species showing protogynous dichogamy. *Journal of Exerimental Botany*, Volumen 36, pp. 823-832.

Smith-Ramirez, C. & Armesto, J. J., 1998. Nectarivoría y polinización por aves en *Embothrium coccineum* (Proteaceae) en el bosque templado del sur de Chile.. *Revista Ciencia de Historia Natural*, Issue 71, pp. 51-63.

SOLARO, 2016. *La polinización*. [En línea]

Available at: <http://esthersolaro2016.blogspot.mx/2016/10/la-polinizacion.html>

[Último acceso: 22 mayo 2017].

Stout, A., 1933. The pollination of avocados.. *Agric. Expt. Sta. Bulletin*, Volumen 257, p. 44.

Turner, B. L. I. a. C. M., 1984. Economic plant species associated with prehistoric agriculture in the Maya lowlands.. *Economic Botany*, 38(2), pp. 179-173.

Universidad Nacional del Nordeste, 2013. *Morfología de plantas vasculares*. [En línea]

Available at: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema23/tema23-7Polinizadores.htm>

Universitat de Barcelona, 2012. *Descubren la evidencia de polinización más antigua conocida hasta ahora.*, Barcelona: s.n.

Vallecillo, M. d. S. S., Rivas, C. & Hurtado, D., 2004. *Perfil de Proyecto de Café en asocio con el aguacate..* Cortes, Dominguez Guillermo ed. Managua: Editora de Arte S.A..

## ANEXOS

### IMÁGENES.

Imagen 1.- Anatomía de la abeja.....	5
Imagen 2.- Abeja Reina (ecocolmena).....	8
Imagen 3.- Abeja zángano (picaduradeabeja).....	9
Imagen 4.- Abeja obrera (guadanatur).....	10
Imagen 5.- Colibrí verdemar libando néctar.....	19
Imagen 6.- Murciélago extrayendo néctar de la flor.....	20
Imagen 7.- Abeja alimentándose del néctar de la flor del aguacate (Valdeolivar, Cuauhtemoc 2017) .....	22
Imagen 8.- Par de colmenas instaladas en la huerta “El puerto 12” (Valdeolivar, Cuauhtemoc 2017) .....	23
Imagen 9.- Ahuacatlán en el Códice Mendocino.....	24
Imagen 10.- Árboles de la huerta de aguacate “El puerto 12” (Valdeolivar, Cuauhtemoc 2017) .....	26
Imagen 11.- Morfología de la flor de aguacate (Ish-Am 1991) .....	27
Imagen 12.- Flor de aguacate en estado femenino (Valdeolivar, Cuauhtemoc 2017).	
Imagen 13.- Flor de aguacate en estado masculino.....	28
Imagen 14.- Número de colmenas por hectárea en huertos de aguacate por municipio en Michoacán (SAGARPA, 2017).....	32
Imagen 15.- Municipios productores de aguacate en Michoacán (APEAM, 2017).....	33