



**PROPUESTA: APICULTURA COMO ESTRATEGIA DE GESTIÓN  
DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE POLINIZACIÓN EN DOS  
FINCAS APÍCOLAS EN LOS MUNICIPIOS DE GUASCA Y  
GUATAVITA, CUNDINAMARCA**

Diego Alonso Mancera Rodríguez y  
Sergio Alejandro Sánchez Ayala

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, 18 de Octubre del 2019

**PROPUESTA: APICULTURA COMO ESTRATEGIA DE GESTIÓN  
DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE POLINIZACIÓN EN DOS  
FINCAS APÍCOLAS EN LOS MUNICIPIOS DE GUASCA Y  
GUATAVITA, CUNDINAMARCA.**

Diego Alonso Mancera Rodríguez y  
Sergio Alejandro Sánchez Ayala

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Ambiental**

Director (a):  
Carlos Eduardo Quintero Murillo

Línea de Investigación:  
Salud y ambiente

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, Colombia  
2019

## **Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional**

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

## **Agradecimientos**

Queremos agradecer primeramente a la vida por darnos la oportunidad de realizar y terminar esta apasionante investigación con éxito; a nuestras familias por el apoyo incondicional, por la paciencia durante el desarrollo del proyecto y por alentarnos a seguir; a nuestra alma mater la Universidad El Bosque, en la que nos formamos como profesionales, pero ante todo como personas.

Agradecemos también a nuestro director de proyecto, el profesor Carlos Quintero, por inspirarnos a profundizar en el campo del análisis sobre polinizadores, su cuidado y valoración de su servicio ecosistémico, por su tiempo y deseo de ayudarnos. Al ingeniero en Biología y profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Víctor Manuel Solarte por su apoyo de análisis de laboratorio y colaborarnos con la observación palinológica, fundamental para este proyecto. A cada uno de los docentes que nos enseñaron a ser profesionales y personas íntegras.

Agradecemos enormemente al señor Jairo Velandia y la señora Stella Londoño; persona que nos apoyaron durante el proceso de conocimiento, seguimiento y acompañamiento en la zona de estudio en las respectivas visitas técnicas, logrando el acercamiento a la apicultura artesanal y su conocimiento con la plantas en la zona de estudio.

Finalmente, pero no menos importante a nuestros amigos más cercanos, quienes nos guiaron y alentaron en todo el proceso investigativo.

## Tabla de contenido

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introducción.....</b>                                              | <b>1</b>  |
| <b>Planteamiento del problema.....</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>Justificación .....</b>                                            | <b>3</b>  |
| <b>Objetivo general y específicos .....</b>                           | <b>5</b>  |
| Objetivo general.....                                                 | 5         |
| Objetivos específicos .....                                           | 5         |
| <b>Marco de referencia .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| Estado del arte.....                                                  | 5         |
| Apicultura en Colombia.....                                           | 5         |
| Contexto nacional, regional y local de la apicultura colombiana ..... | 7         |
| Servicios ecosistémicos.....                                          | 8         |
| Polinización.....                                                     | 12        |
| Servicio ecosistémico de polinización .....                           | 14        |
| Polinización y Biodiversidad en Colombia.....                         | 15        |
| Flora apícola.....                                                    | 17        |
| Polen.....                                                            | 19        |
| Marco teórico-conceptual .....                                        | 22        |
| Marco Normativo .....                                                 | 24        |
| Normativa legal Colombiana .....                                      | 25        |
| Guía y manual de apicultura en Colombia.....                          | 26        |
| Marco geográfico .....                                                | 27        |
| ▪ Municipio de Guasca.....                                            | 27        |
| ▪ Municipio de Guatavita .....                                        | 28        |
| Marco institucional .....                                             | 29        |
| ▪ Alcaldía Municipal de Guasca .....                                  | 29        |
| ▪ Alcaldía Municipal de Guatavita.....                                | 30        |
| ▪ Colectivo abejas vivas.....                                         | 30        |
| <b>Metodología.....</b>                                               | <b>31</b> |
| Introducción .....                                                    | 31        |
| Enfoque, alcance y método de la investigación .....                   | 32        |
| Unidad de análisis .....                                              | 32        |
| Diseño de investigación .....                                         | 32        |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| Localización del área de estudio .....                 | 32        |
| Metodología para cada objetivo específico.....         | 34        |
| Objetivo específico 1: .....                           | 34        |
| Objetivo específico 2: .....                           | 36        |
| Objetivo específico 3: .....                           | 38        |
| <b>Resultados y análisis.....</b>                      | <b>39</b> |
| Resultados objetivo específico 1:.....                 | 42        |
| Análisis de resultados del objetivo específico 1 ..... | 48        |
| Resultados objetivo específico 2.....                  | 50        |
| Análisis de Abundancia y diversidad.....               | 55        |
| Análisis de distribución de las plantas .....          | 62        |
| Resultados objetivo específico 3:.....                 | 62        |
| Análisis de resultados del objetivo 3.....             | 66        |
| <b>Conclusiones.....</b>                               | <b>73</b> |
| <b>Recomendaciones.....</b>                            | <b>75</b> |
| <b>Referencias Bibliográficas .....</b>                | <b>76</b> |

## Listado de tablas

- Tabla 1. Comparación de tipologías de Servicios ecosistémicos EEM, EEM-UK, VIBSE*
- Tabla 2. Componentes generales del polen*
- Tabla 3. Normativa legal Colombiana*
- Tabla 4. Características morfológicas de las microcuencas del municipio de Guasca*
- Tabla 5. Calendario de visitas técnicas a los apiarios de Guasca y Guatavita*
- Tabla 6. Formato de registro del Apiario en Guasca en época seca*
- Tabla 7. Producción promedio de polen en el apiario de Guasca en época seca*
- Tabla 8. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guasca en época seca*
- Tabla 9. Formato de registro del Apiario en Guatavita en época seca*
- Tabla 10. Producción promedio de polen en el apiario en Guatavita en época seca*
- Tabla 11. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guatavita en época*
- Tabla 12. Formato de registro del Apiario en Guasca en época húmeda*
- Tabla 13. Producción promedio de polen en el apiario de Guasca en época húmeda*
- Tabla 14. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guasca en época húmeda*
- Tabla 15. Formato de registro del Apiario en Guatavita en época húmeda*
- Tabla 16. Producción promedio de polen en el apiario en Guatavita en época húmeda*
- Tabla 17. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guatavita en época húmeda*
- Tabla 18. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época seca en el apiario de Guasca*
- Tabla 19. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época seca en el apiario de Guasca*
- Tabla 20. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época seca en el apiario de Guatavita*
- Tabla 21. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época seca en el apiario de Guatavita*
- Tabla 22. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época húmeda en el apiario de Guasca*
- Tabla 23. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época húmeda en el apiario de Guasca*
- Tabla 24. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época húmeda en el apiario de Guatavita*
- Tabla 25. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época húmeda en el apiario de Guatavita*
- Tabla 26. Especies presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en los apiarios de Guasca y Guatavita*
- Tabla 27. Plantas nativas en bosques y rastrojos andinos con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie Apis mellifera*
- Tabla 28. Herbazales, árboles y leguminosas andinos con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie Apis mellifera*

*Tabla 29. Plantas de uso potencial en sistemas agroforestales andinos con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie Apis mellifera.*

## **Listado de figuras**

*Figura 1. Número de servicios ecosistémicos estudiados por país en los agroecosistemas diversificados*

*Figura 2. Publicaciones de servicios ecosistémicos y sistemas agrícolas en los 10 primeros países en América Latina*

*Figura 3. Distribución de producción del sector apícola en Colombia*

*Figura 4. Cuencas hidrográficas del municipio de Guasca*

*Figura 5. División política del Municipio de Guatavita*

*Figura 6. Organigrama Alcaldía Municipal de Guasca*

*Figura 7. Organigrama Alcaldía Municipal de Guatavita*

*Figura 8. Logo Colectivo abejas vivas*

*Figura 9. Ubicación de los apiarios de estudio*

*Figura 10. Precipitaciones promedias mensuales (1981-2010) en Guasca y Guatavita*

*Figura 11. Precipitaciones promedias mensuales - periodo semestral (1981-2010) en Guasca y Guatavita.*

*Figura 12. Estaciones meteorológicas*

*Figura 13. Probabilidad diaria de precipitación en Guasca*

*Figura 14. Precipitación de lluvia mensual promedio en Guasca*

*Figura 15. Probabilidad diaria de precipitación en Guatavita*

*Figura 16. Precipitación de lluvia mensual promedio en Guatavita*

*Figura 17. Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guasca en época seca*

*Figura 18. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario en Guasca en época seca*

*Figura 19 Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guatavita en época seca.*

*Figura 20. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario de Guatavita en época seca*

*Figura 21. Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guasca en época húmeda*

*Figura 22. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario en Guasca en época húmeda*

*Figura 23. Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guatavita en época húmeda*

*Figura 24. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario en Guatavita en época húmeda*

*Figura 25. Perfil de vegetación para el transecto 1 en el apiario de Guasca*

*Figura 26. Perfil de vegetación para el transecto 2 en el apiario de Guasca*

*Figura 27. Distribución porcentual de la cobertura vegetal de las plantas en el apiario de Guasca*

*Figura 28. Distribución porcentual de hábitos de crecimiento de las plantas en el apiario de Guasca*

*Figura 29. Perfil de vegetación para el transecto 1 en el apiario de Guatavita*

*Figura 30. Perfil de vegetación para el transecto 2 en el apiario de Guatavita*

*Figura 31. Distribución porcentual de la cobertura vegetal de las plantas en el apiario de Guatavita*

*Figura 32. Distribución porcentual de hábitos de crecimiento de las plantas en el apiario de Guatavita*

*Figura 33. Radios de forrajeo de 3 Km de la Apis mellifera en los apiarios de Guasca y Guatavita*

*Figura 34. Zonificación del medio biótico del municipio de Guasca, Cundinamarca*

*Figura 35. Zonificación del medio biótico del municipio de Guatavita, Cundinamarca.*

## **Resumen**

Este estudio se llevó a cabo en los municipios de Guasca y Guatavita del departamento de Cundinamarca, Colombia. En donde se seleccionaron dos apiarios con una característica importante: la producción apícola se fundamenta principalmente en el recurso natural polen.

De esta manera se realizó un estudio de la vegetación alrededor de dos fincas apícolas, tomando en consideración las especies con presencia de polen, esta consideración se realizó mediante métodos de observación directa e indirecta y un análisis adicional de abundancia absoluta, relativa y diversidad de especies poliníferas en las zonas definidas en 2 transectos de 4m de ancho x 100m de largo, distribuidos a lo largo de cada finca. En la observación directa, se obtuvo que las especies caracterizadas en su gran mayoría son ofertantes del recurso natural polen, siendo aproximadamente del 40-45% de la muestra total, además de ser nativas en más de un 50%. Sin embargo al estructurarse con la observación indirecta correspondiente a un análisis palinológico, la especie *Apis mellifera* tiene preferencia por las especies de tipo cultivado o naturalizado, llegando a tener una predilección inclusive sobre un cultivo (*Brassica* vs *Raphanus*) que puede ser de coles, repollo, brócoli o coliflor y de las cuales se encuentran en una zona posterior a la caracterizada.

A su vez, esta información ayuda a entender el área de influencia de forrajeo que recorren las *Apis mellifera* para conseguir su alimento y que argumentado en revisión bibliográfica, se logra determinar un radio de forrajeo de 3 km. De esta manera mediante la determinación del medio biótico circundante de esta área, se realiza una propuesta de alternativas de más de 70 especies vegetales con información científica sobre el servicio ecosistémico de polinización, que presta la especie *Apis mellifera* para favorecer tres grandes categorías agrupadas según las variables utilizadas para la determinación del medio biótico, como lo fueron: la restauración ecológica, conservación de sistemas naturales y corredores ecológicos y sistemas agroforestales (Silvopastoril y agrosilvopastoril). Brindando un escenario óptimo de vegetación abundante que favorezca tanto a la apicultura como a los sistemas naturales a su alrededor y de esta manera lograr potenciar el servicio ecosistémico de polinización.

***Palabras clave:*** Apicultura, *Apis mellifera*, Polen, Polinización, Servicio ecosistémico.

## **Abstract**

This study was carried out in the municipalities of Guasca and Guatavita in the department of Cundinamarca, Colombia. Where two apiaries were selected with an important characteristic: bee production is mainly based on the pollen natural resource.

In this way, a study of the vegetation around two beekeeping farms was carried out, taking into account the species with the presence of pollen, this consideration was carried out by means of direct and indirect observation methods and an additional analysis of absolute, relative abundance and diversity of species Polynifers in the areas defined in 2 transects 4m wide x 100m long, distributed throughout each farm. In the direct observation, it was obtained that the species characterized in their great majority are suppliers of the pollen natural resource, being approximately 40-45% of the total sample, in addition to being native in more than 50%. However, when structured with the indirect observation corresponding to a palynological analysis, the *Apis mellifera* species has a preference for cultivated or naturalized species, reaching a predilection even over a crop (*Brassica* vs *Raphanus*) that can be cabbage, cabbage, broccoli or cauliflower and of which are in an area after the characterized.

In turn, this information helps to understand the area of forage influence that the *Apis mellifera* travel to get their food and that, argued in bibliographic revision, it is possible to determine a foraging radius of 3 km. In this way, through the determination of the surrounding biotic environment of this area, a proposal is made of alternatives of more than 70 plant species with scientific information on the ecosystem service of pollination, provided by the species *Apis mellifera* to favor three large categories grouped according to variables used to determine the biotic environment, such as: ecological restoration, conservation of natural systems and ecological corridors and agroforestry systems (Silvopastoral and agrosilvopastoral). Providing an optimal scenario of abundant vegetation that favors both beekeeping and the natural systems around it and in this way to enhance the ecosystem service of pollination.

**Keywords:** *Beekeeping, Apis mellifera, Pollen, Pollination, Ecosystem Service.*

## Introducción

El sector apícola o mejor conocida con el término de apicultura según Pérez (2007) la define como una “...actividad agrícola que contribuye a la protección del ambiente y a la producción agroforestal mediante la acción polinizadora de las abejas” y es que como tal la apicultura, como actividad agropecuaria, y desde el punto de vista de la producción orgánica, sostenible o de buenas prácticas, esto a significado siempre un reto, sin embargo para la apicultura, estas palabras tienen sentido considerando la relación particular que las abejas (*Apis mellifera*) mantienen con el medio ambiente y en particular con especies vegetales.

El desarrollo de la apicultura puede utilizarse como una herramienta de trabajo fundamental, para generar estrategias de gestión que permiten proteger la biodiversidad de una región o zona en particular. Las abejas realizan un trabajo de vital importancia para la conservación de las diferentes especies vegetales, ya que existe un proceso de coevolución e interdependencia necesario para la existencia de ambas (Apolo, 2019). La visita de la abejas sobre diferentes flores en busca de néctar y polen para su alimentación, se favorecen transportando los granos de polen de una planta a otra. De esta manera, se materializa la polinización, y así mismo se benefician los apicultores debido a que el polen que recogen las abejas en sus visitas a la flores, es uno de los productos que obtienen para su comercialización.

Adicionalmente, este proceso de polinización ha tomado relevancia en la comunidad científica al categorizarse como servicio ecosistémico, cumpliendo funciones de vital importancia en la producción de frutos y semillas, y como aprovechamiento forestal. No obstante, la floración que se oferta para poder realizarse el proceso de polinización de las *Apis mellifera* no es constante durante todo el año, esta varía según el clima, condiciones ambientales o simplemente por la época del año. Por lo tanto, identificar los periodos de floración de las plantas permiten planificar adecuadamente y aprovechar mejor la floración que regularmente se da, posteriormente diversificar y aumentar la producción, lo cual sin lugar a dudas hará más rentable su actividad y les permitirá lograr un mejor nivel y calidad de vida para ellos y sobre todo para sus familias, contribuyendo con ello al manejo sostenible de los recursos naturales (Villegas, 2003).

Los municipios de Guasca y Guatavita debido a sus condiciones ambientales, se ubican en zonas de ecosistemas estratégicos como son: El bosque alto andino, subpáramo y páramo; Ecosistemas que se destacan por su diversidad y gran variedad de servicios ecosistémicos. Adicionalmente la flora presente en este tipo de ecosistemas se caracteriza por ser de gran alimento para polinizadores debido a sus recursos ofertantes. Así mismo con base en su ubicación altitudinal según Cornejo (1991), Guasca y Guatavita al ubicarse en la región andina, área donde predominan altitudes entre los 1800 y 2800 msnm y debido a su flora característica ofertante de polen en su mayoría; son en estos rangos altitudinales donde para los apicultores prevalece la producción de polen dentro de sus colmenas.

Sin embargo, estos ecosistemas estratégicos donde se ubican estos dos municipios han venido presentando deterioro progresivo de su cobertura vegetal, debido a la erosión paulatina que han sufrido los suelos como consecuencia de las prácticas agrícolas inadecuadas, las cuales han incrementado la deforestación en la zona y de esta manera aumentando la frontera agrícola. Sumado a ello la urbanización, ganadería extensiva, terrenos baldíos y la agricultura tradicional que es irresponsable e ineficiente, que abusa de sustancias químicas así como el uso inadecuado del suelo, ha provocado un fuerte impacto en la degradación de los suelos.

Esta situación de deterioro de los sistemas naturales y de la estructura ecológica principal en estos dos municipios, se refleja en los parámetros de la producción apícola de la zona, en donde puede estar directamente relacionado con la producción y calidad de polen procedentes de sus apiarios, que estando en exposición a sustancias químicas pueden afectar la salud de las abejas en general y de la *Apis mellifera*.

De esta manera, una de las formas de equilibrar y reparar los daños en los ecosistemas naturales, causados por la intervención del hombre, es impulsando los sistemas de producción apícola, ya que su desarrollo, podría contribuir a la protección y al crecimiento de la cobertura vegetal gracias al efecto polinizador de las abejas; al mismo tiempo que se fomenta una práctica económicamente redituable (Bradbear, 2005). La explotación racional de los sistemas de producción apícola permite el fortalecimiento y conservación de las especies vegetales necesarias para mantener sistemas naturales enteros, corredores ecológicos, fauna silvestre y preservando la biodiversidad floral.

El objetivo de este estudio es establecer estrategias de gestión ambientales aprovechando el servicio ecosistémico de polinización realizado por las abejas, utilizando como herramienta fundamental el manejo racional de los sistemas de explotación apícola, a fin de contribuir a corto, mediano y largo plazo a recuperar la funcionalidad del área de influencia, en este caso, de los apiarios de estudio ubicados en los municipios de Guasca y Guatavita.

## Planteamiento del problema

Los sectores productivos rurales, como es el sector de la apicultura que corresponde a un sistema de producción reflejando claramente la armonía de su producción con su entorno. Considerando la relación particular que las abejas y en general todos los polinizadores, mantienen con el medio ambiente, relacionándose por medio del servicio ecosistémico de polinización y esto manifestándose en la correlación polinizador-planta (Hidalgo, 1990, p.33) o específicamente para este estudio, *Apis mellifera*-planta.

Sin embargo, en general los polinizadores han venido sufriendo problemáticas de gran dimensionamiento a causa de varias problemáticas como es el uso de pesticidas, monocultivos, degradación de ecosistemas, (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018), urbanización, deforestación, malnutrición, entre otras problemáticas; dando así la disminución de polinizadores, afectando igualmente la especie *Apis mellifera*, En este orden de ideas y en particular para un sistema productivo, es importante estar en constante mejora y para el caso de la apicultura que en la mayoría de casos se trata de familias campesinas, pequeños y medianos productores que viven de esta práctica, como lo afirma (Vásquez, 2012, p.63).

Adicionalmente según Nates-Parra (2016) “En los países latinoamericanos (exceptuando a Brasil), la explotación de *Apis mellifera* se centra principalmente en la obtención y comercialización de miel y polen, dándole menor importancia a la polinización de cultivos y de flora silvestre” (p.96) Encontrando en la anterior afirmación un problemática para implementar una nueva perspectiva de la apicultura en Colombia como una oportunidad de aprovechamiento del servicio ecosistémico de polinización, mejorando la relación planta polinizador y su entorno que pueden verse afectados a causa de actividades antrópicas o cambios en las condiciones ambientales.

Finalmente con lo anterior, este proyecto intentará resolver la siguiente pregunta: ¿De qué manera el sector productivo de la apicultura puede funcionar como estrategia de gestión del servicio ecosistémico de polinización?

## Justificación

De acuerdo a Hidalgo (1990) afirma que “la especie *Apis mellifera* convive en estrecha relación con la vegetación circundante de la que obtiene para su alimentación el néctar y el polen, principalmente” (p.33) siendo el polen objeto de estudio en la presente investigación, debido a ser fundamental para la alimentación de las abejas, asimismo el polen es la naturaleza en la que las “plantas se reproducen sexualmente a través de la

polinización, la cual consiste en la transferencia de polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos” (García, 2015, p.30).

De esta manera, mediante prácticas agrícolas existe un grupo de personas denominados “apicultores” quienes son los encargados de la cría de abejas, especialmente de la *Apis mellifera*, para su beneficio y producción de diversos bienes de los que se destacan el polen y la miel. La apicultura, es una de las pocas actividades del agro que contempla pilares de la sostenibilidad; según Rincón (2014) considera que cumple con tres principales: 1. Económico, porque genera rentabilidad para los productores; 2. Social ya que crea oportunidades de ocupación productiva de mano de obra familiar en el campo, disminuyendo el éxodo rural; y 3. Ecológico, ya que las abejas necesitan de plantas vivas para retirar el polen y néctar de sus flores como sus fuentes alimenticias básicas.

Adicionalmente, el proceso de polinización puede ser llevada por factores bióticos (Organismos vivos) como abióticos (agua o viento), la gran mayoría de las plantas con flores dependen de los organismos vivos, principalmente de la polinización por insectos, y en particular las abejas son los insectos que por excelencia participan en la labor de la polinización, por lo que poseen una gran importancia económica y ecológica en los agroecosistemas. (FAO, 2014, p.8) Entendiéndolo así como una actividad de importancia para la satisfacción de las necesidades humanas y de la naturaleza en cuanto al desarrollo de diferentes ecosistemas.

Sin embargo y como lo expresa Ollerton (2011) “Sin plantas para proveer polen, néctar y otras recompensas, muchas poblaciones animales disminuirían, afectando el mantenimiento y conservación de otras especies.” (p.321) De este modo comprendiendo que las plantas que ofertan polen para las *Apis Mellifera* son conocidas como plantas polífera y que las abejas lo obtienen mientras caminan sobre toda la flor desprendiendo el polen de las anteras para que se pegue en su cuerpo y acumularlo en las corbículas (patas traseras) (Silva, 2012).

Cabe resaltar que desde el contexto nacional, la actividad apícola es un sector productivo que tiene todo el potencial en Colombia para convertirse en uno de los principales abastecedores de productos derivados del polen en el mundo; al ser uno de los países más ricos en flora, ocupando el tercer lugar en número de plantas vasculares endémicas con cerca de 50.000 plantas con flores (Semana, 2017).

En este orden de ideas, este proyecto pretende contribuir al mejoramiento de la cadena de la apicultura para aumentar el conocimiento sobre la oferta floral apícola, específicamente del recurso natural polen, y el establecimiento de material de referencia de investigación para presentar una propuesta de un escenario óptimo que la microempresa rural apícola en el municipio de Guasca y Guatavita que puede contribuir como estrategia de gestión y fortalecimiento del servicio ecosistémico de polinización, con el objetivo de transformar positivamente un espacio para la convivencia de un sistema productivo como el de la apicultura y su entorno natural.

## **Objetivo general y específicos**

### ***Objetivo general***

Elaborar una propuesta de la apicultura como estrategia para el fortalecimiento del servicio ecosistémico de polinización, mediante la evaluación de flora que oferte el recurso natural polen en dos fincas estudio en los municipios de Guasca y Guatavita.

### ***Objetivos específicos***

- Realizar un diagnóstico de la vegetación existente en los dos apiarios de estudio, tomando en consideración las especies ofertantes del recurso natural polen.
- Efectuar un análisis de la vegetación previamente identificada para la determinación de la composición vegetal en los sectores apícolas de estudio.
- Elaborar un análisis de alternativas para la implementación de flora ofertante del recurso natural polen en los lugares de estudio para promover el servicio ecosistémico de polinización en base a su área de influencia.

## **Marco de referencia**

### *Estado del arte*

#### *Apicultura en Colombia*

El cultivo y manejo de abejas en Colombia es una actividad de tipo agropecuaria que se viene desarrollando desde la época precolombina. Algunas referencias históricas demuestran que dentro las actividades que tenían los muisca en el altiplano oriental, estaba el cultivo de abejas, de las cuales se supone que eran abejas sin aguijón puesto que la introducción de abejas melíferas (*Apis mellifera*) se realizó posteriormente a la llegada de los españoles, (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006, p.26).

En Colombia, la mayoría de abejas domésticas (*Apis mellifera*) que son utilizadas en la apicultura, son híbridos entre abejas alemanas (*Apis mellifera mellifera*) e italianas

(*Apis mellifera ligustica*), caucasianas (*Apis mellifera caucasica*) y africanas (*Apis mellifera scutellata*) Debido a que estas abejas híbridas presentan características más similares a las africanas que a las demás, han sido denominadas de una manera apropiada como abejas africanizadas (Mantilla 1997).

Adicionalmente y también en referencia al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, (2006, p.27-28) Se mencionan personajes y momentos importantes en la historia de la apicultura en Colombia, de los cuales se aluden cuatro (4) de los más importantes a consideración nuestra.

1. La apicultura ha sido relevante entre el sacerdocio; a finales del siglo XIX y principios del XX el sacerdote italiano Remigio Rizzardí sería reconocido como el precursor de la apicultura nacional, luego de fundar el primer apiario científico de abejas italianas en el Noviciado de Mosquera Cundinamarca y de promover todo tipo de actividades apícolas; también escribió el libro *Apicultura Racional* con el ánimo de difundir los conocimientos de apicultura en el campo colombiano.

2. Desde el año de 1927, existieron valiosos aportes en apicultura de personas que encontraron en las abejas fuente de aprovechamiento ecológico y económico. Muestra de ello fue la iniciativa de Pedro Pablo Pérez Chaparro, quien inducido en la apicultura por el sacerdote francés Gonzalo Carlos, difundió los conocimientos apícolas en las regiones de Boyacá, Casanare y Santander, y fundó el *Apiario Colombiano* apicultura Pérez.

3. Adicionalmente después de los años 30's, comenzó a implementarse en el país la famosa apicultura moderna, lo cual generó un cambio considerable en el tipo de aprovechamiento rústico que se venía realizando. Un papel importante en esta actividad, lo cumplió el Ministerio de la Economía con los programas periódicos de exportación de abejas, en colaboración con algunas empresas y entidades. Adicionalmente más adelante el Ministerio de Agricultura mediante la Dirección de Agricultura.

4. Posteriormente a la creación del Ministerio, la división de apicultura en la Oficina de Industria Animal, la cual desarrolla la Campaña Apícola Nacional en 1953, con la que se lograron capacitar a nivel nacional grupos considerables de apicultores en la época y formular nuevos proyectos de producción

Sin embargo, según Santamaría (citado en Rincón, 2014) dice que la apicultura colombiana ha vivido dos etapas de desarrollo bien definidas a lo largo de su historia. La primera etapa es la de la apicultura con abeja europea, caracterizada por el aprovechamiento de la abeja (*Apis mellifera*) que llegó a América en el siglo XVII proveniente de Europa. Estas abejas se adaptaron al neotrópico, y por su mansedumbre permitieron durante la primera mitad del siglo XX el desarrollo de una apicultura tradicional en América Latina. Para la segunda mitad del siglo XX, los apicultores latinoamericanos fueron implementando paulatinamente en sus colonias las técnicas descritas por autores europeos y norteamericanos sobre el manejo de la abeja europea, y a partir de 1960 se llevaría a cabo un intento de modernización de la apicultura latinoamericana antes del proceso de africanización de la abeja melífera.

Finalmente Rincón (2014) tiene en cuenta cuatro (4) eventos importantes de la apicultura en Colombia que han dificultado el desarrollo de la Actividad Apícola como se describe a continuación:

Primer evento:

La oposición de instituciones públicas y privadas al uso de una abeja altamente agresiva.

Segundo evento:

La aparición en 1994 en Colombia de una plaga foránea llamada Varroa destructor que ha ocasionado graves pérdidas a la actividad apícola nacional y mundial, Por fortuna, los apicultores colombianos fueron reacios al uso de productos acaricidas para el control de Varroa destructor, y poco a poco notaron que las abejas adquirían cierta resistencia a la plaga.

Tercer evento:

El cambio climático, y con la forma cómo el comportamiento del clima en la última década ha incidido en la supervivencia de las colonias y sus producciones. Se evidencia una pérdida de las poblaciones a raíz de los cambios en las variables climáticas como la temperatura, precipitación, humedad relativa, luminosidad y presión atmosférica, que inciden directamente sobre la reproducción de las especies.

Cuarto evento:

A principios de la década de 1990 se empieza a notar la falsificación de productos apícolas en Colombia proliferaban principalmente en mercados informales donde es escaso o nulo el control por parte de la autoridad sanitaria. Hoy día, este problema para los apicultores se ha desbordado, por cuanto el mercado distribuidor como los almacenes de cadena y las tiendas naturistas basan la decisión de compra fundamentalmente en el precio que ofrece el vendedor, y en este caso, definitivamente los precios más bajos son los ofrecidos por las empresas adulteradores de productos apícolas.

### *Contexto nacional, regional y local de la apicultura colombiana*

Según CORPOICA (2012), para el año 2006 existían 40.000 colmenas aproximadamente y 2100 apicultores, por otro lado Granados (2019) dice que según la cadena de abejas y apicultura para el año 2018 Colombia tenía alrededor de 120.437 colmenas en el país, 4.000 Apiarios, que albergan en promedio 30 colmenas cada uno, brindando un aporte de la polinización con *Apis mellifera* sobre cultivos acerca de 556 mil millones de pesos. No obstante de acuerdo a la FAO (citado en Rincón, 2014), La potencialidad apícola de la flora es de más de 1.000.000 de colmenas, lo que indica que es necesario impulsar esta actividad para que se convierta en un renglón económicamente viable, con base en el material genético existente. (Rincón, 2014).

De esta manera los departamentos que se destacan como principales productores de polen se ubican en el altiplano cundiboyacense, siendo Boyacá y Cundinamarca, que se

estima producen 600 toneladas al año, según el Consejo Nacional de la cadena (Granados, 2019).

Para el contexto departamental, La Secretaria de Agricultura de la Gobernación de Cundinamarca (citado en Rincón, 2014), para el año 2009 afirma que en Cundinamarca existen 8.013 colmenas. Por su parte el diagnóstico productivo y comercial de la cadena apícola de los programas para la sustitución de cultivos ilícitos y desarrollo alternativo de Acción Social y UNODC (citado en Rincón, 2014), afirma que en Cundinamarca existen 1.001 colmenas para el mismo año (2009).

En este orden de ideas, según Santamaría-Jaimes (citado en Rincón, 2014), “los principales productores apícolas de Colombia son, Sucre con cerca de 4.000 colmenas, Antioquia otras 4.000 aproximadamente y en un tercer lugar Santander con 3.000 colmenas, las 9.000 colmenas restantes se encuentran distribuidas principalmente en el Cauca, Córdoba, Huila, Bolívar, los Llanos Orientales y el Eje Cafetero”. Estos cálculos suman un total de 20.000 colmenas racionales establecidas en Colombia, coincidiendo con los datos de Martínez-Anzola y con la información aportada por el Ing. Alfonso Franky, (2009) (Rincón, 2014).

Con respecto en el contexto nacional y el actual plan nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la equidad”, no se reconoce la apicultura como sector productivo y solo se le menciona como una iniciativa de las 68 propuestas en el departamento de Cauca. Por otro lado en el contexto regional, dado por el plan de desarrollo departamental de Cundinamarca 2016-2020 “Unidos podemos más” se toma en cuenta en el programa de desarrollo agropecuario con transformación en apoyo a variedad de sistemas pecuarios en donde se menciona el sector apícola.

Finalmente en el ámbito local en los EOT de los municipios de Guasca y Guatavita, para el municipio de Guasca se tiene presente como sector productivo que se hace utilidad del uso actual del suelo rural y como sector agroindustrial en el municipio; para el caso del EOT del municipio de Guatavita no se tiene ni se nombra el sector dentro de sus prioridades.

### *Servicios ecosistémicos*

Los servicios ecosistémicos se definen según Daily (1997) como “un proceso ecológico que beneficia a las sociedades humanas” (p.3). Los servicios que demanda la sociedad provienen de la biodiversidad en sí misma (individuos, poblaciones, especies, comunidades e interacciones entre especies) y de las interacciones entre ésta y el medio físico, que a su vez configuran las funciones en los ecosistemas (Gómez, 2016, p.42).

Sin embargo al hablarse de servicios ecosistémicos o ambientales se tiene como gran precedente la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM) o en inglés “Millenium Ecosystem Assessment” realizada en el año 2005 en donde se fundamenta el enfoque de los servicios ecosistémicos; en donde se les define los servicios ecosistémicos como “todos los beneficios tangibles e intangibles que obtienen las personas a partir del funcionamiento

natural de los ecosistemas” (p.40) y categorizados como servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación, cultural y de base. De igual manera la Millennium Ecosystem Assessment (como se citó en FAO, Línea base del servicio ecosistémico de polinización en Paraguay, 2017) el servicio ecosistémico de polinización se clasifica como un “servicio de regulación y definido como el proceso de transferencia de polen de la parte masculina de la flor (Antera) a la parte femenina (Estigma), que es mediado por vectores bióticos (zoopolinización) y abióticos”

Adicionalmente la Millennium Ecosystem Assessment, es una iniciativa de las Naciones Unidas, que contó con 1.300 científicos de diversos países y disciplinas, fue realizada con el propósito de generar una evaluación integrada de las consecuencias que tiene para el bienestar humano el cambio y degradación de los ecosistemas, así como para analizar las opciones disponibles que permitieran fortalecer la conservación de los mismos y su capacidad para satisfacer las necesidades humanas. La EEM integró perspectivas ecológicas, económicas e institucionales de los servicios ecosistémicos y generó reflexiones importantes sobre el impacto de los seres humanos en los ecosistemas y su efecto en el bienestar de la sociedad. (p.29)

Adicionalmente en base a Hermann (Ruiz, 2014) dice que la clasificación de los servicios ecosistémicos realizada por el EEM ha sido considerada como referente en la investigación internacional y en los documentos políticos donde se ha aplicado el enfoque de servicios ecosistémicos. Esta clasificación agrupa los servicios ecosistémicos en:

1. Servicios de provisión: son los bienes y productos materiales que se obtienen de los ecosistemas (alimentos, fibras, maderas, leña, agua, suelo, recursos genéticos, petróleo, carbón, gas).
2. Servicios de regulación: son los beneficios resultantes de la (auto) regulación de los procesos ecosistémicos (mantenimiento de la calidad del aire, el control de la erosión, la purificación del agua).
3. Servicios culturales: son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas (enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, recreación).
4. Servicios de soporte: se definen como los servicios y procesos ecológicos (de base) necesarios para la provisión y existencia de los demás servicios ecosistémicos (ciclo de nutrientes/formación de suelo, fotosíntesis/producción primaria, ciclo del agua).

Sin embargo esta clasificación ha venido siendo modificada durante el tiempo por otras clasificaciones como la Evaluación de Ecosistemas del Milenio del Reino Unido y según el informe realizado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt llamada: Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (VIBSE): Aspectos conceptuales y metodológicos en su clasificación de servicios ecosistémicos. Adaptaciones que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Comparación de tipologías de Servicios ecosistémicos EEM, EEM-UK, VIBSE

|                      | EEM                     |                       | EEM-UK                  |                               | VIBSE                   |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|                      | Servicios de regulación |                       | Servicio de soporte     |                               | Servicios de soporte    |
|                      |                         | Servicios intermedios |                         | Biodiversidad                 |                         |
| Servicios de soporte | Servicios de provisión  |                       | Servicios de regulación | Procesos funciones ecológicas | Servicios de regulación |
|                      | Servicios culturales    | Servicios finales     | Servicios culturales    |                               | Servicios culturales    |
|                      |                         |                       | Servicios de provisión  |                               |                         |

*Fuente: (Ruiz, 2014, p.30)*

Por otro lado “La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad”, conocida como el TEEB por sus siglas en inglés se centró en el tema de la valoración de los servicios ecosistémicos como tal y señaló la necesidad de tener en cuenta valores ecológicos, sociales y monetarios en ejercicios de este tipo. Paralelamente a estas iniciativas, desde la academia se ha venido desarrollando una gran cantidad de literatura científica que ha contribuido a avanzar en el estudio y valoración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos Martín-López & Montes (Ruiz, 2014)

Así mismo con la creación del Panel Intergubernamental de la Biodiversidad y los Servicios de los Ecosistemas (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES) se ha ido articulando la información sobre los servicios ecosistémicos en los procesos de toma de decisiones.

Para terminar se quiere presentar información de los continentes donde se ha realizado más estudios sobre servicios ecosistémicos, trabajo realizado por Rodríguez (2017) quien afirma que: Donde se han realizado más estudios de servicios ecosistémicos en agroecosistemas son América (38%) y Europa (25%), seguido por Asia (21%), África (11%) y Oceanía (6%). Resultados que coinciden con ser los continentes que cuenta con los mayores índices de biodiversidad en su territorio, alta mezcla de diversidad de especies de plantas y gran productividad. (p.28). Como se presenta en la siguiente figura:

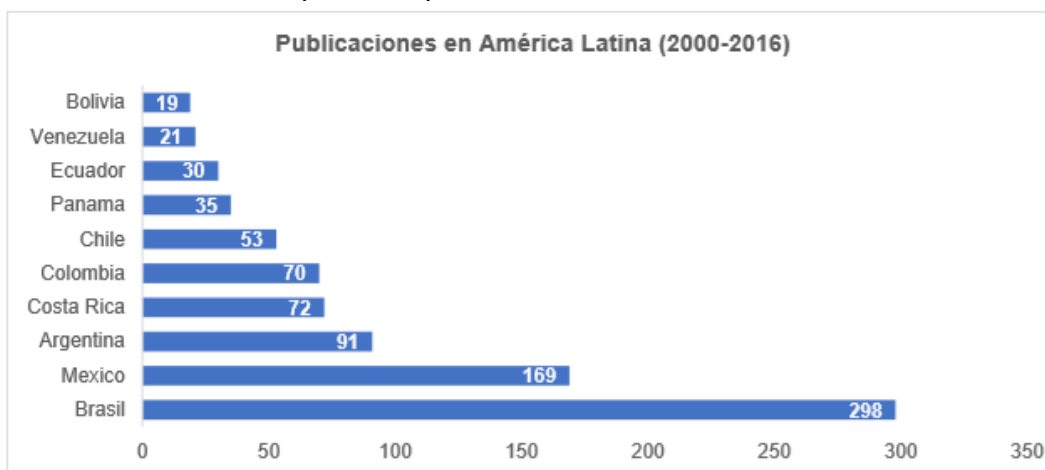
*Figura 1. Número de servicios ecosistémicos estudiados por país en los agroecosistemas diversificados*



*Fuente: (Rodríguez, 2017, p.29)*

En cuanto a lo que corresponde con publicaciones sobre servicios ecosistémicos en América Latina, existe una gran diferencia entre Brasil y los demás países de esta región (Figura 2). Después de Brasil, los países que mayores publicaciones que realizan en servicios ecosistémicos y sistemas agrícolas son México, Argentina, Costa Rica y Colombia. Específicamente, Colombia inició a publicar sobre la temática hasta el 2013 con estudios sobre sistemas agroforestales en Caquetá y Meta. (Rodríguez, 2017) (p.31)

*Figura 2. Publicaciones de servicios ecosistémicos y sistemas agrícolas en los 10 primeros países en América Latina*



*Fuente: (Rodríguez, 2017, p.31)*

## *Polinización*

Márquez (2016) expresa la polinización como: “El proceso que está relacionado con la dispersión de las microsporas en el ciclo de vida de las angiospermas” (p.20) Por otro lado la FAO (2014) describe la polinización como: “La transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación, y por lo tanto la producción de frutos y semillas” (p.8). De igual manera la FAO (2014) tiene en cuenta que la polinización es un fenómeno complejo donde inciden múltiples variables, desde el suelo hasta la biología misma de los polinizadores y sus relaciones ecológicas, los cuales pueden afectar la implementación de una propuesta para el estudio y el análisis de la polinización. (p.28)

Con base a datos recopilados en forma de antecedentes del libro: “Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible” de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se presentan algunas publicaciones importantes para el desarrollo de estudios de la polinización (FAO, 2014, p.15-16) como fueron:

La publicación del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA), publicó en 1976 un manual relacionado con los insectos polinizadores en los cultivos, en el que desarrolla aspectos económicos y técnicos de la polinización.

- Roubik (1995), en la publicación titulada “Pollination of cultivated plants in the tropics”, recopila información de diversos autores que han trabajado en aspectos básicos relacionados a la biología de la polinización, su importancia ecológica y económica, aplicabilidad y las necesidades para el futuro.

- En América, Roubik (1995) resalta el papel de *Apis mellifera* en los países tropicales, y describe el proceso de introducción y establecimiento de las razas europeas y la invasión por razas africanas, y cómo éstas han alterado la dinámica de especies de abejas nativas.

- Finalmente, Crane en 1972 publicó un libro que recopila la información de todos los artículos científicos publicados en la época, relacionados con la polinización de cultivos por abejas, principalmente melíferas

Por otro lado Márquez (2016) en el capítulo de “polinización y biodiversidad” del libro: “Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Capítulo abejas (ICPA)” abarca el término de Síndrome de polinización; entendiéndose como: “El conjunto de características que presenta una flor en relación al tipo de vector que la poliniza” de esta manera se tiene la clasificación de este síndrome expuesto a continuación:

1. **Anemofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por el viento. Estas plantas viven en ambientes donde el viento es una fuerza importante de la naturaleza, con baja humedad y baja pluviosidad.
2. **Hidrofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por el agua. Es un tipo de polinización poco común, ocurre en sólo 11 de las 462 familias de angiospermas y nueve de estas once familias son monocotiledóneas acuáticas.
3. **Cantarofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por los coleópteros. Se cree que este fue uno de los primeros grupos de insectos en visitar las angiospermas.
4. **Miofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por las moscas. Aunque la polinización por moscas no ha sido valorada suficientemente, este grupo de organismos puede ser uno de los más importantes como lo han propuesto Larson et al. (citado en Márquez, 2016) dado que son visitantes comunes de miles de especies de angiospermas.
5. **Melitofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por las abejas. Este síndrome cubre una red de interacciones ecológicas que involucra entre cerca de 20.000 especies de abejas y un sinnúmero de angiospermas.
6. **Psicofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por las mariposas. Estos insectos son importantes polinizadores en las regiones templadas.
7. **Falenofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por las polillas. Éstas, al igual que las mariposas, hacen parte del orden Lepidoptera pero difieren en su
8. **Ornitofilia:** Es el síndrome floral de las plantas polinizadas por las aves. Se presenta particularmente en América, África, y Australia. Habita en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 4000 m. La diversidad contenida en la interacción entre plantas y aves polinizadoras es considerable. Se han registrado cerca de 50 familias de aves visitantes de flores, en Colombia las principales aves polinizadoras son los colibríes (Trochilidae), con cerca de 140 especies.
9. **Quiropterofilia:** Es el síndrome de las plantas polinizadas por los murciélagos. Cerca del 25% de las especies de murciélagos usa los recursos florales como parte de su dieta y algunas dependen totalmente de las flores.

Por su parte, el API (African Pollinator Initiative), describe el manejo adaptativos de las plantas en los cultivos, la construcción de capacidades en el área de la polinización y su relevancia en la creación de políticas y regulaciones. Además de discutir los aspectos económicos y agrícolas de los polinizadores al igual que su papel ecológico como especies clave (FAO ,2014). De esta forma, el trabajo se constituye en una herramienta para el trabajo conjunto entre conservacionistas, agricultores, horticultores, planificadores, administradores y políticos, para el desarrollo de leyes que resalten la importancia de los polinizadores en la conservación de la biodiversidad y el manejo de los cultivos.

La FAO y la UNEP, mediante el proyecto “Global Pollination Project on Conservation Management of Pollinators for Sustainable Agriculture, through an Ecosystem Approach” han enfocado sus esfuerzos en identificar las prácticas y capacidades necesarias para el manejo de los polinizadores, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria, nutrición y condiciones de vida de las personas, a través de una mejor conservación y uso sostenible de los polinizadores.

Este tipo de proyectos busca aprovechar los beneficios de la polinización, como zoopolinización a través de la biodiversidad y agricultura sostenible usando un enfoque ecosistémico; es decir, buscando lograr un desarrollo integral de todos los componentes relacionados con la producción agrícola: ambiental, económico y humano (FAO, 2014). Siendo lo económico algo fundamental en esta clase de proyectos ya que según (FAO, Estado del arte del servicio ecosistémico de polinización en Chile, Paraguay y Perú, 2017) “como promedio, los cultivos que dependen de polinizadores tienen precios más altos que los cultivos que no dependen de ellos” (p.31).

Entendiendo estos beneficios de la polinización como parte fundamental de los ecosistemas, sistemas agroecológicos y posterior beneficio humano, comprendiendo como lo dice Gómez (2016) y Mayer et al. (2011), en donde alrededor del 78% de las especies de plantas con flor en climas templados y del 94% en climas tropicales se benefician del proceso de la polinización mediada por animales, lo que equivale a más del 87% de todas las especies de angiospermas conocidas.

Finalmente en cultivos tropicales, “El 70% de las 1.330 especies cultivadas se ve favorecido por estos polinizadores, mientras que en cultivos europeos el 84% de las 264 especies cultivadas dependen del proceso de polinización animal” (Klein et al., 2007). Posteriormente en base a Hoehn et al., Klatt et al., Mallinger y Gratton (como se cita en García, 2016) A nivel global, el 87% de las especies cultivadas, que representan un 35% del suministro global de alimentos, se ven beneficiadas por este proceso; “traduciéndose estos datos en un valor económico de la polinización que asciende a más de 153 billones de euros, o al 9,5% del total de la producción agrícola” (Vilhena et al., 2012, p.52).

### *Servicio ecosistémico de polinización*

Como se ha mencionado con anterioridad, el servicio ecosistémico de polinización, se clasifica como un servicio de regulación y definido como el proceso de transferencia de polen de la parte masculina de la flor a la parte femenina de la flor, que es mediado por vectores bióticos (zoopolinización) y abióticos.

Para el caso de Paraguay, según la (FAO, Línea base del servicio ecosistémico de polinización en Paraguay, 2017), el 88 % de los cultivos frutícolas, el 40% de granos, 40% de los hortícolas, 50% de cultivos industriales y el 70 % de los oleaginosas, pueden verse impactados en rendimiento y calidad de la cosecha a diferente nivel basándose en datos de zoopolinización de cultivos referenciados en diferentes publicaciones, ya que el país no cuenta con esta información.

Sin embargo en términos generales este servicio ecosistémico ha venido siendo estudiado desde el enfoque de la polinización como servicio ambiental, enfocados a la polinización de cultivos de importancia económica en Latinoamérica y el Caribe, ya que es bien sabido que los plaguicidas químicos, ampliamente usados en la agricultura tradicional, generan un impacto ecológico sobre los ecosistemas y de esta manera afectando polinizadores en general. Es por lo anterior que la FAO (2014) presenta

investigaciones centrado en el aprovechamiento de varios polinizadores para beneficio económico en diferentes cultivos como el de café, maracuyá, palma de aceite, algodón, Lulo, palma de seje, entre otros.

La interacción planta-polinizador ha sido estudiada desde la perspectiva de las ciencias básicas tratando aspectos ecológicos y evolutivos, desde la perspectiva aplicada en la agricultura, más recientemente en la recuperación ambiental, y en el reconocimiento de ésta en los servicios ecosistémicos, los cuales representan miles de millones de dólares anualmente; el servicio ecológico de la polinización fue calculado en 255 mil millones de dólares Gallai (citado en Nates-Parra, 2016). Los estudios e investigaciones en ecología de la polinización son apoyados a su vez por otras ramas de la ciencia, por ejemplo, la morfología, la fisiología, la ecología, la etología, la psicología, la economía, las ciencias de la computación, y las matemáticas, entre otras.

Sin embargo, específicamente para la especie *Apis mellifera* se destacan los trabajos realizados por Cultura Apícola (Argentina) quienes publicaron, a través de internet, la lista de referencias en flora apícola y polinización por abejas melíferas. Reyes y Cano (citados en FAO, 2014) describen en su publicación los cultivos polinizados en México por abejas melíferas: Caducifolios (Manzana y Pera) y perennifolios (Aguacate y Cítricos); Cucurbitáceas: Melón, Sandía, Pepino y Calabacita; Hortalizas: Cebolla y Fresa; Industriales: Algodón, Cártamo, Girasol y Soya.

Adicionalmente, la publicación incluye aspectos básicos en apicultura aplicada al manejo de colmenas para la polinización de dichos cultivos y los factores (ambientales o culturales) que afectan la polinización de estos cultivos por abejas, discutiendo la toxicidad de diferentes plaguicidas y aspectos básicos de la contratación del servicio de polinización entre apicultores y agricultores.

Para terminar, es importante resaltar el servicio ecosistémico de polinización que dentro de su categoría como servicio ecosistémico de regulación, y en contexto a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que según (FAO, Línea base del servicio ecosistémico de polinización en Paraguay, 2017) este importante servicio ecosistémico se liga a tres (3) de los 17 ODS's siendo estos:

- El número dos (2): Hambre cero
- El número 12: Producción y consumo responsable
- El número 15: Vida y ecosistemas terrestres

### *Polinización y Biodiversidad en Colombia.*

En Colombia la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (PNGIBSE) en el 2012 menciona la importancia de proteger la biodiversidad y los ecosistemas en general y, dentro de los ejes temáticos del marco estratégico, se vislumbra una ventana abierta para presentar propuestas concretas sobre la protección de los polinizadores y sus interacciones con la vegetación (Nates-Parra, 2016, P.11).

De esta manera según Brigitte Baptiste (2016), La Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (PNGIBSE): “Reconoce el carácter estratégico de la biodiversidad como fuente principal, base y garantía del suministro de servicios ecosistémicos, indispensables para el desarrollo del país, como base de competitividad y como parte fundamental del bienestar de la sociedad colombiana”. (p.62). Dicha política nacional establece seis ejes estratégicos que brindan un escenario propicio para incorporar el manejo y conservación del servicio de la polinización en instrumentos ambientales de gestión (políticas, normas, planes, programas y proyectos),

No obstante, considerando que Colombia ratificó mediante la Ley 165 de 1994 el Convenio de Diversidad Biológica, el país debe dar cumplimiento a los mandatos y compromisos derivados de este acuerdo internacional, a efecto de lo cual y refiriéndonos al tema de polinizadores y servicio de polinización, es necesario el diseño e implementación de una estrategia y plan nacional para su conservación y uso sostenible.

De esta manera se puede tener en cuenta la polinización en relación con la diversidad como lo menciona Buchmann (1996). Reflejado en la diversidad de linajes y especies de angiospermas, ya que más del 90% de las especies vegetales existentes son plantas con flores, las cuales ostentan una sorprendente variedad. Con más de 250.000 especies actualmente reconocidas. Así mismo, existe gran riqueza de polinizadores, que incluyen más de 300.000 especies entre insectos de diversos órdenes, y varios grupos de vertebrados. (p.292)

Dado que Buchmann (1996) y Klein et al. (2003) aseguran que más del 75% de los cultivos del mundo y alrededor del 80% de las especies de angiospermas dependen de polinizadores animales. Si la interacción planta-polinizador se rompe, podríamos dejar de tener acceso a cientos de frutas, verduras y legumbres que hacen parte de nuestra dieta actual, se generaría erosión genética, y se afectarían los servicios ambientales derivados de la función ecológica de la polinización.

De acuerdo a García (2016); existen diversas técnicas que pueden ser implementadas para asegurar la conservación y protección de los polinizadores frente a cambios en el entorno, algunas tan sencillas como mantener una alta diversidad floral de especies ricas en polen y néctar, tanto dentro de cultivos como en sus márgenes, proporcionando lugares para anidar y recursos alimenticios. Otras técnicas más complejas implican sistemas de manejo agrícola que favorecieron a la diversidad de polinizadores y que podrían resultar en un incremento de la productividad y una mejor conservación de la biodiversidad. (p.65)

Del mismo modo Kevan y Fonseca (2002) presentan técnicas de manejo de cultivos para incrementar la diversidad y la abundancia de polinizadores a través de actividades culturales de bajo costo, y teniendo en cuenta las necesidades de los polinizadores como la *Apis mellifera*. Dichas prácticas incluyen:

Manejo (preservación y mantenimiento) del hábitat para polinizadores: Áreas protegidas o conservadas de vegetación nativa, bordes, márgenes de cultivos o jardines con

vegetación, bosques o fragmentos de bosque, sucesión vegetal o áreas en descanso, cultivo de plantas para beneficiar poblaciones de polinizadores y cultivos de cobertura.

Favorecimiento de especies de polinizadores nativos: Son medidas que incluyen el uso de cultivos nativos que dependen de poblaciones de polinizadores nativos y que no requieren de la introducción de especies no nativas. La última práctica incluye la disminución del uso de plaguicidas: Debido a que los plaguicidas son una de las causas de la pérdida de polinizadores, en el documento se hace énfasis en el uso responsable de estos agroquímicos y al manejo integrado de plagas

Con lo anterior se evidencia las diferentes medidas de conservación de polinizadores, muy asociada a la progresiva pérdida de biodiversidad, ya que existe una creciente sensibilización social encaminada a encontrar medidas de conservación y mantenimiento de hábitats y especies encargados de llevar a cabo servicios ecosistémicos de vital importancia para el correcto funcionamiento de los agroecosistemas, adicionalmente también se relaciona a los polinizadores con procesos de restauración ecológica y mantenimiento de la biodiversidad por su estrecho vínculo entre polinizador y planta.

### *Flora apícola*

Se da el nombre de flora apícola al conjunto de especies vegetales que producen o segregan sustancias o elementos que las abejas recolectan para su provecho. Generalmente estas son néctar, polen, propóleos o mielada (Silva, Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad, 2012.) y en algunos casos resinas vegetales. En específico para flora ofertante del recurso natural polen a estas se les denomina flora polínifera,

Para Colombia según Silva (2012) en su cartilla sobre flora apícola de determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad, señala que se han desarrollado diferentes trabajos de investigación de carácter nacional sobre la flora apícola para obtener información sobre el conocimiento e importancia de las diferentes especies que ofertan recursos naturales a las abejas.

El primer estudio importante es realizado en el municipio de Icononzo, departamento del Tolima, donde se ejecuta un estudio preliminar de la flora apícola que incluyó un inventario botánico, el análisis palinológico de las mieles y la elaboración de un calendario floral para la identificación de 74 plantas con atributos apícolas y la caracterización de sus periodos de floración y el aporte de recursos a la colmena.

Por otro lado en el departamento de Antioquia, la investigación definió un modelo para encontrar las especies de mayor importancia para la producción apícola. Esto permitió la identificación de las épocas de máxima densidad floral de 154 especies de interés para los productos de la colmena

Adicionalmente el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt ha venido realizando compendios, catálogos y cartillas de flora apícola enfocados principalmente en departamentos como Cauca, Huila y Bolívar, en donde se estudia varias especies vegetales y su variación durante el año, siendo clasificadas como floración continua (La especie presenta una floración espaciada durante su ciclo floral) y floración discontinua (La especie presenta una floración sin interrupción por un espacio igual o mayor a 12 meses) analizando de esta manera más de 200 especies de flora.

Es por estos estudios que además de conocer la biología y comportamiento de las abejas, es necesario que el apicultor adquiera el conocimiento e identifique la flora apícola de las zonas en las cuales se desarrolla el apiario. Se puede afirmar que gran parte de la producción en un proyecto apícola, depende principalmente de la cantidad de alimento disponible.

Cada región o zona se diferencia de las demás, debido a la gran variedad de plantas, a los cambios climáticos, diferencias topográficas, tipos de suelos, factores bióticos y condiciones ambientales. Por tal motivo, es necesario que cada apicultor identifique las características propias de su región, como por ejemplo tipo de plantas disponibles, utilidad para las abejas (poliníferas o nectaríferas), ubicación, periodos de floración, niveles de concentración de azúcares y flora de subsistencia. (Silva, Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad, 2012).

De esta manera según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2006) en su guía Guía Ambiental Apícola, brinda algunas alternativas para el estudio de la flora apícola ofertante del recurso polen, destacándose: la colmena experimental y el análisis polínico.

- **La colmena experimental:** Este método se basa en el estudio del aumento o disminución de peso en una colmena, en virtud al trabajo realizado por las obreras al visitar las diversas fuentes de polen. Este método también incluye el seguimiento de las plantas que son pecoreadas o identificadas como de interés apícola, así como el registro de las mismas. Si es posible se pueden realizar estudios botánicos, para lograr una mejor caracterización de la flora, en relación con el desarrollo de la productividad de la colmena experimental. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006)

- **Análisis polínico:** Es el análisis del polen mediante la determinación microscópica de los diversos pólenes que se encuentran en la muestra. Además, permite determinar la procedencia del polen al mismo tiempo que el valor relativo en calidad y cantidad de las plantas que lo producen. Con la finalidad de identificar las plantas de las que procede el polen, es necesario coleccionar previamente la mayor cantidad posible de muestras microscópicas con preparación de polen, debidamente identificadas según la planta de procedencia. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006)

Que adicionalmente profundizando en estos análisis polínicos mencionados ya que corresponden a una rama de la botánica que se dedica a la caracterización del polen y las esporas, llamado: Palinología. (Rodríguez, 2016. p.7) De esta manera el mismo Rodríguez (2016) describe que los granos de polen presentan variedades de formas y estructuras complejas. Sus formas se estudian según las siguientes características:

1. **Tipos de polen:** Dadas en unidades polínicas, son las distintas formas en que se libera el polen.
2. **Polaridad:** Distribución de sus aberturas según si están sobre un eje polar o ecuatorial, las aberturas puede que se encuentren o no sobre los ejes polar y ecuatorial dando así una clave de clasificación.
3. **Formas del polen:** Las simetrías respecto a ciertos ejes definidos, como lo son el Diámetro Ecuatorial (D.E) y Diámetro Polar (D.P), son una clave para clasificar según su forma.
4. **Tamaños del pole:** En función de la longitud de su eje mayor; se clasifican en muy pequeños si es menor a  $10\mu\text{m}$ , pequeño entre  $10\mu\text{m}$ – $25\mu\text{m}$ , mediano  $25\mu\text{m}$ – $50\mu\text{m}$ , grande  $50\mu\text{m}$ – $100\mu\text{m}$ , muy grande  $100\mu\text{m}$ – $200\mu\text{m}$  y gigante mayor a  $200\mu\text{m}$ .

Esta clasificación del polen, apoya la función del apicultor desde la perspectiva de muestras de polen tomadas desde el apiario y con este tipo de análisis fundamental de qué especies vegetales pueden ser esos granos de polen. Este tipo de estudios están representados en la palinología a la rama asociada a la Taxonomía y se le reconoce con el nombre de palinotaxonomía: Estudio de la taxonomía vegetal por las características polínicas (Rodríguez, 2016. p.11)

Rodríguez (2016) en su estudio de “Desarrollo de una herramienta para caracterización palinológica por medio de microscopía holográfica digital” menciona cuatro (4) familias de granos de polen más importantes debido a que representan plantas que ofrecen su uso como alimento para el ser humano tanto como para los animales y también de su presencia en toda la extensión de hábitats disponibles. Estas familias corresponden a las Poáceas, Asteráceas, Orchidaceae y fabaceae. (p. 11-14)

### *Polen*

El polen según Sánchez (2007) se define como el polvo producido en las anteras de las flores que realiza la función reproductora de las plantas, las abejas recolectan el polen formando pequeños granos que transportan en las corbículas (patas traseras) hasta la colmena donde es almacenado. (p.32)

De igual manera como se ha venido mencionando, el polen es importante al ser alimento para las abejas, incluyendo a la especie *Apis mellifera* y al corresponder a aquellas partículas causantes de la reproducción sexual de las plantas gracias al transporte de la especie polinizadora en plantas de la misma especie, ocasionando el proceso de polinización.

Posteriormente es interesante tener en cuenta los parámetros que presenta Cornejo (1991) de acuerdo a la altitud qué recurso se puede producir mejor: La altura adecuada solo para la producción de miel es de los 0-1200 msnm. De los 1200-1800 msnm, es una altura apta para producir miel, cera, polen, jalea real, reinas y propóleos. De los 1800-2800 msnm, se encuentran las zonas aptas para polen.

Fundamentándose lo anterior en la distribución de la producción en Colombia de la apicultura en Colombia, contemplado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018) que expone el siguiente mapa (Figura 3) de distribución de producción de polen y miel con respecto a las 5 regiones naturales de Colombia, en donde se evidencia que la única región con producción es la región Andina en donde predomina altitudes de los 1800-2800 msnm como asegura Cornejo (1991), debido a la división de la cordillera de los andes en las tres (3) cordilleras conocidas (occidental, central y oriental) y que se despliega por la gran parte de la región natural Andina. Del mismo modo, según Granados (2019) los departamentos más destacados en la producción de polen, son Cundinamarca y Boyacá con una producción alrededor de 600 toneladas de polen al año.

*Figura 3. Distribución de producción del sector apícola en Colombia*



*Fuente: (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018)*

Las abejas recogen polen para su alimentación, obteniendo de éste las proteínas necesarias. De esta forma, toman el polen de las plantas, mezclándolo con su saliva y enganchándolo en sus patas formando una especie de bolsas y lo llevan a la colmena metiéndolo en una celda y recubriéndolo de miel, formando el pan de abeja. Otro polen se engancha en los pelos de las abejas de forma involuntaria y se suelta al visitar otra flor, produciéndose la polinización (Magem, 2017)

En el sector de la apicultura, se utiliza la “trampa cazapolen” para recolectar el polen que transportan las abejas en sus patas traseras. Se trata de una caja normalmente hecha de madera, colocada normalmente en la entrada de la colmena, existen varias

trampas para atrapar el polen que son llamados, sin embargo, la elección de esta trampa dependerá del costo, y del interés del productor (CORPOICA, 2012, p.49). No obstante en términos generales la técnica de recolección de polen consiste básicamente por un tamiz lo suficientemente ancho para dejar pasar a las abejas obreras, pero lo suficientemente estrecho para raspar el polen de sus patas (Magem, 2017, p.4)

Adicionalmente, este polen recolectado presenta una composición que de acuerdo a Magem (2017) puede variar según el origen botánico del polen por tanto, se puede encontrar diferencias con otros autores. Pero según Mantilla (1997) las características generales del polen son las siguientes:

*Tabla 2. Componentes generales del polen*

| COMPONENTES   | %            |
|---------------|--------------|
| Agua          | 15-30%       |
| Proteína      | 10-36%       |
| Carbohidratos | 29%          |
| Lípidos       | 1.3-10%      |
| Minerales     | 3-14%        |
| Vitaminas     | 226,5-935,5% |

*Fuente: (Mantilla, 1997)*

De esta manera el polen cumple debido a sus componentes es empacado y es de consumo humano. Los beneficios asociados al consumo de polen son debidos a su alto valor biológico, al ser rico en proteínas, hidratos de carbono y vitaminas.

Las aplicaciones principales del polen son alimentarias, aunque también existen aplicaciones en cosmética y terapéuticas. Lo más habitual, es encontrarlo granulado en seco guardado en frascos, algunos envasados al vacío. El polen también está presente en medicamentos, y otro de sus usos es el de la cosmética, existiendo múltiples cremas y lociones para la piel y el cabello (Magem, 2017, p.4).

Según CORPOICA (2012), “La producción de polen varía entre los 30 a 50 kg por colmena al año” entendiéndose que en Colombia se calcula que según Apimondia (citado en Sánchez, 2007) “un apicultor es grande si posee en promedio más de 23 colmenas por apiario” (p.14). De la misma manera Granados (2019) afirma que para Colombia, solo en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca se producen alrededor de 600 toneladas (600.000 kg) de polen al año y su valor por Kg varía entre los 10.000 y 12.000 pesos colombianos (Anzola. 2006).

En términos económicos y en base a Rincón (2014), en Colombia el polen empezó a exportarse a partir del año 2004, y ha presentado una tendencia creciente. Los

principales compradores del polen de Colombia son Costa Rica, que representa el 98% de las compras, y Panamá

Según reportes del Ministerio de Comercio Industria y Turismo, en el período comprendido entre el año 2000 y 2008, de las 28 empresas que exportaron polen, sólo Nestlé de Colombia S.A. controló el 82,91% de las exportaciones en valor, y el 76,29% de las exportaciones en volumen. En relación con las exportaciones de polen existen reportes de tres empresas, siendo Apiarios El Pinar Ltda., la empresa que lidera el mercado con el 75% de la participación en valor, y el 72% en volumen exportado. Para el año 2013 la empresa Apiarios El Pinar reporta exportaciones a Costa Rica de 2.040 Kilos, dato suministrado por Juan José Ricardo Perdomo Gerente de Apiarios El Pinar. (Rincón, 2014)

### ***Marco teórico-conceptual***

Según el Ministerio de Ambiente, (2017) los servicios ecosistémicos se consideran como: Todas aquellas contribuciones directas e indirectas que hacen los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de vida. (p.4).

Los hay de cuatro tipos: Están los de provisión que son aquellos bienes y productos materiales obtenidos directamente de los ecosistemas como lo pueden ser alimentos, madera y agua. Adicionalmente los culturales que son beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas a través del turismo, la reflexión o la recreación. A su vez los de regulación consisten en beneficios resultantes de la regulación de procesos ecosistémicos, entre ellos el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima o el control de la erosión y finalmente están los de soporte que se basan en procesos necesarios para que se den los demás servicios ecosistémicos, incluidas la producción primaria, la formación del suelo o los ciclos de nutrientes (MinAmbiente, 2017).

Teniendo en cuenta el texto anterior la polinización puede considerarse un servicio ecosistémico tanto de provisión como de soporte y en el cual actúan diferentes tipos de polinizadores, como lo son: Lepidópteros, coleópteros, aves, quirópteros e himenópteros, siendo este último el grupo en el que se encuentra la *Apis mellifera*, esta es la abeja con distribución más amplia en el planeta, encontrándose en todos los continentes, excepto en la Antártida. (Apolo, 2011)

El servicio ecosistémico de la polinización está definido como un proceso de transferencia de polen de la parte masculina a la parte femenina de la flor, el cual es mediado por vectores bióticos, abióticos y en su gran mayoría es dependiente de los insectos, más específicamente en las abejas, ya que estos son los que por excelencia participan en esta labor (FAO, 2014). Este es el principal responsable de la reproducción de un alto porcentaje de plantas que brindan alimento y sustento a todos los seres de la cadena alimenticia incluyendo la humanidad.

La especie *Apis mellifera* se divide en tres tipos de abejas como las obreras, las cuales son hembras infértiles que se encargan de las tareas habituales de la colmena, como son la recolección de néctar y polen, limpieza, cría de las larvas y la propia construcción del panal. Los zánganos por su parte proceden de huevos sin fecundar y su papel se limita a aparearse con las reinas, muriendo tras la finalización de la cópula. Finalmente, la reina, la cual es la única hembra fértil de la colmena y es ella la que se encarga de poner los huevos de los que nacerán todo el resto de abejas. La diferenciación de las reinas se debe a que son alimentadas durante toda su vida con jalea real, a diferencia del resto de abejas, que únicamente reciben este producto durante los tres primeros días de su desarrollo. (Apolo, 2011)

Se ha demostrado que la abeja melífera, es capaz de incrementar la producción de los cultivos polinizados por animales en hasta un 96%. Las abejas melíferas son insectos sociales que se agrupan en colonias muy pobladas, las cuales se mantienen recolectando grandes cantidades de polen y néctar principalmente y en las que existe un alto grado de organización. Las abejas melíferas para comunicarse unas con otras realizan una especie de baile, y así mostrar la localización del alimento, repartiendo en grupos a sus pecoreadoras, que concentran temporalmente su trabajo en flores de la misma especie. Es decir, mientras las flores de una determinada especie ofrecen polen o néctar, las pecoreadoras que se encuentran haciendo aprovechamiento de algún tipo de alimento muestran una alta fidelidad por la misma, lo que aumenta las probabilidades de éxito en términos de polinización cruzada. (Apolo, 2019)

Adicionalmente cabe resaltar que las abejas son los insectos que por excelencia participan en la labor de la polinización, por lo que poseen una gran importancia económica y ecológica en los agroecosistemas (FAO, 2014). Entendiéndolo así, como una actividad de vital importancia para la satisfacción de las necesidades humanas y de la naturaleza en cuanto al desarrollo de diferentes ecosistemas.

Las plantas y los polinizadores llevan millones de años evolucionando juntos, exponiendo un ejemplo claro de mutualismo en la naturaleza ya que estos obtienen un beneficio o recompensa en el momento de la interacción, generando una mejora en los sistemas productivos de ambos grupos (Apolo, 2019).

En la vegetación actual, las angiospermas son el grupo dominante de plantas vasculares superiores, además de ser las especies vegetales que dependen en mayor medida de la polinización animal, y de hecho se considera que este tipo de interacción fue la que posibilitó la gran diversificación de ambos grupos. En trabajos recientes se evidenció que aproximadamente unas 308.000 especies de estas, son dependientes de los animales para su polinización (Apolo, 2019). Adicionalmente según Ollerton, 2011 el 75% de los principales cultivos alimenticios para los seres humanos incrementa la producción de frutas o semillas en cantidad o en calidad debido a la polinización además de que aproximadamente el 90% de las plantas con flores requieren polinización.

Considerando esto podríamos determinar la flora apícola es importante para la interacción y producción de las abejas. El Instituto Von Humboldt (2006) afirma que la flora apícola: “se conoce como el conjunto de especies vegetales que producen o segregan

sustancias o elementos que las abejas recolectan para su provecho” (p.9). Es decir, el néctar y el polen son producidos por la planta y las abejas realizan un aprovechamiento de este para su alimentación y generar productos secundarios que traerán un beneficio al apicultor.

Al existir plantas que pueden brindar miel, polen o ambas al mismo tiempo este estudio se enfocó en el polen debido a que el apicultor trabaja principalmente con este producto. Los granos de polen son las células sexuales masculinas de las plantas con flores, estas se forman en el interior de los estambres y cuando maduran totalmente son liberados. Su función es alcanzar la parte femenina de una flor y hacer posible que se fecunde la ovocélula. Este proceso requiere que sean células especialmente resistentes para hacer frente a las condiciones ambientales que puedan causar el colapso y desecación de las mismas, haciendo que el polen se vuelva inviable (Belmonte, et al., 2010).

Los periodos de floración pueden verse influenciados por las condiciones climáticas y geográficas de las zonas en las cuales se encuentran las especies de interés apícola, que inclusive hace que varíen y causen que los periodos de floración vayan desde un día hasta varios meses (Instituto Von Humboldt, 2012).

Cada región o zona se diferencia del resto por la variedad de plantas, los cambios climáticos, la topografía, los suelos, factores bióticos y condiciones ambientales. Por esto es necesario que cada apicultor tenga en cuenta las características y variables propias de su región, como por ejemplo tipo de plantas disponibles, la utilidad de estas para las abejas, la ubicación, sus periodos de floración, etc. (Silva, D., et al., 2008).

### ***Marco Normativo***

En seguida se muestra una visión del marco normativo de tipo nacional, lo cual exhibe el reconocimiento del sector productivo de la apicultura, protección de polinizadores y abejas (*Apis mellifera*), diversidad biológica, y servicios ecosistémicos entre otros temas de importancia para el desarrollo del actual proyecto.

## Normativa legal Colombiana

Tabla 3. Normativa legal Colombiana

| Norma legal                               | Propósito                                                                                                                                                                                                                             | Sesiones que se aplican al proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolución 282 de 2012                    | Por la cual se reconoce la Organización de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Art. 1:</b> Reconócese la Organización de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura, bajo la denominación de Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura, de acuerdo con lo establecido en su Reglamento Interno.</li> <li>• <b>Art. 2:</b> El Consejo Nacional de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura</li> <li>• <b>Parágrafo 1:</b> La participación en el Consejo de los representantes de los Comités Regionales de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura, se regirá de acuerdo con lo establecido en el artículo 31.</li> </ul> |
| Proyecto de ley número 145 de 2017 Senado | Se reglamenta la protección de las abejas, el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Objeto del decreto</b></li> <li>• <b>Finalidad.</b></li> <li>• <b>Capítulo III:</b> Ámbito de aplicación.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Proyecto de ley número 197 de 2017 Cámara | Se crean mecanismos para la defensa de los polinizadores, fomento de cría de abejas y desarrollo de la apicultura en Colombia                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Art. 3:</b> Sistema Nacional de Apicultura y otros Polinizadores.</li> <li>• <b>Capítulo II:</b> De la protección y defensa de los polinizadores.</li> <li>• <b>Capítulo III:</b> Fomento y desarrollo de la cría de abejas y la actividad apícola.</li> <li>• <b>Capítulo IV:</b> Calidad y comercialización de productos y servicios de las abejas.</li> <li>• <b>Capítulo V:</b> Organización de productores</li> </ul>                                                                                                                                                    |
| Decreto 931 de 2018                       | “Por el cual se crea el sistema de trazabilidad vegetal y se incluye como Título 11 de la Parte 13 del Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural”. | <b>Título 11:</b> Sistema de trazabilidad vegetal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ley 165 de 1994                                                                                     | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Art. 6:</b> Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Decreto 1076 de 2015                                                                                | “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Art. 2.2.1.5.1.2:</b> Permiso de estudio con fines de investigación científica.</li> <li>• <b>Art. 2.2.1.1.7.17:</b> Guías técnicas</li> <li>• <b>Art. 2.2.1.1.7.18:</b> Términos de referencia</li> <li>• <b>Art. 2.2.1.1.7.19:</b> Monitoreos</li> <li>• <b>Art. 2.2.1.1.13.6:</b> Expedición, cobertura y validez</li> </ul> |
| Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, 2012. | Promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil | <p><b>Sección:</b> La biodiversidad como sustento de servicios ecosistémicos y del bienestar humano.</p> <p>- Servicios de aprovisionamiento</p>                                                                                                                                                                                                                            |

*Fuente: Autores*

### *Guía y manual de apicultura en Colombia*

**Guía ambiental apícola (Instituto Alexander von Humboldt):** El objetivo de esta guía es que los apicultores de Colombia y las autoridades ambientales la utilicen como un documento de consulta, para apoyar la gestión, el manejo y el desempeño ambiental de los sistemas productivos apícolas, de manera tal que se cuente con criterios unificados para la planeación y el control ambiental de dichas actividades (Instituto Von Humboldt, 2006).

**Manual de buenas prácticas para la apicultura:** Desarrollado por el fondo internacional de desarrollo agrícola con el objetivo principal de apoyar, de manera didáctica el mejoramiento en los aspectos tecnológicos, considerando las altas exigencias fitosanitarias y la necesidad de incrementar la calidad de la producción apícola frente a los mercados cada vez más competitivos (FIDA, 2002).

## **Marco geográfico**

- *Municipio de Guasca*

El municipio de Guasca se encuentra a una distancia de 45 km desde su casco urbano hasta la ciudad de Bogotá, de igual forma el municipio limita por el norte con el municipio de Guatavita, por el suroccidente con el municipio de La Calera, por el suroriente con Fómeque y Choachí, al oriente con el municipio de Junín, por el occidente con el municipio de Sopó, conformando la región oriental de Cundinamarca.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las estadísticas poblacionales y su respectiva proyección, el DANE, 2018 expresa que: "La población de Guasca es aproximadamente de 15.478 habitantes" (p.1).

El municipio de Guasca cuenta con un gran potencial hídrico ya que en su territorio se encuentran ubicados páramos y zonas de recarga de acuíferos, las microcuencas del Río Siecha Aves y el Río Teusacá se caracterizan por tener una gran variedad de recursos naturales, entre los cuales se destaca la prestación de servicios ambientales, entre los que resalta la producción de agua; cuenta con un alto porcentaje de áreas de ecosistemas estratégicos, constituyéndose en una reserva de oxígeno (D&M, 2018).

*Figura 4. Cuencas hidrográficas del municipio de Guasca*



*Fuente: (D&M, 2018)*

Tabla 4. Características morfométricas de las microcuencas del municipio de Guasca

| Microcuencas | Área<br>(Km2) | Perímetro<br>(m) | Longitud cauce<br>principal<br>(m) | Altura media<br>de la cuenca | Velocidad<br>(m/s) |
|--------------|---------------|------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Río Siecha   | 145.19        | 58.76            | 26.04                              | 3125                         | 1.52               |
| Río Aves     | 31.77         | 28.73            | 7.94                               | 2975                         | 0.65               |
| Río Teusacá  | 102.1         | 47.67            | 14.46                              | 3000                         | 0.88               |

Fuente: (D&M, 2018)

Debido a su ubicación biogeográfica el municipio de Guasca, se caracteriza por presentar un conjunto de ecosistemas naturales que por su localización, extensión y conectividad ecológica, aseguran la integridad de la biodiversidad, así como de la provisión de bienes y servicios ambientales, tales como agua, suelo, recursos biológicos y clima. (D&M, 2018)

El Municipio de Guasca presenta una altura sobre el nivel del mar promedio de 2.700 m y se caracteriza por presentar un clima frío, a partir de los cuales se destacan cinco unidades climáticas (Muy Frío Húmedo, Frío Húmedo, Frío Seco, Frío Húmedo, Muy Frío Muy Húmedo), la temperatura generalmente varía de 6 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de 2 °C o sube a más de 20 °C. (D&M, 2018)

#### ▪ Municipio de Guatavita

El municipio de Guatavita se encuentra a 75 kilómetros hacia el nororiente de la ciudad de Bogotá, con una altura de 2680 m.s.n.m., con una extensión de 23.800 hectáreas y un área urbana 238 kilómetros cuadrados. Limita por el norte con los municipios de Sesquilé y Machetá; por el oriente con Gachetá y Junín; por el sur Guasca y Sopó y por el occidente con Tocancipá y Gachancipá. Con una temperatura media de 14°C (CAR, 1995).

Figura 5. División política del Municipio de Guatavita



*Fuente: León y Osma (2017)*

Se presenta un promedio mensual de precipitación 732.8 mm y un número medio mensual de días con precipitaciones de 188 al año. El periodo más lluvioso va de Septiembre a Diciembre y el más seco de Diciembre a Marzo (CAR, 1995).

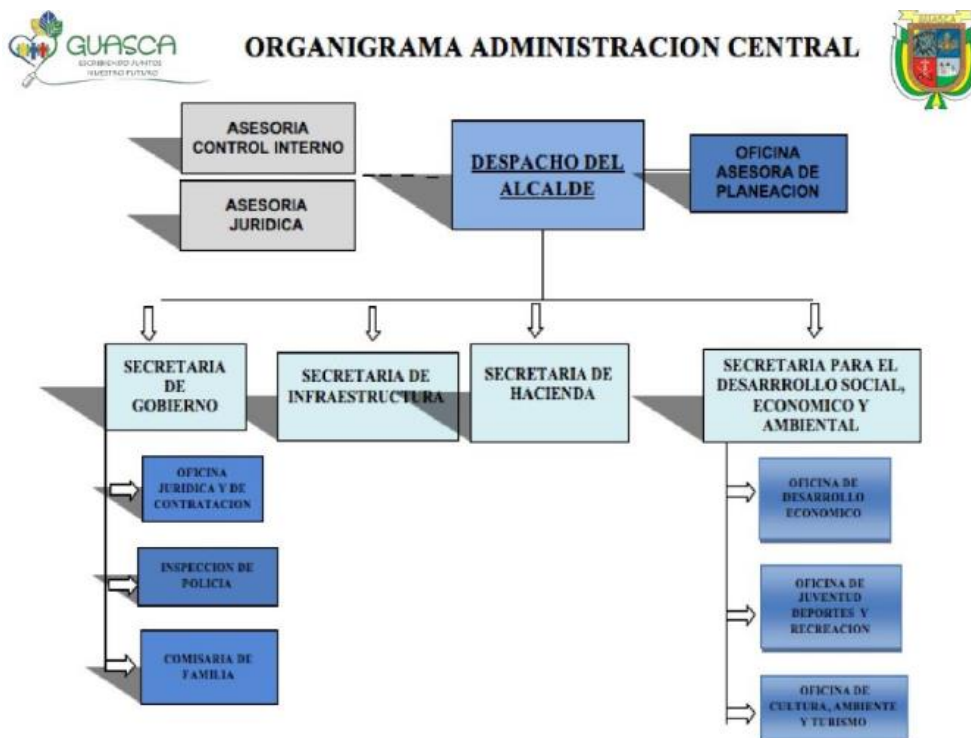
Por otra parte el uso del suelo se caracteriza debido a que las 24.135 hectáreas del área municipal aproximadamente el 51% se encuentra cubierta de pastos, el 43% corresponde a bosques, suelos de uso urbano, suelos erosionados y espejos de agua (CAR, 1995).

Se caracteriza por ser un municipio cuyo sistema predial está propenso a la subdivisión por la demanda de la migración, con el fin de establecer fincas recreativas, sucesiones legales de tipo familiar y la parcelación con fines de construcción de vivienda, lo que hace que el sistema de minifundios ocupe un área apreciable del territorio municipal (CAR, 1995).

### ***Marco institucional***

- *Alcaldía Municipal de Guasca*

*Figura 6. Organigrama Alcaldía Municipal de Guasca*



Fuente: (Alcaldía de Guasca, 2018)

- *Alcaldía Municipal de Guatavita*

Figura 7. Organigrama Alcaldía Municipal de Guatavita



Fuente: (Alcaldía de Guatavita, 2018)

- *Colectivo abejas vivas*

Figura 8. Logo Colectivo abejas vivas



*Fuente: (Abejas Vivas, 2017)*

Es un grupo amplio de personas y organizaciones interesadas en la defensa de las abejas y demás polinizadores en Colombia, nace oficialmente el 4 de febrero de 2017 para presentar a los colombianos y al mundo los problemas relacionados con la muerte de abejas y polinizadores como consecuencia del manejo indiscriminado de plaguicidas. La iniciativa surgió a partir de la preocupación de un grupo de ciudadanos dedicados a la apicultura, debido a la muerte por envenenamiento masivo de abejas en lugares como Quindío, Sucre y Cundinamarca, entre otros (Abejas Vivas, 2017).

## **Metodología**

### ***Introducción***

La metodología de este proyecto se realizó basándose en un análisis extensivo de los casos presentados a través de los años y la experiencia de algunos actores principales que van de la mano con los estudios realizados, además de los criterios necesarios para la consecución de los diferentes objetivos específicos planteados en un principio, para finalmente alcanzar las metas propuestas con el objetivo general, estudiando así un territorio, un sector productivo, poblaciones naturales específicas y los aspectos sociales y ecológicos. Se buscó desde el propio sector productivo la información de primera mano por parte del propietario del mismo, visitas técnicas y el conocimiento de los procesos, el campo de acción, las condiciones de los lugares y las variables que pudiesen afectar el estudio, además de la ética respectiva con los seres vivos y el servicio ecosistémico de los mismos, logrando así una integralidad y un desarrollo correlacionado.

### ***Enfoque, alcance y método de la investigación***

El estudio está basado en un enfoque mixto debido a la utilización de diferentes metodologías tanto cuantitativas como cualitativas, lo cual permite tener diferentes tipos de variables de una manera tanto teórica como empírica para así en el momento de realizar un análisis de las mismas se lleguen a obtener resultados óptimos y válidos para la consecución de los objetivos principalmente.

A su vez el estudio se realizó desde un alcance descriptivo-correlacional siendo descriptivo debido a que según Sampieri “Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p.125) ahondando en las fases que se llevan a cabo en el estudio de poblaciones como lo pueden ser la *Apis mellifera* o inclusive las especies de plantas que se desarrollaron en este.

Por otra parte es de tipo correlacional ya que este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más variables, siendo estas también específicas de este proyecto, se puede visualizar fácilmente mediante la relación de planta – ser vivo y sus variables intrínsecas, siendo estos dos tipos de alcance óptimos para este tipo de proyecto a realizar, a su vez estos tienen una relación ya que los mismos dos conjuntos son los que se ven influenciados para su beneficio debido al servicio ecosistémico al que van ligados (Sampieri, 2014).

### ***Unidad de análisis***

El presente estudio tiene como unidad de análisis principal, las plantas que ofertan el recurso natural polen, que a causa de este recurso y en presencia de un polinizador como lo es la especie *Apis mellifera*, se puede favorecer el servicio ecosistémico de polinización.

### ***Diseño de investigación***

Dada la finalidad y alcance de esta metodología de analizar flora que oferte el recurso natural polen como estrategia de gestión del servicio ecosistémico de polinización, se considera este proyecto como descriptivo-correlacional, debido a que este trabajo se centra en flora con polen pero que su vez se está analizando dos o más variables desde el punto de vista de relación entre la apicultura, plantas, servicio ecosistémico de polinización y gestión de cierta zona a nivel puntual y espacial para su completo e integral desarrollo.

### ***Localización del área de estudio***

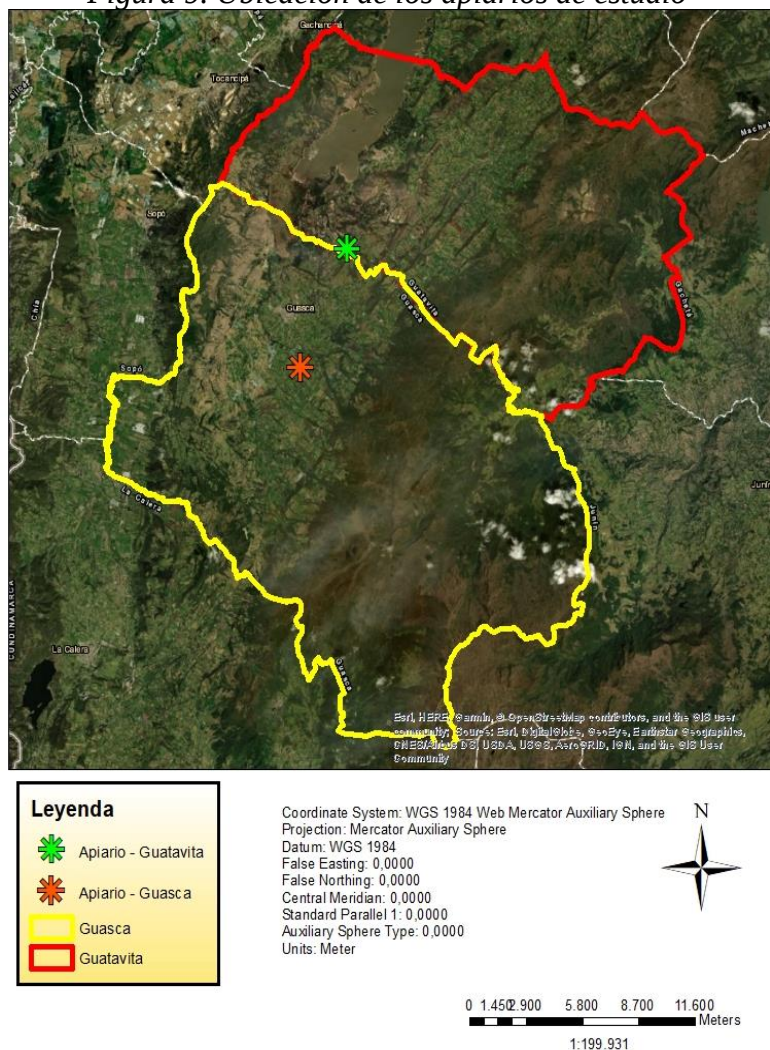
El presente estudio es desarrollado en los municipios de Guasca y Guatavita, municipios del departamento de Cundinamarca, Colombia; en donde se desarrolla la evaluación en dos apiarios pertenecientes al señor Jairo Velandia y la señora Estela Londoño, oriundos del municipio de Guasca.

El primer apiario se ubica en el municipio de Guasca, en la vereda de Santa Ana con una temperatura de 14°C y una altitud de 2760 msnm específica para este lugar con coordenadas 4°50'36.23"N 73°52'16.2"W

Por otro lado, el segundo apiario, ubicado en el municipio de Guatavita, en la vereda Santa María con una temperatura aproximada a los 13°C a una altitud de 2830 msnm con coordenadas específicas 4°53'25.45"N 73°50'20.09"W

Lo anterior se ilustra en la siguiente figura, mostrando la ubicación de los apiarios de estudio espacialmente.

*Figura 9. Ubicación de los apiarios de estudio*



*Fuente: Autores*

### ***Metodología para cada objetivo específico***

Para el desarrollo del proyecto y en base a cada objetivo propuesto para el cumplimiento del mismo se desarrolla la metodología de la siguiente manera.

*Objetivo específico 1:* Realizar un diagnóstico de la vegetación existente en los dos apiarios de estudio, tomando en consideración las especies ofertantes del recurso natural polen

Para la determinación de la flora en los dos apiarios de estudio, se utiliza la metodología propuesta por Artigas y Díaz del Olmo (2013), que además se fundamenta en Gentry, (1995) Trejo y Dirzo, (2002) en base al método de muestreo de formaciones vegetales, utilizando el transecto de forma rectangular, recomendando adicionalmente realizarse en un tamaño de 50 metros de largo por 2 metros de ancho (p.72); siendo el ideal de 4 transectos alrededor de la zona de estudio.

Posteriormente para la identificación taxonómica se lleva a cabo por método fotográfico y saber convencional del apicultor del nombre común de cada planta identificada, si no se logra identificar de esta manera, se ejecutará mediante la revisión de bitácoras, compendios o listado de plantas según el tipo de vegetación de la zona (Páramo, subpáramo o bosque alto andino) un buen referente para esta identificación es la bitácora de flora de plantas de páramos en Colombia presentada por Marín y Parra, (2015).

Adicionalmente se realizó un conteo de los individuos de cada especie de flora que se encuentre en el análisis del transecto con el fin de realizar tratamiento de datos a este conteo de especies vegetales encontradas.

Una vez identificada taxonómicamente cada especie, se evaluó mediante la página virtual del “Catálogo de plantas y líquenes de Colombia” del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Bernal, 2019) en donde se tuvieron en consideración varios aspectos de cada especie como el origen, el cual se refiere a las apariciones de los géneros de plantas y endemismos de las especies, también se tendrá en cuenta el hábito de crecimiento (Anexo I).

Adicionalmente se procede a la categorización de las especies de flora, como cobertura vegetal, con una adaptación de la metodología Corine Land Cover (Anexo II), propuesto por el (Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2012) para realizar el recorrido que le permita reconocer las coberturas vegetales que hay en el lugar de estudio.

Para la identificación de las plantas en floración y especies que oferten el recurso natural polen, se realizó mediante la observación directa e indirecta de las distintas plantas.

Refiriéndose a la observación directa de la flora se realizó al mirar y examinar cuidadosamente la presencia o no de polen en la flora. Para la observación indirecta, esta se efectuó mediante análisis de palinología, asociada a la rama de Taxonomía, que se le

reconoce con el nombre de palinotaxonomía (Rodríguez, 2016). De esta manera se obtendrá a ciencia cierta las plantas con presencia de polen en los transectos a considerar.

Siguiendo con la metodología: se ejecutó la toma de muestras de polen para realizar estudios de tipo palinológico de los apiarios de estudio. El polen obtenido de cada colmena, se mezcló ya que según Márquez, (2009), “las abejas siguen una trayectoria de forrajeo especializado para algunas especies florales en específico como comportamiento de “fidelidad floral” (p.126) es debido a esto, que el polen puede variar de acuerdo a las trayectorias o rutas de forrajeo que siguen las abejas para cada colmena.

De esta manera se seleccionó una muestra de 100 gr de polen que se enfrascó en un frasco de vidrio previamente esterilizado, para evitar la contaminación. Posteriormente se envió la muestra al departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, que con la ayuda de palinólogos de la Universidad, se obtuvieron los resultados de laboratorio de tipo palinológico.

Adicionalmente cada muestra se diligenció con la siguiente información:

- Municipio
- Vereda
- Coordenadas
- Fecha de recolección
- Altitud
- Temperatura
- Recolector
- Institución

Finalmente es importante resaltar que la metodología hasta ahora propuesta para el cumplimiento de este objetivo se realizó dos veces, debido a que se tienen en cuenta lo que plantea Corcuy (2015), teniendo en cuenta la relación precipitación-polinización y se afirma que “A mayor precipitación previa, mayor será la concentración de polen”. y que “los coeficientes de correlación para los meses de precipitación durante periodo de polinización son negativos, esto indica que a mayor precipitación, menor concentración de polen” (p.53).

No obstante es bien sabido que las precipitaciones, época del año o condiciones ambientales (Brillo solar, humedad relativa, evaporación, temperatura, entre otros) pueden variar la floración en el año y por ende la oferta de polen durante el año. Además conociendo que el departamento de Cundinamarca presenta características predominantes del régimen de lluvias de tipo bimodal durante el año y en general para la mayor parte de la región andina lo presenta (IDEAM, 2010), es decir, que corresponde a dos épocas húmedas y dos secas durante el año.

Es por esto que se precedió a realizarse la metodología de este objetivo en dos temporadas diferentes definidas como “época seca” y “época húmeda” en un periodo de análisis trimestral (Marzo, Mayo y Junio) realizando las primeras visitas técnicas correspondientes a la “época seca” en el mes de Marzo y las visitas técnicas en “época

húmeda” a finales de Mayo e inicios de Junio como se muestra a continuación y se cimenta en los Anexo III y IV en los cuales se presenta un mosaico de las precipitaciones para los días de las visitas técnicas.

*Tabla 5. Calendario de visitas técnicas a los apiarios de Guasca y Guatavita*

Fechas de visitas técnicas a cada apiario

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| Época seca   | 17 de Marzo - Apiario Guasca    |
|              | 24 de Marzo - Apiario Guatavita |
| Época húmeda | 30 de Mayo - Apiario Guasca     |
|              | 7 de Junio - Apiario Guatavita  |

*Fuente: Autores*

*Objetivo específico 2:* Efectuar un análisis de la vegetación previamente identificada para la determinación de la composición vegetal en los sectores apícolas de estudio.

En base a los datos recolectados en el objetivo anterior, En este objetivo, se ejecutó metodología para el estudio de la vegetación, basada en la abundancia y distribución de las especies vegetales caracterizadas en campo. Para esto se realizará bajo la metodología de Matteucci y Colma (2002) mediante su metodología para el estudio de la vegetación en donde se hace relevancia a la distribución y abundancia como factores determinantes en el estudio del comportamiento de las poblaciones en las comunidades.

Por la distribución, se define como la organización o el ordenamiento espacial de los individuos pertenecientes a dicha especie en determinado sitio muestral, abarcando objetivos fundamentales del estudio de vegetación como lo son la detección de patrones espaciales, horizontales o verticales, de los individuos o de las especies (Matteucci y Colma, 2002) y la abundancia como: “La cantidad de individuos de cada especie en una comunidad varía desde las especies comunes (muy abundantes) hasta las especies raras” (Matteucci y Colma, 2002, p.15).

No obstante, también se evalúa la diversidad específica, entendida como una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Teniendo dos atributos importantes: el primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad y es denominado como riqueza de especies. El segundo componente es la equitatividad, y describe cómo se distribuye la abundancia entre las especies que integran la comunidad. De esta manera se utilizarán índices de diversidad ya que incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad (IEGEB, 2016).

De esta manera se realizó el estudio de la de las especies vegetales encontradas en el objetivo anterior de la siguiente manera:

### *Diversidad específica*

Se utilizaron dos índices de diversidad, y los más ampliamente utilizados que son: El índice de Simpson (DSi ) y el índice de Shannon-Wiener (H').

Índice de Simpson (1949), DSi. Este fue el primer índice de diversidad usado en ecología

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Siendo:

s= número de especies

pi= número de individuos de la especie i/ número de individuos totales (Es decir la abundancia relativa de la especie i)

Donde 0 es el valor máximo de diversidad y 1 es el valor mínimo de diversidad (Comer & Greene, 2015).

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H'. Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \times \log_2 p_i)$$

Siendo:

s= número de especies

pi= número de individuos de la especie i/ número de individuos totales (Es decir la abundancia relativa de la especie i)

### *Abundancia:*

Se realiza el análisis de la abundancia mediante la abundancia absoluta, entendida como el número de individuos de una especie en un espacio determinado y la abundancia relativa, definida como la relación porcentual del número de individuos de la especie con respecto al total de individuos en un área definida, y que es también es abordada en el componente de la equitatividad (IEGEB, 2016, p.7) en relación con la cantidad de especies en una comunidad.

### *Distribución:*

En este trabajo se ha propuesto la representación de la estructura de la comunidad en dibujos tridimensionales a fin de poder visualizar la estructura vertical y horizontal en forma de una estratificación de la vegetación. De esta manera se formula para la realización de la distribución de especies mediante un perfil de vegetación, ya que este es representado por esos símbolos en un gráfico, en el cual la altura se coloca en las ordenadas. Es una representación esquemática (Matteucci y Colma, 2002, p.57).

En contexto de este estudio, estos perfiles de vegetación se realizaron por cada transecto definido en cada apiario y teniendo en cuenta las plantas identificadas para las dos épocas ya definidas (seca y húmeda).

*Objetivo específico 3:* Elaborar un análisis de alternativas para la implementación de flora ofertante del recurso natural polen en los lugares de estudio para promover el servicio ecosistémico de polinización en base a su área de influencia.

Una vez realizada el análisis de abundancia, distribución y diversidad específica y los análisis palinológicos de las plantas encontradas en los transectos delimitados, consideramos que se puede llegar a tener una idea de cómo es el comportamiento de la *Apis mellifera* a nivel de finca (puntual) y qué flora ofertante del recurso natural polen se puede reforzar o proponer mediante catálogos y compendios como lo son:

- 1) Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar (Velandia, et al. 2012)
- 2) Compendio de calendarios florales apícolas de Cauca, Huila y Bolívar (Silva y Restrepo, 2012)
- 3) Listado de plantas en bosques y matorrales andinos de importancia apícola en la cordillera oriental. (Chamorro, 2016)
- 4) Listado de especies frutales cultivadas en Colombia con información sobre el servicio de polinización que presta *Apis mellifera* (Montoya-Pfeiffer, Leon, Chamorro y Nates-Parra, 2016)

Adicionalmente es importante reconocer el área de influencia directa de forrajeo de la *Apis mellifera* y ya que según Vandame, Gänz, Garibay y Reyes (2012), en su “manual de apicultura orgánica”, sustentan que existen datos que muestran que las abejas forrajeo en un radio de 1 km cuando hay abundancia de alimento, y hasta 3 km en escasez; por lo anterior se realizará la zonificación en un radio de 3 km teniendo como centro el apiario, previendo épocas de escasez. (p.9)

Por esto mediante una zonificación ambiental, se quiere reconocer las condiciones paisajísticas y bióticas en ese radio de 3 km propuesto en épocas de escasez de alimento para la *Apis mellifera* en los dos apiarios de estudio. En este orden de ideas la zonificación del medio biótico que se ejecutará en base a la clasificación que presenta Ospina, López y Gutiérrez (2013) como se muestra en el anexo V

De este modo luego de realizar la zonificación ambiental y analizar la situación del medio biótico, se empezaron a revisar alternativas de propuestas para la implementación de

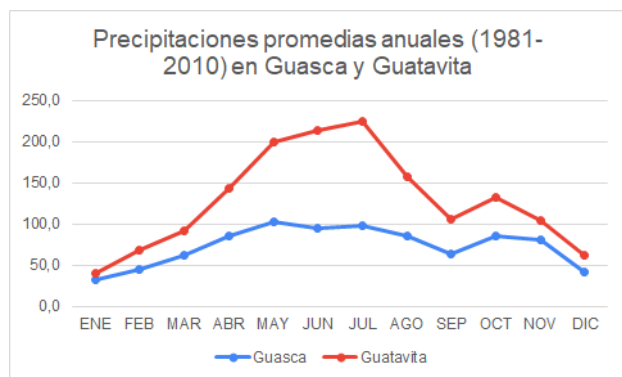
flora polinífera en los lugares de estudio. Estas alternativas pueden basarse en el refuerzo de flora (Mix florales), conservación, restauración ecológica (Kremen & M'Gonigle, 2015), (Estupiñan y Gutiérrez, 2015), sistemas agroforestales (silvicultura y silvopastoreo) o la alternativa que sea necesaria para dar una propuesta integral de planificación territorial de la flora y promover el servicio ecosistémico de polinización en base a la especie polinizadora *Apis mellifera*.

## Resultados y análisis

Fundamentado en datos climatológicas como lo son los meteorológicos del IDEAM como base histórica en precipitaciones de los municipios (Figuras 10 y 11) y los de Weather Spark (Figuras 13 a 16) , siendo esta página web de previsión meteorológica brindando una aproximación de la actualidad y pronóstico durante el año. Así se realiza la verificación de la probabilidad de la climatología para los municipios de Guasca y Guatavita, en específico en lo que tiene que ver con la posibilidad de precipitación, de esta manera se realiza la comprobación de las épocas (húmeda y seca) en las visitas técnicas realizadas con el fin de la identificación de la flora presente en los transectos delimitados previamente en cada apiario a evaluar. En donde según las bases de datos climatológicas ya mencionadas se obtienen los siguientes resultados.

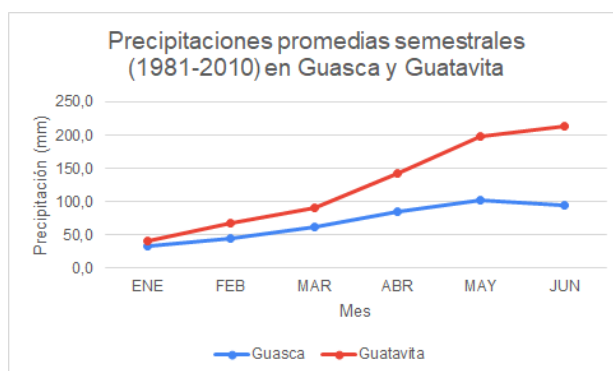
Precipitación en Guasca y Guatavita según datos históricos (1981-2010) del IDEAM para estaciones pluviométricas e hidrometeorológicas ubicados en Guasca y Guatavita.

*Figura 10. Precipitaciones promedias mensuales (1981-2010) en Guasca y Guatavita*



*Fuente: Autores*

*Figura 11. Precipitaciones promedias mensuales - periodo semestral (1981-2010) en Guasca y Guatavita.*

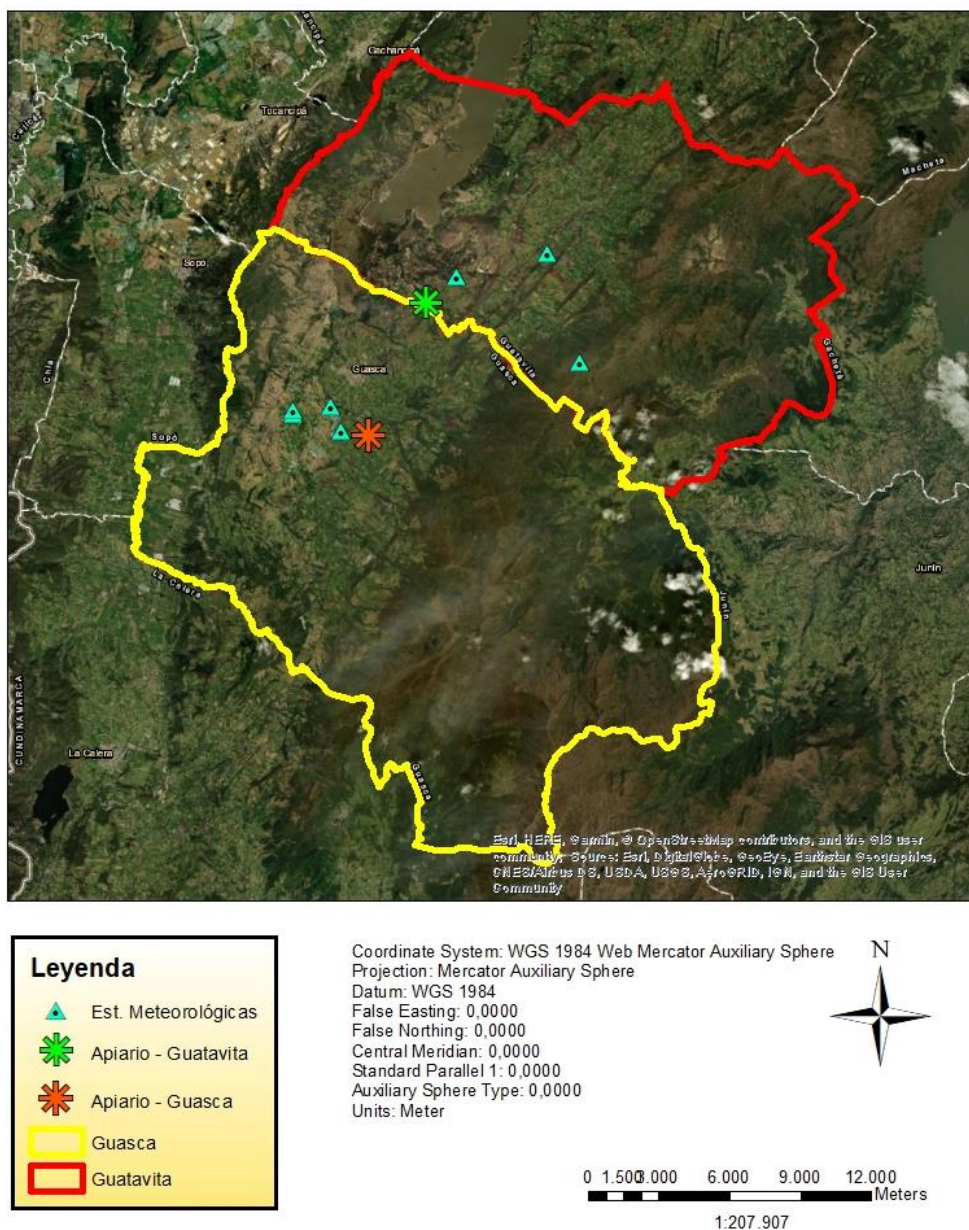


*Fuente: Autores*

Los datos anteriores fueron tomados de estaciones meteorológicas del IDEAM. Para el municipio de Guasca fueron las estaciones: Guasca, San isidro, San José y Santa cruz de siecha. Por otro lado para el municipio de Guatavita estas estaciones fueron: Amoladero, Potreritos y Potrero largo.

Estas estaciones se ven reflejadas en la siguiente figura.

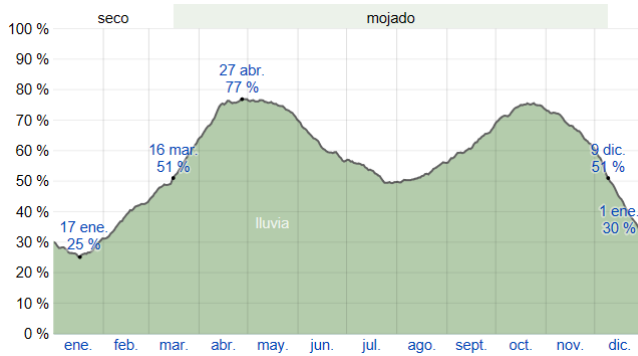
*Figura 12. Estaciones meteorológicas*



*Fuente: Autores*

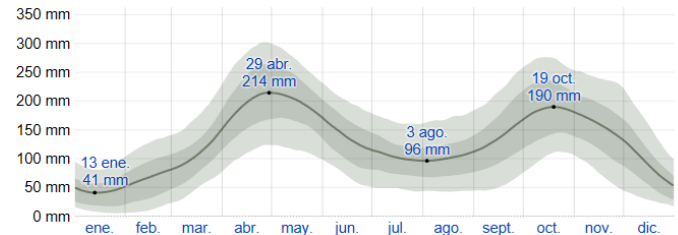
## Precipitación en el municipio de Guasca según Weather Spark:

*Figura 13. Probabilidad diaria de precipitación en Guasca*



*Fuente: Weather Spark, 2019)*

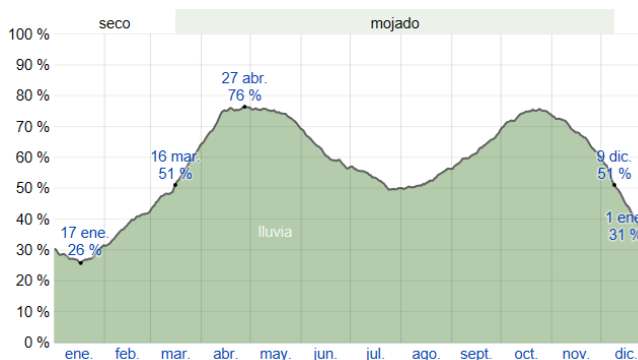
*Figura 14. Precipitación de lluvia mensual promedio en Guasca*



*Fuente: Weather Spark, 2019*

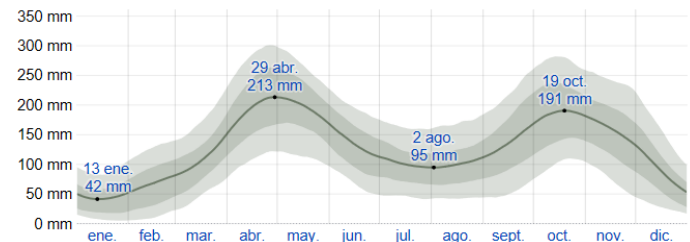
## Precipitación en el municipio de Guatavita según Weather Spark

*Figura 15. Probabilidad diaria de precipitación en Guatavita*



*Fuente: (Weather Spark, 2019)*

*Figura 16. Precipitación de lluvia mensual promedio en Guatavita*



*Fuente: Weather Spark, 2019*

En base a las figuras anteriores se denota una tendencia en el primer semestre del año, al tener bajas precipitaciones en los tres primeros meses (Enero, febrero y marzo), con precipitaciones máximas de 90 y mínimos de 30 mm mensuales, por otro lado para los siguientes tres meses (Abril, mayo y junio) empiezan a ver picos de casi 300 mm de lluvias, teniendo lluvias máximas entre abril y mayo. Sin embargo según la figura 10, dada por datos históricos de precipitación del IDEAM, es evidente que para Guasca las precipitaciones son menores en comparación a las de Guatavita. Además resaltando la tendencia de régimen de lluvias de tipo bimodal en la zona, como se había mencionado anteriormente con respecto al (IDEAM, 2010).

**Resultados objetivo específico 1:** Realizar un diagnóstico de la vegetación existente en los dos apiarios de estudio, tomando en consideración las especies ofertantes del recurso natural polen

Debido a dificultades del terreno en los dos apiarios, no se realiza la identificación en 4 transectos en tamaños de 50 metros de largo por 2 metros de ancho como propone Olmo (2013), apoyado en Gentry, (1995) Trejo y Dirzo, (2002); sino que se realiza la delimitación de dos transectos diferentes, cada uno de 100 metros de largo por 4 metros de ancho.

Una vez realizada la toma de fotografías y su posterior identificación taxonómica de las plantas por cada transecto de cada apiario, se realiza un compilado de las especies identificadas en cada transecto, para así analizar los datos como plantas por apiario en épocas diferentes que se muestran en los anexos. Adicionalmente se relaciona lo visto en las visitas técnicas y los resultados de los estudios palinológicos en los cuales se resalta con color amarillo en las tablas 8, 11, 14 y 17 las especies ofertantes de polen que están tanto en la observación directa como en la indirecta.

A continuación se presentan los resultados correspondientes al diagnóstico de la vegetación existente en los dos apiarios de estudio en base a las actividades propuestas para su cumplimiento.

Para la visita técnica del primer apiario de estudio, localizado en el municipio de Guasca, en “época seca” se identificaron en ambos transectos un total de 22 especies y 211 individuos, de las cuales se analizó el estado en el que se encuentra la flora presente, es decir si se está en floración o no, adicionalmente se tiene en cuenta el origen de la planta, hábito, si oferta polen (observación directa e indirecta) y finalmente dentro de qué categoría se encuentra según la clasificación de coberturas vegetales. (Anexo VI).

*Tabla 6. Formato de registro del Apiario en Guasca en época seca*

| FORMATO DE REGISTRO   |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Fecha                 | 17/03/2019                |
| Localidad             | Vereda Santa Ana – Guasca |
| Nombre de la finca    | El encanto                |
| Apicultor acompañante | Jairo Velandia            |
| Actividad             | Identificación de flora   |
| Responsable           | Diego Mancera             |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| Cantidad de especies encontradas | 22  |
| Total de individuos              | 211 |

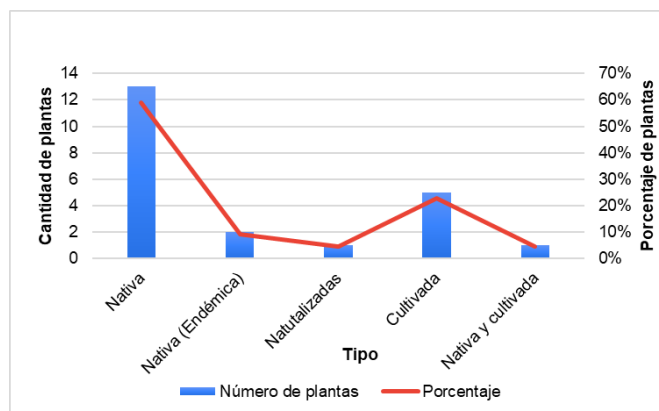
*Fuente: Autores*

*Tabla 7. Producción promedio de polen en el apiario de Guasca en época seca*

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| Cantidad de colmenas                      | 38             |
| Producción                                | 10,6 Kg        |
| <b>Producción promedio colmena/semana</b> | <b>0,28 Kg</b> |

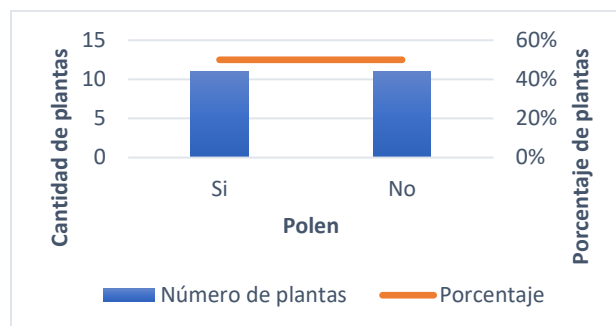
*Fuente: Autores*

Figura 17. Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guasca en época seca



Fuente: Autores

Figura 18. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario en Guasca en época seca



Fuente: Autores

Tabla 8. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guasca en época seca

| Familia                  | Tipo polínico                 | Conteo | %    |
|--------------------------|-------------------------------|--------|------|
| Brassicaceae             | <i>Brassica vs Raphanus</i>   | 460    | 53   |
| Adoxaceae                | <i>Viburnum triphyllum</i>    | 111    | 12,8 |
| Myrtaceae                | <i>Eucalyptus globulus</i>    | 97     | 11,2 |
| Piperaceae               | <i>Piper aduncum</i>          | 80     | 9,2  |
| Myricaceae               | <i>Morella parvifolia</i>     | 59     | 6,8  |
| Asteraceae               | <i>Hypochaeris radicata</i>   | 49     | 5,6  |
| Myrtaceae                | <i>Calycolpus moritzianus</i> | 6      | 0,7  |
| Loranthaceae             | <i>Gaiadendron punctatum</i>  | 3      | 0,3  |
| Fabaceae (Mimosoidae)    | <i>Acacia decurrens</i>       | 2      | 0,2  |
| Passifloraceae           | <i>Passiflora sp</i>          | 1      | 0,1  |
| Total conteo             |                               | 868    |      |
| Total de tipos polínicos |                               | 10     |      |

Fuente: (Solarte, 2019)

Para la visita técnica del segundo apiario ubicado en el municipio de Guatavita, en época seca se encontraron un total de 24 especies vegetales y 217 individuos en los dos transectos estudio, en los cuales se analizan el estado en el que se encuentra la flora presente, es decir si se está en floración o no, adicionalmente se tiene en cuenta el origen de la planta, hábito, si oferta polen (observación directa

e indirecta) y finalmente dentro de qué categoría se encuentra según la clasificación de coberturas vegetales. (Ver Anexo VII)

*Tabla 9. Formato de registro del Apiario en Guatavita en época seca*

| FORMATO DE REGISTRO              |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Fecha                            | 24/Marzo/2019                  |
| Localidad                        | Vereda Santa María - Guatavita |
| Nombre de la finca               |                                |
| Apicultor acompañante            | Jairo Velandia                 |
| Actividad                        | Identificación de flora        |
| Responsable                      | Diego Mancera y Sergio Sánchez |
| Cantidad de especies encontradas | 24                             |
| Total de individuos              | 217                            |

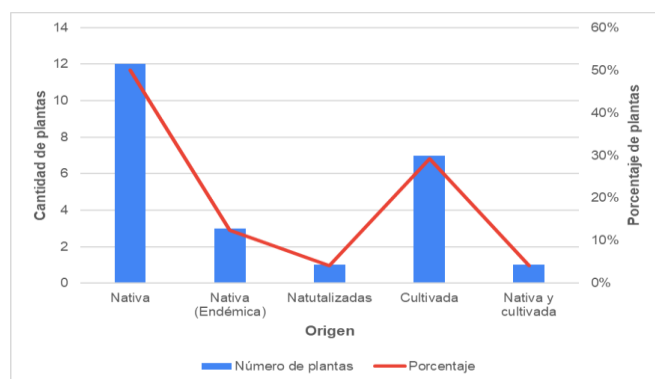
*Fuente: Autores*

*Tabla 10. Producción promedio de polen en el apiario en Guatavita en época seca*

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| Cantidad de colmenas                      | 25             |
| Producción                                | 7,3 Kg         |
| <b>Producción promedio colmena/semana</b> | <b>0,29 Kg</b> |

*Fuente: Autores*

*Figura 19 Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guatavita en época seca.*



*Fuente: Autores*

*Figura 20. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario de Guatavita en época seca*



*Fuente: Autores*

Tabla 11. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guatavita en época

| Familia                  | Tipo polínico                    | Conteo | %    |
|--------------------------|----------------------------------|--------|------|
| Myrtaceae                | <i>Eucalyptus globulus</i>       | 407    | 77.2 |
| Asteraceae               | <i>Hypochaeris radicata</i>      | 7      | 1.3  |
| Fabaceae (Mimosoidae)    | <i>Acacia decurrens</i>          | 12     | 2.3  |
| Myricaceae               | <i>Morella parvifolia</i>        | 54     | 10.2 |
| Asteraceae               | Aff. <i>Pentacalia americana</i> | 24     | 4.6  |
| Asteraceae               | <i>Bidens aff. trinervis</i>     | 21     | 4.0  |
| Poaceae                  | Poaceae 1                        | 2      | 0.4  |
| Total conteo             |                                  | 527    |      |
| Total de tipos polínicos |                                  | 7      |      |

Fuente: (Solarte, 2019)

Por otro lado para la visita técnica del apiario ubicado en el municipio de Guasca, en época húmeda se encontraron un total de 24 especies y 243 individuos en los dos transectos estudio, los cuales se analizan el estado en el que se encuentra la flora presente, es decir si se está en floración o no, adicionalmente se tiene en cuenta el origen de la planta, hábito, si oferta polen (observación directa e indirecta) y finalmente dentro de qué categoría se encuentra según la clasificación de coberturas vegetales. (Ver Anexo VIII)

Fuente: Autores

Tabla 12. Formato de registro del Apiario en Guasca en época húmeda

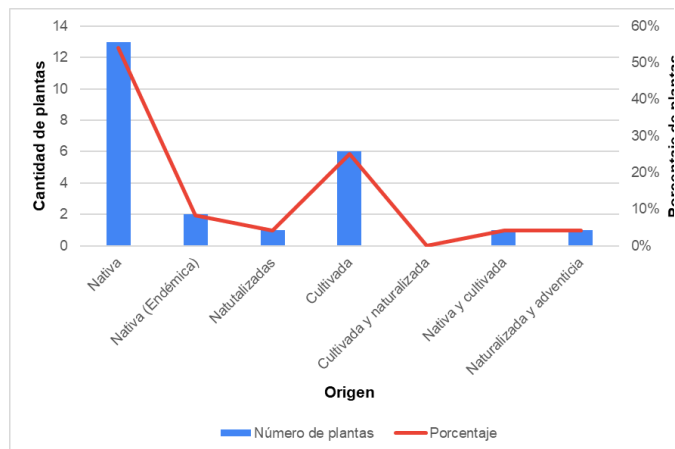
| FORMATO DE REGISTRO              |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| Fecha                            | 30/Mayo/2019              |
| Localidad                        | Vereda Santa Ana – Guasca |
| Nombre de la finca               | El encanto                |
| Apicultor acompañante            | Jairo Velandia            |
| Actividad                        | Identificación de flora   |
| Responsable                      | Diego Mancera             |
| Cantidad de especies encontradas | 24                        |
| Total de individuos              | 243                       |

Tabla 13. Producción promedio de polen en el apiario de Guasca en época húmeda

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| Cantidad de colmenas                      | 38             |
| Producción                                | 17.2 Kg        |
| <b>Producción promedio colmena/semana</b> | <b>0,45 Kg</b> |

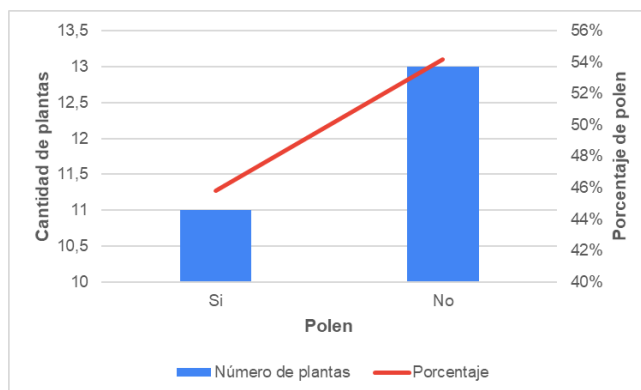
Fuente: Autores

Figura 21. Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guasca en época húmeda



Fuente: Autores

Figura 22. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario en Guasca en época húmeda



Fuente: Autores

Tabla 14. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guasca en época húmeda

| Familia                  | Tipo polínico                         | Conteo | %    |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|------|
| Brassicaceae             | <i>Brassica</i> vs <i>Raphanus</i>    | 451    | 77.9 |
| Myrtaceae                | <i>Eucalyptus globulus</i>            | 48     | 8.3  |
| Asteraceae               | <i>Hypochaeris radicata</i>           | 17     | 2.9  |
| Fabaceae (Mimosoidae)    | <i>Acacia decurrens</i>               | 13     | 2.2  |
| Fabaceae (Faboideae)     | <i>Trifolium pratense</i>             | 28     | 4.8  |
| Adoxaceae                | <i>Viburnum</i> sp                    | 19     | 3.3  |
| Melastomataceae          | <i>Miconia</i> aff. <i>squamulosa</i> | 3      | 0.5  |
| Total conteo             |                                       | 579    |      |
| Total de tipos polínicos |                                       | 7      |      |

Fuente: (Solarte, 2019)

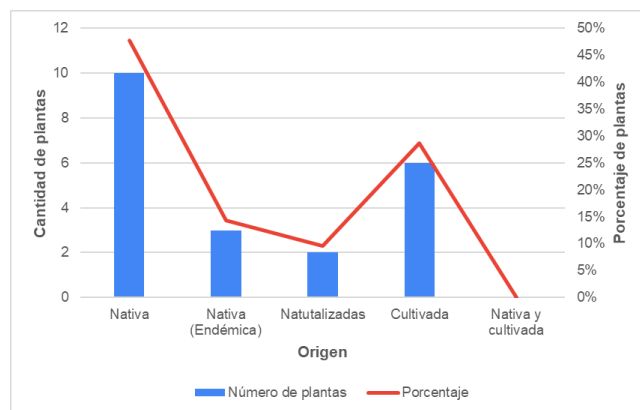
Finalmente para la visita técnica del apiario ubicado en el municipio de Guatavita, en época húmeda se encontraron en ambos transectos un total de 21 especies vegetales y 212 individuos de las cuales se analizó el estado en el que se encuentra la flora presente, es decir si se está en floración o no, adicionalmente se tiene en cuenta el origen de la planta, hábito, si oferta polen (observación directa e indirecta) y finalmente dentro de qué categoría se encuentra según la clasificación de coberturas vegetales. (Ver Anexo IX)

*Tabla 15. Formato de registro del Apiario en Guatavita en época húmeda*

| FORMATO DE REGISTRO              |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Fecha                            | 7/Junio/2019                   |
| Localidad                        | Vereda Santa María - Guatavita |
| Nombre de la finca               |                                |
| Apicultor acompañante            | Jairo Velandia                 |
| Actividad                        | Identificación de flora        |
| Responsable                      | Diego Mancera y Sergio Sánchez |
| Cantidad de especies encontradas | 21                             |
| Total de individuos              | 212                            |

*Fuente: Autores*

*Figura 23. Distribución porcentual del origen de las especies en el Apiario de Guatavita en época húmeda*



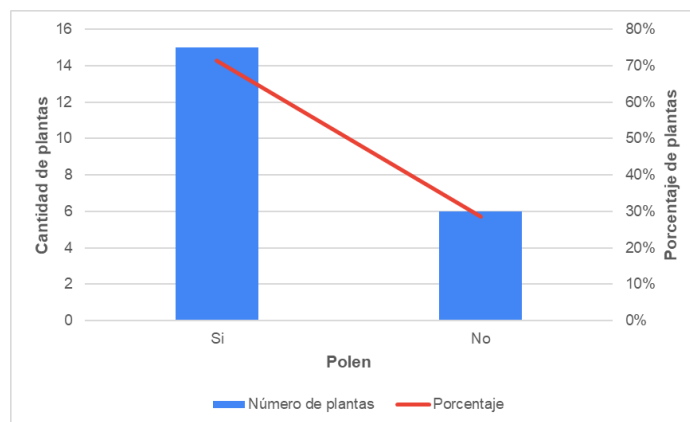
*Fuente: Autores*

*Tabla 16. Producción promedio de polen en el apiario en Guatavita en época húmeda*

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| Cantidad de colmenas                      | 25             |
| Producción                                | 4.8 Kg         |
| <b>Producción promedio colmena/semana</b> | <b>0,19 Kg</b> |

*Fuente: Autores*

*Figura 24. Distribución porcentual de especies ofertantes de polen en el Apiario en Guatavita en época húmeda*



*Fuente: Autores*

Tabla 17. Resultados estudio palinológico para el apiario en Guatavita en época húmeda

| Familia                  | Tipo polínico                  | Conteo | %    |
|--------------------------|--------------------------------|--------|------|
| Brassicaceae             | <i>Brassica vs Raphanus</i>    | 365    | 45.2 |
| Myrtaceae                | <i>Eucalyptus globulus</i>     | 57     | 7.1  |
| Asteraceae               | <i>Hypochaeris radicata</i>    | 104    | 12.9 |
| Fabaceae (Mimosoidae)    | <i>Acacia decurrens</i>        | 80     | 9.9  |
| Fabaceae (Faboideae)     | <i>Trifolium pratense</i>      | 72     | 8.9  |
| Myricaceae               | <i>Morella parvifolia</i>      | 19     | 2.4  |
| Cyperaceae               | <i>Rhynchospora barbata</i>    | 59     | 7.3  |
| Fabaceae (Faboideae)     | <i>Trifolium repens</i>        | 39     | 4.8  |
| Rubiaceae                | <i>Spermacoce verticillata</i> | 13     | 1.6  |
| Total conteo             |                                | 808    |      |
| Total de tipos polínicos |                                | 9      |      |

Fuente: (Solarte, 2019)

### Análisis de resultados del objetivo específico 1

#### Observación directa

Del total de las plantas identificadas, se evidenció que para los dos apiarios en ambas épocas las plantas ofertantes de polen representan mínimo un 40% con respecto a los totales de especies encontradas en el compilado de los dos transectos a evaluar

En el municipio de Guasca para la época seca se evidenció que se encuentra en un 50% la oferta del recurso natural polen, mientras que para la época húmeda representa un porcentaje del 45% interpretándose así que aunque el total de individuos aumentaran de 211 a 243 presentes en la época húmeda, la oferta del recurso disminuyó en la época húmeda, sin embargo la producción de polen en el apiario aumentó 6.6 kg en época húmeda con respecto a la época seca, y esto con la hipótesis que los individuos que aumentaron para la época húmeda correspondían a especies ofertantes de polen. No obstante también es de consideración el comportamiento que la *Apis mellifera* puede tener al buscar su mayor fuente de alimento por fuera del rango de los 100 m identificados inicialmente.

Por su parte el apiario ubicado en el municipio de Guatavita evidencia resultados contrarios al de Guasca, ya que allí la oferta del recurso natural polen fue más bajo en época seca con un porcentaje aproximado al 40% mientras que en época húmeda sobrepasó el 70% de plantas con polen, sin embargo esta relación no es la misma en la producción de polen por parte del apiario, ya que pasó de producir 7.3 Kg en época seca a 4.3 Kg para

época húmeda; y esto se puede relacionar debido a que las precipitaciones para esta zona fueron de más de 210 mm (Figura 16) y estas precipitaciones intensas influyen en la salida de la *Apis mellifera* de la colmena y su alimentación dentro de la misma aumenta.

En base al análisis expuesto anteriormente, el historial de precipitaciones (1981-2010) para Guasca y Guatavita (Figura 10) demuestra que la precipitación media mensual en el municipio de Guatavita supera en casi 100 mm de lluvia al municipio de Guasca

### *Observación indirecta*

Mediante los resultados del análisis de palinología, se evidenció que algunas de las familias botánicas más representativas de las cuales la *Apis mellifera* obtiene su recurso polen fueron: Asteraceae, Fabaceae y Myricaceae, esto evidenciado principalmente en la observación e indirecta, es decir en base a los resultados de palinología.

Del mismo modo, se resalta que para las cuatro muestras, existen tres especies que estuvieron presentes en las dos épocas de estudio, siendo las especies *Eucalyptus globulus*, *Hypochoeris radicata* y *Acacia decurrens*

De acuerdo a los resultados presentados anteriormente, se puede resaltar que en los análisis palinológicos, estos representan más del 45% de la muestra en una especie específica identificada como *Brassica vs Raphanus*, siendo un tipo polínico no identificado con certeza pero que se puede tratar de cultivo de rábanos, coles, coliflor o brocoli y que se muestra en 3 de las 4 muestras recolectadas. La única muestra que no presenta esta especie es la tomada en el Apiario de Guatavita en época seca, siendo la especie dominante para el laboratorio el *Eucalyptus globulus* con un porcentaje de más del 70% de la muestra.

Lo anterior nos indica que las abejas en su forrajeo sobrepasan el nivel de finca para obtener su alimento y más que por escasez de oferta de polen, puede ser como lo sustenta Márquez, (2009), donde afirma que: “las abejas siguen una trayectoria de forrajeo especializado para algunas especies florales en específico como comportamiento de “fidelidad floral” (p.126). Y este aspecto se evidencia en particular con la especie *Brassica vs Raphanus* y en un caso para la especie *Eucalyptus globulus* para ambos apiarios estudiados.

### *Correlación*

Se identificaron las especies presentes tanto en los listados del diagnóstico de vegetación caracterizados por observación directa como las encontradas gracias al estudio palinológico realizado, equivalente a la observación indirecta, siendo estas especies las subrayadas en las tablas 8, 11, 14 y 17. Evidenciando así la relación directa entre ambos tipos de observación y resaltando que en más del 50 % de las muestras 1, 3 y 4 (Anexo X) predomina la especie *Brassica vs Raphanus*. Al no encontrarse en el listado previamente realizado nos indica que el forrajeo de las abejas sobrepasan el nivel de finca en porcentajes muy altos y aunque puede tratarse de “fidelidad floral” también puede ser clave la diversidad floral polinífera presente en un área a nivel de finca.

Finalmente se resalta que para ambas zonas de interés existe una predominancia de especies nativas, representando más del 40% para cada uno de los apiarios, y seguida de especies cultivadas por encima del 25%, en relación con las demás tipos de orígenes de la flora tenidos en cuenta.

Sin embargo, las únicas especies presentes en la palinología (Observación indirecta) y la observación directa que sean de origen nativo son la *Morella Parviflora* y *Viburnum triphyllum*. Es decir, tan solo 2 especies de 18 tipos polínicos (Ver anexo X) encontrados en la palinología y la observación directa, son de origen nativo.

**Resultados objetivo específico 2:** Efectuar un análisis de la vegetación previamente identificada para la determinación de la composición vegetal en los sectores apícolas de estudio.

En base a los análisis de abundancia y diversidad teniendo en cuenta el texto de comunidades de ecología de IECEBA (2016); se realiza el análisis con respecto a una compilación de los dos transectos en cada apiario con plantas ofertantes del recurso natural polen, para así analizar según su abundancia y diversidad qué plantas existentes en cada apiario son potenciales de polinización y cómo se relaciona los resultados obtenidos.

#### *Abundancia y diversidad específica.*

*Tabla 18. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época seca en el apiario de Guasca*

| (Nombre común)       | (Nombre científico)             | Origen       | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|----------------------|---------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Especie              | Especie                         |              |                     |                          |                         |                               |
| Laurel de cera       | <i>Morella parvifolia</i>       | Nativa       | 15                  | 12%                      | 0,013                   | -0,108                        |
| Tuno esmeraldo       | <i>Miconia squamulosa</i>       | Nativa       | 8                   | 6%                       | 0,004                   | -0,075                        |
| Chuque               | <i>Viburnum triphyllum</i>      | Nativa       | 20                  | 15%                      | 0,024                   | -0,125                        |
| Viravira             | <i>Achyrocline satureioides</i> | Nativa       | 8                   | 6%                       | 0,004                   | -0,075                        |
| Romerillo            | <i>Baccharis revoluta</i>       | Nativa       | 14                  | 11%                      | 0,012                   | -0,104                        |
| Diente de león falso | <i>Hypochaeris radicata</i>     | Naturalizada | 30                  | 23%                      | 0,053                   | -0,147                        |
| -                    | <i>Bidens rubifolia</i>         | Nativa       | 18                  | 14%                      | 0,019                   | -0,119                        |

|                  |                               |                    |     |      |       |        |
|------------------|-------------------------------|--------------------|-----|------|-------|--------|
| Romero           | <i>Rosmarinus officinalis</i> | Cultivada          | 6   | 5%   | 0,002 | -0,062 |
| Acacia           | <i>Acacia decurrens</i>       | Cultivada          | 2   | 2%   | 0,000 | -0,028 |
| Aliso            | <i>Alnus glutinosa</i>        | Nativa y cultivada | 2   | 2%   | 0,000 | -0,028 |
| Orquídea Blanca  | <i>Epidendrum ibaguense</i>   | Nativa (Endémica)  | 7   | 5%   | 0,003 | -0,068 |
| TOTAL DE PLANTAS |                               |                    | 130 | 100% | 0,134 | 0,938  |

Fuente: Autores

Tabla 19. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época seca en el apiario de Guasca

| (Nombre común)<br>Especie | (Nombre común)<br>Especie   | Origen       | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|---------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Chuque                    | <i>Viburnum triphyllum</i>  | Nativa       | 20                  | 30%                      | 0,089                   | -0,157                        |
| Acacia                    | <i>Acacia decurrens</i>     | Cultivada    | 2                   | 3%                       | 0,001                   | -0,046                        |
| Laurel de cera            | <i>Morella parvifolia</i>   | Nativa       | 15                  | 22%                      | 0,050                   | -0,146                        |
| Diente de león falso      | <i>Hypochaeris radicata</i> | Naturalizada | 30                  | 45%                      | 0,200                   | -0,156                        |
| TOTAL DE PLANTAS          |                             |              | 67                  | 100%                     | 0,341                   | 0,504                         |

Fuente: Autores

Tabla 20. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época seca en el apiario de Guatavita

| (Nombre común)<br>Especie    | (Nombre científico)<br>Especie | Origen       | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Acacia                       | <i>Acacia decurrens</i>        | Cultivada    | 24                  | 24%                      | 0,060                   | -0,150                        |
| Orquídea de labios alargados | <i>Epidendrum elongatum</i>    | Nativa       | 17                  | 17%                      | 0,030                   | -0,132                        |
| Marrubio                     | <i>Marrubium vulgare</i>       | Naturalizada | 7                   | 7%                       | 0,005                   | -0,082                        |

|                  |                                     |                    |    |      |       |        |
|------------------|-------------------------------------|--------------------|----|------|-------|--------|
| Eucalipto        | <i>Eucalyptus globulus</i>          | Cultivada          | 6  | 6%   | 0,004 | -0,074 |
| Orquidea Wayna   | <i>Epidendrum Secundum</i>          | Nativa             | 11 | 11%  | 0,013 | -0,107 |
| Hayuelo          | <i>Dodonaea viscosa</i>             | Nativa             | 3  | 3%   | 0,001 | -0,046 |
| Peperomia        | <i>Peperomia obtusifolia</i>        | Nativa y cultivada | 12 | 12%  | 0,015 | -0,112 |
| Ciro             | <i>Baccharis bogotensis</i>         | Nativa (Endémica)  | 6  | 6%   | 0,004 | -0,074 |
| Aguadijas        | <i>Cyrtochilum revolutum</i>        | Nativa             | 6  | 6%   | 0,004 | -0,074 |
| Castilleja       | <i>Castilleja integrifolia</i> L.f. | Nativa             | 6  | 6%   | 0,004 | -0,074 |
| TOTAL DE PLANTAS |                                     |                    | 98 | 100% | 0,139 | 0,702  |

Fuente: Autores

Tabla 21. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época seca en el apiario de Guatavita

| (Nombre común) Especie | (Nombre común) Especie  | Origen    | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|------------------------|-------------------------|-----------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Acacia                 | <i>Acacia decurrens</i> | Cultivada | 24                  | 100%                     | 1,000                   | 0,000                         |
| TOTAL DE PLANTAS       |                         |           | 24                  | 100%                     | 1,000                   | 0,000                         |

Fuente: Autores

Tabla 22. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época húmeda en el apiario de Guasca

| (Nombre común) Especie | (Nombre científico) Especie     | Origen | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|------------------------|---------------------------------|--------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Chuque                 | <i>Viburnum triphyllum</i>      | Nativa | 20                  | 14%                      | 0,021                   | -0,121                        |
| Viravira               | <i>Achyrocline satureioides</i> | Nativa | 9                   | 6%                       | 0,004                   | -0,077                        |
| Romerillo              | <i>Baccharis revoluta</i>       | Nativa | 13                  | 9%                       | 0,009                   | -0,096                        |

|                      |                              |                   |     |       |       |        |
|----------------------|------------------------------|-------------------|-----|-------|-------|--------|
| Diente de león falso | <i>Hypochaeris radicata</i>  | Naturalizada      | 27  | 19%   | 0,038 | -0,138 |
| -                    | <i>Bidens rubifolia</i>      | Nativa            | 25  | 18%   | 0,032 | -0,134 |
| Piojo                | <i>Arcytophyllum muticum</i> | Nativa            | 26  | 19%   | 0,035 | -0,136 |
| Índigo azul          | <i>Baptista Australis</i>    | Cultivada         | 3   | 2%    | 0,000 | -0,036 |
| -                    | <i>Hypericum juniperinum</i> | Nativa            | 5   | 4%    | 0,001 | -0,052 |
| Acacia               | <i>Acacia decurrens</i>      | Cultivada         | 2   | 1%    | 0,000 | -0,027 |
| Malva                | <i>Malva parviflora</i>      | Cultivada         | 6   | 4%    | 0,002 | -0,059 |
| -                    | <i>Berberis huertasii</i>    | Nativa (Endémica) | 3   | 2%    | 0,000 | -0,036 |
| TOTAL DE PLANTAS     |                              |                   | 139 | 1,000 | 0,143 | 0,912  |

Fuente: Autores

Tabla 23. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época húmeda en el apiario de Guasca

| (Nombre común)<br>Especie | (Nombre común)<br>Especie   | Origen       | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|---------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Acacia                    | <i>Acacia decurrens</i>     | Naturalizada | 2                   | 7%                       | 0,005                   | -0,080                        |
| Diente de león falso      | <i>Hypochaeris radicata</i> | Cultivada    | 27                  | 93%                      | 0,867                   | -0,029                        |
| TOTAL DE PLANTAS          |                             |              | 29                  | 100%                     | 0,872                   | 0,109                         |

Fuente: Autores

Tabla 24. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas ofertantes de polen en época húmeda en el apiario de Guatavita

| (Nombre común)<br>Especie    | (Nombre científico)<br>Especie | Origen    | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Orquidea de labios alargados | <i>Epidendrum elongatum</i>    | Nativa    | 17                  | 11%                      | 0,013                   | -0,107                        |
| Cidron                       | <i>Aloysia citrodora</i>       | Cultivada | 7                   | 5%                       | 0,002                   | -0,062                        |

|                      |                                     |                    |     |      |       |        |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------|-----|------|-------|--------|
| Laurel               | <i>Laurus nobilis</i>               | Cultivada          | 8   | 5%   | 0,003 | -0,068 |
| Castilleja           | <i>Castilleja integrifolia</i> L.f. | Nativa             | 5   | 3%   | 0,001 | -0,049 |
| Falso índigo azul    | <i>Baptisia Australis</i>           | Cultivada          | 11  | 7%   | 0,005 | -0,083 |
| Tote                 | <i>Rhynchospora nervosa</i>         | Nativa             | 27  | 18%  | 0,032 | -0,134 |
| Marrubio             | <i>Marrubium vulgare</i>            | Naturalizada       | 8   | 5%   | 0,003 | -0,068 |
| Chilca               | <i>Baccharis revoluta</i>           | Nativa             | 5   | 3%   | 0,001 | -0,049 |
| Diente de león falso | <i>Hypochaeris radicata</i>         | Naturalizada       | 4   | 3%   | 0,001 | -0,042 |
| Amarguero            | <i>Ageratina asclepiadea</i>        | Nativa (Endémica)  | 6   | 4%   | 0,002 | -0,056 |
| Malva                | <i>Malva parviflora</i>             | Cultivada          | 10  | 7%   | 0,004 | -0,078 |
| Acacia               | <i>Acacia decurrens</i>             | Cultivada          | 24  | 16%  | 0,025 | -0,127 |
| Eucalipto            | <i>Eucalyptus globulus</i>          | Cultivada          | 6   | 4%   | 0,002 | -0,056 |
| Orquidea Wayna       | <i>Epidendrum Secundum</i>          | Nativa             | 4   | 3%   | 0,001 | -0,042 |
| Hayuelo              | <i>Dodonaea viscosa</i>             | Nativa             | 3   | 2%   | 0,000 | -0,034 |
| Peperomia            | <i>Peperomia obtusifolia</i>        | Nativa y cultivada | 6   | 4%   | 0,002 | -0,056 |
| TOTAL DE PLANTAS     |                                     |                    | 151 | 100% | 0,096 | 1,108  |

Fuente: Autores

Tabla 25. Abundancia, índice de Simpson y Shannon – Wiener para plantas presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en época húmeda en el apiario de Guatavita

| (Nombre común)<br>Especie | (Nombre común)<br>Especie   | Origen       | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Índice de Simpson (DSi) | Índice de Shannon-Wiener (H') |
|---------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Acacia                    | <i>Acacia decurrens</i>     | Cultivada    | 24                  | 44%                      | 0,190                   | -0,157                        |
| Diente de león falso      | <i>Hypochaeris radicata</i> | Naturalizada | 4                   | 7%                       | 0,005                   | -0,083                        |

|      |                             |                  |    |      |       |        |
|------|-----------------------------|------------------|----|------|-------|--------|
| Tote | <i>Rhynchospora nervosa</i> | Nativa           | 27 | 49%  | 0,241 | -0,152 |
|      |                             | TOTAL DE PLANTAS | 55 | 100% | 0,437 | 0,392  |

Fuente: Autores

### **Análisis de Abundancia y diversidad**

#### *Abundancia*

Los valores que para este ítem se analiza mediante un degrade de colores, significando el rojo, menor valor de abundancia relativa y el color verde, plantas con mayor abundancia relativa, esto se relaciona con las plantas resultados de los análisis palinológicos y las plantas que están identificadas en el listado de cada apiario.

Aunque en algunos casos se evidencia la correlación entre abundancia de la planta y la aparición en la palinología como es el caso de las tablas 20 y 21, en donde la especie *Acacia decurrens* presenta el 24% de la abundancia del total de las plantas y así es la única planta presente para ese apiario en la palinología, además para el caso del apiario en Guasca en época seca aunque se presenten las especies *Viburnum triphyllum*, *Acacia decurrens*, *Morella parvifolia*, *Hypochaeris radicata* en el análisis palinológico para ese apiario, así mismo estas sean las de mayor abundancia para el apiario, exceptuando la acacia ya que es la de menor abundancia relativa para ese caso.

De esta manera los demás resultados no tienen relación directa entre las plantas de mayor y menor abundancia y los resultados de la palinología ya que se espera que las plantas de mayor abundancia sean las que resalten en análisis de observación directa como lo es la palinología. No obstante estos resultados pueden fundamentarse en la hipótesis que plantea Márquez, (2009), en el que ostenta que las abejas siguen una trayectoria de forrajeo especializado para algunas especies florales en específico como comportamiento de “fidelidad floral” (p.126).

Finalmente este tipo de resultados demuestran que las abejas recorren distancias por fuera del nivel de finca trazado mediante los transectos de 100 metros delimitados con anterioridad para obtener su alimentación de tipo natural.

#### *Índice de Simpson (DSi)*

En base a los resultados obtenidos se puede observar en la tabla 24, un  $DSi = 0,096$  perteneciente a al apiario en época húmeda del municipio de Guatavita, por otro lado el segundo con mayor diversidad es el apiario de Guasca en época seca con un  $DSi = 0,134$  (Tabla 18). Sabiendo que para el índice de Simpson según Comer & Greene (2015) “0 es el valor máximo de diversidad y 1 es el valor mínimo de diversidad”. Se evidencia que las diferencias entre épocas y apiarios (Exceptuando el apiario de Guatavita en época seca) no

son notables, yendo en rangos entre 0,134 y 0,149 que nos dice que la diversidad está en rangos normales.

### *Índice de Shannon-Weiner ( $H'$ )*

De acuerdo a los resultados obtenidos en las tablas 18, 20, 22 y 24 donde se evidencia el índice de Shannon-Weiner para las plantas ofertantes de polen colectadas en cada predio se puede observar que aunque la diferencia no es significativa entre los transectos analizados para cada época. Teniendo en cuenta que el índice de Shannon-Wiener en la mayoría de los ecosistemas varía entre 0,5-5 y su valor normal puede estar entre 2-3 (Campo y Duval, 2013). El apiario que cuenta con mayor diversidad vegetativa es el apiario de Guatavita en época húmeda (Tabla 24) con un valor de  $H' = 1,108$ . Seguido por el apiario de Guasca en época seca ( $H' = 0.938$ ), (Tabla 18) Sin embargo estos datos son considerados como un valor bajo de diversidad. Asimismo los apiarios restantes no sobrepasan el valor de 1, teniendo en general una diversidad considerablemente baja en los sitios estudiados.

El índice de Shannon-Weiner varía dependiendo de la cantidad de ejemplares colectados por cada espacio determinado (Somarriba, 1999), teniendo en cuenta que el total de individuos ofertantes de polen en el apiario de Guatavita en época húmeda fueron 151, pertenecientes a 16 especies mientras que para el segundo con mayor diversidad, es decir, el apiario de Guasca en época seca, fueron 130 de 11 especies identificadas. Es por esta razón que el índice de Shannon-Weiner resulta mayor en época húmeda para el apiario en Guatavita

Acorde a lo anterior y resaltando los apiarios y épocas de mayor diversidad (Guasca-época seca y Guatavita-época húmeda) de acuerdo a los índices anteriormente analizados, es importante relacionarlo con los análisis de tipo palinológico ya que fueron para estos dos casos en donde se obtuvo la mayor cantidad de plantas de acuerdo identificadas en la palinología y en las especies encontradas en los transectos de 100 metros, siendo:

*Tabla 26. Especies presentes en análisis palinológico y plantas identificadas en los apiarios de Guasca y Guatavita*

| <b>Apiario Guasca<br/>(época seca)</b> | <b>Apiario Guasca<br/>(época húmeda)</b> | <b>Apiario Guatavita<br/>(época seca)</b> | <b>Apiario Guatavita<br/>(época húmeda)</b> |
|----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Viburnum triphyllum</i>             | <i>Hypochaeris radicata</i>              | <i>Acacia decurrens</i>                   | <i>Eucalyptus globulus</i>                  |
| <i>Morella parvifolia</i>              | <i>Acacia decurrens</i>                  |                                           | <i>Acacia decurrens</i>                     |
| <i>Hypochaeris radicata</i>            |                                          |                                           | <i>Rhynchospora barbata</i>                 |
| <i>Acacia decurrens</i>                |                                          |                                           | <i>Hypochaeris radicata</i>                 |

*Fuente: Autores*

De las cuales se se tiene en ambas épocas las mayor cantidad de especies en comparación a los otros apiarios, algunas de estas especies son: *Hypochaeris radicata*, conocido como diente de león falso y la acacia (*Acacia decurrens*) sobresaliendo como especies de origen naturalizada y cultivada respectivamente. Adicionalmente como especies nativas están la *Morella parvifolia* (Laurel de cera) y el *Viburnum triphyllum* (Chuque) como especies para el apario en Guasca en época seca, y la especie *Rhynchospora barbata* (Tote) en el apiario de Guatavita en época húmeda. (Tabla 24)

Con base en el análisis palinológico realizado y la abundancia relativa calculada para cada uno de los apiarios y de las épocas se obtuvo que:

Se presenta que en la finca localizada en Guasca para ambas épocas, las especies *Viburnum triphyllum*, *Acacia decurrens* y *Hypochaeris radicata*, tienen el recurso natural polen disponible en gran proporción según sus abundancias relativas (Tablas 18 y 20) comparadas con el porcentaje polínico el cual es menor para ambas muestras palinológicas (tabla 26), evidenciando así que la *Apis mellifera* aunque se abastece con el recurso de estas no lo aprovecha totalmente, llegando a preferir otras especies como la *Brassica* vs *Raphanus*, la cual representa en 3 de las 4 muestras más del 53% del polen. A su vez cabe resaltar que de estas 3 especies la única nativa presente es la *Viburnum triphyllum*.

### Distribución

Para el análisis de distribución se realizó de acuerdo a la metodología de Olmo (2013), que además se fundamenta en Gentry, (1995) Trejo y Dirzo, (2002) en base al método de muestreo de formaciones vegetales, utilizando el transecto de forma rectangular, recomendando adicionalmente realizarse en un tamaño de 50 metros de largo por 2 metros de ancho (p.72); siendo el ideal de 4 transectos alrededor de la zona de estudio.

Sin embargo debido a dificultades del terreno, se realiza la identificación en dos transectos, cada uno de 100 metros de longitud y 4 metros de ancho, en la que se estudia la distribución de especies vegetales mediante la realización de perfiles de vegetación que permiten observar la repartición de plantas en 100 metros de observación en cada transecto estudiado como se muestra a continuación.

Adicionalmente se categoriza con un color amarillo plantas que solo se encuentran en época seca, color azul, solo en época húmeda y verde correspondiente a plantas que se encontraron en ambas épocas como se muestra posteriormente. (Ver Anexo XI)

Figura 25. Perfil de vegetación para el transecto 1 en el apiario de Guasca

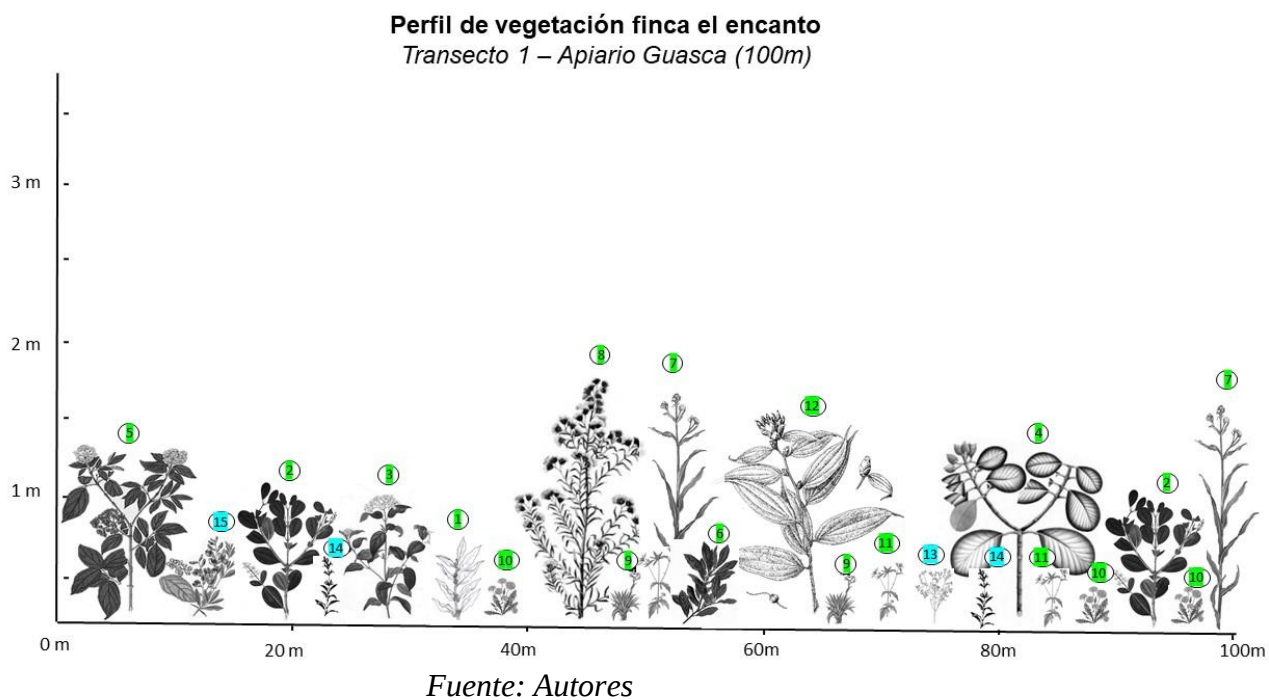


Figura 26. Perfil de vegetación para el transecto 2 en el apiario de Guasca

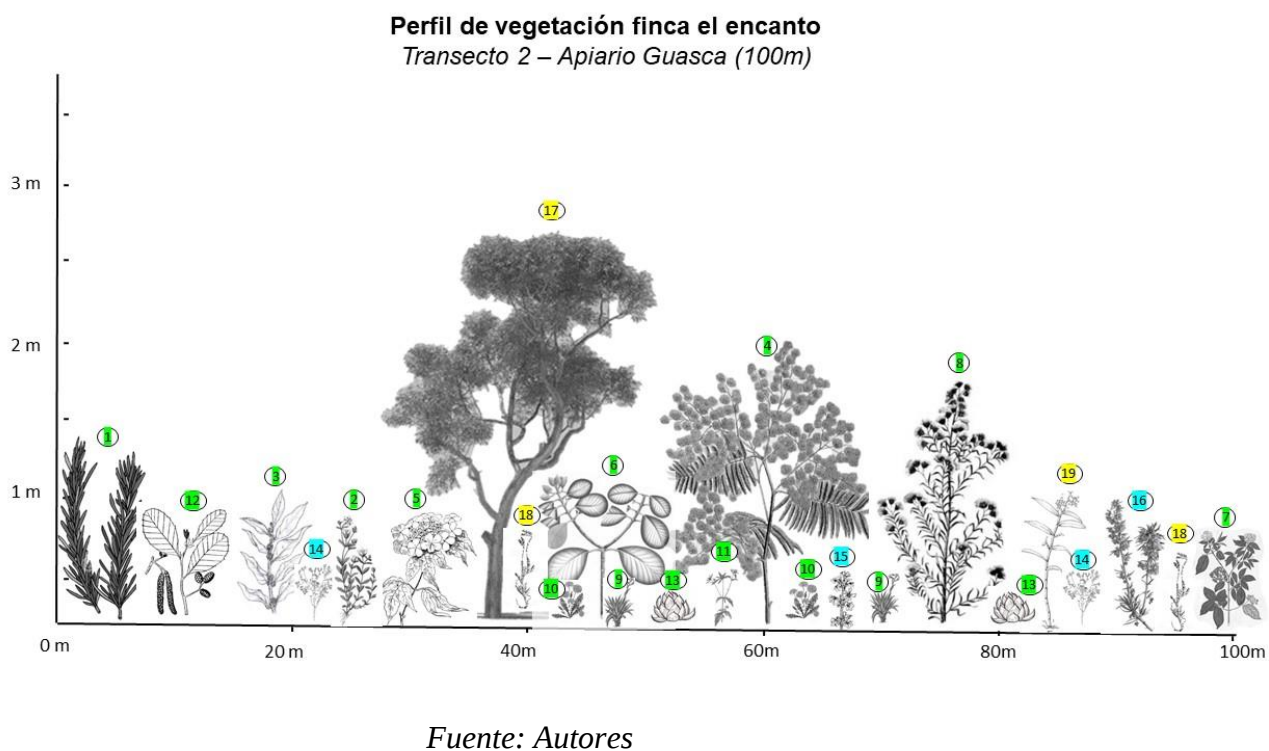
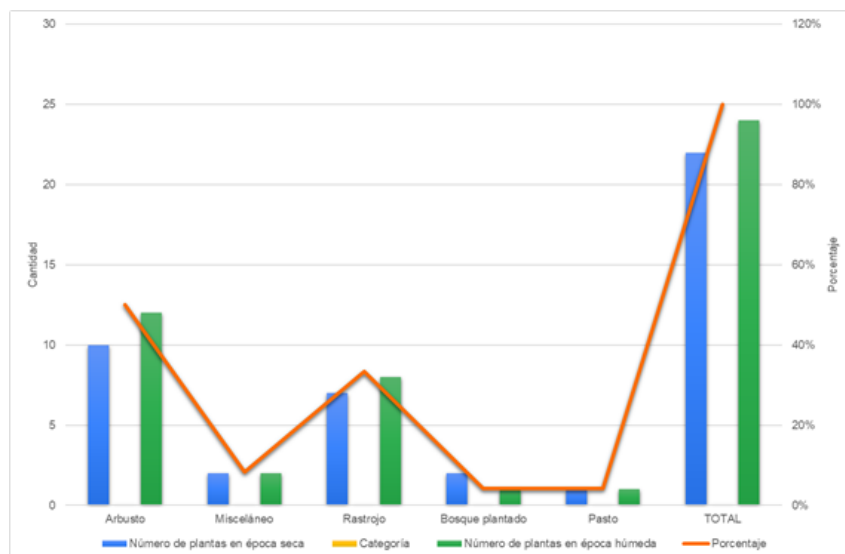
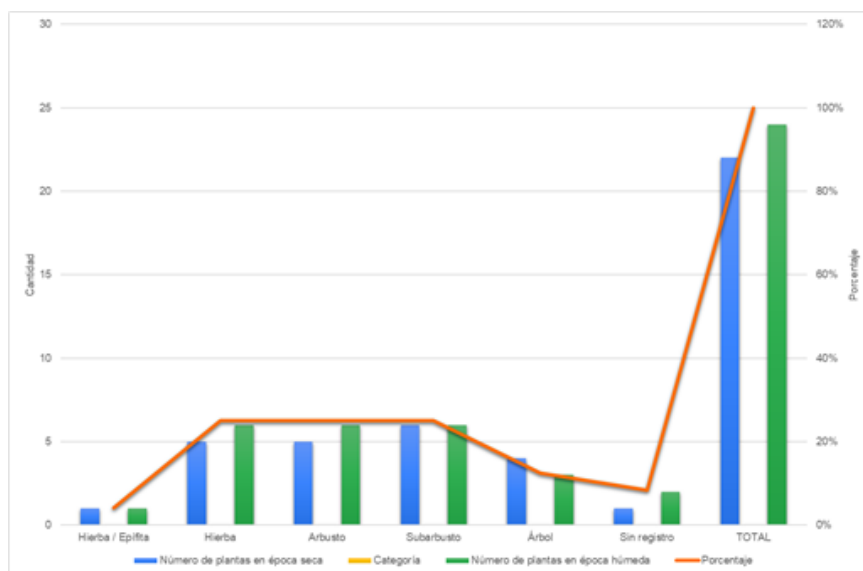


Figura 27. Distribución porcentual de la cobertura vegetal de las plantas en el apiario de Guasca



Fuente: Autores

Figura 28. Distribución porcentual de hábitos de crecimiento de las plantas en el apiario de Guasca



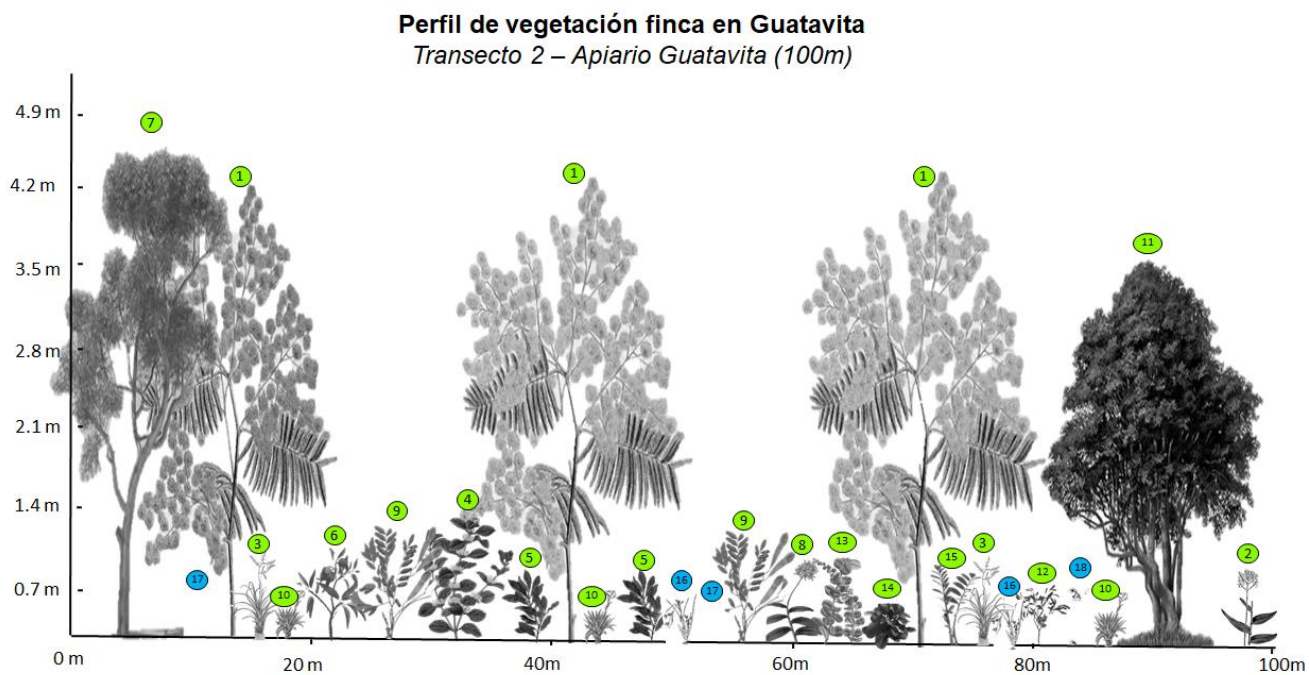
Fuente: Autores

Figura 29. Perfil de vegetación para el transecto 1 en el apiario de Guatavita



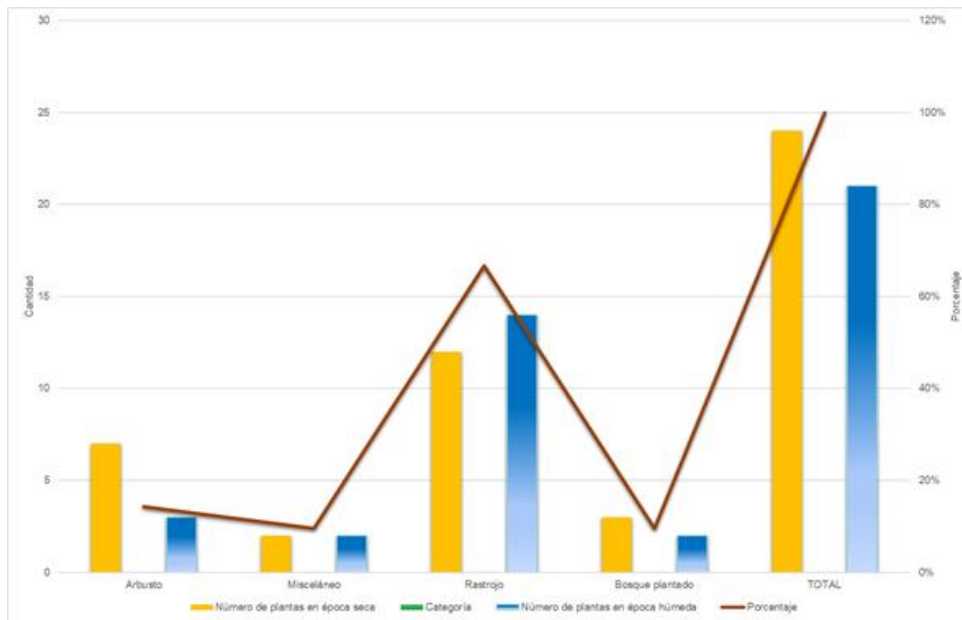
Fuente: Autores

Figura 30. Perfil de vegetación para el transecto 2 en el apiario de Guatavita



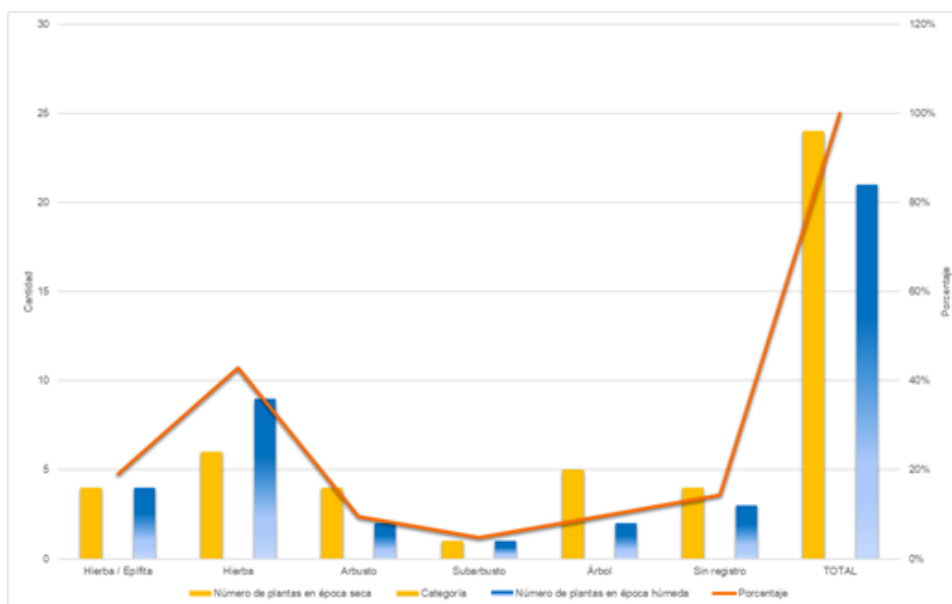
Fuente: Autores

Figura 31. Distribución porcentual de la cobertura vegetal de las plantas en el apiario de Guatavita



Fuente: Autores

Figura 32. Distribución porcentual de hábitos de crecimiento de las plantas en el apiario de Guatavita



Fuente: Autores

### **Análisis de distribución de las plantas**

Con base en lo obtenido en la figura 27, se evidenció que para la cobertura vegetal presente en la zona de estudio de Guasca y en las dos épocas de muestreo la predominancia de las especies es del tipo arbustivo con más de un 40% para ambas épocas, seguido de los rastrojos con aproximadamente un 25% - 30% representando visualmente en los perfiles de vegetación de ambos transectos (figuras 25 y 26) en donde se observa que predominan las especies con una altura inferior a los 3 metros.

De igual manera según la gráfica 28, el hábito presente en el área de estudio del municipio de Guasca se caracteriza por tener tres tipos de clasificación predominantes como lo son el subarbusto, seguido por la hierba y el arbusto, siendo esto consecuente con la tipología de la cobertura en la cual se tienen en su gran mayoría especies de porte bajo.

A su vez, para el apiario en Guatavita y teniendo en cuenta la figura 31, se observa que en la cobertura vegetal predomina el rastrojo con un porcentaje mayor al 50% tanto para la época húmeda como para la seca, seguido del tipo arbustivo, el cual llega a ser de un porcentaje mayor al 15% lo cual es evidente en el perfil de vegetación expuesto en las figuras 29 y 30, siendo predominante las especies de porte bajo de hasta 1.5 metros, seguidos de algunas especies de hasta 5 metros de altura.

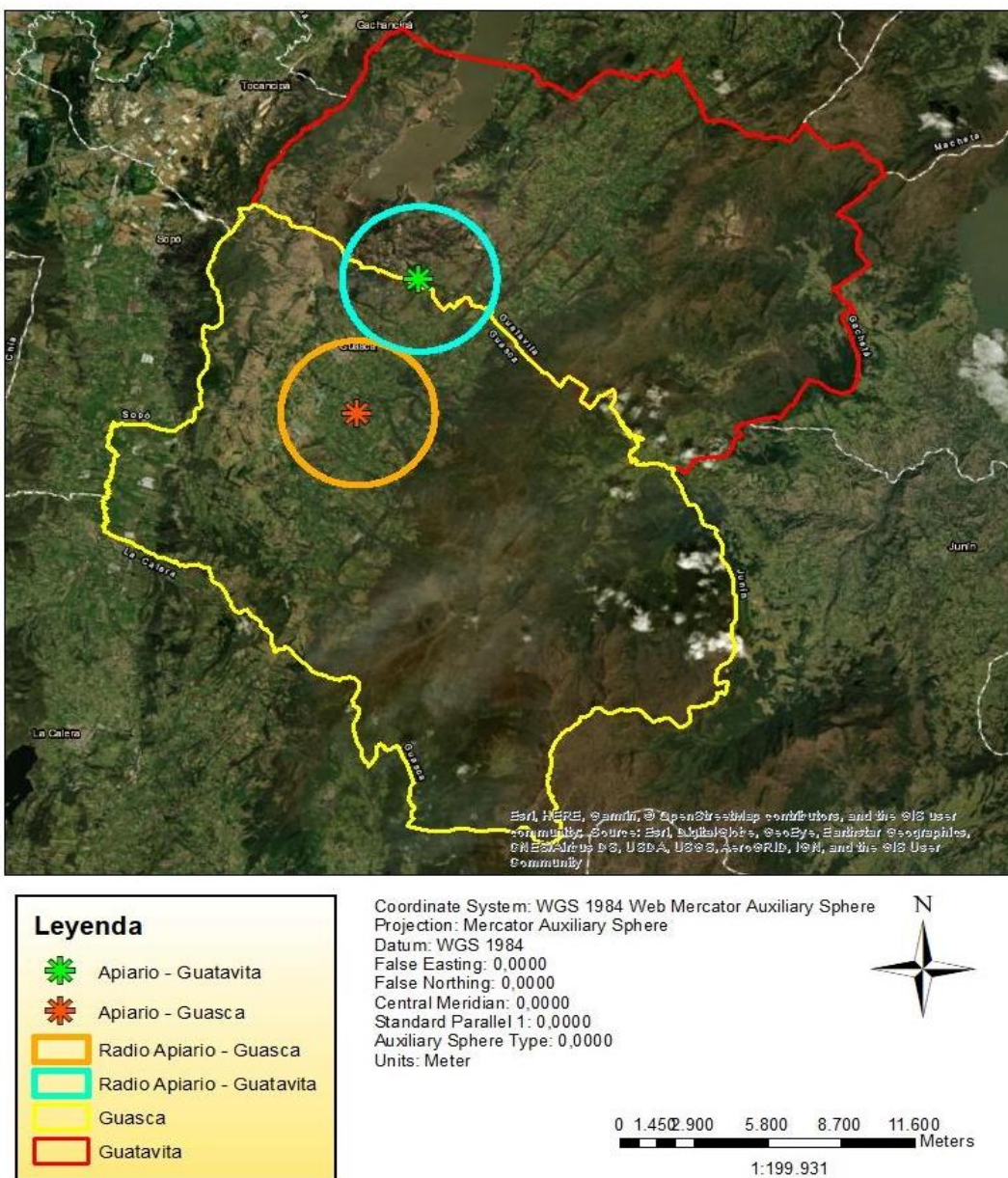
De esta manera se relaciona lo anterior directamente con lo que se visualiza en la figura 32 correspondiente a los hábitos de crecimiento expuestos por Bernal (2019) de la vegetación en esta zona, ya que también se tiene predominancia de la hierba, hierba/epífita y arbusto y que se evidencia en el perfil de vegetación con un porcentaje del más del 50% para estas categorías mencionadas con respecto a las demás (árboles y subarborescentes).

Para terminar es importante resaltar que en base a los resultados de análisis palinológico, en mayor parte las abejas obtienen su alimentación en tipo de vegetación arbustiva, subarbustiva, arbórea y bosques plantados. Siendo solo la especie conocida como diente de león (*Hypochaeris radicata*) la cual es la especie de tipo herbácea a la que más acuden las abejas para todos los apiarios y en las dos épocas de observación.

**Resultados objetivo específico 3:** Elaborar un análisis de alternativas para la implementación de flora ofertante del recurso natural polen en los lugares de estudio para promover el servicio ecosistémico de polinización en base a su área de influencia.

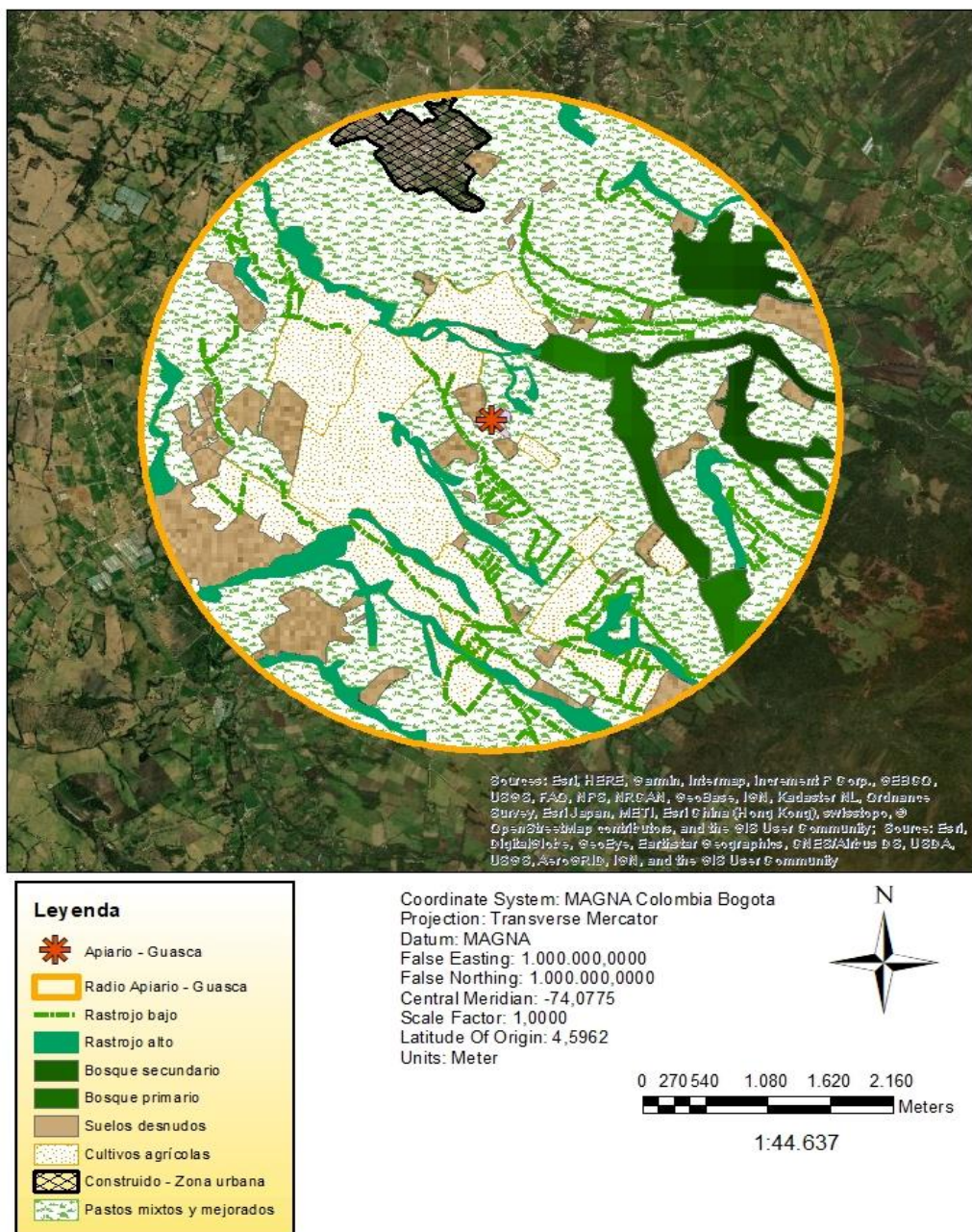
De acuerdo a los resultados de análisis palinológicos en donde se presenta una dominancia de la especie *Brassica vs Raphanus* y otras especies las cuales no se encuentran dentro de la categorización en los transectos previamente delimitados y analizados. Es por lo anterior y teniendo como base lo que dice Vandame, Gänz, Garibay y Reyes (2012) quienes sustentan que existen datos que muestran que las abejas forrajeen en un radio de 1 km cuando hay abundancia de alimento, y hasta 3 km en escasez. (p.9), por lo anterior se realizará la zonificación en un radio de 3 km teniendo como centro el apiario, previendo épocas de escasez. Esta zonificación se realiza bajo la metodología de Ospina, López y Gutiérrez (2013).

Figura 33. Radios de forrajeo de 3 Km de la *Apis mellifera* en los apiarios de Guasca y Guatavita



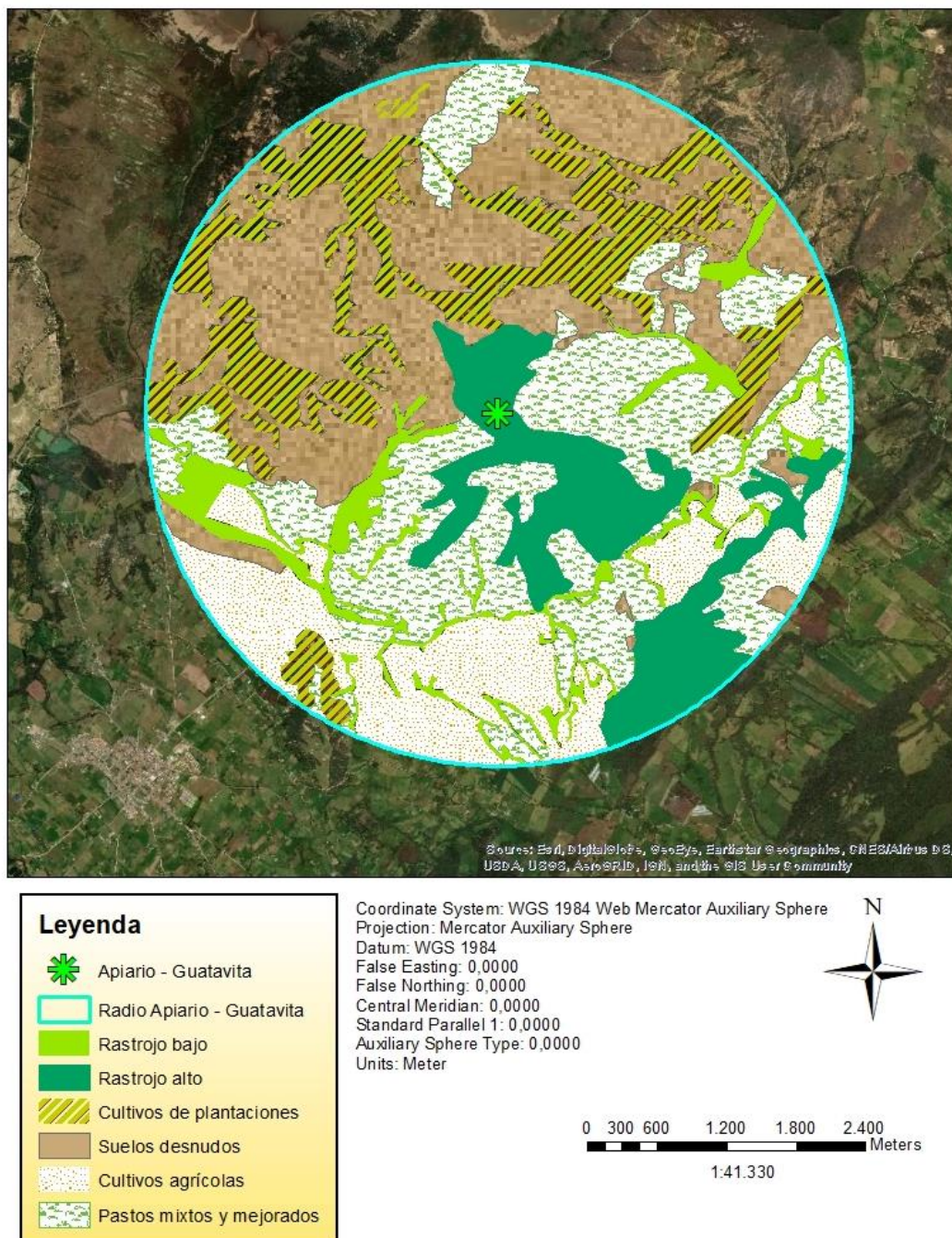
Fuente: Autores

Figura 34. Zonificación del medio biótico del municipio de Guasca, Cundinamarca



Fuente: Autores

Figura 35. Zonificación del medio biótico del municipio de Guatavita, Cundinamarca.



Fuente: Autores

### ***Análisis de resultados del objetivo 3***

En base a las anteriores zonificaciones (Figuras 29 y 30) se puede realizar una clasificación de tres grandes categorías que pueden ser susceptibles de transformación para beneficio del ecosistema, la *Apis mellifera* mediante su proceso de polinización y el aprovechamiento desde el punto de vista del sector productivo de la apicultura, los cuales son:

#### ***Rastrojos y bosque primario y secundario***

En esta categoría se considera que la conservación de las especies vegetales y su hábitat es indispensable para tener una diversidad de especies óptima, esto debido a diferentes problemáticas, en su gran mayoría antrópicos como la inclusión de especies, transformación del ecosistema y la sobreexplotación.

Colombia se destaca por realizar esfuerzos enfocados en la conservación de las especies nativas llevando a cabo una documentación de las mismas, ya sean vasculares o no vasculares, llegando a caracterizar un total de 27.811 especies. Alcanzando así un porcentaje de endemismo para toda la flora vascular de un 29,3% siendo similar con el expuesto tanto por Ecuador (26.6%) como por Perú (31.2%), concentrando gran parte de su endemismo en las orquídeas (García H, et al., 2010).

En el año de 2007 la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia adelantó un proyecto de un banco de germoplasma (banco de semillas) para la conservación genética de las y prevenir la extinción de plantas nativas de gran importancia en Colombia, promoviendo y facilitando su uso sostenible.

Con base en lo expuesto anteriormente se evidencia que una de las alternativas posibles es la conservación de la diversidad de especies introduciendo individuos endémicos o nativos presentes en la zona de estudio (Tabla 27) y que puedan ser susceptibles de ser polinizados, causando así que el ecosistema no se fragmente, esto se puede lograr mediante la construcción de cercas vivas, ensayos de propagación, uso sostenible, sistemas de reforestación y/o refuerzo floral, identificación y monitoreo de las especies y demás metodologías de conservación *in situ* (ONU, 2010).

Por último se evidencia en el Anexo XII que estas plantas de conservación, representados por rastrojos altos, bajos, bosque primario y secundario, se relacionan de manera directa con la hidrología de la zona, esto quiere decir que estas plantas a proponer además de ayudar al procesos de polinización por ser plantas poliníferas, también se está ayudando a la conservación de corredores ecológicos estratégicos para favorecer tanto fauna como flora en una misma área de influencia referente a la *Apis mellifera*.

#### ***Suelos desnudos***

Esta categoría contempla zonas o espacios que por diferentes actividades en su mayoría antrópicas, resultaron afectadas fisicoquímicamente desencadenando erosión y pérdida del suelo.

Una actividad humana de gran impacto en el medio ambiente es la degradación de suelos provocada por malas prácticas agrícolas en la agricultura convencional. El aumento de la superficie de los suelos dedicados a la agricultura en áreas críticas, su intensificación y en especial una mecanización cada vez más potente, han propiciado una aceleración de la degradación de los suelos, elevando el riesgo de desertificación. (Hinojosa, 2016)

De esta manera cuando desaparece la cubierta vegetal, la capa de suelo fértil se queda sin el efecto protector que le proporcionaban las raíces y el dosel vegetal y, en consecuencia, se incrementan los procesos erosivos (Hernández y Pastor 2008). En los eventos de lluvia que tengan lugar a continuación, el agua de escorrentía arrastrará la capa superior más fértil que contiene nutrientes y semillas, formándose surcos, regueros y, finalmente, cárcavas de difícil colonización por las plantas. (Hinojosa, 2016)

Por otro lado también teniendo en cuenta lo dicho por Rivera, Sinisterra, y Calle (2009) “la revegetalización controla la erosión del suelo al incrementar la infiltración y reducir la escorrentía; aumentando la resistencias hidráulica del terreno” (p.2)

Posteriormente para intentar dar una solución al área mostrada en la figura 30 denominada suelos desnudos, se han desarrollado diferentes medidas de restauración ecológica para su intervención y apoyo a zonas en estas condiciones es particular. En este sentido, se ha demostrado que la utilización de leguminosas puede ayudar a recuperar áreas degradadas, de escasa fertilidad y contenido en nutrientes. Las leguminosas son especiales entre las plantas superiores ya que aportan nitrógeno al suelo procedente de la atmósfera mediante el proceso conocido como fijación biológica, que realizan en simbiosis con determinadas bacterias diazotrofas.

Adicionalmente Rivera, Sinisterra, y Calle (2009) proponen también realizar barreras vegetativas continuas como forma de y siembra de pastos y hierbas como disipadores de energía para la regeneración natural de la vegetación. (p.8)

De esta manera se proponen diferentes tipos de plantas que ayuden a la revegetalización de este tipo de terrenos, pero con el valor agregado de ser plantas con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie *Apis mellifera*, sobre las plantas propuestas, intentando que sean plantas de nativas promisorias en la recuperación de áreas degradadas por erosión y hábitos de regeneración s en la restauración de suelos. (Tabla 28).

#### *Pastos mixtos y mejorados y cultivos agrícolas:*

Estas categorías al tratarse de grandes parcelas de uso de tipo agropecuario; convencionalmente presentan un problema muy similar y es el monocultivo de tipo agrícola y ganadero, es decir, grandes extensiones con el cultivo de una sola especie y este tipo de actividades pueden ocasionar grandes problemáticas de tipo ecológico, económico y social.

Adicionalmente tanto ganadería como agricultura son las responsables en gran medida de la expansión de la frontera agrícola en el mundo, sin embargo la ganadería se intensifica y tiende a practicarse en espacios cada vez más reducidos y desvinculados de la actividad agrícola. (Navarrete et al., 2005)

Los monocultivos surgieron con la revolución verde (1960-1980) como solución a inseguridad alimentaria, fue entonces que se resolvió usar de forma intensiva los fertilizantes químicos para acelerar los procesos y producir más, en menos tiempo. Actividad que provocó un cambio en las características naturales del suelo, donde se reduce su productividad, además de aumentar la contaminación atmosférica y de las aguas. En palabras de Altieri (2001): “Son situaciones que llevan a cuestionar la forma en que se ha venido desarrollando la actividad agropecuaria y conduce a entender la necesidad de preservar nuestro planeta”

Por otro lado, los apicultores pierden 30% de las colmenas por año, confirmó un estudio del Instituto Clemente Estable. Una de las razones es la desnutrición que genera el acceso a un solo tipo de polen, explicó la investigadora Carina Antúnez. (2015). Además se sabe que los monocultivos exigen, asimismo, mayor uso de pesticidas que afectan la salud de las abejas. La anterior problemática descrita se le conoce como colapso de colonias (o CCD, por sus siglas en inglés: Colony Collapse Disorder) es el nombre con que la comunidad científica bautizó este problema (Ellis, 2007), que desde principios de este siglo se relaciona con el uso de plaguicidas tóxicos para las colmenas, que afectan su sistema nervioso (Sánchez, 2017).

Es por lo anterior que buscando una alternativa de solución; puede tratarse en la implementación o establecimiento de sistemas agroforestales, que es un grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales en una misma unidad de terreno y se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo. (Lanza et al., 1999), además de mantener los principios de sostenibilidad, productividad y adaptabilidad.

Por otro lado los sistemas agroforestales como lo plantea Nair, R. 1994 en su libro de “Agroforestería” existen tres grandes categorías: los sistemas silvoagrícolas, que es una relación entre árboles y cultivos. Silvopastoril (árbol-pasto-ganado) y agrosilvopastoril (árbol-cultivo-pastos-ganado) que pueden ser de dos tipos: simultáneas o secuenciales.

- **Sistemas agroforestales simultáneos:** Consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería. (Lanza et al., 1999)

- **Sistemas agroforestales secuenciales:** En ellos existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; es decir, que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo. Esta categoría incluye métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles, pero sólo temporalmente, hasta que el follaje de los árboles se encuentre desarrollado. (Lanza et al., 1999).

De esta manera se proponen diferentes tipos de plantas que en combinación con árboles, cultivos, hierbas y especies frutales, logren un sistema agroforestal de policultivos de diversa índole, en la que los elementos mencionados (cultivo, árbol-pasto ganado) presentes en combinaciones distintas, ya sea en el espacio o alternando en el tiempo. Adicional, esta vegetación propuesta, son plantas con información bibliográfica sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie *Apis mellifera*, debido a que se trata de flora que oferta el recurso natural polen u otros recursos alimenticios para las abejas y demás polinizadores.

Tabla 27. Plantas nativas en bosques y rastrojos andinos con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie *Apis mellifera*

| Número | Nombre común     | Especie (Nombre científico)                 | Tipo de recurso | Referencia              |
|--------|------------------|---------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1      | Mora de castilla | <i>Rubus eriocarpus</i> Liebm.              | Néctar/Polen    | (Velandia, et al. 2012) |
| 2      | Chuque           | <i>Viburnum</i> spp.                        | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 3      | Mano de oso      | <i>Oreopanax</i> spp.                       | Néctar/Polen    | (Chamorro, 2016)        |
| 4      | Moco             | <i>Saurauia scabra</i>                      | Néctar/Polen    | (Velandia, et al. 2012) |
| 5      | Chilco           | <i>Baccharis</i> spp.                       | Néctar/Polen    | (Chamorro, 2016)        |
| 6      | Puya             | <i>Puya</i> spp.                            | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 7      | Gaque            | <i>Clusia multiflora</i>                    | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 8      | Raque            | <i>Vallea stipularis</i>                    | Néctar/Polen    | (Chamorro, 2016)        |
| 9      | Roble andino     | <i>Quercus humboldtii</i>                   | Mielato/Polen   | (Chamorro, 2016)        |
| 10     | Laurel de cera   | <i>Morella parvifolia</i>                   | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 11     | Cordoncillo      | <i>Piper aduncum</i> L.                     | Polen           | (Velandia, et al. 2012) |
| 11     | Arrayán          | <i>Myrcianthes leucoxylla</i>               | Néctar/Polen    | (Chamorro, 2016)        |
| 13     | Bejuco colorado  | <i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>             | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 14     | Cucharo          | <i>Myrsine</i> spp.                         | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 15     | Manduro          | <i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy     | Néctar          | (Velandia, et al. 2012) |
| 16     | Anguncho         | <i>Bejaria mathewsii</i> Fielding y Gardner | Néctar          | (Velandia, et al. 2012) |
| 17     | Encenillo        | <i>Weinmannia pubescens</i>                 | Néctar          | (Velandia, et al. 2012) |
| 18     | Moradita         | <i>Cuphea micrantha</i> Kunth               | Néctar          | (Velandia, et al. 2012) |

|    |         |                         |              |                         |
|----|---------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| 19 | Arrayán | <i>Myrcia splendens</i> | Néctar/Polen | (Velandia, et al. 2012) |
| 20 | Pacunga | <i>Bidens pilosa L.</i> | Néctar/Polen | (Velandia, et al. 2012) |
| 21 | Pepito  | <i>Miconia theizans</i> | Néctar/Polen | (Velandia, et al. 2012) |

Tabla 28. *Herbazales, árboles y leguminosas andinos con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie Apis mellifera*

| Número | Nombre común    | Especie (Nombre científico)             | Tipo de recurso | Referencia              |
|--------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1      | Chite           | <i>Hypericum strictum</i>               | Polen           | (Chamorro, 2016)        |
| 2      | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens Kunth</i>       | Néctar          | (Velandia, et al. 2012) |
| 3      | Moradita        | <i>Cuphea micrantha Kunth</i>           | Néctar          | (Velandia, et al. 2012) |
| 4      | Arrayán         | <i>Myrcia splendens</i>                 | Néctar/Polen    | (Velandia, et al. 2012) |
| 5      | Haba            | <i>Vicia faba</i>                       | Néctar/Polen    | (Sommerville, 2002)     |
| 6      | Raque           | <i>Vallea stipularis</i>                | Néctar/Polen    | (Chamorro, 2016)        |
| 7      | Arveja          | <i>Pisum sativum</i>                    | Néctar/Polen    | (Maning, 2006)          |
| 8      | Caléndula       | <i>Calendula officinalis</i>            | Polen           | (Vásquez et al., 2011). |
| 9      | Roble andino    | <i>Quercus humboldtii</i>               | Mielato/Polen   | (Chamorro, 2016)        |
| 10     | Trébol rojo     | <i>Trifolium pratense</i>               | Polen           | (Santos et al, 2013)    |
| 11     | Amaranto        | <i>chenopodiaceae<br/>amaranthaceae</i> | Néctar/Polen    | (Santos et al, 2013)    |
| 12     | Papa de pantano | <i>Sagitaria sp.</i>                    | Néctar/Polen    | (Santos et al, 2013)    |

Tabla 29. *Plantas de uso potencial en sistemas agroforestales andinos con información sobre el servicio ecosistémico de polinización que presta la especie Apis mellifera.*

| Número | Nombre común | Especie (Nombre científico)     | Tipo de recurso | Categoría (Cultivo, árbol, frutal o hierba) | Referencia       |
|--------|--------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|------------------|
| 1      | Mora         | <i>Rubus spp.</i>               | Néctar/Polen    | Frutal/Hierba                               | (Chamorro, 2016) |
| 2      | Mortiño      | <i>Hesperomeles goudotiana.</i> | Néctar/Polen    | Frutal                                      | (Chamorro, 2016) |

|    |                  |                                           |               |                   |                                                       |
|----|------------------|-------------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| 3  | Agraz            | <i>Vaccinium meridionale</i>              | Néctar        | Frutal/Árbol      | (Chamorro, 2016)                                      |
| 4  | Arrayán          | <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.         | Néctar/Polen  | Árbol             | (Velandia, et al. 2012)                               |
| 5  | Raque            | <i>Vallea stipularis</i>                  | Néctar/Polen  | Árbol             | (Chamorro, 2016)                                      |
| 6  | Roble andino     | <i>Quercus humboldtii</i>                 | Mielato/Polen | Árbol             | (Chamorro, 2016)                                      |
| 7  | Curuba           | <i>passiflora tripartita</i>              | Néctar/Polen  | Enredadera        | (Ospina, Jaramillo, Rodríguez-Calderón y Henao, 2016) |
| 8  | Cordoncillo      | <i>Piper aduncum</i> L.                   | Polen         | Árbol             | (Velandia, et al. 2012)                               |
| 9  | Mora de Castilla | <i>Rubus eriocarpus</i> Liebm.            | Néctar/Polen  | Frutal/Enredadera | (Velandia, et al. 2012)                               |
| 10 | Pomorroso        | <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston        | Néctar        | Frutal/Árbol      | (Velandia, et al. 2012)                               |
| 11 | Cereza           | <i>Prunus serotina</i>                    | Néctar/Polen  | Frutal/Árbol      | (Forbes, 1969)                                        |
| 12 | Durazno          | <i>Prunus persica</i>                     | Néctar/Polen  | Frutal/Árbol      | (Anónimo, 2010).                                      |
| 13 | Frambuesa        | <i>Rubus idaeus</i>                       | Néctar/Polen  | Frutal/Estolon    | (Free, 1968)                                          |
| 14 | Feijoa           | <i>Acca sellowiana</i>                    | Néctar/Polen  | Frutal/Árbol      | (Roubik, 1995).                                       |
| 15 | Fresa            | <i>Fragaria chiloensis</i>                | Polen         | Frutal/Estolon    | (Vásquez et al., 2011).                               |
| 16 | Guayaba          | <i>Psidium guajava</i>                    | Néctar/Polen  | Frutal/Árbol      | (Alves y Freitas, 2007).                              |
| 17 | Gulupa           | <i>Passiflora edulis</i> f. <i>edulis</i> | Néctar/Polen  | Frutal/Enredadera | (Medina et al., 2012; Nates-Parra et al., 2012).      |
| 18 | Papayuela        | <i>Carica goudotiana</i>                  | Néctar/Polen  | Frutal/Árbol      | (Roubik, 1995).                                       |
| 19 | Higo             | <i>Opuntia Ficus-indica</i>               | Néctar/Polen  | Frutal/Arbusto    | Reyes-Agüero et al., 2006).                           |
| 20 | Tomate de árbol  | <i>Solanum betaceum</i>                   | Néctar/Polen  | Frutal/Arbusto    | (Vásquez et al., 2011).                               |
| 21 | Pera             | <i>Pyrus communis</i>                     | Néctar/Polen  | Frutal/Árbol      | (Jacquemart et al., 2006).                            |

|    |                                 |                              |              |                    |                                                |
|----|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------------------------|
| 22 | Uchuva                          | <i>Physalis peruviana</i>    | Néctar/Polen | Frutal/Hierba      | (Mosquera, 2002; Chautá-Mellizo et al., 2010). |
| 23 | Acelga, remolacha               | <i>Beta vulgaris</i>         | Polen        | Cultivo            | (Free et al., 1975).                           |
| 24 | Ahuyama                         | <i>Cucurbita moschata</i>    | Néctar/Polen | Cultivo/Enredadera | (Canto-Aguilar y Parra-Tabla, 2000)            |
| 25 | Ajo                             | <i>Allium sativum</i>        | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 26 | Apio                            | <i>Apium graveolens</i>      | Néctar/Polen | Cultivo            | (Maning, 2006)                                 |
| 27 | Arveja                          | <i>Pisum sativum</i>         | Néctar/Polen | Cultivo            | (Maning, 2006)                                 |
| 28 | brócoli, coliflor, col, repollo | <i>Brassica oleracea</i>     | Polen        | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 29 | Calabaza                        | <i>Cucurbita máxima</i>      | Néctar/Polen | Cultivo/Enredadera | (Adler y Hazzard, 2009)                        |
| 30 | Caléndula                       | <i>Calendula officinalis</i> | Polen        | Hierba             | (Vásquez et al., 2011)                         |
| 31 | Cebolla cabezona                | <i>Allium cepa</i>           | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 32 | Cebolla junca                   | <i>Allium fistulosum</i>     | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 33 | Cilantro                        | <i>Coriandrum sativum</i>    | Néctar/Polen | Cultivo            | (Abu-Hammour, 2008)                            |
| 34 | Esparragos                      | <i>Asparagus officinalis</i> | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 35 | Espinaca                        | <i>spinacia oleracea</i>     | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 36 | Haba                            | <i>Vicia faba</i>            | Néctar/Polen | Cultivo            | (Sommerville, 2002)                            |
| 37 | Hinojo                          | <i>Foeniculum vulgare</i>    | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 38 | Lechuga                         | <i>Lactuca sativa</i>        | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |
| 39 | Papa                            | <i>solanum tuberosum</i>     | Néctar/Polen | Cultivo            | (Sepúlveda, 2013)                              |
| 40 | Pepino de guiso                 | <i>Cyclanthera pedata</i>    | Néctar/Polen | Cultivo            | (Roubik, 1995)                                 |

|    |         |                                                     |              |         |                  |
|----|---------|-----------------------------------------------------|--------------|---------|------------------|
| 41 | Perejil | <i>Petroselinum<br/>spp.</i>                        | Néctar/Polen | Cultivo | (Burgett, 1980). |
| 42 | Rábano  | <i>Raphanus<br/>raphanistrum<br/>subsp. sativus</i> | Polen        | Cultivo | (Roubik, 1995).  |

### Conclusiones

La composición de la flora en los dos fincas apícolas estudiadas está constituida por alrededor de 45 especies de las cuales se destacan la abundancia de especies nativas, seguidas por las especies de origen cultivada. Adicionalmente, estos resultados de observación directa se complementan con la observación indirecta, arrojando resultados que nos brindaron una idea general de las plantas de las cuales se alimentan las *Apis Mellifera*, límites de forrajeo y especies preferidas para su alimentación.

De igual manera, las especies *Viburnum triphyllum*, *Morella parvifolia* y *Rhynchospora barbata*, son caracterizadas por ser de origen nativo y aunque se destacan, no son de aparición frecuente en comparación a especies de origen cultivadas y naturalizadas. Se supo que en relación a lo anterior, se obtuvo que las especies caracterizadas en su gran mayoría eran ofertantes del recurso natural polen, siendo aproximadamente del 40-45% de la muestra total, además de ser nativas en más de un 50%.

Sin embargo, existe una tendencia a tener una “fidelidad floral” en especies introducidas ya que la alimentación de las abejas se basaron en tres especies en específico, siendo: *Eucalyptus globulus*, *Hypochaeris radicata* y *Acacia decurrens* debido a que se encuentran en los dos apiarios, en las dos épocas de estudio y se caracterizan por ser de origen cultivadas y naturalizadas.

Adicionalmente, se destaca que la aparición de la especie *Brassica* vs *Raphanus* fue fundamental para entender los límites de forrajeo de la *Apis mellifera* y su atracción en la polinización por cultivos promisorios fuera de los 100 metros de los transectos delimitados.

Es por lo anterior que con base de entender su área de influencia por medio de la zonificación realizada en el último fragmento de este estudio, es relevante destacar que por medio de un sistema productivo dado por las buenas prácticas de varios sectores productivos como el de la agricultura, ganadería no solo beneficia a los apicultores sino

que se puede beneficiar la producción final de cada sector, además de acciones agroecológicas que fundamentan pilares de sostenibilidad económica, social y ecológica.

Sin embargo, con base en este tipo de estudios puede sujetarse a la realización de otros proyectos, que en el caso ideal de la implementación de este tipo de investigaciones, puede influir en la calidad de los productos obtenidos por los apicultores y los beneficiados por la polinización de la *Apis mellifera*. Además de la nutrición variada que pueden tener las abejas al tener abundante alimento en su área de influencia cercana. Armonía de varios sectores productivos beneficiados por el servicio ecosistémico de polinización y aumento de la cobertura vegetal en sistemas de producción agropecuaria, basadas en la producción sostenible, orgánica y ecológica.

Finalmente y a consideración nuestra, el mayor impacto de este tipos de proyectos es que al aumentarse la flora o vegetación ofertante de polen, néctar u otros recursos; no solo beneficiará a la especie polinizadora *Apis mellifera* sino que también puede considerarse como prácticas que ayudan a la conservación y protección de todo tipo de polinizadores y de esta manera puede tenerse un aumento de la población, no solo de tipo “abejas” sino de todos los especímenes que cumplen y aportan a la vida de los ecosistemas y de los humanos con su servicio de polinización.

## Recomendaciones.

La identificación taxonómica del presente estudio se realiza básicamente mediante conocimiento empírico y revisión bibliográfica, esto puede representarse en desviaciones y errores, por esto se recomienda para este tipo de investigaciones vincular herbarios, o entidades que mediante observación y recolección científica se pueda disminuir el error en su caracterización. Por otro lado, las visitas técnicas determinadas en las dos épocas a investigar se puede realizar con más periodicidad y en una proyección más amplia como puede ser de tipo anual.

Adicionalmente, los lineamientos presentados en este estudio para el manejo de producción apícola dentro de la estrategia de gestión del servicio ecosistémico de la polinización, teniendo en cuenta dos fincas apícolas en los municipios de Guasca y Guatavita, pueden estar enmarcados en una propuesta de ordenamiento apícola nacional, que la fortalezca como un sistema productivo y le permita salir del estado artesanal en el que se encuentra actualmente, considerando la sustentabilidad de los recursos naturales.

El manejo de la flora polinífera dentro de un sistema de producción apícola puede ser utilizado como herramienta de gestión ambiental teniendo en cuenta el área de influencia de forrajeo de la *Apis mellifera*.

Asimismo, dentro de esquemas de producción agropecuaria, la apicultura como sector productivo que beneficia ecosistemas, puede ser el norte para la implementación de sistemas sostenibles y de esta manera mediante la implementación de propuestas como la que brinda este estudio (sistemas agrícolas, de restauración, conservación, entre otros), puede confluir como un solo sistema ecológicamente viable para el beneficio de los servicios ecosistémicos y su fortalecimiento.

Por último se recomienda al sector apícola en específico a la apicultura artesanal tener en cuenta los insumos que su actividad necesita, es decir, acudir a estudios que brinden asesoramiento para lograr un calendario apícola que beneficie su producción durante todo el año.

## Referencias Bibliográficas

- Abejas vivas, Colectivo (2017), ¿Quiénes somos? “Polinizando futuro”
- Abu-Hammour K. (2008) Pollination of Medicinal Plants *Nigella sativa* and *Coriandrum sativum* and *Cucurbita pepo* in Jordan. [Tesis Doctoral]. Bonn University. 2008. 103 p.
- Adler L.S. (2009) Hazzard R.V. Comparison of perimeter trap crop varieties: effects on herbivory, pollination, and yield in butternut squash. *Environ Entomol.* 2009;38(1):207-215. Doi: [http:// dx.doi.org/10.1603/022.038.0126](http://dx.doi.org/10.1603/022.038.0126)
- Alarcón, O. A (2014) Sistemas de producción y economía apícola en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Caso de tres organizaciones de productores. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias
- Alcaldía Municipal de Guasca, (2018), Organigrama Administración Municipal Escribiendo Juntos Nuestro Futuro
- Alcaldía Municipal de Guatavita, (2018), Organigrama Administración Municipal.
- Alves JE, Freitas BM. (2007) Requerimentos de polinização da goiabeira. *Ciência Rural.* 2007;37(5):1281-1286.
- Altieri, M. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria.
- Antúnez, C. (Julio de 2015). Monocultivos causan desnutrición de abejas; se pierden 30% de colmenas por año. Montevideo, Uruguay: MEC - Ministerio de Educación y cultura.
- Anzola, T. M. (2006). Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de las abejas en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Dirección de cadenas productivas. .
- Apolo. (2011). *Apis mellifera* la abeja doméstica. Recuperado de [http://apolo.entomologica.es/cont/materiales/Triptico\\_Apis\\_mellifera\\_nivel2.pdf](http://apolo.entomologica.es/cont/materiales/Triptico_Apis_mellifera_nivel2.pdf)
- Apolo. (2019). observatorio de agentes polinizadores. (s.f.). *Polinizadores y Biodiversidad*. Madrid: Asociación española de Entomología, Jardín Botánico Atlántico y Centro Iberoamericano de la Biodiversidad.
- Artigas, R. y Díaz del Olmo, F. (2013). Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. 67-88. doi:10.3989/estgeogr.201303

- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Belmonte, et al. (2010). Aerobiología y alergias respiratorias de Tenerife. Agencia Estatal de Meteorología, 22.
- Bradbear, N. 2005. La apicultura y los medios de vida sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma.
- Brigitte Baptiste, R. M. (2016). Polinizadores y polinización como servicio ecosistémico en las políticas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad. En G. Nates-Parra, *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abjeas - ICPA* (págs. 61-66). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Bogotá, Colombia..
- Buchmann SL, Nabhan GP. (1996). The Forgotten Pollinators. Island Press. Washington, D. C. 292 pág.
- Burgett M. (1980) Pollination of parsley (*Petroselinum crispum*) grown for seed. J Apic Res. 1980;19(1):79-82
- Campo, A., y Duval, V. (2013). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Revistas científicas complutenses, 34, 1-18
- Cabanillas y Hurrell. (2012). Plantas trepadoras: Tipo biológico y clasificación. Cs Morfol, 14(2), 11.
- CAR - Corporación autónoma de Cundinamarca. (1995). *Plan Ambiental Municipal de Guatavita 1995 - 1997*. Bogotá, D.C.: Programa de asesoría ambiental municipal.
- Canto-Aguilar MA, (2000) Parra-Tabla V. Importance of conserving alternative pollinators: assessing the pollination efficiency of the squash bee, *Peponapis limitaris* in *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). J Insect Conserv. 2000;4(3):201-208. Doi:10.1023/A:1009685422587
- Chamorro, F. M. (2016). La apicultura como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con roble en la cordillera oriental de Colombia. En G. Nates-Parra, *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Capítulo abejas* (págs. 261-273). Bogotá, D.C.: Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Ceja, J. (2008). *Las plantas epífitas, su diversidad e importancia*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Comer, D., & Greene, S. (2015). The development and application of a land use diversity index for Oklahoma City, OK. Applied Geography, 60, 46-57.

- Corcuy, V. Q. (2015). *Influencia de la precipitación en la polinización de Artemisia. Repercusión en la salud pública*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Cornejo, L.G. (1991). Estudio sobre mercadeo para las mieles de abeja colombianas Proexpo. Centro de Comercio Internacional.
- CORPOGUAVIO (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO), 2018. Organigrama.
- CORPOICA. (2012). *Manual técnico de apicultura - Abeja (Apis Mellifera)*. Bogotá, D.C.: Printed in Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica.
- DANE. (2018). Guasca, Cundinamarca. Recuperado de [file:///D:/INFORMACION/Downloads/guasca\\_ficha\\_25322.pdf](file:///D:/INFORMACION/Downloads/guasca_ficha_25322.pdf)
- Daily, G. C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems - What are ecosystem services?* Washington D.C. Island Press.
- D&M - Ingeniería y Medio Ambiente. (2018). Revisión y ajuste al Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guasca, Cundinamarca (pp. 19, 33-41, 45, 46, 51-61, 87, 88).
- Ellis, J. (2007). Colony Collapse Disorder (CCD) in Honey Bees. Gainesville. Obtenido de: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN72000.pdf>
- Estupiñan, M, y Gutiérrez, L., (2015). Apoyo en la introducción de *Apis Mellifera* L. en un terreno del municipio de Ubaque, Cundinamarca, como aporte al corredor de conservación. Bogotá, D.C.: Univesidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- FAO. (2014) Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el caribe. Santiago de Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf>
- FAO. (2017). *Estado del arte del servicio ecosistémico de polinización en Chile, Paraguay y Perú*. Santiago de Chile, Chile.: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- FAO. (2017). *Linea base del servicio ecosistémico de la polinización en Paraguay*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FIDA (Fondo internacional de desarrollo agrícola), 2002. Manual de buenas prácticas para la apicultura. Santiago de Chile.
- Forbes D. Self and Cross Incompatibility in Black Cherry (*Prunus serotina*) [Tesis Doctoral] University of Florida. 1969. 92 p.

- Free JB. The Foraging Behaviour of Honeybees (*Apis mellifera*) and Bumblebees (*Bombus* spp.) on Blackcurrant (*Ribes nigrum*), Raspberry (*Rubus idaeus*) and Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) Flowers. *J App Ecol*. 1968;5(1):157-168.
- García, H, et al. (2010). Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/images/noticias/2010%20Estrategia%20Nacional%20Conservacion%20de%20Plantas.pdf>
- García, L. A. (2016). Pollination in agricultural systems: a systematic literature review. *SciELO*, 53-68
- García, Ó. S. (2015). *Estudio de los recursos y aprovechamientos apícolas en el PN del Desierto de las Palmas (Castellón)*. Valencia, España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural - ETSIAMN.
- Gentry, A. H. (1995): “Diversity and floristic composition of neotropical dry forests”, en S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (eds.): *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 146-194.
- Gobernación de Cundinamarca. (2016). Plan de desarrollo departamental 2016-2020 “Unidos podemos más”. Bogotá, D.C.: Departamento Nacional de Planeación, 2019.
- Gobierno de Colombia. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2020 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad". Bogotá, D. C., Colombia.: Departamento Nacional de Planeación, 2019.
- Gómez, M. A. (2016). El servicio ecosistémico de polinización prestado por las abejas. En G. Nates-Parra, *Iniciativa Colombiana de polinizadores - Abejas - ICPA* (págs. 41-58). Bogotá, D.C.: Grupo de investigación Biología de Organismos Tropicales-Biotun, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Granados, M. C. (2019). Cadena de abejas y apicultura. Ministerio de agricultura y desarrollo rural - Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas.
- Hernández A. J y Pastor J. (2008). La restauración en sistemas con suelos degradados: estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera. En: *Contaminación de Suelos. Tecnologías para su Recuperación*. CIEMAT, Madrid. España.
- Hidalgo, L. B. (1990). *Origen floral de las cargas de polen recogidas por Apis Mellifera L. en Alora (Málaga, España)*. Málaga: Acta Botánica Malacitana.
- Hinojosa, A. C. (2016). *Utilización de plantas leguminosas en restauración medioambiental de taludes y suelos degradados*. Granada, España: Departamento de Microbiología. Facultad de Farmacia, Universidad de Granada. .

- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 1273: Miel de abejas, ed. ICONTEC. 2007, Bogotá
- IDEAM. (2010). *Climatología trimestral de Colombia*. Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático Subdirección de Meteorología.
- IDEAM. (2019). *Tiempo y clima*. Obtenido de Mosaico de la precipitación diaria en milímetros: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/mosaico-precipitacion-diaria-milimetros>
- IEGEB. (2016). Las características de las comunidades. En *Ecología de comunidades* (págs. 2-11). Buenos Aires, Argentina.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. A. v. (2006). Guía Ambiental Apícola. Bogotá: Grey Comercializadora Ltda.
- Jacquemart AL, Michotte-Van Der AA A, Raspé O. Compatibility and pollinator efficiency tests on *Pyrus communis* L. cv. 'Conference'. *J Hort Sci Biotechnol*. 2006; 81(5):827-830.
- Jardín Botánico. (Sin fecha). Especiales Jardín Botánico. Obtenido de <http://www.jbb.gov.co/especiales/plantasacuaticas>
- Kevan, P. G. y Fonseca, I. 2002. Pollinating Bees: The Conservation Link between Agriculture and Nature, Ministry of Environment, Brasília, Brazil.
- Klein AM, Steffan-Dewenter I, Tschardt T. (2003) The pollination and fruit set of Coffee Arabica and *C. canephora* (Rubiaceae). DOI: 10.3732/ajb.90.1.153.
- Klein, A.M.; Vaissière, B.E.; Cane, J.H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S.A.; Kremen, C.; Tschardt, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of The Royal Society*.
- Kremen, C., & M'Gonigle, L. (2015). Small-scale restoration in intensive agricultural landscape supports more specialized and less mobile pollinator species. *Journal of Applied Ecology*, 52, 602-610
- Lanza et al. (1999). Sistemas agroforestales. En *Educación ambiental para el trópico de Cochabamba*. Bolivia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO.
- León L., y Osma K. 2017). *Elaboración del mapa de riesgos de calidad del agua potable para la quebrada corales y el río San Francisco ubicados en el municipio de Guatavita*. Bogotá, D.C.: Universidad Santo Tomás de Aquino - Facultad de Ingeniería Ambiental.
- Magem, J. B. (2017). *Informe técnico para la construcción de una trampa cazapolen y un secador solar de polen*. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA - La Molina).

- Mantilla C. (1997). Principios de Apicultura africanizada. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Primera edición. Medellín, Colombia
- Marín, C. y Parra, S. (2015). *Bitácora de flora: Guía visual de plantas de páramos en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- Márquez, M. A. (2009). *Memoria y aprendizaje en la escogencia floral de las abejas*. Bogotá, D.C.: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Márquez, M. A. (2016). Polinización y biodiversidad. En G. Nates-Parra, *Iniciativa Colombiana de polinizadores - Abejas - ICPA* (págs. 21-42). Bogotá, D.C.: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Matteucci y Colma, S. M. (2002). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Mayer, C.; Adler, L.; Armbruster, W.S.; Dafni, A.; Eardley, C.; Huang, S.Q.; Kevan, P.G.; Ollerton, J.; Packer, L.; Ssymank, A.; Stout, J.C.; Potts, S.G. (2011). Pollination ecology in the 21st century: key questions for future research. *Journal of Pollination Ecology*
- Medina-Gutierrez J, Ospina-Torres R, Nates-Parra G (2012). Efectos de la variación altitudinal sobre la polinización en cultivos de gulupa (*Passiflora edulis f.edulis*). *Acta Biol. Colomb.* 2012;17(2):379-394. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v17n2.28141>
- Millenium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC.: Island Press.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *Cadena productiva de las abejas y la apicultura*. CPAA. Bogotá, D.C.: Seminario salud apícola y agricultura sustentable.
- Ministerio de Ambiente. (2017). Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Estructura\\_Biodiversidad\\_y\\_servicios\\_ecosistemas\\_en\\_la\\_planificacion\\_y\\_gestion\\_ambiental\\_urbana.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Estructura_Biodiversidad_y_servicios_ecosistemas_en_la_planificacion_y_gestion_ambiental_urbana.pdf)
- Montoya-Pfeiffer, P. M, León, D., Chamorro, F. M., y Nates-Parra, G. (2016). *Apis mellifera* como polinizador de cultivos en Colombia. En G. Nates-Parra, *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Capítulo abejas* (págs. 95-109). Bogotá, D.C.: Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Moreno, J. A. (2016). Los hongos: héroes y villanos de la prosperidad humana. UNAM, 4-6. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/art69.pdf>
- Mosquera CA. Polinización entomófila de la uvilla (*Physalis peruviana* L.). *Rev Cien Agríc.* 2002;19(1 y 2):140-156.

- Nair, P.K.R. (1994). *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers- ICRAF. Dordrecht.
- Nates-Parra, G. (2016). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas* - ICPA. Bogotá, D.C.: Departamento de Biología - Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.
- Navarrete et al. (2005). *Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL
- Ollerton, R. W. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Nordic Society Oikos*, 321-326.
- ONU. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales*. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-am665s.pdf>
- Ospina, F., López, H., y Gutiérrez, R., (2013). *Construcción de un modelo de zonificación ambiental para estudios ambientales de proyectos de exploración sísmica terrestre*. Manizales: Universidad de Manizales.
- Ospina, R., Jaramillo, J., Rodríguez-Calderón, A., y Henao, M. (2016). El servicio ecosistémico de polinización prestado por las abejas. En G. Nates-Parra, *Iniciativa Colombiana de polinizadores - Abejas* - ICPA (págs. 251-260). Bogotá, D.C.: Laboratorio de Investigaciones en Abejas-LABUN, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá
- Pérez Gómez, J. (4 de Mayo de 2007). *Las abejas y el medio ambiente*. Obtenido de Rebelión - Ecología social: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=50425>
- Revilla Minaya, Caissa, & Calderón Rodríguez, Abelardo. (2006). Estructura y diversidad de Lianas y Hemiepífitas de la Selva Baja de la Provincia de Oxapampa - Pasco, Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 9-21. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162006000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100002&lng=es&tlng=es).
- Rincón, O. M. (2014). *Estudio de polinizadores*. Bogotá: Croplife Latin América.
- Rivera, J., Sinisterra, A., y Calle., D. (2009). *Restauración ecológica de suelos degradados por erosión en cárcavas en el enclave xerofítico de Dagua, Valle del Cauca, Colombia*. . Centro de investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria.
- Reyes-Agüero JA, Aguirre JR, Valiente-Banuet A. (2006) Reproductive biology of opuntia: A review. *J Arid Environ*. 2006;64(4):549-585. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2005.06.018

- Rodríguez, E. M. (2016). Desarrollo de una herramienta para caracterización palinológica por medio de microscopía holográfica digital. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, G. P. (2017). *Agrobiodiversidad y servicios ecosistémicos: Una revisión desde los componentes y prácticas de manejo*. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana - Facultad de estudios ambientales y rurales.
- Roubik DW, (1995) editor. Pollination of cultivated plants in the tropics Food & Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Vol. 118; 196 p.
- Ruiz, M. A. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá, D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGRAW-HILL / Interamericana editores, s.a de c.v.
- Sánchez, A. M. (2017). Evaluación de residuos de abejas producida en zonas de cultivos de fresa y cítricos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/57194/7/Adriana%20M.ZamudioS%C3%A1nchez.2017.pdf>
- Sánchez, D. P. (2007). *Manejo sostenible de la producción de miel de abejas para el pequeño productor*. Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle - Gerencia de empresas agropecuarias.
- Santos et al. (2013). Aumento en la producción de semillas de soja (*Glycine max*) empleando abejas melíferas (*Apis mellifera*). SciELO.
- Shannon, CE y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Simpson, EH (1949). *Diversity measurement*. Nature, 163, 688.
- Semana. (3 de agosto de 2017). Así está el mercado de flores en Colombia. Semana Sostenible.
- Silva, D., Arcos A. y Gómez J., (2008). Guía ambiental apícola. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 1, 102.
- Silva, L.M. y Restrepo, S. (2012). *Flora apícola. Determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar producto de la colmena y mejorar la competitividad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C.
- Silva, L.M. y Restrepo, S. (2012). *Compendio de calendarios apícolas de Cauca, Huila y Bolívar*. Bogotá, Instituto Humboldt. 52 p.

- Solarte, V. M. (2019). *Informes de palinología Guasca y Guatavita*. Bogotá, D.C.: Departamento de Biología - Universidad Nacional de Colombia.
- Somarriba, E. (1999). Diversidad Shannon. *Agroferestería en las Américas*, 23, 7274.
- Sepúlveda PA. (2013) Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) en cultivos de papa (*solanum tuberosum* L.) y su efecto en la polinización [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2013; p. 105. S<
- Somerville (2002) D. Honey bees in faba bean pollination. *Agnote DAI-128 -New South Wales Agriculture (Australia)*. 2002. 4 p.
- Trejo y Dirzo, R. (2002): “Floristic Diversity of Mexican seasonally dry tropical forest”. *Biodiversity and Conservation*, 11, pp. 2063-2084
- Vandame, R., Gänz, P., Garibay, S., y Reyes T., G. (2012). *Manual de Apicultura Orgánica*. Chiapas, México: ECOSUR.
- Vásquez, A. C. (2012). Formulación de un plan de negocios para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, caso de estudio -Asociación apícola de santuario Apisantuario-. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Velandia, M.; Restrepo, S.; Cubillos, P.; Aponte, A.; Silva, L. M. (2012). *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar*. Bogotá, Instituto Humboldt. 84 p.
- Vilhena, A.M.; Rabelo, L.; Bastos, E.M.; Augusto, S.C. 2012. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie*, 51-62.
- Villegas, A. B. (2003). *Flora nectarífera y polinífera en el estado de Tamaulipas*. México, D.F.: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

