

1. INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE, EL TUTOR Y EL ASESOR EXTERNO:

ESTUDIANTE

Nombres: Maria Angélica

Apellidos: Varila Beltrán

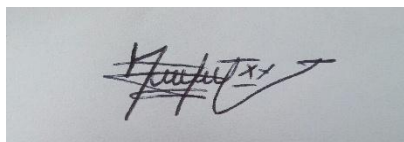
Programa Académico: Ingeniería Agronómica **Código estudiantil:** 460211226

Dirección Residencia: CR 11 # 7-79

Ciudad: El rosal

Teléfono fijo ó celular : 3214964751 **E-mail:** angeligan_29@hotmail.com

Firma



DOCENTE TUTOR

Nombres: Jenny Liliana

Apellidos : García Morantes

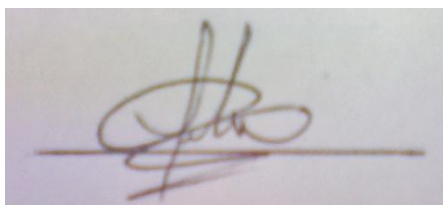
Título de Pregrado: Ingeniera Agrónoma **Título(s) de Postgrado** Magister en ciencias Agrarias Con Énfasis en Entomología

Tiene Vinculación con la Universidad: Si X No ___

Teléfono fijo ó celular: 3157893345_

E-mail: jlgarciamo@gmail.com

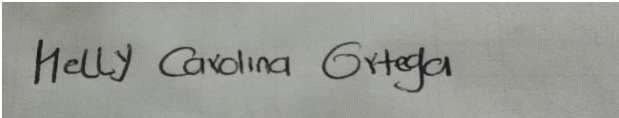
Firma:



ASESOR EXTERNO

Nombres: Nelly Carolina

Apellidos: Ortega Flórez



Nelly Carolina Ortega

Título de Pregrado: Zootecnista

Título de Postgrado:

Área de desempeño en la empresa: Profesional de apoyo a la investigación

Teléfono fijo o celular: 3112621521 **Email:** jealkaca@hotmail.com

Firma:

INCIDENCIA DE LA POLINIZACIÓN DIRIGIDA CON ABEJAS (*Apis mellifera* L) EN EL CULTIVO DE MORA UBICADAS EN 3 FINCAS EN EL MUNICIPIO DE PASCA, CUNDINAMARCA.

MARIÀ ANGÉLICA VARILA BELTRÁN

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las siguientes personas y entidades por su colaboración en la elaboración de mi propuesta de pasantía.

Al corredor tecnológico agroindustrial Bogotá y Cundinamarca con el plan operativo del proyecto “ **INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRUTAS (FRESA Y MORA) EN ZONAS PRODUCTORAS REPRESENTATIVAS DE CUNDINAMARCA**, iniciativa establecida por las entidades Universidad nacional, la corporación colombiana de investigación agropecuaria- CORPOICA, el servicio Nacional de aprendizaje-SENA, el distrito capital y el departamento de Cundinamarca, quienes orientan sus capacidades en la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, relacionados con la innovación, desarrollo y transferencia tecnológica del sector agropecuario y agroindustrial.

A mis directores Nelly Carolina Ortega Flórez y Rodrigo Efrén Vásquez Romero por la dirección de mi proyecto de grado y respaldo durante el proceso que realice como pasante de pregrado.

A la docente Jenny Liliana García Morantes por la dirección de mi proyecto de grado gracias a su experiencia en el área de entomología.

A la docente Teresa Ospina Novoa por su codirección y apoyo durante la formación como estudiante de pregrado.

A mi equipo de trabajo Corpoica Tibaitatà-Mora quienes en equipo logramos desarrollar e implementar esta tecnología como es la polinización dirigida con *Apis mellifera L* en el cultivo de mora en Pasca, Cundinamarca.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
3. JUSTIFICACIÓN.
4. OBJETIVOS
 - 4.1 Objetivo general
 - 4.2 Objetivos específicos
5. MARCO REFERENCIAL
 - 5.1 Distancia a la cabecera municipal.
 - 5.2 Sistemas Productivos.
 - 5.3 Aplicación de plaguicidas
 - 5.4 Participación en organizaciones y asistencia técnica.
6. MARCO TEÓRICO
 - 6.1 Cultivo de mora
 - 6.2 Taxonomía y morfología
 - 6.3 clima
 - 6.4 suelos
7. Polinización
 - 7.1 El polen
 - 7.2 Características del polen
 - 7.3 Importancia biológica y económica de la polinización
 - 7.4 la polinización dirigida
 - 7.5 Métodos de la polinización inducida
8. Clasificación de los insectos polinizadores
 - 8.1 características de un buen insecto polinizador
 - 8.2 Factores que afectan la polinización
 - 8.3 colmena óptima para polinizar.
9. Montajes de apiarios
10. Características generales de la abeja *Apis mellifera L*
 - 10.1 Recolección de polen por las abejas
 - 10.2 Factores que hacen importante la abeja *Apis mellifera L* en la polinización de cultivos en ambientes abiertos.
 - 10.2.1 las semillas
 - 10.2.2 Características químicas
 - 10.2.3 características físicas
12. Calendario floral
13. Recursos físicos, talento humano y metodología
14. METODOLOGÍA
- 15 RESULTADOS
- 16 IMPACTOS ESPERADOS
17. CRONOGRAMA
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación fue diseñada con el fin de medir el efecto de la polinización con el uso de la abeja (*Apis mellifera L*) en el cultivo de mora variedad castilla y los beneficios que este conlleva con el fin de aumentar el porcentaje de los frutos cuajados y mejorar las características físico-químicas de los frutos de mora mediante la polinización, esto hace que nazca la necesidad de trabajar junto a los productores moreros, en este caso se lleva a cabo el trabajo con 3 agricultores dedicados a este cultivo del municipio de Pasca, Cundinamarca, Vereda El Carmen.

El proceso inicio con la motivación de las comunidades campesinas productoras de mora, mediante el acercamiento a las tres (3) fincas dedicadas al cultivo; en las cuales se ejecutó un diagnóstico donde se encontró malformación del fruto debido a la ausencia de agentes polinizadores, por lo cual se inició un proceso de capacitación de los productores sobre los beneficios y ventajas de las condiciones de manejo de las colmenas, métodos de inducción y densidad de colmenas, el desarrollo de calendarios florales, detección de agentes polinizadores, entre otros, para observar el efecto del uso de las abejas a través de la producción.

Teniendo en cuenta así previas investigaciones en la que se requerían trabajar por hectárea en el cultivo de mora de 2 a 3 colmenas, las cuales beneficiaran a diferentes cultivos de mora localizados en Pasca, Cundinamarca ya que las abejas empieza su labor dentro de un radio de acción de 1- 1.5 kilómetros.

Para realizar las evaluaciones en las tres (3) fincas seleccionadas se hace necesario llevar a cabo una serie de actividades entre ellas la instalación del apiario base (apiario comunal), este permite desarrollar el material biológico que mejor se comporte en los sistemas intervenidos.

1. INTRODUCCIÓN

La mora de castilla es parcialmente auto estéril en cuanto que requiere de la polinización entomófila para producir más y mejores semillas, u recomienda que al tener abejas cerca al cultivo permite un equilibrio poblacional de los insectos benéficos, siendo una ventaja respecto a la producción por factores medioambientales.

Monteiro (2004) afirma que un cultivo puede obtener un rendimiento de 18 toneladas por hectárea año, con un periodo de vida de unos 8 a 10 años, manejando de 6 a 8 ramas productivas; el peso del fruto va de 3,0 a 5,0 gramos, junto con un número de semillas de 100 a 120 en promedio y Casaca, A. (2005) indica que una planta puede llegar a tener hasta 3.600 frutos.

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2001), los rendimientos por hectárea bajo las condiciones de producción en Colombia van de 6 a 16 toneladas, para un promedio nacional de 11 toneladas por hectárea.

Si se establecen 2.500 plantas por hectárea, de los 18 meses en adelante y según los cuidados que se le proporcionen al cultivo, se pueden alcanzar producciones de 14 a 16 toneladas por hectárea en un año productivo.

Por tal motivo se implementó la apicultura como un sistema sostenible que por el bajo uso de insumos y su impacto ambiental componen el desarrollo tecnológico, debido a que es causante de empleo por su arduo manejo, productor de alimentos y mejorador de la calidad de vida de sus trabajadores. Vásquez R. et al (2012).

A través del tiempo, en la naturaleza se ha desarrollado un gran número de interacciones entre plantas y animales, las cuales han sido de gran importancia para el surgimiento y mantenimiento de las especies una de ellas es la polinización; esta reside en el desplazamiento del polen desde la antera de una flor al estigma de la misma flor u otra flor, la cual es facilitada por el viento, el agua y los animales.

En el reino animal los insectos son los agentes polinizadores más eficientes, sobresaliendo la abeja, y en especial la *Apis mellifera* L, ya que posee un elevado número de individuos por unidad de área (en promedio unos 50.000 individuos), de los cuales el 50% salen en búsqueda de alimento, constituido por el polen y el néctar que las flores les ofrecen, esta actividad de colectarlo se denomina "pecoreo". Vásquez R. et al (2012)

La abeja realiza en promedio 15 viajes de pecoreo durante el día y en cada viaje visita unas 40 flores visitadas por una colonia en un día. Estudios realizados revelan que una abeja puede pecorear en promedio una distancia de hasta 1.500 metros de radio "Vásquez" (1995), distancia que se ve afectada por factores ambientales tales como temperatura, radiación solar, viento y lluvia, la distancia de la colmena al cultivo y la competencia insectil y floral de la zona.

Con la polinización se incrementa no solo la cantidad de frutos, se mejora su calidad representada en un mayor peso, una mejor conformación física y superior contenido de azúcar (°Brix), es por esta razón que las *Apis mellifera* L, se ha utilizado en programas de polinización dirigida en diferentes países, los cuales han calculado el aumento en producción del 20 a 60 % más en el cultivo a polinizar quedando además los productos de la colmena miel y polen. (Vásquez R. et al. 2012)

Vásquez R. et al (2012). Afirma que las abejas forman parte de la biodiversidad y de los agro ecosistemas que se deben preservar y desarrollar como sistemas sostenibles de producción, conllevando ventajas de gran magnitud que ayudaran al incremento de la producción agrícola, mediante la polinización entomófila y el control biológico indirecto de plagas, debido a la competencia por alimento (miel y polen) con los insectos fitófagos.

Es así como el servicio de polinización interviene directamente en la producción agropecuaria de los países desarrollados, donde existe la cultura del uso de la polinización y las tecnologías limpias en esta producción, es así como se busca concientizar a los productores especialmente en el cultivo de mora, ya que se logra ser más competitivos frente a los mercados, por un mayor incremento en la calidad del fruto y por ende repercute en un mejor precio motivando a los productores a tener en cuenta esta actividad productiva, además se logra obtener productos adicionales de la colmena como es la miel y el polen logrando una mejor rentabilidad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad no es muy conocido el papel de los insectos polinizadores de cultivos, en los cuales los insectos cumplen un papel importante para la agricultura, ya que la beneficia en la producción y en la mejora de las semillas, sabiendo así que se presentan muchas causas de malformación de la fruta de mora (*Rubus glaucus Benth*), incluyendo tiempo no favorable, genética o virus, sin embargo, la causa más común es una carencia de polinizadores, tales como abejas silvestres y domésticas, durante el período de floración. Aunque las flores de mora puedan polinizarse a sí misma, todavía 90 a 95% de polinización se atribuye a la actividad de abejas.

“Para entender una polinización incompleta puede entenderse como una fruta malformada, la flor se compone de 100 a 125 pistilos, a los cuales se precisa transferir los granos de polen para criar una semilla madura y la drupa alrededor, acerca de 75 a 85 drupas componen una fruta de mora y cada drupa individual tiene la misma estructura que una fruta de ciruela, cereza o durazno. Si cada uno de esas drupas no es polinizada, la integridad de la fruta queda comprometida. Esto es porque la drupa inmadura y pequeña no contribuye a la estructura y consistencia de lo entero, y la fruta resultante es malformada y por ende su valor en el mercado es devaluado.”(Bolda, 2010).

En la actualidad se desconoce la importancia de los insectos como agentes polinizadores de la mayoría de las plantas en el municipio de Pasca, siendo un tema poco manejable para los agricultores, por esta razón nace la propuesta sobre la polinización de abejas en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) cultivo de interés en Pasca, Cundinamarca. Combinado con proceso de polinización con abejas *Apis mellifera L*, proceso con el que se puede dar respuesta a la problemática ya mencionada en las tres fincas del cultivo de mora estudiada, mejorando así la producción de mora categoría extra y primera, determinando el papel que hace la polinización mejorando así la calidad del fruto y haciendo de este un cultivo rentable.

Se requiere implementar nuevas tecnologías para aumentar la producción y mejorar la calidad de la mora (*Rubus glaucus Benth*) con el objetivo de ser más competitivos produciendo fruta de mejor calidad a menor costo, con mayores rendimientos y así contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de vida del productor de mora en Pasca, Cundinamarca, ya que no solo va a aumentar la calidad y la producción si no que podrán recibir ingresos adicionales por la producción de miel.

Al observar el problema más representativo en los cultivos de mora se requiere la ejecución de este proyecto con el fin de buscar estrategias, para darle solución a esta problemática.

La pregunta de investigación del presente proyecto es:

¿La abeja *Apis mellifera L* como agente polinizador influye sobre la calidad y cantidad de fruto de mora?

3. JUSTIFICACIÓN

Dentro del grupo de los polinizadores, las abejas y en especial *Apis mellifera L* constituyen uno de los grupos más importantes (Klein et al. 2007). Aproximadamente el 73% de los cultivos de frutas y semillas en el mundo son polinizados por alguna especie de abeja (Freitas y Pereira ,2004) y en Colombia se estima que hay aproximadamente 1000 especies (Parra y González, 2000). Sin embargo, se conoce muy poco sobre la dependencia que tiene la producción agrícola nacional de los polinizadores, en particular de las abejas. Este conocimiento es la base para poder definir prioridades de investigación y de gestión, en especial cuando en el país se está haciendo conciencia sobre la importancia de la biodiversidad como parte fundamental de los procesos de desarrollo socioeconómico y del bienestar de los colombianos, reflejado en la nueva Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Eco sistémicos y en la formalización de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores.

“Se recomienda tener abejas cerca al cultivo, con un manejo técnico y adecuado debido a que el promedio de pecoreo que realiza durante el día son 15 vistas en promedio y en cada viaje visita alrededor de 40 flores, lo que equivale a unas 15 millones de flores visitadas por una colonia en un día, además de su ciclo de vuelo largo y a su carácter poliléctico (recolecta polen de una gran cantidad de plantas), puede ser utilizada en una gran variedad de cultivos. Por lo anterior la polinización con abejas es importante en los cultivos de mora.”(Vásquez R. et al (2012).

Según Monteiro (2004), que un cultivo puede obtener en rendimiento de 18 toneladas por hectárea / año, con un periodo de vida de unos 8 a 10 años, manejando de 6 a 8 ramas productivas, llegando a tener una planta 3.600 frutos , lo que beneficia en el incremento de frutos categoría extra y primera, que son los frutos que se deberían recoger en mayor cantidad, mejorando también peso, diámetro y resistencia y por ende un mejor precio, la abeja sería uno de los principales elementos que contribuiría a que se realizará la polinización y evitaría la malformación de frutos después de ramas productivas.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto que tiene la polinización dirigida con abejas (*Apis Mellifera L*) en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) variedad castilla.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el volumen de producción en el cultivo de mora antes y después de ser introducidas las colonias de abejas (*Apis mellifera L*).
- Evaluar las características de calidad del fruto antes y después de la introducción de las abejas: cantidad de frutos, categoría, índices de madurez, peso, diámetro ecuatorial, calibre, deformación del fruto, resistencia al corte, PH, grados Brix, humedad, color, jugosidad, acidez titulable, volumen y densidad
- Determinar los agentes polinizadores que visitan con mayor frecuencia el cultivo de mora.
- Establecer el calendario floral de acuerdo a la época de floración de las especies botánicas presentes en la zona.
- Estimular la actividad pecoreadora de las abejas a través del proceso de inducción

5. MARCO REFERENCIAL

El lugar donde se está realizando el actual proyecto está ubicado el municipio de Pasca (Cundinamarca) ubicado a 78,7 km de distancia de Bogotá, en la (figura 1) se muestra la principal ruta de acceso al municipio de Cundinamarca. Se estima que el trayecto de Bogotá a Pasca toma alrededor de dos horas y veinticinco minutos aproximadamente.



Figura 1. Vía de acceso al municipio de Pasca partiendo desde Bogotá. Fuente: Datos google maps, 2017.

5.1 Distancia a la cabecera municipal: Durante el recorrido a las 3 fincas desde la cabecera principal se marcó la ruta a seguir tomando diferentes puntos de georreferenciación, estos puntos permiten especializar dicho recorrido como se muestra en la **figura 2**. Respecto a la distancia que se recorre hasta las fincas productoras de mora donde se está trabajando el proyecto, inicia por una vía sin pavimentar con diferentes grados de inclinación, la vereda que se va a trabajar se llama Vereda El Carmen.



Figura 2. Especialización de la vía de acceso de las fincas. Fuente: Carolina Ortega- Julián Carrasco

5.2 Sistemas Productivos.

Como se ha mencionado anteriormente se trabajó con tres (3) fincas, dedicadas a la producción de mora únicamente, en la cual solo en una de ellas en este caso en la finca 1 propietario-agricultor Everardo Daza serán instaladas las 3 colmenas y estudiadas en su totalidad las 3 fincas, teniendo así un área total para la finca 1 correspondiente a 4,45 ha, a su vez el área que ocupa el cultivo de mora es de 0,35 ha o 3500 m², constituido por 633 plantas con una edad de 8 años ; en la finca 2 corresponde a 6 ha donde el cultivo de mora ocupa 1 ha o 10.000 m² constituido por 2000 plantas con una edad de 6 años, en la finca 3 corresponde a 5 ha donde ocupa el cultivo de mora 0,55 ha o 5500 m² con 1000 plantas con una edad de 8 años, contando así que las tres fincas cuentan con centro de acopio de la fruta y bodegas de insumos agrícolas.

5.3 Aplicación de plaguicidas: Es importante tener en cuenta que la aplicación de productos químicos de alta categoría pueden poner en riesgo la estadía de las abejas siendo una fuente importante como agentes polinizadores y así garantizar la vida de las mismas ,hay que tener en cuenta el uso adecuado de estos plaguicidas dadas las afecciones fitosanitarias que se van

presentando, aplicando periódicamente insumos para el control principalmente de Thrips orden= (Thysanoptera), Botrytis sp, mildew veloso, mildew polvoso, así como se observa en la **tabla 1**, productos con su nombre comercial, ingrediente activo y categoría toxicológica, en este caso se observó el manejo con categoría tres (III) , Lo cual es una categoría alta que pone en riesgo la vida de la abejas, es por ello que las características del sistema productivo se están manejando técnicas como; la poda continúa, guiado de la planta y con el manejo de residuos de poda. Brindando así una herramienta válida para que las aplicaciones se realicen con menor frecuencia y así incentivar el uso de agroquímicos con categoría toxicológica baja o el uso de productos biológicos.

Tabla 1. Productos fitosanitarios empleados en la última aplicación del productor. (A. Varila, A, ortega, C. 2016

| Producto | Ingrediente activo | Tipo de acción | Periodo de carencia (días). | Categoría toxicológica | Dosis aplicada (cc*l-1) | Dosis recomendada (cm3/L) | Uso |
|---------------------------|--------------------|----------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|
| Carbendazim 500 SC | Carbendazim | sistémico | 21 (fresa) | III | 1,2 | 0,7-1,2 | Botrytis sp. |
| Mildeum 50 SC | Hexaconazol | sistémico | 21 (Habichuela) | III | 0,6 | 2 | Mildeos |
| Acarotal 1,8 EC | Abamectina | sistémico | 3 (fresa) | III | 0,4 | 0,25-0,5 | Thrips y ácaros. |

5.4 Participación en organizaciones y asistencia técnica.

Los tres productores seleccionados pertenecen a la asociación (PROMOCAR), de productores de mora del municipio de Pasca quienes han sido participes de las asesorías técnicas principalmente en el tema de transformación pos cosecha de la fruta de mora para la elaboración de vinos y bocadillos que ya se encuentran a la venta en la sede de la asociación. Así mismo reciben asistencia técnica ocasional no solo en la parte de polinización si no en temas relacionados con el desarrollo del cultivo en sí; por parte de la unidad municipal de asistencia Técnica UMATA y de manera más continua de la cámara de comercio.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Cultivo de mora

Conocida como mora de castilla o mora azul es la de mayor importancia comercial y la más cultivada en regiones comprendidas entre 1,200 a 3,000 m.s.n.m. económicamente, la mora es una de las frutas más valiosas cultivadas en el mundo entero, una fruta perteneciente al grupo de las bayas, es muy perecedera, rica en vitamina C y con un alto contenido de agua. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. El género Rubus es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal, se encuentra iseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas desérticas. (Casaca A, 2010).

Se conocen numerosas especies de moras o zarzamoras en las zonas altas de América

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tropical, principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, los países de Centroamérica y México, la planta de mora comienza fructificar a los 6 ó 8 meses después del trasplante. Dependiendo del manejo y cuidado de la plantación, la planta presenta un período de 10 o más años de producción, la misma que aumenta a medida que crece y avanza en edad el cultivo. (Casaca A, 2010)

6.2 "TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA"

Familia: Rosaceae

Nombre científico: *Rubus glaucus*

Es una planta herbácea anual con las siguientes características:

Raíz: Posee una raíz principal pivotante, se puede considerar como una raíz típica, las raíces secundarias no profundizan y se encuentran entre los 10 y 20 centímetros en suelos francos.

Tallo: El tallo es herbáceo recto y se ramifica en secundarios, terciarios, etc.

Hojas: Elípticas, oblongas enteras, puntiagudas, de largo pecíolo, cara inferior más clara, alternas, con bordes enteros o discretamente dentado y ondulado. (Casaca A, 2010).

Flores: Blancas, pequeñas, en inflorescencias laterales, de 6-11 milímetros de ancho, de corto pedúnculo, cáliz de cinco partes, lanceoladas, lineales, corola de cinco segmentos lobulados, estambres desiguales, estilo largo simple.

Semilla: Son diminutas, de color café claro, pubescentes, cuyo diámetro polar oscila de 1.2 a 1.3 milímetros; el diámetro ecuatorial de 1.0 a 1.1 milímetros. La semilla está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. Una planta bien desarrollada puede llegar a producir hasta 130,000 semillas.

Fruto: Baya globosa azul oscuro o negras cuando están maduras, de 5-7 milímetros de diámetro, de cinco a ocho frutos en gajos, su peso individual es de 0.2 gramos en promedio, cada fruto tiene numerosas semillas diminutas (alrededor de 65 semillas). Una planta bien desarrollada puede llegar a tener hasta 3,600 frutos.

Dadas estas características, el fruto es altamente perecedero por lo que debe hacerse la cosecha una vez que el fruto ha llegado a su madurez comercial es decir color escarlata con suficiente dureza y contextura que eviten que el producto se deteriore. (Casaca A, 2010)

6.3 "Suelos"

La mora se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio. Deben presentar buen drenaje tanto interno como externo, ya que es una planta altamente susceptible al encharcamiento.

PH: 5,2 y 6,7 siendo 5,7 el óptimo.
(Casaca A, 2010)

7. POLINIZACIÓN

La polinización es el movimiento que se deriva del polen desde los estambres al pistilo, la flor es el órgano de reproducción de las plantas fanerógamas ya que poseen flores visibles para la reproducción sexual, las flores de estas plantas deben recibir polen de la misma especie, y recibirlo en la cantidad suficiente para que pueda originar frutos y semillas. (Prost J, 1989).

Cuando el polen pasa del estambre al estigma de la misma flor, se conoce como autopolinización o autogamia. La polinización cruzada o alogamia es el paso de polen de los estambres de una flor a otra de la misma planta o de una planta distinta de la misma especie como también las semillas producidas por una planta autógena obligada provienen solamente de la autopolinización y autofecundación. El polen debe ser depositado en el estigma de la flor para que germine y emita su tubo polínico, fecundando al óvulo y produciéndose la semilla y desarrollándose el crecimiento del fruto. Reyes y Cano.2000)

Vásquez et al. (2012) Afirman que La polinización constituye el principal aporte de las abejas para el incremento de la productividad agrícola- que presenta de 10 a 30 veces el valor de los productos de la colmena-, además de su efecto sobre la calidad del fruto en cuanto al tamaño y a la forma; por otra parte, esta especie permite el mantenimiento de la biodiversidad botánica.

A pesar de que deberían estar contemplando en las cadenas de producción, a la fecha en Colombia se ha menospreciado el valor que el servicio de polinización con las *Apis mellifera L* representa para la industria frutícola, dado por las siguientes ventajas:

- La abeja *Apis mellifera L* visita gran cantidad de especies vegetales en un solo día.
- Distribuye gran cantidad de polen.
- El tamaño de este insecto le permite realizar con efectividad labores de polinización.
- El número de colmenas, su ubicación y distribución pueden modificarse a criterio del productor, de acuerdo con sus necesidades.
- Esta especie presenta una amplia distribución geográfica y adaptación a factores medioambientales adversos.
- Existe en ellas un comportamiento de fidelidad hacia ciertas especies vegetales.

Lo anterior teniendo en cuenta algunas desventajas:

- Busca las fuentes de néctar de mayor cantidad y concentración de azúcares, que algunos no ofrecen; así mismo, selecciona determinados tipos de polen.
- Algunas especies cultivadas son visitadas solamente por su néctar, y no se asegura el transporte del grano de polen el tiempo y forma.

En líneas generales, hay tres formas de polinización:

- **Hidrófila:** El transporte del gameto masculino (polen) al órgano sexual femenino de la flor (estigma) es realizado por el agua.
- **Anemófila:** El polen pasa de una flor a otra transportado por el viento. Este tipo de polinización la realiza aproximadamente el 20% de las especies europeas. La polinización anemófila surge por la necesidad que tiene algunas plantas para adaptarse a condiciones ambientales poco favorables, con temperaturas bajas, a las que existe un menor número de agentes polinizadores.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

- **Zoófila:** Es polinización realizada por animales. Es la más frecuente y eficiente y se puede clasificar en cinco categorías principales, dependiendo del animal polinizador: cantarofila, por medio de escarabajos; malacofila, por caracoles y babosas, ornitofila, por aves; quiropterofila, por murciélagos, y entomófila, por insectos.

Los insectos son catalogados como los principales polinizadores de plantas entomófilas en los países templados y tropicales y, dentro de ellos, las abejas son consideradas como las polinizadoras de aproximadamente 80% de las plantas, mientras que el 20% restante es realizado por insectos silvestres (Free, 1980).

7.1 El polen

El término polen se deriva del latín *pollen* que significa flor de harina, esta es la unidad biológica de componentes complejos como la vida misma (Lexis, 1976).

En las plantas fanerógamas el polen representa el elemento fecundante masculino de las flores se originan en gran cantidad en la porción terminal de los estambres (antera), donde queda contenido en los sacos polínicos (Espina, 1984 y Díaz, 2003).

En este sentido Marie (1990), afirma que cada antera libera una multitud de granos de polen que serán transportados por el viento y por los insectos.

7.2 Características del polen

El revestimiento de los granos de polen posee estructuras muy variables en su forma, pudiendo presentar superficies lisas o rugosas o con protuberancias, lo que permite identificar las diferentes especies botánicas (Figura 3). Tales estructuras confieren protección al protoplasma de adversidades climáticas, estas capas poseen unas pequeñísimas aberturas por las que emerge el tubo polínico (Cornejo, 1994).

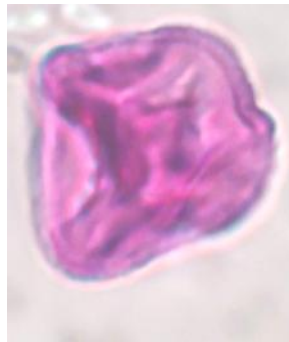


Figura 3: granos de polen rubus glaucus, identificación palinomorfica. Fuente: Carolina ortega.

Una obrera cosecha polen de una sola especie o variedad de planta. El color del polen es propio de una especie botánica definida (Cornejo, 1994). Pero las abejas de una misma colonia pueden recolectar cinco a diez especies el mismo día. Algunos polen no constituyen un alimento completo para las larvas y las abejas jóvenes, pero el conjunto de varios tipos de polen, pueden formar un alimento completo. Según Louveaux citado por Chauvin (1976), cuanto más abundantes son las floraciones más seleccionan las abejas el polen que les aporta un máximo de proteínas.

7.3 Importancia biológica y económica de la polinización

El valor de la polinización reside en su efecto en la calidad y eficiencia en la producción de frutos especialmente en cultivos como fresa y mora. Una inadecuada polinización puede resultar no sólo en menores rendimientos que derivaría bajos ingresos, sino también en un alto porcentaje de frutos abortados o de calidad inferior (Nogueira 1981 y Avellaneda K, 2009)

Con una abundante polinización, el productor puede obtener la formación del fruto antes de que los cambios ambientales puedan afectarlas, escapar del ataque de los insectos por un desarrollo más rápido o cosechar antes de la ocurrencia de inclemencias climáticas. El adelanto en la formación del fruto es un aspecto generalmente ignorado, pero que tiene una gran importancia económica. El productor debería recordar que ninguna práctica cultural provocará la formación de los frutos o la formación de semillas si su polinización fue desatendida.

En general, cuanto más temprano ocurra la polinización después de la apertura de la flor, mayor es la probabilidad de que se produzcan la fertilización del óvulo y el desarrollo de la semilla. A medida que el tiempo pasa, el polen puede "perderse" por gravedad, depredación, viento o puede ser dañado por alta temperatura, baja humedad o por desecación (Nogueira 1981 y Avellaneda K, 2009).

7.4 La polinización dirigida

La polinización dirigida radica en el proceso y en la concentración de diferentes tratamientos que no solo permitan guiar a las abejas *A. mellifera* L hacia cultivos que se desean polinizar, sino que también busca estimular a las abejas para que sus visitas a las flores no tan atractivas se incremente y se vea reflejado en un efecto positivo en el ingreso económico. (Botero, 1996).

Otra característica importante que se debe tener en cuenta es el rango de acción de las colmenas de las abejas es que estas poseen una cobertura de área de aproximadamente entre 154 a 314 hectáreas, para ello como se ha mencionado en el texto debe cubrir el rango acción (Vásquez y Tello, 1995).

Con base en la polinización dirigida se pueden trabajar mediante el uso de jarabes y polen floral dentro de las colmenas de las abejas, para que así en la actividad forrajera de las abejas pecoreadoras (forrajeras) puedan llevar acabo la colecta de granos de polen no solo de una especie en particular, sino de varias especies. Es de resaltar que muchos de los tratamientos de jarabe se puede hablar de agua con azúcar junto con la maceración de extractos florales, en este caso se puede hablar de la flor mora que es el cultivo de interés. Previas investigaciones no arrojaron los resultados esperados en cuanto a mayor producción de frutos en cultivos mono específicos según McGregor, 1976. Hoy en día a partir de diferentes tratamientos se han encontrado mejores resultados y están disponibles ciertas técnicas para optimizar la polinización y recolección de polen por parte de *Apis mellifera* L. La alimentación de las colmenas mediante azúcar y agua fueron una de las primeras técnicas implementadas y a partir de esta se desarrollaron otras más, que han permitido aumentar la presencia de abejas pecoreadoras de 6 abejas por árbol a un sorprendente de 300 abejas por árbol. De esta manera existen principalmente dos tipos de jarabe; el primero es conocido como jarabe de acopio o mantenimiento, debe ser más denso y contener entre un 70% y 80% de azúcar, se lo aplica en grandes dosis. Todo esto hace que sea almacenado en los alvéolos sin mayor efecto estimulante o excitante sobre la postura. El jarabe o almíbar de estímulo debe tener un porcentaje de azúcar similar a una afluencia de néctar fresco y constante en el campo. Es más líquido (30%/40% de azúcar), esto hace que tenga un efecto estimulante sobre la postura de la reina y acelere al máximo el crecimiento. El jarabe de estímulo es el que actualmente se utiliza junto con

filamentos y anteras de las flores de las plantas que se deseen polinizar o bien en este caso el de incrementar la presencia de polen en las cargas polínicas de las abejas. Se debe tener en cuenta que los métodos de polinización inducida son los que se utilizarán en este trabajo con el fin de evaluar la eficiencia inductora de recolección de polen (Cortés *et al*, 2003).

7.5 Métodos de polinización inducida

En la búsqueda de mecanismos que permitieran orientar o guiar a las abejas melíferas para visitar las flores de interés se desarrollaron algunos métodos.

Botero, (1996) realiza una aspersión sobre las abejas con jarabe de azúcar, agregando a este polen de las flores de mora, con la finalidad de incrementar la visita floral, obteniendo resultados satisfactorios, ya que en promedio la presencia de polen de mora en las trampas de polen pasó de 10.1% antes de la inducción o tratamiento llegando a un valor de 47.3% después de la inducción en un lapso de 5 días realizado en el laboratorio de investigación melitológicas y apícolas (LIMA) de la Universidad Nacional de Medellín, la duración del experimento lo determina la presencia de polen en su mayor expresión (es decir de 4 a 7 veces más de polen de mora como efecto de la inducción) cuando éste inicia su disminución y cae a los valores iniciales antes del experimento.

Ubicación de mecanismos que permitan impregnar las abejas de polen a la salida de las colmenas. Reportado por Hatjina, (1998), citado por Cortes & Muñoz (2003), sugiere instalar un mecanismo que permita almacenar polen de la especie de interés a la salida de la colmena, de tal forma que al salir las abejas pecoreadoras se impregnen de polen (por poseer un cuerpo piloso) y de tal manera que este contacto con el polen predisponga su instinto de fidelidad y se dirija a visitar las flores de la misma especie de polen del cual fue impregnada.

Aspersión de las flores con jarabe de azúcar. Método descrito por Botero, (1996), método no muy funcional por los altos costos y la dificultad para que las abejas puedan llegar a las anteras. Además de la proliferación de hongos, el jarabe no queda solamente sobre las flores sino también en las hojas y por tanto hay ineficiencia en la polinización.

Aspersión de las flores con sustancias químicas que funcionan como atrayentes. Estos métodos son descritos por Malerbo-Sousa, (2002) que sugiere el manejo de extractos de algunas plantas para atraer o repeler tanto a *Apis mellifera L* como a *Xylocopa sp*.

Inclusión de alimentador de cámara dentro de la colmena, la cual se le suministra jarabe de azúcar (en concentración 1:1) adicionado con anteras cargadas de polen de las flores objetivo, reportado por Cortes & Muñoz (2003) sobre un cultivo comercial de curuba en el que los resultados son muy satisfactorios ya que en promedio la presencia de polen de curuba en las trampas de polen es de 13.6% antes de la inducción o tratamiento llegando a un valor de 71.5% después de la inducción en un lapso de 6 días, es decir un incremento de 5,3 veces en la preferencia de colecta.

7.6 Colmena óptima para polinizar




La mejor manera de reconocer una colmena para polinizar es observando el movimiento de la piquera y contando la cantidad de abejas recolectoras que entran por minuto a medio día con temperaturas de 20 °C. Se puede esperar que sobre 50 abejas por minuto indique una adecuada población de abejas adultas recolectoras y que de estas un 25% (de 10 a 15 abejas) ingresen a la



piquera cargadas de polen. Esto indica la presencia de cría en el interior de la colmena y por lo tanto la presencia de la reina (Maessen, 1993).

La presencia de las abejas en un cultivo hace que el polen se distribuya más fácilmente, sin causar ningún tipo de daño físico a la planta, hecho que redundará en mejores cosechas (Vásquez *et al.* 2006).

8 CLASIFICACIÓN DE LOS INSECTOS POLINIZANTES.

Por la gran diversidad de insectos que visitan las flores en busca de alimento y su acción indirecta como polinizantes, varios autores los han clasificado y agrupado de acuerdo con sus características. Es así como Root (1976) los ha agrupado en cuatro grupos diferentes, de la siguiente manera:

| Tabla 2. Clasificación entomófila | |
|--|---|
| Grupo polinizador | Características |
| <p>Uno</p>  <p>Figura 5. Insecto polinizador (K Keatley, 2014)</p>  <p>Figura 6. Insecto polinizador.(Varila, 2016)</p> | <p>En este se encuentran las especies de insectos menos importantes por su limitado efecto polinizante, ya que su acercamiento a las flores en busca de polen o néctar está determinado por la necesidad de satisfacer sus requerimientos alimenticios. Además, carecen de estructuras adaptadas para la polinización, por lo que toda la polinización realizada por estos insectos (Trips, escarabajos, mariposas, polillas y moscas) es casual. Root (1976)</p> |
| <p>Dos</p>  <p>Figura 7. Insecto polinizador.(Ferreirim, 2013)</p> | <p>Comprende abejas solitarias de muchas especies, que se aprovisionan de alimentos para su descendencia en desarrollo. La ventaja que presentan frente al grupo uno es su abundante pilosidad y las adaptaciones especiales para llevar polen. Un factor que limita su efecto polinizador es la incapacidad de la reina de tener abundante postura, lo que reduce su población; a esto se agrega la desventaja de tener un número pequeño de generaciones al año. Root (1976).</p> |
| | <p>Corresponde a insectos más evolucionados, representados por los abejorros (<i>Bombus sp.</i>),</p> |

| | |
|---|--|
|  <p>Figura 8. Insecto polinizador.(gutierrez,2008)</p> | <p>que tiene organización social en la que la reina está protegida por las obreras. Se han especializado en polinizar flores grandes, a las que le resulta difícil acceder a otros insectos. La intensidad de visitas de los abejorros a las flores es muy pronunciada; por su tamaño y características físicas pueden llevar grandes cantidades de néctar y polen, pero esto también es una desventaja, ya que las flores pequeñas no soportan su peso.</p> |
| <p>Cuatro</p>  <p>Figura 9. Insecto polinizador.(Trepte, 2009)</p> | <p>Está constituido por insectos altamente evolucionados y su representante máximo es la abeja (<i>Apis mellifera L</i>), que aventaja a los otros insectos por su desarrollada vida social, que le permite perdurar a través del tiempo, sobreviviendo el invierno como una unidad social, la reina es la única que ovipone, haciéndolo en forma abundante. Las abejas son consideradas como el principal insecto polinizador, por su inclinación al acopio del polen y néctar.</p> |

8.1 Características de un buen insecto polinizador

Un insecto polinizador debe reunir una serie de condiciones como: ser una especie gregaria, preferir las flores de un cultivo intensivo concreto a otros, coincidir su máxima actividad pecoreadora con la plena floración del cultivo, ser fácilmente manejable y ser resistente a parásitos y enfermedades (Rallo, 1986).

Visscher y Sherman (1998) señalan como polinizador ideal aquel que: existe en la misma área donde crecen los arboles; es activo en la época de floración; visita las flores tanto en su fase femenina como masculina, entrando en contacto con las partes sexuales y, además, presenta un cuerpo piloso al que se fijan los órganos de polen.

Ish-am y Eisikowitch (1998) concluyen que la movilidad de las abejas tiene una fuerte influencia en el éxito de la polinización cruzada y el porcentaje de polinización decrece cuando se incrementa la distancia de la fuente de polen. Además, mencionan que las abejas transportan polen por todo el cuerpo, pero únicamente el vertex y la probóscide están en contacto directo con las anteras y el estigma de las flores. Es probable que sean responsables de transportar el polen proveniente de flores masculinas hacia flores en estado femenino.

8.2 FACTORES QUE AFECTAN LA POLINIZACIÓN.

Existe una gran cantidad de factores diferentes a la relación entre la planta y los polinizadores que afectan la polinización, como: las condiciones medioambientales, la distancia de los cultivos con respecto a las colmenas, la competencia insectil y la competencia floral.

8.2.1 Condiciones ambientales.

Las condiciones meteorológicas en periodos cortos de tiempo son más incidentes que un promedio de condiciones en el mediano o largo plazo (Clima). Toda la comunidad de un ecosistema se ve afectada directa o indirectamente por condiciones climáticas, tales como temperatura, humedad, luz y vientos (Aplablaza,2000).En la siguiente tabla se observan los factores ambientales que inciden en el proceso de polinización entomófila.

| Tabla 3. Factores ambientales que afectan la polinización entomófila | |
|---|---|
| Factor | Incidencia |
| Temperatura | <p>Es un factor que afecta directamente mortalidad, tasa de desarrollo y grado de actividad de los insectos e indirectamente, su relación con los alimentos disponibles. Cada especie tiene un mínimo, óptimo y máximo de temperatura en que se desenvuelve. El rango entre el mínimo y máximo en su tolerancia ambiental ecológica, termino valido también para humedad y otros factores fisicoquímicos (Apablaza, 2000).</p> <p>Es así como las abejas con temperaturas de <math>10^{\circ}\text{C}</math> se dedican a labores de termorregulación de la colmena con el fin de subir valores a través de la formación de bolo; a 13°C su actividad pecoreadora es máxima y con temperaturas por encima de 32°C realizan labores de termorregulación de la colmena por medio del acarreo de agua para bajarlas (Rallo, 1986).</p> |
| Humedad | <p>La humedad atmosférica es el segundo factor en importancia. El efecto directo sobre los procesos fisiológicos de los insectos no es tan crítico como el de la temperatura, pero para ambos factores ejercen una notable influencia sobre la biología y también sobre la distribución de insectos, al afectar a plantas y animales (Apablaza, 2000).</p> |
| Luz | <p>La luz tiene un efecto directo sobre el comportamiento de los insectos e indirecto al intervenir en la fotosíntesis de plantas verdes. El fotoperiodo puede inducir a la hibernación. La luz determina la actividad de los insectos diurnos, crepusculares y nocturnos. También</p> |

| | |
|---------------|--|
| | influye en el apareamiento de algunos insectos y en la estimulación del desarrollo. La luz y los colores ayudan a la ubicación de los alimentos (Apablaza, 2000). |
| Viento | Los vientos afectan indirectamente a los insectos al influenciar la evaporación, la humedad y la temperatura. Su mayor importancia radica en la diseminación de insectos. Cuando son de alta intensidad, pueden causar gran mortalidad. Los vientos suaves pueden favorecer vuelos de dispersión (Apablaza, 2000). A partir de velocidades de viento superiores a 18 km/h, el pecoreo disminuye ostensiblemente, cesando casi por completo al alcanzar el viento los 30 Km/h (Rallo, 1986) |
| Lluvia | La lluvia impide la salida de las abejas pecoreadoras, pues el agua en su cuerpo le aumenta su peso e inhabilita sus alas para aletear, disminuyendo de esta manera la acción polinizadora. |

Tabla 4. Otros factores que afectan la polinización entomófila

| Factor | Incidencia |
|-----------------------------|---|
| Distancia | Las abejas melíferas pueden volar a hasta 8km de distancia en busca de alimento, pero a mayor distancia hay un menor número de visitas por abeja/flor/día, ya que, si las abejas transportan en su estómago agua, néctar y polen, en sus patas requieren un mayor esfuerzo al transportarse, por lo que las colmenas deben tener una distancia adecuada al cultivo (Vásquez y Tello, 1995). |
| Competencia insectil | Se pueden presentar casos de competencia |

| | |
|---------------------------|--|
| | entre abejas silvestres y <i>Apis mellifera</i> L por el polen y el néctar de las flores del cultivo, incluso entre las mismas melíferas cuando hay sobre poblamiento. |
| Competencia floral | En la mayoría de las fincas agrícolas existen diferentes combinaciones de cultivos, lo que podría llevar a una competencia floral importante, en la que el cultivo con mayor producción de polen obtendría una mayor polinización cruzada por parte de las abejas que el cultivo de interés comercial. |

9. MONTAJE DE APIARIOS

Antes de iniciar un proceso de polinización dirigida es necesario conocer cómo se maneja una colonia de abejas y como debe estar dispuesto su hábitat, a continuación se describen las etapas para el establecimiento del sistema apícola.

Existen algunos factores que se deben tener en cuenta para desarrollar procesos de polinización dirigida, tales como: 1) tamaño y desarrollo de la colmena (edad de la reina, sanidad de la colmena y alimentación previa), 2) número de colmenas por hectárea que dependen del cultivo a polinizar; el tamaño y desarrollo de la colmena, y de los factores climáticos, 3) manejo de la colmena.

Para evitar accidentes con las abejas es necesario realizar un encerrado de las colonias a una distancia prudente del cultivo; este encerrado puede ser natural o artificial y permitirá realizar las diferentes labores culturales y el manejo de las colonias de abejas.



Figura 10: Instalación de colmenas Pasca, Cundinamarca (Varila A, 2016)



Figura 11. Abeja *Apis mellifera* L (Linnaeus ,1758)

10. *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)

La abeja productora de miel, *Apis mellifera* L (figura 11), es un insecto social del Orden Himenóptera de la clase Insecta, pertenece a la familia *Apidae* (Apablaza, 1995).

Se diferencia de otros grupos por poseer glándulas especiales productoras de cera situadas en su abdomen, las que le permiten construir los panales en cuyas celdas ovipone la reina, se desarrolla la cría y se almacena la miel y el polen (Free, 1980; Winston, 1994).

Snodgrass (1984); Winston (1994) y Ramos y Rodríguez (2004) señalan que la colonia de abejas está constituida por tres clases de individuos o castas, que se diferencian entre sí, morfológica y funcionalmente. La reina y los zánganos son los individuos reproductores, las obreras son hembras infértiles y constituyen casi la totalidad de la población, cumplen diversas funciones en la colmena exceptuando las de reproducción, entre las principales de ellas se pueden destacar las labores de alimentación, construcción de panales, limpieza, recolección de alimentos, ventilación, vigilancia, entre muchas otras actividades, que hacen posible la supervivencia de toda la colonia (Del pozo y Schopflocher, 1987).

10.1 Recolección de polen por las abejas

Las obreras salen a pecorear las flores de un área definida, visitando flores de una misma especie botánica. Las obreras en su tercer par de patas poseen las denominadas cestillas de polen, que son protegidas por pelos resistentes y que conforman una especie de canasta, donde van acumulando los granos que se prenden en su cuerpo velludo, formando bolitas que varían en su tamaño, con la especie visitada y con la humedad del polen, así en tiempo seco las bolitas o pellets son más pequeños que en tiempo húmedo (Cornejo, 1994). Los granos de polen son conglomerados por la pecoreadora, y pegados juntos con miel devuelta en las corbículas de sus patas posteriores bajo la forma de bolas (Philippe, 1989).

Las abejas colaboran en la transferencia del polen de una planta a otra, actuando como importantes agentes polinizadores, ya que en muchos cultivos es necesaria la polinización cruzada para la obtención de semillas.

La polinización en la parte agropecuaria ha tomado gran importancia, debido a los buenos resultados en el momento de recoger sus cosechas, la presencia de las abejas permite que el polen se extienda con mayor facilidad, contribuyendo a que el número de plantas polinizadas sea mayor y así generando mayores rendimientos, se calcula que en tierras fértiles pueden mejorar en un 30 al 40 % el rendimiento de las cosechas (Schirmer, 1986).

El beneficio en la polinización, llevado a cabo por las abejas y los demás polinizadores, resulta irrefutable, ya que favorece a la fecundación y fructificación, por lo que directamente contribuye a la conservación de especies vegetales amenazadas y a la diversidad biológica. De este modo se garantiza el mantenimiento y renovación de la cubierta vegetal, reduciendo el riesgo de erosión, constituyendo una medida activa de protección (Cardona, 1997).

10.2 Factores que hacen importante a la abeja *Apis mellifera* L en la polinización de cultivos en ambientes abiertos.

Según Winston, 1987 y Free, 1980, la eficiencia polinizadora de *Apis mellifera* L y en especial de las abejas africanizadas (Vásquez y Tello, 1995), puede ser explicada por:

1. Presencia de corbícula; permitiéndole transportar hasta 30 mg/viaje.
2. Poseen pelos ramificados y plumosos distribuidos por todo el cuerpo, que ayudan a la retención de los granos de polen.
3. Dependencia total del polen como única fuente de proteína para alimentar la cría.
4. Dependencia del néctar como fuente de energía para la colmena.
5. Instinto de "completar carga" antes de retornar a la colmena; este comportamiento obliga la visita de un gran número de flores/viaje.
6. Elevado instinto de fidelidad; la abeja persiste en visitar flores de la misma especie. Cuando muchas especies de flores se desenvuelven juntas la *Apis mellifera* L es más constante que otros insectos (Free, 1980). Este autor encontró que solo de 0 a 11 % de la carga de polen de *Apis mellifera* L proviene de fuentes distintas.
7. Gran número de obreras pecoreadoras/colmena (polinizadoras potenciales), lo que redundaría en una mayor densidad de insectos por unidad de área.
8. Gran capacidad para agotar rápidamente las fuentes de alimento, debido al "Instinto de Reclutamiento". Sus evolucionados sistemas de comunicación les permiten activar y frenar las visitas a ciertas fuentes de alimento de acuerdo a la presencia o ausencia de la secreción de néctar o de la dehiscencia de los sacos polínicos, representando una economía en el esfuerzo forrajero.
9. Elevada capacidad para almacenar y/o transformar el alimento en cría, permitiendo un "feedback positivo", porque entre más se colecta la colmena crece más, lo cual incrementa su capacidad colectora.
10. Nidos al aire libre y en cavidades más grandes que el resto de abejas.
11. Las colmenas pueden ser rápidamente transportadas de un lugar a otro de acuerdo a los requerimientos de polinización.
12. Amplia versatilidad para adaptarse a los más variados tipos de flores (capacidad poliléctica). Esto posibilita su adaptación a los cultivos exóticos.
13. Al ser la principal especie de abeja explotada por el hombre, el retiro periódico de alimento (miel y polen cosechados) las obliga a cosechar cada vez más.
14. El grado tecnológico alcanzado (equipos, selección de abejas, etc.) en la apicultura con abejas *Apis mellifera* L posibilita su empleo en programas de polinización dirigida.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

15. Elevada capacidad de aprendizaje, esto permite determinar, de acuerdo a las necesidades, qué especie de planta pecorear.

16. La gran plasticidad adaptativa a los más diferentes nichos ecológicos, cavidades de nidificación, defensa del nido, tolerancia a agro tóxicos y pesticidas, etc., son factores que en conjunto hacen de la abeja *Apis mellifera L* el mejor agente polinizador.

2.7 Las abejas y la calidad del fruto Según Maessen (1993), explica que la calidad del fruto depende de las siguientes características.

10.3 Características químicas

Las semillas contienen hormonas y sustancias de crecimiento, que influyen en el crecimiento de las frutas, algunas de ellas son:

1. Giberelinas: Interviene en el crecimiento de las células, en la inhibición de la inducción floral, en el cuajado partenocarpico de algunas variedades, en la atracción de algunos elementos nutritivos y en la acumulación de reservas y crecimiento de los frutos.

2. Citoquininas: surgen unos días después de la polinización hasta que alcanzan la madurez.

3. Auxinas: actúa en la acción atractiva sobre la alimentación, sobre la regulación de la división celular y la formación del fruto y estimula la maduración al igual que las giberelinas.

Las semillas en el fruto son indispensables durante tres a cuatro semanas después de ocurrida la fecundación para que el fruto crezca y se mantenga en la planta, excepto en variedades partenocárpicas. (Maessen 1993 y Avellaneda k, 2009)

10.4 Características físicas

Peso: La mejor fruta es la que presenta un calibre mayor, que coincide con semillas de mayor tamaño y mejor conformado.

Diámetro y anchura del fruto: Mayor es el tamaño en los frutos que poseen semilla. La carencia de semillas favorece el desarrollo longitudinal del fruto.

El contenido de azúcares totales es superior cuando el número de semillas es elevado.

La cantidad y la calidad de la fruta es proporcional a la cantidad de semillas y si la polinización ha sido suficiente, existe el riesgo de que las semillas no estén repartidas homogéneamente, lo cual dará frutas de forma irregular. (Maessen 1993 y Avellaneda k, 2009).

11. INCIDENCIA DE LA POLINIZACIÓN DIRIGIDA CON ABEJAS *Apis mellifera L* EN EL CULTIVO DE MORA

11.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

Según información del CCI (2007) la mora de castilla es una fruta que se cultiva primordialmente en las regiones frías, en zonas con altitud de 1800 a 2.500msnm; de las seis categorías de mora, la mora de castilla es la especie de mayor importancia comercial y la más cultivada en el país. En el 2006 los cultivos de mora se concentraron en los departamentos de Cundinamarca, Santander y norte de Santander, los cuales participaron con el 42%, 14% y 12% de la producción nacional, respectivamente; y para el año 2008 fueron su orden de Cundinamarca (36,8%), Santander (15,14%), Antioquia (14,06%), Huila (9,12%) entre otros.

El consumo per cápita es de 1,1kg en fresco y 0,09 en procesado y con una producción promedio entre 7,5 y 9,0 toneladas por hectárea. La producción de mora en Colombia ha

demostrado un destacado desempeño durante los últimos 15 años, evidenciando un crecimiento anual promedio de 8,2% entre 1993 con 3.482 hectáreas y una producción de 25.878 para el año 2008 con 10.743 hectáreas periodo en el que la producción paso a 93.094 toneladas. (Vásquez et al., 2011).

Las zona de estudio se encuentran en el municipio de Pasca, Cundinamarca, Vereda El Carmen.

11.2 Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera L* sobre la calidad física y química del fruto.

Estudios realizados en cuanto a la calidad de mora, establecieron que existe un efecto de la distancia de las colmenas respecto a su categoría; es así que aquellas plantas a menor distancia respecto al api ario (menos de 100 metros) producen una mayor cantidad de frutos de la categoría extra y primera y menor cantidad de frutos de segunda (18,3; 37,0 y 44,7% respectivamente), al ser comparados con los frutos producidos en aquellas a más de 100 metros (16,2; 31,3; 52,5% respectivamente). (Vásquez R. et al (2011).

Tabla 5. Efecto de la distancia de las colmenas respecto a la categoría de la fruta de mora, según la NTC-4106 (en porcentaje)

| Distancia de las colmenas. | Extra (%) | Primera (%) | Segunda (%) |
|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Menos de 100 metros | 18,3 +_ 2,9 | 37,0 +_ 13,9 | 44,7 +_ 18,5 |
| Entre 100 a 200 metros | 16,2+_ 11,7 | 31,3 +_ 5,7 | 52,5 +_ 9,0 |

Así mismo, se observó que aquellos frutos producidos por las plantas que se encuentran más cerca del apiario son más pesados (5,2) y con un mayor diámetro (14,9) respecto a aquellos que se encuentran a distancias mayores de 100 metros (4,7 g y 14,1); los frutos fueron clasificados en el calibre D según la NTC-4106 (Tabla 2).

Tabla 6. Efecto de la distancias de las colmenas respecto al diámetro y al peso del fruto de mora.

| Abejas | Diámetro (cm) | Peso (g) | Calibre (NTC-4106) |
|-------------------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Menos de 100 metros | 14,9 a +- 2,9 | 5,2 a +- 1,4 | D |
| Entre 100 a 200 metros | 14,1b +_ 2,8 | 4,7b +_ 1,7 | D |
| General | 14,5 +_ 0,6 | 5,0 +_ 0,4 | D |

En cuanto a las características químicas evaluadas, observaron que aquellos frutos producidos por las plantas que se encontraban más cerca del api ario contienen una mayor concentración de ácido cítrico, málico, ascórbico y un mayor porcentaje de grados brix, al ser comparados con los frutos producidos por plantas a más de 100 metros de distancia del apiario

Según barrero (2009) la mora en Colombia presenta valores de 2,92 a 3,42 en porcentaje de acidez.

12. CALENDARIO FLORAL

Un calendario floral hace referencia a conocer la flora apícola en la zona y las posibles épocas de floración; es de vital relevancia para el fortalecimiento de la apicultura, y es por esto por lo que al mantener al día calendarios florales apícolas constituyen una herramienta definitiva para los apicultores. Así les será posible determinar cuándo se presenta algún tipo de oferta botánica dirigida al mantenimiento, reproducción y producción de sus colonias, en cada época del año. La floración influye en el tipo de producción, pero además fija las pautas para el manejo de las colmenas y la optimización del aprovechamiento de los recursos presentes en cada zona. . (Vásquez R. et al (2011).

El Calendario floral como se explicó anteriormente, es de importancia en la apicultura, debido a que constituye el recurso para que las abejas se multipliquen y se alimente como también influye en el tipo de producción ya que nos ayuda a la formación de frutos de mayor y mejor calidad. El medio ambiente y el clima existente en una región determinan su flora y las épocas de floración; es así como los productores pudieron determinar., el tiempo y la época en que se deben instalar las fuentes de polen y miel, así mismo detectar aquellas épocas de un mayor potencial productivo, para aumentar el número de abejas pecoreadoras en el momento de iniciarse la floración, el conocimiento del tipo de flora apícola en Pasca ayudo a la elaboración del mismo, contando con una herramienta que los productores pueden usar para el mantenimiento, reproducción y producción de las colonias en cada una de las épocas del año. Vásquez R. et al (2011).

13. RECURSOS FÍSICOS, TALENTO HUMANO Y METODOLOGÍA

Tabla 7 recursos físicos: Montaje y manejo de Apiarios

| Materiales | Cantidad |
|------------------------|-------------|
| Colmenas | 3 colmenas |
| Lona verde | 16 mts |
| Postes | 6 |
| Listones de madera | 4 |
| Puntillas | 1 lb |
| Ahumador | 1 |
| Guantes de cuero | 2 pares |
| Overol tipo americano | 2 conjuntos |
| Botas | 2 pares |
| Palanca | 1 |
| Cepillo de cerda suave | 1 |

Tabla 8 Talento humano

| Especialidad | N° | Actividad | Tiempo |
|--------------------|----|---|--------|
| Zootecnista | 1 | Asistencia técnica/ capacitaciones | 100% |
| Ingeniero agrónomo | 1 | Asistencia técnica/ capacitaciones | 100% |
| Operario | 1 | Labores culturales del cultivo y de las colmenas. | 50% |

14. METODOLOGÍA

La investigación se realizara a partir de la aplicación de encuestas a los productores de mora en las cuales se recopilara información básica del cultivo y de adopción de tecnologías; por parte del componente de polinización es por ello que se diagnosticaran preguntas a los productores tales como si han escuchado hablar sobre el uso de las abejas *Apis mellifera L* para la polinización de cultivos frutícolas, además del interés de adoptar este tipo de tecnologías en su predios y así lograr tener un estimado de los temas y de lo que sé que irían trabajando para el desarrollo a lo largo de la investigación.

El municipio de Pasca (Cundinamarca) es uno de los municipios principales en la producción de mora de castilla en Colombia de acuerdo al previo diagnóstico realizado por la corporación colombiana CORPOICA eh allí el por qué se eligió este municipio, el cual se llevara a cabo el estudio en solo 3 fincas debido a su ubicación ya que se debe cubrir el área 1,5 km de radio acción el cual trabajan la abejas *Apis mellifera L* según Vásquez, 2011 y estas cumplirían con dichos parámetros.

Recopilación de información cartográfica básica y temática de la zona. Se realizara a través de un formato de caracterización y seguimiento para las 25 fincas beneficiadas del proyecto en el municipio de Pasca en los cuales se adoptaría esta tecnología; con esta información se generaría mapas básicos de ubicación de los predios, áreas, límites departamentales y municipales, ubicación geográfica, ríos y carreteras. Recopilación de información cartográfica, climatología, de producción de calidad en el cultivo antes del montaje de las colmenas. Con esta actividad se generaría un mapa de ubicación con las 3 fincas.

- **Determinación de los agentes polinizadores del cultivo.** Se realizaran colectas de insectos en los cultivos con el uso de redes entomológicas entre las ocho 8 y las 18 horas, durante dos 2 semanas de acuerdo a la época de floración del cultivo de mora (Vásquez E, 2011). Con base en esta información se analiza la frecuencia de aparición, la cual corresponde a observar la mayor cantidad de visitas que hace un agente polinizador en la flor de mora. Los insectos colectados se deben mantener en alcohol al 70%, para posteriormente ser montados en alfileres entomológicos y depositarlos en cajas para su posterior identificación a nivel de género y especie, con ayuda de entomólogos expertos del Manejo integrado de plagas – MIP de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. **Figura 12.**

Identificación de agentes polinizadores



Figura 12. Protocolo para la identificación de agentes polinizadores en el cultivo de mora. (Ortega, 2017)

Se quiere lograr que la abeja *Apis mellifera L* sea el insecto con mayor aparición en el cultivo de mora mediante la inducción para ello se debe trabajar en los métodos de inducción y en la frecuencia de visitas al cultivo.

. Para ello el uso del calendario floral, un aspecto que es necesario ya que algunas especies no son de importancia para las abejas y por ende el rendimiento productivo que una colmena tiene está relacionado con la cantidad y la calidad de la flora existente, Esta actividad se basara en el análisis y observación en campo con el productor, de las especies botánicas (arvenses, arbustivas, arbóreas, etc.); presentes en los diferentes predios para poder determinar las épocas de floración de cada una de ellas, y así determinar qué mes del año es el adecuado para dar inicio al proceso de introducción de las colonias y su posterior inducción en cada una de las fincas. (Vásquez R. 2012).

Evaluación del volumen de producción de frutos: Cantidad de frutos cosechados antes y después de la introducción de colonias, expresado como cantidad de frutas por finca , además que se hace necesario evaluar parámetros tales como calidad del fruto; para ello la muestra a evaluar es de 1-2 kilogramos por finca (antes y después de la instalación de las colmenas), frutas seleccionadas al azar en las tres fincas con el fin de identificar las características de calidad de la mora antes y después de la introducción de las colmenas en el cultivo es decir durante el primer mes de iniciadas las actividades y al sexto mes donde se proyecta la cosecha de frutos previamente polinizados. La muestra se debe empacar en bolsa ziplock debidamente marcadas y conservadas en una cava con gel refrigerante para evitar daños y pérdidas durante el transporte ver figura 13.



Figura 13. Materiales de recolección de la muestra de la fruta.

Para determinar el efecto de la polinización dirigida con *Apis mellifera L* sobre el volumen de frutos y su calidad, se evaluarán dichos frutos en Corpoica C.I. Tibaitata, en donde se registrará por la normatividad internacional (ISO 847, UNE 34-117-81) que establece las condiciones de muestreo sobre frutas frescas, esta actividad se llevará a cabo con la ayuda del área de pos cosecha, estas muestras serán recolectadas en la finca 1 donde se instalarán las colmenas teniendo en cuenta que se recogerán de los surcos que convencionalmente el agricultor maneja y en dos fincas aledañas para medir el efecto de distancias con respecto al apiario, la toma y análisis de estas muestras se realizará antes y después de la instalación de las colmenas en el cultivo.

Cabe aclarar que esta evaluación se hará de manera simultánea en las tres fincas en las cuales se va a establecer este sistema pecuario.

Evaluación de calidad final del fruto. Las Variables a medir a nivel de laboratorio serán analizadas en el laboratorio de Corpoica C.I. Tibaitata; la metodología de cada una de las pruebas para determinar la calidad del fruto se trabajarán conjuntamente con el apoyo del componente de cosecha y pos cosecha.

En los predios seleccionados la primera actividad de polinización consistirá en la evaluación del volumen de producción de los frutos, en el cual se determinará la cantidad de frutos cosechados

antes y después de la introducción de las colonias, expresados como cantidad de frutas por área a medir (por planta, por surco, por unidad productiva por finca; etc.).

Adicional a ello se realizara la evaluación de características de calidad final del fruto en las que se incluye:

- Color.
- Categoría.
- Calibre.
- Peso final.
- Relación largo y diámetro.
- Tamaño y velocidad de maduración.

También se evaluarán aspectos de calidad en las frutas frescas, de acuerdo a la NTC 4106 del Icontec, como son:

- Firmeza por medio de la técnica Magness-Taylor.
- Turgencia por medio de la deformación en punción (mm).
- Jugosidad, expresado como cantidad de jugo obtenido sobre el fruto.
- Dulzor expresado en porcentaje de sólidos solubles.

Teniendo en cuenta:

- a. **Peso:** se establece mediante la utilización de una balanza electrónica con precisión y aproximación de 0.01g.
- b. **Diámetros y longitud:** se determinará con calibrador pie de rey, tomando medidas en los ejes longitudinal y ecuatorial, el resultado se expresará en milímetros.
- c. **Densidad real:** se determinará el volumen del fruto mediante el desplazamiento de agua en una probeta graduada (100ml).
- d. **Color:** se utilizara la NTC-4106 (Anexo 1) de frutas frescas
- e. **Firmeza:** se utilizará un texturómetro de frutas cuyas mediciones se expresan en lbf o kgf.
- f. **Sólidos solubles totales:** se toman de una muestra de jugo producto de la maceración de algunos frutos, y mediante el uso de un refractómetro, en el que se colocan 2 a 3 gotas de jugo de mora en el prisma y se lee directamente el porcentaje de azúcar presente en la muestra (°Brix).
- g. **pH:** se determina usando un potenciómetro digital. colocando el jugo de la fruta en un vaso de precipitado y sumergiendo el electrodo en este.
- h. **Jugosidad:** determinada sobre el jugo producido por el proceso de maceración de la fruta.

Mediante esta actividad se evalúa del volumen de producción de los frutos cosechados antes y después de la introducción de las colonias de abejas al cultivo, también se realizara el seguimiento durante el periodo de adaptación que dura cuatro semanas. Se realizara a través de registros semanales de producción de las fincas involucradas con el fin de comparar la variación de la producción ante la inclusión de las diferentes tecnologías implementadas y verificar si estas variaciones se pueden atribuir al efecto de la inclusión de las abejas. Esta evaluación de producción y calidad se realizara en tres fincas, una en la cual se ubican las colonias y dos aledañas que deben estar ubicadas a una distancia no mayor a 1500 metros (m) en este caso la fincas 2 y 3 mencionadas anteriormente. (Metodología Proyecto CTA.).

Introducción, manejo de colonias por cultivo: Se trabajara colonias de abejas en una colmena estándar, de diez cuadros, con trampa de polen y reina joven; las cuales estarán dispuestas en un apiario (PIPA) a las afueras del cultivo, el cual debe estar protegido por un encerrado que semeja las barreras artificiales y evitando accidentes con el personal, las colonias se introducirán antes del inicio de la floración, con el fin de lograr una adaptación al nuevo hábitat. Para estimular la postura de la reina como también suministrarles el alimento artificial necesario en este caso bajo la siguiente formulación: un kilo de azúcar, 500 milímetros de agua y 10 gramos de sal mineralizada y utilizando alimentadores y suministrando esta cantidad con unos intervalos de 8 días.

Para esta actividad se trabaja con colonias de abejas en colmenas estándar, de diez cuadros, con trampa de polen y reina joven (Vasquez.2011) las cuales deben ser dispuestas en un apiario a las afueras del cultivo. Las colonias deben ser puestas sobre bases metálicas, considerando que la humedad del suelo y algunos depredadores pueden afectar el desarrollo de las colmenas. (Vasquez.2012). Este debe estar protegido por un encerrado que semeja las barreras artificiales, evitando accidentes con animales y/o el personal que labora en el cultivo. **Ver figura 16**

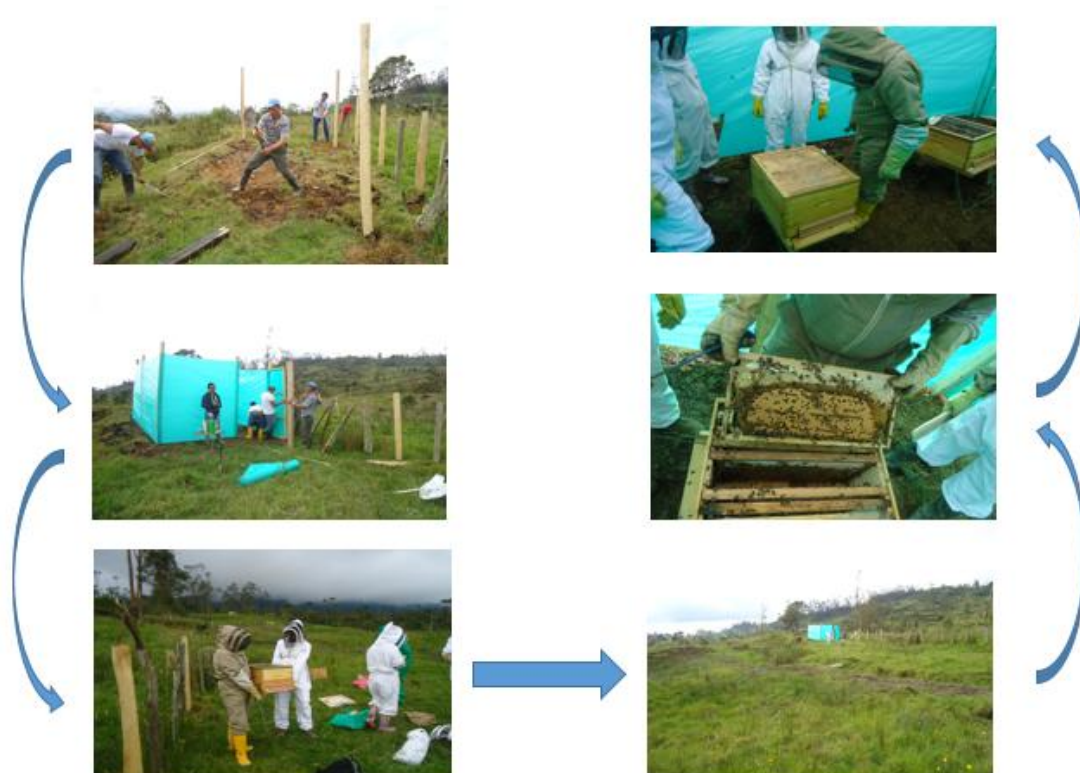


Figura 16. Montaje de apiario en la PIPA de Pasca. (Ortega, 2016)

Algunas consideraciones de seguridad a tener en cuenta son:

- A. Utilizar los elementos de protección y manejo para esta especie
- B. Evitar ruidos que perturben la tranquilidad de las abejas
- C. Mantener el AHUMADOR encendido para contrarrestar ataques
- D. Manejo adecuado de la colmena (Evitar golpes, manejo brusco)
- E. Acompañamiento por personal capacitado
- F. Programación previa de las actividades a realizar.

Inducción de abejas: Para estimular la actividad pecoreadora de las abejas en el cultivo de mora, se realizaran unas prácticas de manejo como también un análisis palinológico en las muestras obtenidas, para así saber qué clase de polen están recolectando las abejas y cuál sería el método de inducción a utilizar. Evaluando los diferentes métodos mencionados a continuación:

- ✓ Estimulación en seco
- ✓ Estimulación por aspersion
- ✓ Estimulación por alimentación, para ello se llevara a cabo en 2 o 3 colmenas por PIPA (Parcelas de investigación participativa).

Para estimular la actividad pecoreadora de las abejas (conducta de las abejas obreras de la especie *Apis mellifera L* de recolectan polen y néctar de la flora apícola de un determinado lugar)

en el cultivo de mora se realizan prácticas de manejo en las colmenas, con el fin de evitar la competencia de otras especies florales existentes en la zona, ya que en esta especie se acentúa la fidelidad por una especie botánica determinada; para el caso de la mora se puede realizar de la siguiente manera, a partir de un preparado con azúcar y agua en una proporción de 2:1 más 500 gramos de flores de mora picada, este tipo de estimulación se puede suministrar a la colmena en forma de alimento (jarabe), aspersion (spray) o alimento seco (torta de polen). **Ver figura 17**



Figura 17. Métodos de alimento estimulante para la inducción de las abejas. (Ortega, 2017).

Calibración de las colmenas

Se debe tener en cuenta la calibración de las colmenas al inicio de la floración del cultivo, con el fin de llevar a cabo un proceso de adaptación a la zona. Para ello se tomarán registros de seguimiento a los apiarios en las cuales se cuenta con un registro diseñado para observar el desarrollo de las colmenas y su evolución a lo largo de su estadía.

Análisis palinológico Se debe realizar un análisis palinológico en las muestras obtenidas a partir de pan de polen y de polen directamente de las flores de todas las especies botánicas cercanas al cultivo, para identificar su estructura, forma y el porcentajes de aparición de una especie botánica determinada a nivel de laboratorio antes y después de la inducción de las colmenas en las tres fincas.



Figura 18. Recolección de muestras (Varila, 2016)

Para ello se toma el polen directamente de las flores de mora mediante la técnica de glicerogelatina (figura 18), el polen corvicular es decir de las patas traseras de la abeja y finalmente de la misma colmena con el fin de determinar las características de polen y poder analizar las muestras recolectadas en el laboratorio.

La metodología de cada uno de los ítems fue propuesta por el grupo de Corpoica del área de polinización, cosecha y pos cosecha CTA.-MORA con el proyecto del corredor tecnológico, donde realice acompañamiento en cada una de ellas durante mi proceso como pasante.

15. RESULTADOS

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL MANEJO DE LA ABEJA (*APIS MELLIFERA L*) COMO AGENTE POLINIZADOR EN EL CULTIVO DE MORA.

Al iniciar el proyecto se inició con la capacitación de los agricultores de la zona de Pasca, Vereda El Carmen a 25 productores moreros que se encontraban como beneficiarios del proyecto en donde se realizó un taller teórico- práctico (Figura 19) en la finca 1 de don Everardo Daza, vereda mencionada anteriormente, por ende se les explico la importancia del uso de *Apis mellifera L* como agente polinizador de sus cultivos de mora, a raíz de los buenos resultados que se ha presentado en otras zonas de estudio con el mismo cultivo, por lo tanto se dieron a conocer aspectos básicos como el equipo de protección que hay que usar a la hora de entrar al apiario, como también el manejo de la alimentación con el fin de establecer la fidelidad de las abejas a la floración del cultivo, por lo tanto se inició con la estructuración de calendarios florales de la zona con la ayuda de los productores quienes son las personas que conocen las especies botánicas presentes.



Figura 19: Taller teórico-práctico en el municipio de Pasca. **Fuente:** (Angélica varila, 2016).

A continuación se describe el diagnostico encontrado en el municipio de Pasca Cundinamarca, Vereda El Carmen.

DIAGNOSTICO- POLINIZACIÓN PASCA

Respecto a este ítem se les preguntó a los agricultores si conocían del tema o sí en alguna ocasión habían escuchado de la polinización en los frutales, de una población de 30 productores indicando un 89,47% de ellos que nunca habían escuchado el tema, contrario a al 10,53% de la población que dijo conocer el tema.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Después de una pequeña socialización de las actividades que se realizarán bajo este ítem el 57,89% de la población encuestada manifestó que le gustaría adoptar esta tecnología mientras que el 42,11% prefirió negarse a adoptarla, ya que consideran que es peligroso y no les gustaría ser picados por las abejas. Por lo anterior y si relacionamos esta información con el 31,6% de fertilización química que se reporta en esta zona, el cuál favorezca la capacitación y el fortalecimiento de las prácticas de manejo de la especie *Apis mellifera L*, a validar en este componente.

Tabla 9: Resultado de las preguntas de la encuesta sobre la temática de polinización.

| Pregunta encuesta. | Pasca | |
|--|-------|----|
| | Si | No |
| Han escuchado hablar sobre el uso de las abejas <i>Apis mellifera L</i> para la polinización de cultivos frutícolas. | 11 | 89 |
| Le gustaría adoptar esta tecnología en su predio. | 58 | 42 |

Esta encuesta fue realizada por los pasantes que hicieron parte del inicio del proyecto fase I de corredor tecnológico- Agroindustrial y de esta encuesta no se tienen resultados físicos pero se quiso tener en cuenta ya que hizo parte del diagnóstico y parecía importante resaltar por qué la adopción de esta tecnología en esta zona, como también demostrar la importancia de los agentes polinizadores siendo un tema desconocido por los agricultores moreros de Pasca.

Caracterización de las fincas seleccionadas.

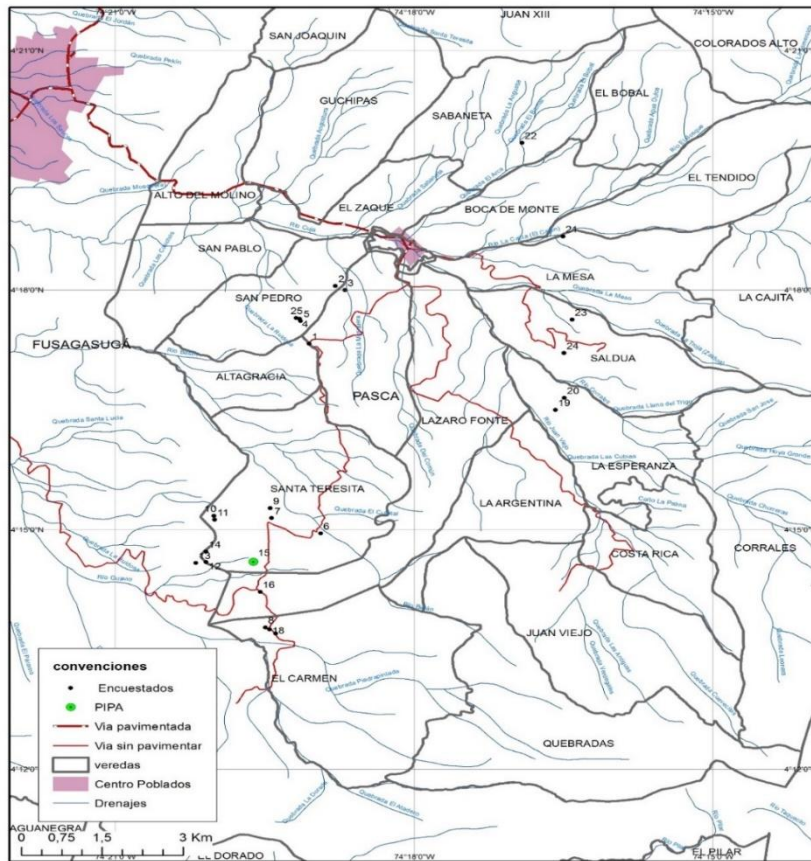


Figura 20. Distribución espacial de las 3 fincas seleccionadas en el municipio de Pasca-Cundinamarca. PIPA (Parcela de investigación participativa Agrícola) aquí se encuentra las colmenas instaladas (Varila, 2016)

COMPONENTE POLINIZACION

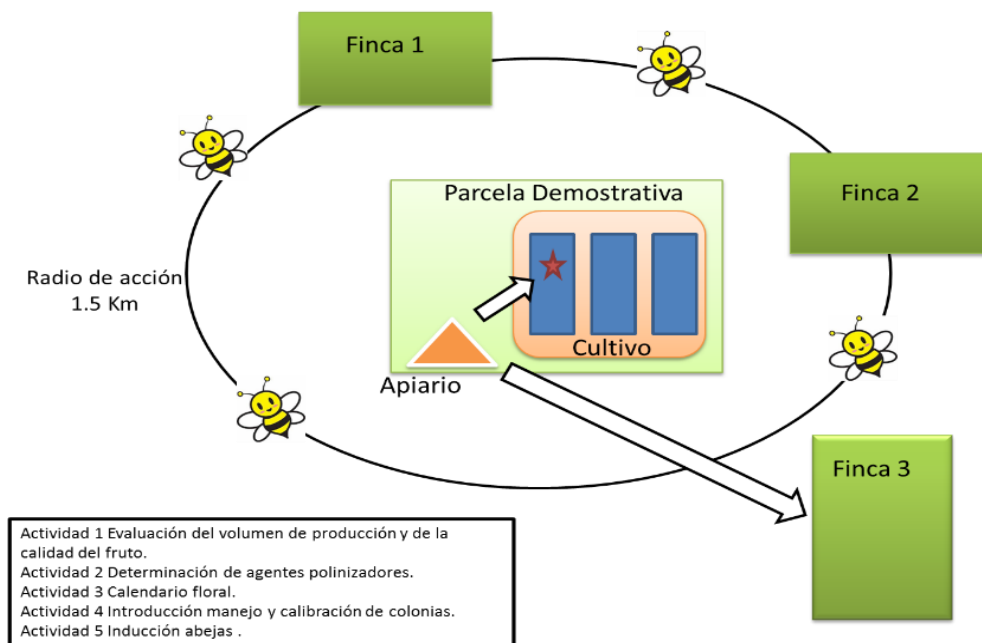


Figura 21. Distribución espacial de las actividades que se desarrollaron bajo el componente de polinización, incluyendo las fincas adjuntas a la parcela donde se montaron las validaciones.

En la figura 21 se muestra de forma esquemática la metodología y las actividades que se desarrollaron en los cultivos ya establecidos para ello se seleccionó una parcela demostrativa en este caso la finca 1 finca donde se hizo el montaje del apiario con 3 colmenas en el cual se desarrolló el material biológico quienes realizaron su efecto polinizador; teniendo en cuenta el radio de acción de las abejas que es 1,5 kilómetros se seleccionaron 2 fincas aledañas que fueron beneficiadas por el efecto polinizador y de igual manera fueron evaluadas. Ya que este proyecto fue manejado de manera conjunta con componentes de fertilidad y sanidad vegetal, es por ello que el cultivo se dividió en 3 secciones, una en la que el productor de manera tradicional lo manejaba y 2 secciones donde se incluía los componentes ya mencionados anteriormente teniendo en cuenta la aplicación de fertilizantes y la aplicación de insumos químicos de categoría toxicológica I y II que se realizaron.

La división de este cultivo se realizó teniendo en cuenta que con el uso de productos químicos estamos poniendo en riesgo el óptimo desarrollo de las colmenas por lo tanto las actividades a desarrollar se tomaron de los surcos manejados por el productor, ya que si se tomaban de los surcos donde se incluyeron los componentes de fertilización y sanidad vegetal repercutiría en los resultados finales.

Teniendo en cuenta que las (3) fincas productoras de mora son dedicadas a la producción netamente de este cultivo, para ello se eligieron los productores; finca 1: Everardo Daza, finca 2: Adelmo Sánchez y finca 3: Manuel Chavarro, ubicadas en Pasca (Cundinamarca), Vereda El Carmen, en donde el montaje de las colmenas se realizaron únicamente en una finca por su radio de acción de 1,5 km lo cual cubre en su totalidad las 3 fincas, en este caso instalo en la finca 1 ya que fue el lugar adecuado por las condiciones de terreno y por el espacio que se tiene para la instalación de las colmenas, se llevó cabo las siguientes actividades que ayudaron a cumplir con los objetivos específicos del proyecto descritas a continuación.

Determinar el volumen de producción en el cultivo de mora antes y después de ser introducidas las colonias de abejas (*Apis mellifera* L).

Durante el periodo sin abejas la producción en las tres fincas es similar ya que durante estos meses se da inicio a las podas, fertilización, floración y cuajado lo cual da origen a un aumento en la producción durante los meses de septiembre y octubre, meses en los cuales octubre se observa el mayor pico de producción en la finca 1 sin embargo no se puede atribuir a la introducción de las abejas, si no a un aumento en la floración ya que este mes octubre es la época de mayor floración en esta zona (Pasca) y por tanto se ve reflejado en el aumento en la producción dado que en este periodo las abejas comienzan a explorar la zona y consumir su alimento de reserva para mantenerse, mientras inician el proceso de polinización; y en el periodo estabilización noviembre, diciembre y enero de las colonias en las dos fincas de los productores aledañas a la finca 1 se ve un pequeño incremento que se atribuye al efecto polinizador ya que el productor sigue manejando sus cultivos en forma tradicional y ese efecto se puede atribuir a las abejas ya que ellas compiten por néctar y polen. **En el figura 22.** Se observa el comportamiento de la producción antes y después de la introducción de las abejas en el cultivo de mora.

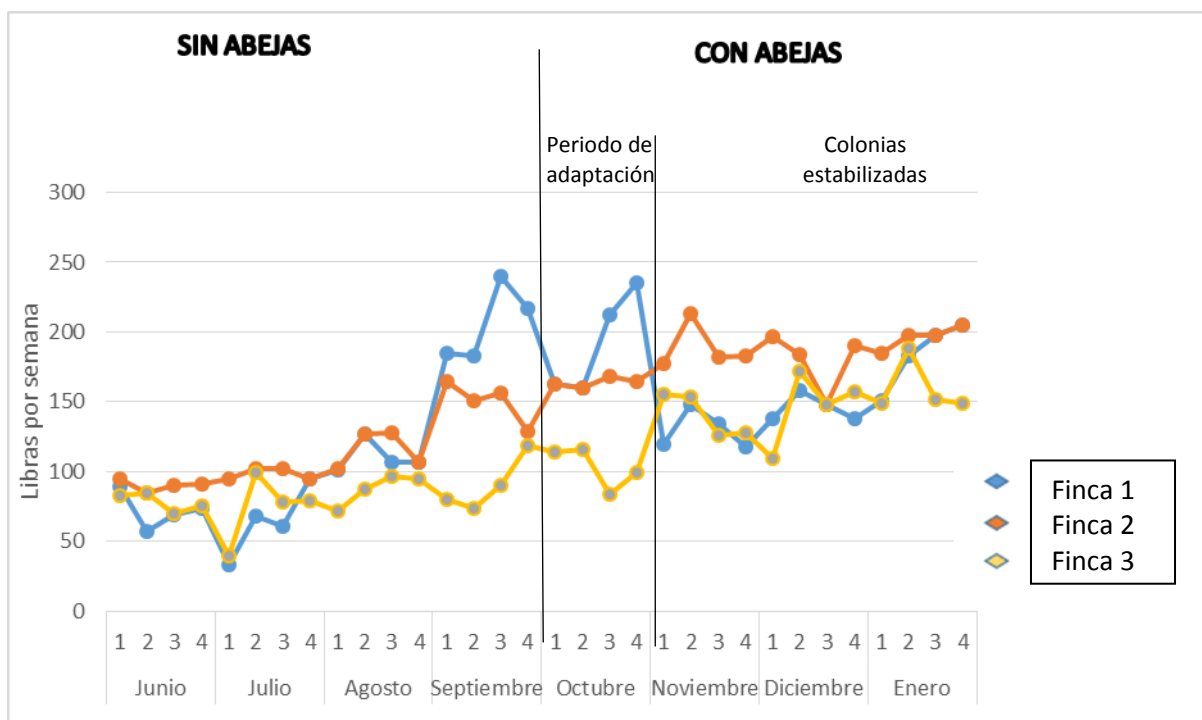


Figura 22. Dinámica de la producción de mora antes y después de la introducción de colmenas de abejas en la PIPA de Pasca y en dos fincas aledañas a esta. (Varila, 2017).

De acuerdo a la metodología el efecto de polinización es más significativo en la finca 2 y 3 ya que en estas no fueron intervenidas por los componentes de fertilización y sanidad vegetal; en el caso de la finca 1 los datos de producción fueron tomados de igual manera de los surcos, manejados por el productor lo cuales no fueron intervenidos por los componentes mencionados anteriormente. Por lo anterior en la gráfica se muestra la dinámica de producción antes y después de la inclusión de las colonias al cultivo.

El periodo sin abejas comprende los meses de junio a septiembre en el cual se le dio manejo convencional a los cultivos, la introducción de las colonias se llevó acabo en el mes de octubre periodo en el cual las abejas se adaptan a su nuevo hábitat y de noviembre del 2016 a enero 2017 se da el periodo de estabilización de las colonias en este periodo se observa una dinámica de producción similar para las tres fincas, con respecto a la producción hubo un leve aumento en libras producidas después de la introducción de las abejas, se requiere llevar la investigación por más tiempo ya que las colmenas aún se encuentran instaladas en la finca 1 para fines que el productor crea pertinentes ya sean para producción de miel, polen o propoleo.

Esto se puede ver afectado por factores ambientales que se deberían haber tenido en cuenta al inicio de la investigación como una estación meteorológica pero que no se tomaron antes de la instalación de las colmenas lo que resultaría un posible riesgo en el desarrollo de las abejas, a criterio se debería haber manejado factores como:

Temperatura: La temperatura que si se encuentra entre 15 y 26°C son el momento propicio donde la actividad pecoreadora es máxima según (Rallo, 1986). Pasca cuenta con una temperatura de 19 °C lo que quiere afirmar que está dentro del rango donde la actividad pecoreadora está en un nivel más alto y nos beneficiaría en el trabajo de polinización de la mora.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Humedad: Siendo el segundo factor en importancia. El efecto directo sobre los procesos fisiológicos de los insectos no es tan crítico como el de la temperatura, pero para ambos factores ejercen una notable influencia sobre la biología y también sobre la distribución de insectos, al afectar a plantas y animales (Apablaza, 2000).

Luz: siendo un efecto directo sobre el comportamiento de los insectos e indirecto al intervenir en la fotosíntesis de plantas verdes. El fotoperiodo puede inducir a la hibernación. La luz determina la actividad de los insectos diurnos, crepusculares y nocturnos. También influye en el apareamiento de algunos insectos y en la estimulación del desarrollo. La luz y los colores ayudan a la ubicación de los alimentos (Apablaza, 2000).

Viento: Afectan indirectamente a los insectos al influenciar la evaporación, la humedad y la temperatura. Su mayor importancia radica en la diseminación de insectos. Cuando son de alta intensidad, pueden causar gran mortalidad. Los vientos suaves pueden favorecer vuelos de dispersión (Apablaza, 2000). A partir de velocidades que se presentan de viento superiores a 18 km/h, el pecoreo se reduce, cesando casi por completo al alcanzar el viento en los 30 Km/h (Rallo, 1986). Pasca cuenta con un viento suave siendo de 8km/h no afectando el vuelo de las abejas y por lo tanto tendrían mayor oportunidad de llegar a la flor de mora.

Lluvia: la lluvia impide la salida de las abejas pecoreadoras, pues el agua en su cuerpo le aumenta su peso e inhabilita sus alas para aletear, disminuyendo de esta manera la acción polinizadora. En el municipio las lluvias varían según la época y por lo tanto no se tienen datos de la frecuencia que llueve en esta zona.

Evaluar las características de calidad del fruto antes y después de la introducción de las abejas: cantidad de frutos, categoría, índices de madurez, peso, diámetro ecuatorial, calibre, deformación del fruto, resistencia al corte, PH, grados Brix, humedad, color, jugosidad, acidez titulable, volumen y densidad

Esta caracterización se debe realizar según la norma ICONTEC NTC 4106 de frutas frescas Mora de castilla. (**Ver anexo 1**); A continuación se presentan las fichas de caracterización en cada una de las fincas:

En esta caracterización se evaluó la calidad físico- química de la fruta cosechada ubicada en el municipio de Pasca – Cundinamarca en la Vereda El Carmen, finca La Portada propiedad del señor Everardo Daza (finca 1), fincas aledañas a la Pipa Manuel Chavarro (Finca2) y Adelmo Suarez Finca 3).

Cabe resaltar que esta ficha de caracterización se toma como línea base o punto de partida de las características de los frutos evaluados antes de la inclusión de las abejas en la polinización del cultivo de mora, los resultados obtenidos de esta evaluación se pueden observar en las tablas 6 (a, b) en las que se encuentran los resultados de los frutos analizados de acuerdo a las categorías, calibre del fruto, peso, diámetro y los diferentes parámetros de calidad para cada una de las fincas.

Tabla 10(a). Resultados de los frutos analizados de acuerdo a la categoría en el municipio de Pasca.

| Productor | Antes de la introducción de las colmenas | | | | | | Después de la introducción de las colmenas | | | | | |
|-----------|--|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|--------------|--|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|--------------|
| | Categoría | Cantidad de frutos | % Frutos evaluados | Peso (gr) | Diámetros (mm) promedio | | Categoría | Cantidad de frutos | % Frutos evaluados | Peso (gr) | Diámetros (mm) promedio | |
| | | | | | Ecuatorial | Polar | | | | | Ecuatorial | Polar |
| Finca 1 | Extra | 43 | 25,0 | 288,07 | 20,61 | 29,07 | Extra | 74 | 26,6 | 348,14 | 20,9 | 27,57 |
| | Primera | 119 | 69,2 | 637,03 | 19,4 | 25,77 | Primera | 133 | 59,9 | 720,51 | 20,1 | 25,57 |
| | Segunda | 10 | 5,8 | 60,76 | 20,55 | 26,06 | Segunda | 15 | 13,5 | 75,82 | 20,28 | 25,45 |
| | Total | 172 | 100,0 | 986 | 20,19 | 26,9 | Total | 222 | 100,0 | 1144,47 | 20,42 | 26,19 |
| Finca 2 | Extra | 23 | 19,3 | 185,13 | 19,59 | 29,6 | Extra | 62 | 22,7 | 160,33 | 18,99 | 26,97 |
| | Primera | 84 | 70,6 | 439,78 | 17,46 | 23,09 | Primera | 108 | 59,7 | 591,4 | 18,19 | 25,53 |
| | Segunda | 12 | 10,1 | 80,11 | 18,32 | 26,31 | Segunda | 11 | 17,1 | 196,14 | 18,94 | 26,41 |
| | Total | 119 | 100,0 | 705,02 | 18,45 | 26,33 | Total | 181 | 100,0 | 947,87 | 18,7 | 26,3 |
| Finca 3 | Extra | 25 | 17,4 | 193,01 | 19,1 | 28,16 | Extra | 70 | 17,4 | 353,68 | 19,48 | 29,2 |
| | Primera | 70 | 48,6 | 429,06 | 17,79 | 25,78 | Primera | 150 | 52,1 | 423,81 | 17,96 | 26,48 |
| | Segunda | 49 | 34,0 | 273,67 | 16,37 | 22,9 | Segunda | 68 | 30,2 | 269,93 | 17,52 | 23,96 |
| | Total | 144 | 100,0 | 895,74 | 17,75 | 25,61 | Total | 288 | 100,0 | 1047,42 | 18,32 | 26,54 |

Aquí se muestra que de acuerdo a la categoría la cantidad de frutos de las 3 categorías que son de mayor importancia aumentaron después de la introducción de las abejas debido al acondicionamiento y estabilización de las colonias a su nuevo hábitat. Por esta razón, es importante que en este periodo las condiciones de manejo de las colonias sean las mejores, para obtener mayores rendimientos con el proceso de polinización dirigida, una vez estabilizadas las colonias, la producción aumento con respecto al periodo sin abejas. Este incremento está por encima de 40 al 50% en cultivos similares mencionada en la gráfica de la figura 20. De la misma forma, con el incremento en la producción se disminuyó el problema de malformación de los frutos lo cuales nos causaban que nos bajara de categoría el fruto y por tanto menos rentabilidad en su venta. Se encontró una mayor cantidad de frutas de la clasificación de extra y primera, disminuyendo el porcentaje de los frutos de segunda que son los que se deberían recolectar en menor proporción por su valor. Esto nos dice que la inducción de las abejas dejo una diferencia significativa en el aumento de la producción y por tanto en la calidad del fruto.

Tabla 10(b). Resultados de los frutos analizados de acuerdo al grado de madurez en el municipio de Pasca

| Productor | Antes de la introducción de las colmenas | | | | Después de la introducción de las colmenas | | | |
|-----------|--|-----------------------|-------------|--------------|--|-----------------------|-------------|--------------|
| | Grado de Madurez | Fuerza al corte(kg/F) | pH | °Brix (%) | Grado de Madurez | Fuerza al corte(kg/F) | pH | °Brix (%) |
| Finca 1 | 6 | 1,028 | 2,74 | 8,23 | 6 | 1,419 | 2,87 | 7,96 |
| | 5 | 1,354 | 2,68 | 7,41 | 5 | 2,223 | 2,71 | 7,46 |
| | 4 | 1,729 | 2,63 | 7,29 | 4 | 2,302 | 2,59 | 7,43 |
| | 3 | 1,878 | 2,54 | 5,49 | 3 | | | |
| | Promedio | 1,497 | 2,64 | 7,105 | Promedio | 1,981 | 2,72 | 7,612 |
| Finca 2 | 6 | 0,024 | 3,02 | 7,69 | 6 | 1,024 | 2,98 | 8,12 |
| | 5 | 0,899 | 2,89 | 8,43 | 5 | 1,009 | 2,87 | 7,98 |
| | 4 | 1,138 | 2,74 | 7,36 | 4 | 1,381 | 2,71 | 7,65 |

| | | | | | | | | |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 3 | 2,271 | 2,61 | 5,28 | 3 | | | |
| | Promedio | 1,083 | 2.815 | 7,19 | Promedio | 1,138 | 2.853 | 7,91 |
| Finca 3 | 6 | 0,766 | 3.343 | 8.231 | 6 | 0,166 | 3.006 | 8.343 |
| | 5 | 1,059 | 2.873 | 8.186 | 5 | 1,225 | 2.899 | 8.201 |
| | 4 | 1,165 | 2.761 | 7.673 | 4 | 1,265 | 2.861 | 7.867 |
| | 3 | 1,414 | 2.761 | 6.445 | 3 | 1,414 | 2.769 | 6.845 |
| | Promedio | 1,101 | 2.934 | 7.633 | Promedio | 1,017 | 2.884 | 7.814 |

La tabla 6 explica como la abeja *Apis mellifera L* aumento los sólidos totales (Grados brix) en los frutos de mora por efecto de la polinización teniendo en cuenta además que aumenta la curva de producción incluyendo calidad y tamaño de los frutos después de la introducción de las colmenas Haciéndola apta para procesos industriales.

Determinar los agentes polinizadores que visitan con mayor frecuencia el cultivo de mora.

Agentes polinizadores

En el figura 10 se pueden observar los agentes polinizadores que visita con mayor frecuencia el cultivo de mora en el municipio de Pasca. Entre ellos tenemos:

La mosca negra (*Sciaridae*) con el 33,09%, la abeja (*Apis mellifera L*) en segundo lugar con el 16,18%, la mosca común (*Musca domestica*) con un 13,97% en cuarto lugar con un 12,50% la avispa (*Polybia occidentalis*), seguido del abejorro (*Bombus*) 7,35%, con un 5,15% se encuentran las mariposas (*Phoebis sennae*) y hormigas (*Mormides sp*) y con menor frecuencias de aparición están los lepidópteros (*Cossus cossus*) 3,68% y el colibrí con un 2,94%.

Para ello se recolectaron una población cerca a los 122 insectos de los cuales fueron clasificados de acuerdo a su orden y especie y así determinar la cantidad de insectos que polinizaban el cultivo de mora.

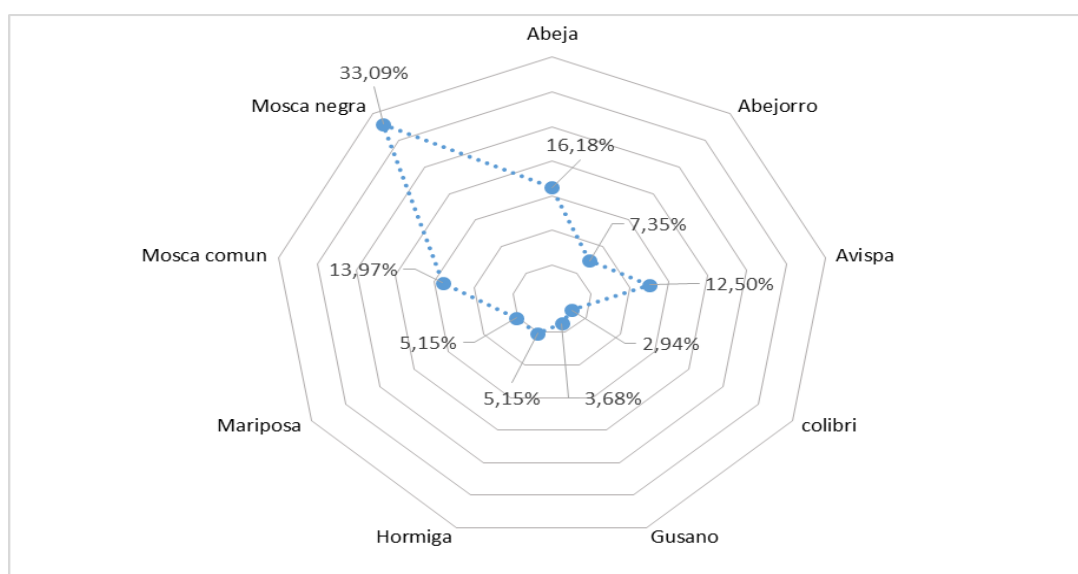











Figura 23. Porcentaje de aparición de los agentes polinizadores identificados en las 3 fincas los agentes polinizadores.

En la gráfica 23 se presenta el porcentaje de aparición de los agentes polinizadores presentes en el cultivo de mora que visitan con mayor frecuencia el cultivo de mora ya que además de los insectos existen otros tipos de polinizadores que fueron observados durante el desarrollo de la actividad, de acuerdo a los resultados se puede decir que la mosca negra se encontró con mayor frecuencia en un 33,09% pero que dentro del marco teórico como se explicó es uno de los insectos de menor importancia por su limitado efecto polinizante, determinado por la necesidad de satisfacer sus requerimientos alimenticios, además de carecer de estructuras adaptadas que nos puedan ayudar en el efecto polinizador según Root (1976) en segundo lugar encontramos a la abeja con 16,18% siendo el insecto principal en el efecto de la polinización, en tercer lugar se encuentra la mosca común con un 13,97% también insecto de baja incidencia en la polinización ya que solo están en busca de alimento, en los últimos lugares se ubica la avispa 12,50% y el abejorro 7,35% quienes se encargan de la polinización de flores grandes para lo cual la flor de mora no es la indicada para que estos insectos la puedan polinizar, la mariposa 5,15% hormiga 7,35% y el gusano 3,66% r, también hacen parte de los insectos que van en busca de alimento pero que se encuentran limitados por su bajo efecto polinizante, por último se encuentra el colibrí 2,94% que hace parte de la polinización ornitófila siendo uno de los principales polinizadores de las flores grandes tropicales, por lo cual la flor de mora por su tamaño no sería la indicada. Esta actividad se llevó a cabo en la primera floración iniciado el proyecto por tal razón se observa que para la mosca negra la flor de mora fue más atractiva que para la abeja *Apis* ya que en ese momento se instalaron las colonias y se inició el proceso de adaptación además de que no se realizó el proceso de inducción en el momento del muestreo, ya que con la inducción se logra que la abeja sea fiel al cultivo de mora.

| Nombre | Imagen | % Aparición | Lugar Captura |
|--|---|-------------|---------------|
| Nombre común: Mosca negra Nombre científico: <i>Sciaridae</i> (Diptera: Sciaridae) |  | 33,09% | PASCA |
| Nombre común: Abeja Nombre científico: <i>Apis mellifera L</i> (Hymenoptera: Apidae) |  | 16,18% | PASCA |
| Nombre común: Mosca común Nombre científico: <i>Musca domestica</i> (Diptera: Muscidae) |  | 13,97% | PASCA |
| Nombre común: Avispa |  | 12,50% | PASCA |

| | | | |
|---|---|-------|-------|
| <p>Nombre científico: <i>Polybia occidentalis</i> (<i>Hymenoptera: Vespidae</i>)</p> | | | |
| <p>Nombre común: Abejorro Nombre científico: <i>Bombus</i> (<i>Hymenoptera: Apidae</i>)</p> |  | 7,35% | PASCA |
| <p>Nombre común: Mariposa Nombre científico: <i>Phoebis sennae</i> (<i>Lepidoptera: Pieridae</i>)</p> |  | 5,15% | PASCA |
| <p>Nombre común: Hormiga Nombre científico: <i>Formicidae</i> (<i>Hymenoptera: Formicidae</i>)</p> |  | 7,35% | PASCA |
| <p>Nombre comun: Gusano Nombre científico: <i>Cossus cossus</i> (<i>Lepidoptera: Cossidae</i>)</p> |  | 3,66% | PASCA |
| <p>OTROS Nombre comun: <i>Colibri</i> Familia: Trochilidae</p> |  | 2,94% | PASCA |

Agentes polinizadores identificados en las tres fincas de manera gráfica. Ver figura 24 (Varila A, 2017)

Se observa que hay más visita por parte de la mosca negra debido a que resulta para el insecto más atractivo visitar la mora ya que es un insecto que reside en la zona, por otra parte para que la abeja *Apis mellifera L* logre ser el insecto principal de polinización se requiere seguir trabajando con el proceso de inducción por más tiempo como se ha mencionado anteriormente, la abeja ha demostrado resultados favorables en el número de cuajes y en el alza de su producción según investigaciones ya realizadas por lo tanto se requiere seguir trabajando en el proceso de polinización dirigida y así lograr observar mejores resultados en el proceso de formación de frutos.

Establecer el calendario floral de acuerdo a la época de floración de las especies botánicas presentes en la zona.

CALENDARIO FLORAL.

Para el caso del calendario floral de las fincas de Pasca – Cundinamarca se encontró una gran diversidad de especies botánicas de gran interés apícola entre ellas están:

Mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*), productora de néctar y polen la floración es constante para esta especie, pero presenta dos picos de floración que se dan entre febrero – marzo y en octubre – diciembre.

Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) es una especie arbórea productora principalmente de néctar y en menor medida polen presentados en los meses de julio y diciembre.

Arveja (*Pisum sativum*) de uso comercial es una especie productora de polen que florece con mayor intensidad en febrero y en menor medida en los meses de marzo, junio y julio.

Siete cuero (*Tibouchina lipedota*) árbol productor de polen que florece durante los meses de marzo-abril y tiene una segunda floración en los meses de Octubre-Noviembre.

Con respecto a los arvenses o malezas encontradas en esta región, como:

Chilco (*Sapium jamaicense*)

Diente de león (*Taraxacum officinale L*)

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tote (*Rhynchospora nervosa vahl*)

Nabo forrajero (*Raphanus sativo*)

Además se encuentran otras especies frutales cuyo uso o fin es la comercialización tales como el aguacate (*Persea americana*), el maíz (*Zea maíz*), la ciruela (*Spondias purpurea*) en donde su floración es variada. Finalmente, se encuentra el pasto estrella (*Cynodon Plectostachyus*), que es una especie forrajera productora de polen cuya floración es constante durante todos los meses.

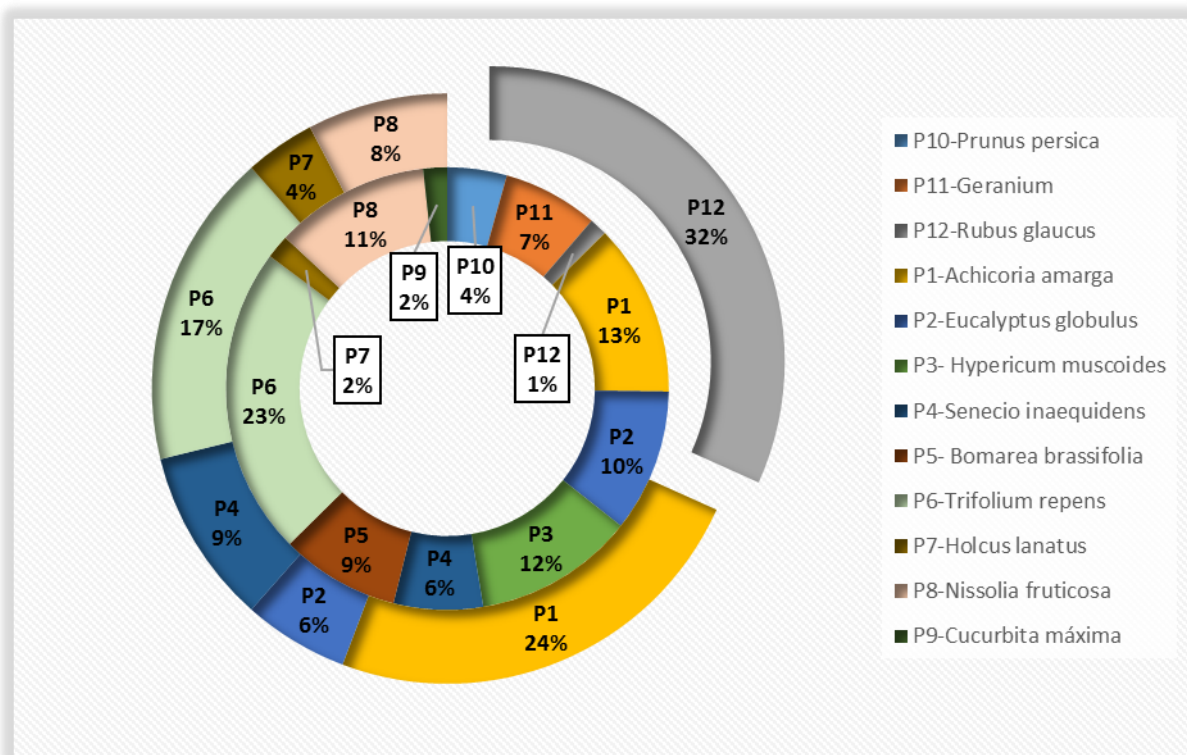
El calendario floral que se presenta a continuación hace referencia a las especies encontradas para las 3 fincas del municipio de Pasca importantes en el área apícola donde cada símbolo hace referencia a una flor época en la cual estas especies se presentan cuando se observa 2 flores en un mismo cuadro hace referencia a que la floración es más fuerte y se verá reflejado en los picos de producción ver tabla 11.

Se concluye que el calendario floral nos ayuda a conocer el tipo de flora apícola en la zona y las posibles épocas de floración, son elementos de vital importancia para el fortalecimiento de la apicultura, razón por la cual se elaboró este calendario y poder determinar el momento en que se presenta algún tipo de oferta botánica, para el mantenimiento, reproducción y producción de las colonias en cada una de las épocas del año.

Estimular la actividad pecoreadora de las abejas a través del proceso de inducción

ANÁLISIS PALINOLÓGICO

Para el caso del análisis palinológico de la zona en estudio antes de la inducción se identificaron 12 especies botánicas en dicha muestra, la especie que presentó mayor porcentaje de aparición es el *Trifolium repens* (Trébol blanco) con un 23% y la especie botánica que se encontró con menor incidencia fue *Rubus glaucus Benth* (Mora de castilla); posterior a la inducción esta proporción se incrementó notablemente hasta alcanzar un nivel de 32% de visitas por parte de las abejas, como se observa en la figura 15.



** El círculo interno es antes de la inducción y el círculo externo es después de la inducción

Figura 25. Identificación y porcentaje de aparición de polen de las diferentes especies botánicas antes y después de la inducción en el cultivo de mora en el municipio de Pasca. (Varila A, 2017).

Se muestra en la figura 25 antes la inducción de las abejas el polen de mora no era tan atractivo para la abeja *Apis mellifera L* posterior a la inducción se presentó un aumento significativo en la recolección polen y visita de las abejas al cultivo de mora.

16. IMPACTOS ESPERADOS:

En Colombia la apicultura es una actividad que es de tipo familiar, en la que el apicultor y su familia desempeñan todas las labores que se deben tener en cuenta para trabajar con la polinización dirigida con *Apis mellifera L.* Ya que las abejas son parte de la biodiversidad que se deben conservar y preservar para mantener el desarrollo de sistemas sostenibles.

Con el proyecto que se estuvo trabajando en el municipio de Pasca, Cundinamarca se logró generar programas de capacitación frente al proceso de polinización de *Apis mellifera L.* con relación al cultivo de mora, resolviendo dudas respecto al manejo que se le debe dar a las colmenas y su importancia respecto al aumento en la productividad agrícola sobre el tamaño y forma de la fruta, por otra parte, permitiendo el mantenimiento de la biodiversidad botánica.

La diversidad de productos generados para la explotación apícola, la contribución de las abejas como agentes polinizadores a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola y la alta demanda de las industrias, hacen de la apicultura una alternativa de producción animal con mayor interés para el fortalecimiento y diversificación del sector agropecuario colombiano Vásquez R., tello,J.,(1995).

De esta forma se cumplió con el objetivo de aumentar la cantidad y calidad de los frutos recolectados y por lo tanto contribuir a la mejora de los ingresos económicos de la explotación, con énfasis en aquellos con posibilidades de exportar, como también hacer uso del control biológico indirecto de plagas, debido a la competencia que se genera por alimento y derivados de productos marginales como la miel, el polen, la jalea real, otros como el propoleo y apitoxina (el veneno de las abejas), además que se podría ingresar a los mercados internacionales de la agricultura limpia que es una forma de siembra actualmente mediante el no uso de agroquímicos tóxicos si no un agricultura libre de contaminantes dañinos para el cuerpo humano, pudiéndose así a los consumidores de países desarrollados gracias a su capacidad de compra y a su conciencia ambiental.

Hablándose así también de nuevas agro cadenas para cada una de las especies agrícolas como pecuarias, entre ellas la cadena productiva de las abejas y la apicultura en Colombia (CPAA), lo cual ha sido la pionera de la ejecución de actividades y proyectos que fomentan la iniciativa de este tipo de proyectos apícolas. (Vasquez R. et al (2012).

17. CRONOGRAMA

| Actividad | 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|--------|---|---|---|---------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|------|---|---|---|
| | Agosto | | | | septiembre | | | | octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | |
| | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Diagnostico de la comunidad | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluacion del volumen de produccion y calidad del fruto (Antes) | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| determinacion de agentes de polinizadores | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Establecimiento de calendarios florales | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| introduccion, manejo y calibracion de colonias. | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| registro del desarrollo de colmenas | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| induccion de abejas | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluacion del volumen de produccion y calidad del fruto (Despues). | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recopilacion de datos e informacion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| elaboracion del preinforme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| informe final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |

CONCLUSIONES

El uso de las abejas *Apis mellifera L* favorece y acelera los procesos de polinización del cultivo de mora en más del 50% ya que esta polinización es indispensable después de las podas, porque permite el aumento de cuajes por ende una mayor cantidad de frutos por planta.

En cuanto a los beneficios que se obtienen tras la utilización de las abejas para la polinización de la mora se verá reflejada directamente en el componente de cosecha y pos cosecha aumentando su producción significativamente inicialmente con una producción mensual de 305 kg antes de la inducción, con un aumento de 600 kg después de la inducción alza en la economía de nuestros productores moreros.

Al evaluar la calidad fisicoquímica de los frutos se observó un incremento en el porcentaje de los frutos clasificados como extra y primera después de la introducción de las colmenas, además de tener un mayor peso, diámetro y resistencia, respecto a los frutos producidos antes de la inducción.

Con el calendario floral del municipio de Pasca, Vereda El Carmen se identificaron varias especies botánicas fuentes de néctar y polen que son de importancia como recurso para la multiplicación y alimentación de las abejas.

Las frutas producidas usando como practica cultural la polinización dirigida con *Apis mellifera L* aumenta los grados Brix de la pulpa de la fruta, lo que la hace más palatable y con mayor aceptación en mercados de calidad.

En cuanto a los insectos polinizadores que visitan a la flor de mora se estableció que la abeja *Apis mellifera L*, abejorros y avispas son las especies de mayor frecuencia en el cultivo de mora , pero para lograr que la abeja sea el insecto principal de polinización se debe seguir realizando pruebas de inducción por más tiempo, hay que tener en cuenta que el estudio realizado fue en corto tiempo el cual se encontraban en periodo de estabilización y por ende extender las pruebas daría respuestas favorables y positivas en cuanto a su efecto en la polinización en nuestro cultivo ya que la abeja ya estaría completamente estabilizada en la zona de interés.

Una de las principales limitantes para el uso de abejas en la polinización de cultivos frutales, es el mal uso de los productos químicos por parte de los productores, ya que la utilización de productos químicos de alta categoría ya que estos afectan la vida y por tanto la estancia de las abejas, por lo tanto las estrategias que se implementaron fue impulsar a los productores a disminuir el uso de productos de alta toxicidad o la utilización de biocontroladores que son muy benéficos para el medio ambiente, para el cultivo y para disminuir al máximo el riesgo de contaminación y muerte de las colmenas de abejas en procesos de polinización.

Cabe resaltar que el estudio se realizó por un periodo de 4 meses ya que en ese periodo se instalaron las colmenas mes de octubre el cual el proyecto culminaba su etapa práctica en un periodo de 6 meses, tiempo el cual fue evaluada la incidencia de polinización de *Apis mellifera L* ya que se debía abarcar otros componentes dentro del mismo proyecto como era sanidad

Facultad de Ciencias Agropecuarias

vegetal y fertilización donde realice acompañamiento, es por ello que el trabajo de investigación no se pudo extender por más tiempo debido a su finalización por parte del grupo de trabajo al cual pertenecí, pero que si se debe manejar por un periodo más largo y así sacar mayores y mejores datos de formas más clara y contundente.

Con la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera L* en este cultivo, se produjo un incremento, pasando de 305 kg mensuales durante el periodo sin abejas a 600Kg una vez adaptadas las colonias, a causa básicamente del aumento en el porcentaje de frutos cosechados. Lo que representa además un incremento económico.

La curva de producción del cultivo mejoro su comportamiento 3 semanas después de la introducción de las colmenas, reflejándose en el aumento de la producción, la calidad y el tamaño de los frutos.

El aumento de los sólidos solubles totales (grados brix) en los frutos de mora por efecto de polinización dirigida con abejas, los hace aptos para procesos industriales, como la producción de pulpa para mermeladas y jugos.

BIBLIOGRAFÍA

Apablaza, J. (1995). *Introducción a la entomología general y agrícola*: 2 Ed. editorial universitaria. Chile. (pag 408).

Bog

Avellaneda, K. (2009)...ESTUDIO DEL POTENCIAL DE *Apis mellifera* L, COMO POLINIZADOR PARA LA FORMACION DE FRUTO EN UN CULTIVO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) TIPO DE EXPORTACION : CASO CITRICOS DEL MILENIO , BAJO POMPEYA, DEPARTAMENTO DEL META.(Trabajo de grado). PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá.

Cardona, J. (1997). *La citricultura en el eje cafetero*. Manizales Colombia (pag 100).

Cornejo, J. (1994). Polen, tecnología de su producción, procesado y comercialización. *Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 37.. Documento electrónico fuente en internet <http://www.redalyc.org/html/145/14502906/>

Chauvin, R. (1976). "Les Abeilles et moi "(Francia ed.). Francia. (pag 161).

Bolda. (2010). *Polinización incompleta en la mora (Frambuesa)*. Obtenido de <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=2745>

Casaca, A. (2005). El cultivo de la mora (*Rubus glaucus*). Promosta, Costa Rica.

Casaca, A. (2010). Centroamérica de agricultura y ganadería. Costa Rica. Banco Interamericano de Desarrollo. PROMOSTA. DICTA.

Cotero (1995) y Acoabastos (2001) Manual de POLINIZACIÓN DIRIGIDA CON ABEJAS *Apis mellifera* L: TECNOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS CON POTENCIA EXPORTADOR.

Del pozo, E., & Schopflocher, R. (1987). *Apicultura lucrativa*. Buenos Aires, Argentina.(pag184).

Espina, D., & Ordext, G. (1984). *En apicultura tropical*. san José, Costa Rica.

Ish-am,G., & Eisikowitch,D. (1998) Utilización de la abeja *Apis mellifera* L como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria Chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus* Benth) y su efecto en la producción. (pág. 14). Mosquera (Cundinamarca).

Free, J. 1980. *A Organização social das Abelhas (Apis)*. EDUSP. São Paulo, Brasil.

Lexis. (1976). *Diccionario enciclopédico*. Barcelona, España: Circulo de Lectores., Barcelona.(Pag 376).

Mcgregor, S. (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants*. Obtenido de Agricultural. USDA, Washington D.C Handbook: Documento electrónico fuente en internet <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/20220500/OnlinePollinationHandbook.pdf>

Marie, J. (1990). *Guía del apicultor*. Obtenido de mundi- prensa:España. Documento electrónico fuente en internet

<http://teca.fao.org/sites/default/files/resources/Guia%20del%20Apicultor%20-%20Jean%20Marie%20Philippe.pdf>

Maessen, P. (1993). Sociedad Argentina de Apicultores. Documento electrónico fuente en internet

http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/informesinternacionales/apicultura_informe_sector_argentina.pdf.

Maessen, P. (2000). Polinización dirigida con abejas Melíferas. Secretaría de Prensa y Difusión de la Sociedad Argentina de Apicultores. Buenos Aires. Documento electrónico fuente en Internet. <http://www.polen/general/general.html>

Malerbo-Souza, D.; Charlier, A., (2002). Métodos para atraer a abelha *Apis mellifera L* in vitro e em
em
Cultura de maracujá amarelo (*Passiflora flavicarpa*). XIV Congresso Brasileiro de Apicultura.
Campo Grande MS. Brasil.

Ministerio de Desarrollo Rural. (2001). Producción de mora Castilla. Ingeniería Agrícola. Colombia.

Monteiro, M. (2004). Moras Berries del Uruguay con el Manual de POLINIZACIÓN DIRIGIDA CON ABEJAS *Apis mellifera L*: TECNOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS CON POTENCIA EXPORTADOR

Ramos, A. y Rodriguez, F. 2004. Neurociencia y comportamiento [en línea]: documento electrónico fuente en Internet. 2009 [fecha de consulta: 05 marzo 2017]. Disponible:

<http://www.us.es/gneurocomp/neuroetologia/Division%20trabajo%20abejas/alimique2.htm>.

Schirmer L., R. 1986. Albelhas Ecologías. cámara Brasileira del libro. SP, Brasil.

Snodgrass, R. 1984. Anatomy of the Honey Bee. Cornell University Press. New York, USA.

Vasquez, R., Martinez, R., ortega, C., & Maldonado, D. (2012). En *Manual tecnico de Apicultura Abeja (Apis mellifera L)* (pág. 100). Bogotá.

Vasquez, R., camargo, E., ortega, C & W. D. Maldonado, D., (2015). *Implementacion de buenas practicas apicolas y mejoramiento genetico para la produccion de miel y polen*. (pág. 88). Mosquera, Corpoica, (Colombia).

Vasquez, R., Ballesteros, H., Tello, J., Castalleda, J., Corredor, E., Ortega, C & Riveros, L. *POLINIZACION DIRIGIDA CON ABEJAS Apis mellifera L: Tecnologia para el mejoramiento de la produccion de CULTIVOS CON POTENCIAL EXPORTADOR*. 2011 (pág. 88). Bogotá (Colombia):Corpoica.

Vasquez,R.,Tello, J., (1995) *Produccion Apicola.Ed.Produmedios* (pág. 127). Bogotá (Colombia).

Vasquez,R., Ballesteros,H.,Muñoz,A.,Cuellar.,E.(2006). *Utilizacion de la abeja Apis mellifera L como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (Fragaria chiloensis) y mora (Rubus glaucus) y su efecto en la produccion.* (pág. 77). Mosquera (Cundinamarca).

Visscher, P., Sherman,G. (1998). *Utilizacion de la abeja Apis mellifera L como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (Fragaria chiloensis) y mora (Rubus glaucus Benth) y su efecto en la produccion.* (pag 13y 14) Mosquera (Cundinamarca).

Winston, M.1994.*The Biology of the Honey Bee.* 4^a edition. Harvard University, Cambridge, London, Inglaterra.

Universidad de Cundinamarca
Sede Facatativá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

