

**COMPARATIVO BIBLIOGRÁFICO DE LA IMPORTANCIA DE LOS
POLINIZADORES DEL GÉNERO APIS PARA LA GENERACIÓN DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS (CAPTACIÓN DE CARBONO), CON BASE EN RESULTADOS DE
LA TRASHUMANCIA EN LOS CULTIVOS COMERCIALES.**

JUAN PABLO POVEDA HERNÁNDEZ

Proyecto integral de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Orientador:

Diana Milena Morales Fonseca

Ingeniera Química.

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director de la especializacion

Firma del calificador

Bogotá D.C. febrero de 2021

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

(Dr.) Mario Posada Garcia Peña.

Consejero Institucional

(Dr.) Luis Jaime Posada Garcia.

Vicerrectora Académica y de Investigación

(Dra.) Maria Claudia Aponte Gonzales.

Vicerrector Administrativo y Financiero

(Dr.) Ricardo Alfonso Peñaranda Castro.

Secretaria general

(Dra.) Alexandra Mejia Guzman.

Decano de la Facultad

(Dr.) Julio Cesar Fuentes Arismendi.

Directora del programa Especializacion de Gestion Ambiental

(Dra.) Nubia Liliana Becerra Ospina.

Las directivas de la Universidad de la América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

TABLA DE CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. ANTECEDENTES	14
3. JUSTIFICACIÓN E IMPACTO DEL PROYECTO	16
4. OBJETIVOS	18
5. DELIMITACIÓN	19
6. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL (ESTADO DEL ARTE)	20
7. DISEÑO METODOLOGICO	22
8. LA CAPTACIÓN DE CARBONO COMO SERVICIO ECOSISTEMÁTICO EN LA RESILIENCIA AMBIENTAL	23
8.1 Contextualización de servicios ecosistémicos	23
8.2 Captación de carbono	25
9. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA TRASHUMANCIA Y LA POLINIZACIÓN DIRIGIDA EN CULTIVOS COMERCIALES	28
9.1 Trashumancia apícola	28
9.1.1 Polinización dirigida	30
10. POLINIZACIÓN EN ECOSISTEMAS DE ALTA MONTAÑA	33
10.1 Caracterización floral del bosque andino y alto andino	33
10.2 Aptitud de polinización de especies florales de ecosistemas de alta montaña	36
10.3 Aptitud polinizadora de las abejas <i>Apis mellifera</i> en ecosistemas de alta montaña	38
11. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL USO DE POLINIZADORES DEL GÉNERO APIS EN ZONAS DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PARA LA CAPTACIÓN DE CARBONO	41
11.1 Objetivos	41
11.1.1 Objetivo general	41
11.1.2 Objetivos específicos	41
11.1.3 Metodología	42
11.1.4 Desarrollo de proyecto	42
15. RESULTADOS ESPERADOS Y LOS INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	48
16. DESARROLLO DEL PROYECTO CON RESPECTO AL COMPONENTE AMBIENTAL	51

16.1 Definición del área de ejecución según características forestales, físicas y biológicas	51
16.1.1 <i>Segmentación de parcelas por especies endémicas que oferten flor y sean polinizadas por Apis mellifera.</i>	51
16.1.2 <i>Segmentación de parcelas por características físicas y biológicas</i>	52
16.1.3 <i>Metodología de medición dentro de las parcelas</i>	52
16.1.4 <i>Áreas a establecer los apiarios</i>	53
17. CÁLCULO DEL ÁREA DE POLINIZACIÓN SEGÚN UBICACIÓN DE LOS APIARIOS	57
18. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA FASE I DE IMPLEMENTACIÓN O ESTABLECIMIENTO	59
19. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA FASE II ETAPA DE MEDICIÓN Y TOMA DE DATOS COMPARATIVOS	61
20. REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	65
20.1 Área forestal	65
20.2 Capital humano	69
20.3 Montaje apícola	72
20.4 Alimentación apícola	75
20.5 Vehículo de transporte	76
20.6 Especificaciones técnicas para la recolección de datos	79
21. COSTOS	87
22. ALCANCE DEL PROYECTO	89
22.1 Productos intangibles	89
22.2 Impacto económico de los productos intangibles	90
22.3 Impacto social y ambiental de los productos intangibles	90
22.4 Productos tangibles	91
23. CONCLUSIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	106

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Línea de tiempo del proyecto	43
Figura 2. Referencia catastral de los predios de la CAR y el Municipio de Zipaquirá para ejecución del proyecto.	67

LISTADO DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Etapa de implementación o establecimiento	44
Tabla 2. Etapa de medición y toma de datos comparativos	46
Tabla 3. Medición del área foliar y el incremento de estomas	47
Tabla 4. Resultados esperados	48
Tabla 5. Cronograma de actividades para la fase I	59
Tabla 6. Cronograma de actividades para la fase II	61
Tabla 7. Capital humano para la ejecución del proyecto	69
Tabla 8. Requerimientos para el montaje apícola	72
Tabla 9. Requerimientos para la alimentación apícola	75
Tabla 10. Requerimientos del vehículo de transporte	76
Tabla 11. Especificaciones técnicas para la recolección de datos	79
Tabla 12. Costos para el capital humano	87
Tabla 13. Costos para el montaje del proyecto	88
Tabla 14. Productos apícolas generados en el proyecto	91

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una comparación a partir de bases bibliográficas que aborden la importancia de los polinizadores del género “*Apis*” en la generación de servicios ecosistémicos (captación de carbono) y la resiliencia ambiental Vs los resultados que se encuentran en la trashumancia y los cultivos comerciales. Inicialmente se realiza una contextualización de los servicios ecosistémicos de manera general hasta llegar a un enfoque sobre la captación de carbono en diferentes escenarios con diferentes tipos de especies forestales, de esta manera se procede a analizar los efectos de la trashumancia dirigida con abejas *Apis* en cultivos comerciales como la fresa (*Fragaria Chiloensis*) donde se incrementa de 74,5 +/- 20,25 kg a 151,3 +/- 20.25 kg posterior a la polinización, al igual ocurre con el café incrementando un 14% el amarre. Una vez establecidos los datos de incremento en área foliar y por ende de fruto para cultivos comerciales se realiza un comparativo de la aptitud floral y pecoreadora de las especies de alta montaña, estas especies juegan un papel importante en la producción de servicios ecosistémicos especialmente en la captación de carbono a partir de la cantidad de estomas presentes en el área foliar. Por tal motivo se realiza la propuesta de un programa que pretenda medir la restauración ecológica (pasiva) por medio de la polinización con abejas (*Apis mellifera*) ubicadas en parcelas establecidas de forma sistemática, donde sea posible evaluar su incidencia en especies arbóreas florales y especies forestales de interés para la captación de carbono.

Palabras clave: polinizadores, ecosistémicos, resiliencia, trashumancia, carbono.

INTRODUCCIÓN

La polinización es la transferencia del polen o célula sexual desde el órgano reproductor masculino de la flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor, este proceso es vital para el mantenimiento y diversidad genética de las plantas que poseen flor, de esta manera también se ha demostrado que mejora la calidad y cantidad de semillas y por ende de frutos (Chautá-Mellizo, Campbel, Bonilla, Thaler, & Poveda, 2012).

La polinización es un proceso biológico clave en los ecosistemas terrestres naturales, sin la polinización, muchas especies de flora y fauna que se encuentran interconectadas en los ecosistemas morirían por el escaso ciclo reproductivo con que cuentan (Mirocha, Buchmann, & Nabhan, 1996). Cual quiera fuese el caso la polinización puede ser “realizada de forma abiótica, mediante el transporte del polen por el viento o el agua, o biótica, empleando para ello animales como vectores en el transporte” (Pantoja, Smith-Pardo, García, Sáenz, & Rojas, 2014).

Según la FAO (2018), los polinizadores son los encargados de la reproducción sexual de las plantas por medios bióticos. Dentro de los principales polinizadores se encuentran las abejas, mariposas, pájaros, polillas, escarabajos y en una menor parte los murciélagos. En este orden de ideas se establece que las semillas precursoras de los frutos y demás plantas se generan a partir de la polinización realizada por las especies animales antes mencionadas en especial para cultivos comerciales con abejas, lo que se conoce como trashumancia apícola (FAO, 2018).

Por estos motivos la trashumancia apícola es utilizada en la polinización dirigida a cultivos comerciales con el fin de incrementar la producción de dichos cultivos, manteniendo el vigor híbrido o la descendencia característica en las demás generaciones, dicha técnica ha arrojado resultados positivos en cuanto a estos parámetros (Silva, Arkos, & Gómez, Guía ambiental apícola, 2008).

El propósito de este estudio es determinar los principales avances y resultados que se han obtenido por medio de la trashumancia con abejas del género *Apis* en cultivos comerciales, a través de un análisis bibliográfico, y a partir de ello proponer una metodología investigativa para la implementación de abejas en ecosistemas silvestres, con el fin de incrementar el servicio ecosistémico de la captación de carbono.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, el 84% de los aproximadamente 300 cultivos comerciales, son polinizados por insectos incluyendo especies arbóreas susceptibles a la actividad antrópica, esta polinización también influye en frutas, verduras, semillas oleaginosas, legumbres y forraje, principalmente polinizada por las abejas, sin embargo la trashumancia no se ve reflejada en productos intangibles como los servicios ecosistémicos ya que estos son tenidos en cuenta en un segundo plano para los productores (Nuñez & Carreño, 2017).

Sin embargo, a pesar de los servicios en cultivos comerciales y los servicios ecosistémicos que se generan a partir de la polinización, se observa que, en las últimas décadas, se presentan disminuciones significativas en el número de abejas a nivel mundial (Pérez, 2016). Este declive se atribuye a una serie de factores tales como, un mayor uso de plaguicidas como el glifosato, neuropéptidos y neonicotinoides, además a esto se suma los cambios en el uso de la tierra, introducción de especies invasoras, patógenos, parásitos y cambio climático (Whitehorn, O'Connor, Wäckers, & Goulson, 2012).

Entre las especies que se han venido afectando y extinguiendo por la intervención antrópica como la deforestación de boques tropicales andinos y de montaña, uso de plaguicidas en cultivos y expansión urbana son los polinizadores bióticos entre los que se encuentran las abejas, abejorros, colibrís y mariposas, que se catalogan especies silvestres y son de gran importancia para la biodiversidad de flora y alimentos que generan la seguridad alimentaria del mundo (Scheper, y otros, 2015). En este orden de ideas, se tiene que hay comunidades que se ven más afectadas que otras por el desbalance en la relación mutualista entre animal y planta. Un claro ejemplo se da en la relación del polinizador (*Apis*) y las inflorescencias de las diferentes especies vegetales de los ecosistemas deforestados por la intervención antrópica, incrementado la disminución de frutos y semillas gracias a los servicios ecosistémicos prestados por esta especie responsable del 80% de la polinización y la biodiversidad vegetal (Díaz y otros., 2011). A largo plazo los efectos del establecimiento pasivo por polinización se verán reflejados en un incremento del número de especies y por tal motivo en el área foliar total. Si se asume que las hojas o área foliar tiene las estomas que es el órgano de respiración de la planta se obtiene una mayor capacidad de fotosíntesis y secuestro de carbono para la emisión de oxígeno como servicio ecosistémico.

2. ANTECEDENTES

Algunos siglos atrás se planteó la teoría de la selección natural como base de la evolución, esta teoría se fundamenta en la polinización o la interacción de la planta y los animales que visitan las flores (Darwin, 1878). Desde este momento los estudios acerca de la polinización han ido evolucionando en torno a una cantidad de ejemplos de las supuestas adaptaciones y de la gran complejidad que existe entre el insecto y la planta (Faegri & Van der Pijl, 1979), hasta las primeras investigaciones enfocadas de manera más profunda en la polinización, el polen y las propiedades de este (Proctor & Lack, 1996).

Por tal motivo el papel de los polinizadores dentro de los caracteres reproductivos de las plantas ha sido aceptado en la comunidad científica. Se centra esta aceptación en el hecho que la interacción planta animal es uno de los principales sistemas modelo para estudiar la adaptación de la naturaleza (Campbell & Meléndez-Ackerman, 1997).

La mayor parte de las investigaciones, se basan en el principio del polinizador más eficiente, donde se postula que la selección natural va generar un favorecimiento en la expresión de rasgos morfológicos, fisiológicos o ecológicos de las plantas que influyan en la visita de polinizadores eficientes, más exactamente las abejas del género *Apis*, *Bombus* y *Mellipona* (Armbruster , Di Stilio, Tuxill, Flores , & Velásquez-Runk , 2000).

Así bien, se establece que las plantas deben ser polinizadas por un grupo de polinizadores especializados, lo que se conoce como especialización adaptativa mediada por polinizadores. Dándole el tiempo suficiente, la mayoría de los sistemas de polinización deberían tender hacia la especialización. Así, algunas ideas que estructuran el estudio de las relaciones entre plantas y polinizadores son por ejemplo que la coevolución requiere especialización, que los sistemas de polinización evolucionan rápidamente en respuesta a presiones selectivas producidas por los polinizadores, o que existe una tendencia histórica de especialización de tal forma que las plantas más "avanzadas" están más especializadas que las plantas más "primitivas" (Olesen , 2000).

Con estos fundamentos se deduce que los polinizadores pueden ser direccionados hacia los cultivos mediante diferentes técnicas y especializarlos en la labor de la polinización. Alrededor de 10 años adelante del postulado de Olesen (2000), surge el término de la trashumancia dirigida en polinizadores donde se establecen resultados en cultivos comerciales.

Se ha demostrado que bien sea por polinización etológica o por trashumancia dirigida los polinizadores ejercen un papel fundamental en los ecosistemas terrestres prestando un servicio vital en la biodiversidad de la flora silvestre y el incremento en mono y policultivos (Potts, y otros, 2010). Las abejas son buenos polinizadores ya que en el pecoreo visitan numerosas flores para obtener tanto néctar como polen. El polen queda adherido tanto en las extremidades como en las vellosidades, facilitando su paso de una planta a otra.

Algunas investigaciones han demostrado en Europa que el 84% de especies cultivadas allí depende directamente de la polinización a través de insectos, especialmente las abejas (Williams, 1994). De igual manera se ha demostrado en estudios de Klein y otros, que 52 de las 115 principales fuentes de alimento para el hombre dependen directamente de la polinización tanto para la producción de frutos como de semillas. Los mismos autores afirman que, aunque no son mayoritarios los cultivos que dependen en la totalidad de la polinización por parte de las abejas, la gran mayoría de ellos aumentan los rendimientos en cantidad y calidad cuando esta polinización ocurre (Klein, y otros, 2007). Esto es reafirmado por Gallai y otros 2009 quienes definen que en términos económicos, se ha calculado que el valor global de la polinización a través de insectos es de 153 billones de euros anuales, lo que representa un 9.5% del total de la producción agrícola, y de 14.2 billones de euros tan sólo en Europa, cabe resaltar que los autores atribuyen estos alcances a que muchos de estos cultivos son polinizados gracias al movimiento específico de colmenas para su polinización lo que es conocido como trashumancia (Gallai, Salles, Settele, & Vaissière, 2009).

3. JUSTIFICACIÓN E IMPACTO DEL PROYECTO

Bajo los anteriores parámetros se observa que el uso de la trashumancia permite incrementar los resultados en lo que respecta a las cosechas de cultivos comerciales ya que la mayoría de los cultivos agrícolas dependen de la polinización biótica, sin embargo, este tipo de trashumancia debe realizarse para la generación de Bienes y Servicios Ambientales (BSA) como servicios eco sistemáticos (Chontal , y otros, 2019).

Por tal motivo la trashumancia de las abejas juega un papel importante en la polinización de una amplia gama de frutas, cultivos de hortalizas y cultivos herbáceos. En particular, las abejas melíferas han sido históricamente consideradas como las más económicas polinizadoras. De igual manera se demuestra que las abejas influyen de manera directa en la polinización silvestre, pero este beneficio no es tomado en cuenta en comparación con los cultivos comerciales (Rodríguez, y otros, 2015).

A partir de la polinización se generan los servicios ecosistémicos que se han visto disminuidos en la última década como consecuencia del descenso de los polinizadores. De esta manera los servicios ecosistémicos como la diversidad genética, la resiliencia ambiental, el reciclaje de nutrientes, el secuestro de carbono, el paisajismo entre otros se verá agotados (INTA, 2016).

Los insectos en especial las abejas juegan el papel más importante dentro de la polinización, alrededor del 90% del total de especies de plantas con flor en el mundo dependen de estas especies como mediadoras para la reproducción (Fründ, Dormann, Holzschuh, & Tscharntk, 2013). La importancia de las abejas en todo tipo de cultivos ha sido ampliamente demostrada, encerrando trabajos donde se da un valor a la riqueza de especies o polinizadores que habitan en un lugar, las relaciones existentes entre estos, interacción de polinizadores-planta, la influencia de la polinización en la calidad de los productos, hasta llegar al estudio de la producción de semillas y frutos provenientes de la polinización (Russo, Park, Gibbs, & Danforth, 2015).

Sin embargo, al darse una continuidad holística, se tiene que las especies de animales polinizadoras influyen en el mantenimiento y crecimiento de ecosistemas, los que a la vez suplen necesidades vitales de los humanos, de esta manera se crea un sistema de bienes y servicios interdependientes (Kremen, y otros, 2007). De propuestas como la polinización en zonas que presten servicios ecosistémicos depende el incremento de cerca de alrededor del 80% de plantas

silvestres, las cuales se encuentran como precursoras de la captación de carbono como servicio vital para los seres humanos (King, Ballantyne, & Willmer, 2013).

Presentar un comparativo que explique los servicios ecosistémicos que pueden prestar las abejas a partir de estadísticas presentes en el incremento de los cultivos comerciales, es viable para entender la simbiosis que representa el factor animal- planta y los resultados favorables que puede acarrear para el medio ambiente esta implementación.

4. OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar una comparación con bases bibliográficas entre la importancia de los polinizadores del género “*Apis*” en la generación de servicios ecosistémicos (captación de carbono) y resiliencia ambiental Vs los resultados que se encuentran en la trashumancia y los cultivos comerciales.

Objetivos específicos

- Identificar la relación entre la polinización y la captación de carbono como servicio ecosistémico en la resiliencia ambiental.
- Establecer los resultados bibliográficos del incremento en producción de cultivos comerciales como consecuencia de la trashumancia.
- Plantear una propuesta metodológica para el uso de polinizadores del género *Apis* en zonas de ecosistemas estratégicos para la captación de carbono.

5. DELIMITACIÓN

Este estudio se llevará a cabo en la sede de posgrados de la Fundación Universidad de América, en la ciudad de Bogotá, se basa en la realización de un comparativo bibliográfico de los resultados investigativos de la trashumancia de abejas Apis y las investigaciones hechas en los efectos de los polinizadores en los servicios ecosistémicos más específicamente la captación de carbono.

El proyecto tiene como pilar el análisis bibliográfico de los incrementos productivos de cultivos comerciales a partir de la trashumancia de abejas del género Apis y un análisis comparativo de servicios ecosistémicos bajo el mismo sistema, pero enfocándose a la captación de carbono. Se debe integrar el establecimiento pasivo como resultado de la polinización y evidenciar que la generación de área foliar está directamente relacionada con la cantidad de estomas, los mismos que realizan la respiración en la planta y por ende influyen en la fotosíntesis y la captación de carbono atmosférico.

Una vez se consolide la importancia de la polinización dirigida por trashumancia en ecosistemas silvestres se debe proponer a la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiente (SDRA) de Zipaquirá la puesta en marcha de este proyecto en la Zona de Reserva Forestal (ZRF), para implementar colmenas de abejas en áreas de árboles endémicos de bosque primario con las mismas características fenológicas para de esta manera observar como la polinización genera área foliar por establecimiento pasivo, cantidad de estomas y finalmente un incremento en la respiración de la planta.

En este orden de ideas se tiene que la duración de la fase de revisión bibliográfica es de 4 meses y la fase investigativa tiene una duración de 2 años.

Finalmente, la Fundación Universidad de América se responsabilizará de brindar las asesorías con el personal especializado en los campos técnicos, y de facilitar el acceso a la biblioteca del campus y a todo el material bibliográfico existente en las bibliotecas que posean convenios vigentes con la Universidad.

6. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL (ESTADO DEL ARTE)

Polinizadores: son vectores bióticos y abióticos que realizan la polinización de plantas. También, la palabra polinizador parece remitirse inmediatamente a las abejas criadas en colmenas (*Apis mellifera*) cuyos productos son de consumo humano. Si bien es indiscutible la importancia de esta especie, domesticada hace miles de años, se muestra que esta importancia está dirigida a la agricultura, la cual también depende en gran parte de los polinizadores de cada región (Garibaldi, Morales, Ashworth, & Chacoff, 2012).

Trashumancia: es un método apícola que consiste en trasladar las colmenas de lugar, durante varias épocas del año con el fin de buscar las mejores épocas de floración o evitar los fuertes cambios climáticos fruto muchas veces de las estaciones. Esta técnica también es utilizada en la polinización dirigida de cultivos agrícolas o plantaciones forestales. (Silva, Gómez, & Arcos, 2008).

Polinización dirigida: es un programa de polinización donde se utiliza un vector polinizador específico de una planta (generalmente cultivos comerciales), para fecundar las flores de esta e incrementar la producción de frutos (Vásquez, y otros, 2011).

Ecosistemas estratégicos: deben entenderse como partes diferenciales del territorio donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen, de manera especial y significativa, bienes y servicios ecológicos vitales para el mantenimiento de la sociedad y la naturaleza (Marquez, 2003).

Cultivos comerciales: Cultivo que se desarrolla principalmente para proporcionar ingresos económicos en efectivo a los agricultores (algodón, café, té, especias, oleaginosas, cacao, henequén). Esto implica que el cultivo se comercializa a través de los canales formales en la mayoría de los casos (Rodríguez, Milord, Castillo, & Aguilar, 1995).

Captación de carbono: Proceso en el que un flujo relativamente puro de dióxido de carbono (CO₂) procedente de fuentes industriales y de fuentes relacionadas con la energía se separa (captura), se condiciona, se comprime y se transporta hasta un lugar de almacenamiento para su aislamiento de la atmósfera durante un largo período. A veces se denomina “captura y secuestro de carbono” (FAO, 2002).

Estomas de la planta: Las estomas son importantes en la fisiología de las plantas, debido a que son responsables del intercambio de gases entre la atmósfera y la hoja y con ello evitan la excesiva pérdida de agua. Estos también desempeñan un papel vital en el mantenimiento del homeostasis de la planta, de ahí la importancia de conocer el número, forma y factores que controlan su apertura o cierre (Reyes, y otros, 2015).

Fotosíntesis: La fotosíntesis es un proceso de anabolismo autótrofo. Constituye no sólo la forma de nutrición del reino vegetal sino por la base de la alimentación de todas las cadenas tróficas. Consta de dos fases: una luminosa y otra oscura. En ellas se produce la transformación no sólo de materia inorgánica en orgánica, sino también de energía luminosa en energía química de enlace (Ocampo, 2014).

Área foliar: se define como el área total de hoja presente por unidad de área del cultivo (Watson, 1947).

Tipos de plantas por área foliar: es importante determinar el tipo de planta dentro del área foliar pues estas varían en cuanto a la estructura fisiológica y morfológica afectando la capacidad de absorción de CO₂ y de fotosíntesis (Yepes, 2011).

Relación del área foliar y la captación de carbono: existe una relación directa entre el área foliar y la captación de carbono, ya que a una mayor área foliar mayor cantidad de estomas los que incurren en la captación de dióxido de carbono (CO₂) durante los procesos de fotosíntesis (Gorgonio, Ricardo Hugo Lira-Saldi, & Bulmaro, s.f).

7. DISEÑO METODOLOGICO

Se realiza una revisión bibliográfica sobre los efectos de la trashumancia de abejas *Apis* como polinización dirigida en cultivos comerciales. Como parámetros de la revisión se utilizan el incremento del fruto en calidad y cantidad, en que trópicos se evidencia un mayor impacto la trashumancia apícola dirigida (aumento del área foliar como consecuencia de la presencia de flor polinizada).

Adicionalmente se analiza el efecto de la polinización con *Apis* mediante el establecimiento en ecosistemas estratégicos y los resultados que esto ha tenido en la prestación de servicios ecosistémicos. De manera paralela se debe observar cómo los ecosistemas estratégicos generan un servicio como la captación de carbono y si esto está ligado a la polinización como precursora del área foliar.

De los resultados encontrados en lo que respecta a la relación de polinización y los servicios ecosistémicos que se presume debe estar directamente relacionada, se debe proponer una polinización dirigida en ecosistemas estratégicos que en el caso de Zipaquirá sería ZRF para empezar a medir el incremento del área foliar. La base para esta propuesta es por qué si hay resultados favorables y se mide en cultivos comerciales porque no medirlo en servicios ecosistémicos si tienen aún más importancia.

8. LA CAPTACIÓN DE CARBONO COMO SERVICIO ECOSISTEMÁTICO EN LA RESILIENCIA AMBIENTAL.

En este capítulo se describe como la captación de carbono como servicios ecosistémicos contribuye a la resiliencia ambiental.

8.1 Contextualización de servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos se refieren en general al flujo de materiales, energía y aporte de todo el capital que se encuentra en la naturaleza, realizando una sinergia con el capital humano o produciendo para el bienestar humano, ampliando esto al suministro de recursos ambientales o saneamiento ambiental otorgados por las industrias u organizaciones sociales (Costanza & Folke , 1997).

El tema que gira en torno a los servicios ecosistémicos emprende una evolución en el siglo XX, más exactamente en la década de 1950, desde allí se aborda de estos para el ser humano, entendiéndolo como capital natural. Todos estos servicios ecosistémicos son los ofertados por el medio ambiente dentro de una biosfera y que cumplen funciones vitales para la sociedad y el planeta tierra en general, brindando utilidad en la producción o en el consumo, siendo factores de la misma producción o bienes para el comercio (World Trade Organization, 2010).

Los servicios ecosistémicos son abordados desde el siglo XIX con el trabajo de Malthus *“a summary view of the principle of population”*, impreso y publicado en 1830, posteriormente en 1910 Gifford aplica una serie de principios en parques de Estados Unidos para que estos servicios ecosistémicos sean apreciados. De manera consecutiva se definen los servicios ecosistémicos a partir de los servicios públicos de carácter global que no pueden reemplazarse por tecnología ni ahora ni en un futuro, los servicios ecosistémicos encierran entre otros el control biológico, la polinización, el paisajismo, retención de agua, emisión de oxígeno, resiliencia, captación de carbono, biodiversidad, etc... (Holdren & Ehrlich, 1974).

Con los anteriores patrones, se plantea que todo corresponde al resultado de una compleja interacción entre el factor antrópico, el factor biótico y abiótico, al uso y aprovechamiento de los

patrones complejos de la naturaleza y a las percepciones que tienen los beneficiarios del medio ambiente (Fisher, Costanza, Turner, & Morling , 2009).

El informe de ecosistemas del milenio- MEA (2003-2005), se aborda como un marco de referencia conceptual, metodológico y de aplicación a la toma de decisiones ambientales. En una definición concreta se tiene que los servicios ecosistémicos “son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad” y los agrupa en cuatro categorías: de aprovisionamiento o bienes y productos brindados por los ecosistemas tales como los alimentos, el agua, los recursos genéticos, los productos forestales; de regulación que atañen a los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos e inciden en el clima, las inundaciones, la calidad del agua; culturales definidos como los bienes no materiales obtenidos de los ecosistemas: el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas; de soporte o apoyo que se refieren a procesos ecológicos necesarios para la provisión y existencia de los demás servicios ecosistémicos, tales como la producción primaria, la formación del suelo y el ciclado de nutrientes (Millenium Ecosystem Assessment – MEA. , 2005).

A partir de las variables de conceptos establecidos con anterioridad y con diversos autores abordando tópicos que difieren, convergen o complementan, aparece otro concepto que expone que “los servicios de los ecosistemas no son los beneficios humanos obtenidos de los ecosistemas, son los componentes ecológicos directamente consumidos o disfrutados para producir bienestar humano” (Boyd & Banzhaf , 2007).

Por otra parte, pero bajo el mismo concepto, se aúnan fuerzas y se describe de esta manera: “servicios ecosistémicos” y “servicios ambientales” pueden ser utilizados sin distinción, aunque el primero se refiere al ecosistema y sus interacciones y los beneficios a los seres humanos, en tanto que el segundo alude al concepto de “ambiente”, que no explicita interacciones para proveer servicios y se utiliza por tomadores de decisiones (Balvanera & Cotler , 2007).

De esta manera el concepto de servicios ecosistémicos evoluciona a partir del término bienes y servicios ambientales y el funcionamiento de estos dentro de los ecosistemas establecido por la ecología, dando el valor agregado de fuentes principales para la producción de alimentos y el bienestar humano (The economics of ecosystems and biodiversity - TEEB, 2010).

8.2 Captación de carbono

La función antrópica hace referencia a la intervención o actividad humana sobre los ecosistemas, desde la revolución industrial se inició una utilización indiscriminada de combustibles fósiles en la producción de energía, lo que ha resultado en una gran emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), entre los que se encuentra el Dióxido de Carbono (CO_2), Monóxido de Carbono (CO), Óxido de Nitrógeno (NO) y Metano (CH_4). De estos GEI, se tiene que el CO_2 adquiere gran importancia por la cantidad de emisiones que hay. Sin embargo, la vegetación se vale de la fotosíntesis para almacenarlo y fijarlo en la estructura por largos periodos de tiempo. Por esta razón el incremento de áreas arbóreas y por ende de área foliar permite que el secuestro de carbono sea mayor (Bejamin & Masera, 2001).

Bajo este mismo contexto se tiene que las emisiones de CO_2 han aumentado 3.5 veces en los últimos 50 años y la cantidad de estos gases que son acumulativos en la atmosfera va en incremento hasta 8 veces para el año 2030 causando grandes efectos en el cambio climático (Torres & Guevara, 2002).

Con el fin de mitigar la cantidad de gases como el CO_2 presentes en la atmosfera y que acarrear efectos sobre el cambio climático se presentan programas de captura de carbono principalmente en bosques como fuente de resiliencia ambiental ante los desastres ocurridos en el mismo (IPCC, 2001).

Como ya se mencionó, uno de los principales procesos de mitigación de carbono está radicada en la respiración de las plantas y la descomposición de materia orgánica liberando casi 10 veces lo producido por el ser humano. Alrededor de 60 a 90 Gigatoneladas de CO_2 , pueden conservarse en los bosques para el año 2050, y otras 23 a 44 Gigatoneladas a partir de cultivos comerciales. En este orden de ideas se considera que este tipo de mitigación biológica puede representar alrededor de 100 Gt en la captura de carbono para el año 2050, lo que representa entre el 10% y el 20% de las emisiones proyectadas de los combustibles de origen fósil (EPA, 2003).

Diversos estudios se han direccionado a observar y medir la captación de carbono sin ningún tipo de intervención biótica como el caso de la polinización. En cultivos comerciales sin polinización se ha realizado investigaciones en lo que respecta al potencial de fijación de carbono, el estudio se realizó sobre cuatro especies de maíz en México (negro, amarillo y cacahuacintle),

bajo tres ambientes contrastantes (montaña, valle y planicie). El análisis estadístico indicó que la concentración de carbono entre variedades es estadísticamente diferente ($P < 0.05$), la variedad amarilla obtuvo el valor más alto (34.3 t CO₂ eq/ha), mientras que las variedades negro y cacahuacintle registraron la capacidad más baja de fijación de carbono, con un promedio de 24.5 t CO₂ eq/ha para cada una. Los ambientes de montaña y de valle resultaron con los mayores valores de fijación de carbono (41.6 tCO₂eq/ha), comparados con los de planicie (11.4 tCO₂eq/ha) y fueron estadísticamente diferentes. Se observa que los cultivos extensivos también representan una manera interesante de secuestrar carbono por tal motivo se atiende que si hay un secuestro de carbono en el área foliar (Solorio, Martínez, López, & Arteaga, 2016).

De igual manera, La Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), realizó un estudio para estimar la biomasa total, el almacenamiento y la fijación de carbono en Plantaciones Forestales (PF) y Sistemas Agro Forestales (SAF), para establecer un indicador de mitigación frente al cambio climático. En el estudio se hace un estimativo del almacenamiento y la fijación de carbono en la Biomasa Aérea (BA) y Bajo el suelo (BAS). Las PF almacenan entre 18,6 64,4 t C/Ha, mientras que los SAF capturaron en promedio 85,9 t C/ha. La tasa de fijación de carbono promedio fue de 1,4 y 4,9 t C/ha/año para las PF y los SAF, respectivamente, en ambos casos dependiendo de la edad. Los resultados demuestran la importancia de estos sistemas como mitigadores del cambio climático y enfatiza las ventajas de los SAF, porque permite también la producción agropecuaria (Patiño, Suarez, Andrade, & Segura, 2018).

Otras investigaciones realizan análisis de captación de carbono en cultivos forestales a base de eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*) en comparación con suelos a base de pasturas; y se realiza un análisis del secuestro de carbono en los suelos. Este análisis se hace a partir de las muestras de los métodos de Walkey y Black basados en la probeta graduada para la densidad aparente, pH potenciómetro y la conductividad eléctrica conductímetro, esto con el fin de determinar el carbono orgánico y materia orgánica presentes en cada una de los suelos, como resultados se encontró que las especies nativas de pastos tienen una mayor tasa de secuestro de carbono y a mayor profundidad hay mayor secuestro, por tal motivo también hay que resaltar que las especies endémicas deben ser las recomendadas en el secuestro de carbono (Hancoc, 2018).

Se concluye que con base en la bibliografía revisada hay una relación directa entre la generación de servicios ecosistémicos (captación de carbono) y la resiliencia ambiental, esto

ocurre a partir de la polinización y el incremento del área foliar de especies arbóreas. Sin embargo, en el siguiente capítulo se debe abordar las especies de cultivos comerciales que más han sido influidas por la polinización dirigida.

9. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA TRASHUMANCIA Y LA POLINIZACIÓN DIRIGIDA EN CULTIVOS COMERCIALES

En este capítulo se hace un abordaje de la trashumancia y la polinización dirigida como herramienta de incremento en calidad y cantidad de frutos en los cultivos comerciales, se describe algunos resultados relacionados con estos parámetros en los mismos cultivos.

A partir de las palabras claves como trashumancia, polinización dirigida, apícola, cultivos comerciales, calidad del fruto, cantidad de fruto y con la ayuda de operadores booleanos de alternancia que contengan al menos uno de los términos en la búsqueda, se pudo identificar un total de 16 autores, en los cuales no hay una relevancia en la cantidad de publicaciones, partiendo por artículos basados en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) direccionados a los temas apícolas y con base en artículos especializados en el tema de trashumancia y polinización dirigida se obtiene una base de datos que permite realizar una revisión bibliográfica. Los criterios para la selección de los artículos se basan en primera instancia que se encuentren indexadas y posean título, autor y año, además es relevante tener en cuenta la calidad de la revista o si se trata de bibliografía gris tener en cuenta la objetividad de a tesis.

9.1 Trashumancia apícola

La trashumancia apícola se basa en la oferta de alimento u oferta floral que se presenta en diferentes zonas y cuyos limitantes están sujetos a los cambios de estaciones. Así bien, el apicultor debe conocer las épocas y zonas de mejor florecencia para trasladar allí las colmenas y garantizar las mejores cosechas. La trashumancia incurre en el traslado de las colmenas hacia los puntos específicos nombrados con anterioridad (Canete, 2018).

Aunque lo anterior es corroborado en México por la secretaria de agricultura y desarrollo Rural (SAGARPA) admitiendo que la trashumancia está estrechamente ligada al medio y los recursos naturales de la zona que el productor utiliza para instalar los apiarios y que este debe tener conocimiento de la vegetación espacial y temporal es importante para planificar el manejo y

movilidad de las colmenas. Sin embargo, se debe reconocer que las áreas de floración han sido modificadas en la última década por diferentes factores, entre ellos la tala clandestina o el aumento de la extensión intensiva de cultivos, que modifican los sistemas bióticos con impacto en los bajos rendimientos de producción de miel por colmena, aunque este dilema se ve reflejado cuando la trashumancia es llevada a ZRF (Bellarby, Foereid, Hastings, & Smith, 2008) (SAGARPA. , 2010).

La evasión de este problema ha sido abordada por España quien ocupa el primer lugar productivo en Europa, con un volumen exportador del 27,9% hacia Francia y Alemania. Por otra parte España importa miel de China y Argentina con un volumen del 3,4% de las importaciones a nivel mundial. Esto se debe al alcance que ha tenido la especialización de las colmenas llamadas profesionales y no profesionales implementadas en el sistema de trashumancia (Alviz, Calleja, Pereira, Ruiz, & Calahorra, 2009).

Pero bajo el mismo contexto se encuentra la trashumancia dirigida a las praderas en estado silvestre o lo que se conoce en Colombia como ZRF. Se tiene que en Europa la trashumancia está muy bien definida, tal es el caso de Francia la cual recurre específicamente a las praderas de Lavanda cada seis meses, incrementando la polinización de esta especie y según los apicultores que realizan esta labor las cosechas de miel tienden a ser monoflorales, lo que da un valor agregado al producto y garantiza que la trashumancia es efectiva sobre la oferta floral (De La Rúa, Jiménez, Galián , & Serrano, 2004).

Por otra parte, se tiene que esta producción apícola depende de factores como la tecnificación, ya que en una investigación realizada en México para caracterizar la producción apícola ligada a la trashumancia se encontró que dicha actividad de trashumancia es ejecutada por al menos 500 familias al menos con 500 colmenas, con una experiencia promedio de 20 años, sin embargo, todos estos sistemas son semi-extensivos con una producción promedio de 24 kg de miel por colmena. Entre estos sistemas, solo el 10% de los apicultores han invertido en la diferenciación de productos de la colmena. El volumen de miel generado con los sistemas de producción de una abeja reina por colmena es de al menos 90 t año⁻¹, con un valor económico de \$ 174 000 (US \$). Por otro lado, también se encontró que el acceso y permiso a la tierra son factores que definen las rutas trashumantes y la identificación de áreas aptas para el asentamiento de colmenares (Luna, y otros, 2019).

Estos valores hacen suponer que los sistemas de trashumancia se encuentran semi tecnificados y por ende las producciones se ven mermadas, si se tecnificaran se intuye que la producción debe incrementarse en calidad y cantidad.

En Colombia la trashumancia no ha sido tecnificada o tomada como una herramienta productiva, sin embargo, el proyecto de ley 197 del 2017 en el capítulo VIII del registro nacional de apicultores y la trashumancia de las colmenas, donde el componente básico se centra en crear el Registro Apícola Nacional, administrado por el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA, entidad que se encargará de expedir a cada apicultor registrado su Cédula Apícola con su respectiva foto, datos personales, número de registro y número de la cédula de ciudadanía. A partir de este contexto se genera una normatividad general para la producción apícola incluyendo la trashumancia, pero sin fines productivos.

Sin embargo, con los anteriores fundamentos se observa que la trashumancia está directamente ligada a la polinización dirigida a cultivos comerciales, ya que al implementarla en este tipo de cultivos permite no solo el incremento de estos, sino obtener alimentos en determinadas épocas del año lo que permite calcular una baja en los costos de los mismos, permite producir fuera de las temporadas establecidas y aplicar a la producción de las colmenas (Manrique, 2020).

9.1.1 Polinización dirigida.

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la polinización dirigida es una estrategia que consiste en establecer núcleos de polinizadores de gran capacidad, como las abejas en especial la *Apis mellifera*, cerca de cultivos comerciales y direccionarlos a que polinicen en estos cultivos, ya que esto se va a ver reflejado en la producción (FAO, 2014).

Alrededor de las 100 especies de vegetales que suministran el 90% de los abastecimientos de alimento de los 146 países, 71 dependen de la polinización de las abejas, de igual manera se reporta que el 80% de las plantas silvestres son polinizadas por insectos y adquieren el nombre de entomófilas. En pocas palabras hay una reacción en cadena al afirmar que sin abejas no hay polinización, sin polinización no hay semilla, sin semilla no hay fruto y tampoco rendimiento de los cultivos entomófilos y por consiguiente no hay seguridad alimentaria. Como consecuencia se

destruye la cadena trófica, desapareciendo las plantas y los animales, por tal motivo los ciclos hídricos y los servicios ecosistémicos, no habría una resiliencia ambiental y finalmente todo sería un desierto (Yangari , 2008).

Por tal motivo se tiene que las abejas causan efecto polinizador sobre el 73% y el 80% de las plantas entomófilas, mientras que otros insectos de la familia himenópteros solo lo hacen en el 6% al 21%. Sobre las abejas se sustenta la supervivencia de más del 80% de vegetales del planeta (APITRACK, 2008). Esto se hace más acérrimo al establecer que la polinización se puede dirigir a cultivos específicos con valores de alrededor de 40 billones de dólares, lo que encierra más de un tercio de la producción tradicional en muchos países. Europa reporta un incremento del 84% en general para cultivos entomófilos ligados a la polinización (Noticias ApiNews , 2013).

En el sector agrícola, las abejas aseguran la producción de todas las especies de frutales y cítricos (aguacate, mango, limón, naranja, mandarina) y las cucurbitáceas (calabaza, melón de Castilla, sandía o “melón de agua”, pepino, entre otros). Esto sin contar con la intervención que generan en la producción de fresa, manzana, durazno, cereza, cebolla, tomate, pimiento, quimbombó, berenjena, habichuela, frijoles, pera, kiwi, alfalfa, trébol, girasol, algodón, cártamo, soya, especies de palmas, mora blanca y ciruelos, cerezos, entre otros (Demedio, Sanabria , Leal, Lóriga, & Fonte, 2011).

A mediados de los 90 se propone que la polinización dirigida en Colombia puede llegar a ser una gran alternativa en la mejora de los productos agrícolas tanto en cantidad como en calidad, llegando a cubrir una seguridad alimentaria que para el crecimiento demográfico se encuentra en demanda. No hay que direccionar la apicultura exclusivamente a la producción de miel y polen, hay que tener en claro los servicios que presta la misma como agente polinizador que apoya el desarrollo agrícola y comercial de una región (Vasquez, Ballesteros, Ortegon, & Castro, 2006).

9.1.2 Polinización dirigida en cultivos comerciales.

La polinización dirigida debe estar establecida en una simbiosis entre el apicultor y el agricultor, de esto depende el éxito de la polinización dirigida. El agricultor debe mantener los cultivos bajo las estrictas Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA), estableciendo control de plagas y arvenses. El apicultor debe aportar colmenas de alta calidad en lo que respecta a población, sanidad de las abejas, presencia de cría y pecoreadoras, ya que las crías obligan a que estas últimas recolecten

polen y debe ser imprescindible la presencia de la reina de esta manera se puede tener una idea de la polinización dirigida en cultivos comerciales (Serrano, 2020).

Diversos estudios se han realizado en cultivos comerciales a partir de polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* en cultivos de fresa (*Fragaria Chiloensis*), donde se evalúa el antes y después de la introducción de las abejas en el cultivo, tomando como parámetros la clasificación del fruto, la producción total por planta y la relación costo beneficio. Se utilizó alimentación suplementaria con los pétalos de la fresa para inducirlas y se encontró que la producción se incrementó de 74,5 +/- 20,25 kg a 151,3 +/- 20.25 kg una vez se adaptaron las colmenas. Después de tres semanas la producción de fresa se manifestó en calidad extra y de primera (Vasquez, Ballesteros, Ortegon, & Castro, 2006).

Estudios realizados en café de la variedad castilla en el municipio de Pasuncha Cundinamarca también acentúan la polinización dirigida en la calidad y cantidad de fruto, integrando la biotecnología y el manejo agroecológico de los cultivos. En dicho estudio se analiza los resultados en cuanto el proceso de amarre y cuaje del fruto. Para cuaje del fruto los resultados no arrojaron diferenciación entre polinización con *Apis mellifera* y la autopolinización, sin embargo, para el amarre del café hubo un incremento del 14% a favor de la polinización dirigida en comparación con la tradicional (Gonzales, 2018).

Con base en los 16 autores consultados se concluye que la polinización dirigida causa efectos positivos en los frutos de cultivos comerciales, influyendo en el tamaño y calidad de estos. Vasquez, Ballesteros, Ortegon, & Castro (2006), lo demuestran en la calidad que manifiesta los cultivos de fresa, lo que se demuestra también en el artículo de Noticias ApiNews, 2013 donde la polinización dirigida puede llegar a incrementar las ganancias en 40 billones de dólares y que Europa reporta una polinización dirigida del 84% en cultivos comerciales, Manrique (2020) corrobora estas conclusiones al establecer que la trashumancia y la polinización dirigida están ligadas directamente a la producción de alimento incluso producirlo en determinadas épocas del año. De esta manera se puede relacionar que la trashumancia aporta al incremento en la semilla lo que se ve reflejado en frutos y por tal motivo a un tipo de reforestación conocido como establecimiento pasivo, por lo que a largo tiempo el incremento de especies arbóreas va a reflejar mayor cantidad de área foliar y captación de carbono.

10. POLINIZACIÓN EN ECOSISTEMAS DE ALTA MONTAÑA

El presente capítulo aborda una revisión general de los ecosistemas de alta montaña hasta la polinización en ecosistemas de bosque andino y bosque alto – andino, estableciendo la aptitud de pecoreo y polinizadora de las especies más representativas en los programas con *Apis mellifera*. Se realiza una generalización de la capacidad de polinización en plantas entomológicas que está ligada al tipo de reproducción de las especies vegetales, es decir que posean sistema reproductor para reproducción sexual a partir de pistilo y estigma ya que de ahí proviene la polinización que se verá reflejada en semilla y por ende en un establecimiento pasivo de plantas.

10.1 Caracterización floral del bosque andino y alto andino

Los ecosistemas de alta montaña encierran los nevados, los páramos, los humedales, el bosque alto - andino, y el bosque andino los últimos dos ecosistemas se encuentran a una altura promedio entre los 2.900 y los 3.800 m.s.n.m. Estos ecosistemas se han visto gravemente afectados, por el cambio climático, la deforestación, la producción de energías no renovables y la intervención antrópica (Ministerio del Medio Ambiente, 2003). Sin embargo, para la actual monografía se hace necesario realizar un análisis de las plantas que estén presentes en el bosque andino, ya que son las que presentan mayor aptitud polinizadora, con el fin de proponer una actividad pasiva que permita incrementar la captación de carbono.

Dentro de las especies de plantas que se encuentran en los busques andinos, son representativas las Briofitas, Pteridofitas, los Angiospermas, no obstante, las primeras, pueden tener sistema vascular o no tenerlo, pero la gran diferencia con los angiospermas es la capacidad de producir flor y por ende fruto, lo que se puede traducir en un indicador de polinización dirigida al observar un incremento en plantas con angiosperma Vs plantas sin angiosperma como lo son las briofitas, que puede aportar al objeto de investigación al hablar de polinización dirigida (Debazan, 2017).

Esto es importante ya que las plantas con angiospermas son plantas provistas de flores y por ende se pueden polinizar y aportan semilla, por el contrario, las plantas como las briofitas son conocidas como gimnospermas y no poseen órganos y en algunos casos tampoco sistema vascular (Lobato & Cidras, 2013).

De manera general la Corporación Autónoma del Valle del Cauca- CVC (2003), realiza una generalización basada en las investigaciones del botánico A. H. Gentry, se encontró que la cantidad de familias de plantas se hace menor por encima de los 2000 m.s.n.m, hasta este punto se hallan entre 45 y 50 familias en muestras de 0,1 ha, por encima de esta altura disminuye de 20 a 35 familias. Las características e identidades también disminuyen con la altura, tal es el caso de la familia *Leguminosae* entre las que se caracteriza los Guamos o Ingas que predominan en los bosques del pie de monte andino hasta los 1.500 m.s.n.m, a esta especie le sigue la *Moraceae* entre 1.500 y 3.000 m, la familia más diversa es *Lauraceae*, representada por los aguacatillos, seguida de *Melastomataceae* (mortiños) y *Rubiaceae* (cafetos de monte) (CVC, 2003).

En la zona de los Andes los mortiños y los cafetos de monte son especies arbustivas, sin embargo, hay árboles de gran importancia pertenecientes a la familia *Cinchona* spp o las llamadas Quinuas. Otras familias tienen pocas especies, pero son muy típicas de estos bosques, como la familia *Ceroxylon* o palmas de cera que crece entre los 2000 y 3000 m.s.n.m, la *Billia columbiana* (cariseco) y la *Weinmannia* que encierra todos los encenillos (CVC, 2003).

Realizando un acercamiento correlacional entre la Reserva Forestal de Coguá Cundinamarca y las generalidades de los bosques andinos, se expone que por encima de los 3000 m.s.n.m disminuyen las lauráceas, melastomatáceas y rubiáceas, así mismo, las familias dominantes en número de especies son las compuestas y las ericáceas. Las representantes de las ericáceas son la familia *Cavendishia* representada por los uvitos de monte. Dentro de las plantas características de estas zonas son escandentes, es decir, crecen apoyadas en otras plantas, como el olivo de cera (*Myrica pubescens*). La historia biogeográfica juega un papel importante en la biodiversidad de los bosques andinos. La flora andina se compone de un conjunto de elementos de diferentes procedencias. Inicialmente hay un tipo de floración evolucionada a partir de ancestros de tierras bajas durante la formación de las montañas. Dentro de este grupo se encuentran algunas especies del género *Melastomataceae*, *Rubiaceae* y *Ericaceae*. La mayor diversificación para el género *Rubiaceae*, se encuentra en los Andes de Colombia y Ecuador, encerrando más de 100 especies del total de 200 de América tropical. En segundo lugar, se tienen especies de origen holártico, es decir, de la zona templada del norte, que componen gran parte de la flora andina. Dentro de estas especies se muestra la familia *Quercus humboldtii* representada por los Robles, *Alnus acuminata* o Aliso y el *Juglans neotropica* o Cedro negro. El tercer conjunto de plantas procede de la zona

templada austral. Se destacan los pinos romerones (*Podocarpaceae*), las fucsias (*Fuchsia*) y los encenillos (*Weinmannia*). Por último, pero no menos importante se encuentra los denominados anfipacíficos (a ambos lados del Pacífico), que encierran a los aguacatillos de la familia *Persea*, los molinillos de la familia *Talauma* y los Robles de la familia *Trigonobalanus*. (Montenegro & Vargas, 2008).

Con base en los anteriores estudios se hace una caracterización por parte de la Empresa de Acueducto de Bogotá en el anexo biodiversidad, flora y fauna de los cerros orientales de Bogotá, guiones turísticos como: senderos quebrada la Vieja, río san francisco – Vicachá, y allí se expone que el bosque andino se caracteriza por estar ubicado entre los 2800 y 3.000 m.s.n.m, compuesto generalmente por arboles de gran porte y con un amplia biodiversidad biológica de plantas como: Mortiño, Arrayan, Romero, Encenillo, Tuno esmeraldo, Cucharo, Mano de Oso, Aliso, Acacia negra, Acacia japonesa, Abutilon, Alcaparro enano, Alcaparro doble, Amarguero amarillo, Amargoso, Angelito entre otros. Además, presenta un ambiente húmedo, que se debe a las características de las especies arbóreas y arbustivas, cumpliendo estas funciones específicas como la regulación del flujo hídrico (EAB, 2016).

Así mismo Restrepo 2016, realiza una caracterización de la reserva ‘‘Encenillo’’ en Guasca Cundinamarca, donde se observó que en el bosque primario predominan las familias *Cunoniaceae* (27,4%), *Asteraceae* (16,6%), *Melastomataceae* (10,8%), *Myrsinaceae* (8,4%) y *Ericaceae* (7,7%), de igual manera en este mismo bosque primario se hayo que las especies más representativas son la *Weinmannia tomentosa* cuyo nombre común es el Encenillo (27,4%), *Myrsine coriácea* (7.7%) conocida como Cucharo, *Miconia ligustrina* (8.1%) o tuno esmeraldo y *Diplostephium sp 2* (18%) también llamado Romero. En bosque secundario tardío priman las mismas especies que en el primario y en casi los misos porcentajes, allí aparecen especies como *Ageratina asclepiadea* (8%) o tormentoso y *Drymis grandensis* (6.4%) llamada chilillo. Finalmente, para el bosque secundario joven se encontró que las especies más representativas fueron: *Smallanthus pyramidalis* (39%) llamado arboloco, *Alnus acuminata* (28,2%) cuyo nombre común es aliso andino y *Digitalis purpurea* (8,5%) conocida como dedalera (Restrepo, 2016).

De igual manera Abud-H y Torres realizan una caracterización florística de un bosque alto andino en el parque nacional natural Puracé, Cauca, Colombia donde se encuentra una gran predominancia de Canelos de paramo del género *Hedyosmum sp*, Encenillos del género *W*.

mariquitae, y Mortiños del género *Miconia sp* (Abud-H & Torres, 2016). Este tipo de oferta floral es muy similar a lo mostrado en la zona amortiguadora dentro del Parque Nacional de los Nevados demostrando una dominancia de *Hedyosmum* y una fuerte presencia de *Weinmannia* (Alvear, Betancur, & Franco, 2010).

Como se puede analizar, la oferta floral de los ecosistemas de alta montaña es variada y diversa, en el anexo I se encuentra la caracterización realizada por la CAR para la flora presente en este tipo de ecosistemas, la presencia de especies con características rivereñas y la presencia de angiospermas es un plus en el momento de hablar de polinización lo cual se liga directamente al contexto de polinización de ecosistemas de alta montaña.

10.2 Aptitud de polinización de especies florales de ecosistemas de alta montaña.

Es importante analizar los estudios realizados en la aptitud que tienen las especies de alta montaña en la capacidad de polinización a partir de los órganos reproductores de la planta y el aporte de polen que será quien realmente realice la fecundación posterior a una polinización. Es importante hacer énfasis en la necesidad de establecer especies con gran oferta floral, ya que este puede ser otro indicador del efecto de la polinización al ligarlo a maximizar la producción de las empresas apícolas y de una u otra manera el incremento de servicios ambientales por parte de las plantas.

En Chile se establece un proyecto de huertos melíferos con especies forestales nativas, una alternativa para apoyar a la agricultura familiar campesina y mejorar el negocio apícola, el objetivo de este proyecto se basa en la economía familiar de productores apícolas locales, sin embargo, se observa cómo se implementan especies forestales nativas dentro de los predios intervenidos con el fin de brindar una oferta floral para las abejas. Se establece una base de datos de especies forestales, donde se observan algunas especies presentes en el trópico bajo colombiano tales como lo es el *Drimys winteri* (canelo), *Luma apiculata* (arrayan), *Laurelia sempervirens* (laurel), donde se observó que los productos apícolas incrementan el valor agregado por ser mono florales y de especies forestales endémicas. Sin embargo, no se hace alusión a los servicios ecosistémicos y menos aún a la captación de carbono como consecuencia de la polinización por *Apis mellifera* (Molina, y otros, 2016).

Por otra parte, en Argentina el bosque andino es una importante fuente de recursos utilizados como bienes y servicios fundamentales que aportan sostenibilidad a los seres humanos (Balavanera, 2012). Dentro de estas importantes áreas de bosque argentino se encuentran las Yungas subtropicales, donde se halla una de las reservas de especies arbóreas más grande y con mayor diversidad de Argentina, por consiguiente, también se hace un estudio de identificación de especies melíferas que puedan ser polinizadas.

La importancia de este estudio radica en la medición de la carga corbicular (cantidad de polen que transportan las abejas en las corbículas o patas anteriores), ya que esta puede dar un indicativo de la visita por parte de las abejas *Apis mellifera* a algunas especies que pertenezcan a las mismas familias de la zona colombiana. Estableciendo un área que encierra 100 especies arbóreas diferentes, se encontró que la carga corbicular encierra 46 tipos polínicos, de los cuales 14 se identificaron a nivel de especie, 24 a nivel de género, 8 a nivel de familia y un tipo polínico indeterminado. Esto arroja como resultado que las especies polinizadoras como lo son las abejas del género *Apis mellifera* si visitan de forma concurrente a las especies que se encuentran dentro de los bosques tropicales (Méndez, Sánchez, Flores, & Lupo, 2018).

En Colombia se han realizado investigaciones similares, inicialmente se establecen los Productos Forestales no Maderables (PFNM), ya que es una alternativa del uso de los bosques andinos. Dentro de la investigación se expone que en anteriores estudios sobre la cordillera oriental de Colombia se ha observado que las producciones apícolas se direccionan sobre especies introducidas tales como *Brassica spp* (Mostaza), *Eucalyptus* (Eucalipto común), *Hypochoeris radicata* (Oreja de gato), *Raphanus raphanistrum* (Rabano silvestre), *Trifolium pratense* (Trebol rojo) y *Trifolium repens* (Trebol blanco) (Montoya M. , 2011).

Sin embargo, el sostenimiento de un apiario y las cosechas constantes dependen de diferentes floraciones, que oferten variedad de mieles, mielatos y polen de árboles o arbustos nativos en el bosque y matorrales endémicos. Al observar la producción de miel se destacan especies como *Escallonia paniculata* (Mangle), *Escallonia pendula* (Tobo), *Miconia squamulosa* (Tuno), *Vaccinium meridionale* (Agras), *Vallea stipularis* (Raque) y *Weinmannia spp.* (Encenillo), estas especies son frecuentes y abundantes en los bosques y/o matorrales andinos y dan origen a mieles mono-florales, bi-florales y/o multi -florales, pero la importancia melífera depende de la

abundancia regional (Chamorro, La apicultura como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con roble en la cordillera oriental de Colombia, 2016).

Al hacer claridad de la abundancia regional se trae a colación un estudio realizado en Santander donde se demuestra hay un gran potencial de producción de miel mono- floral de *E. pendunla* (Tobo), en la región del Chicamocha ya que esta especie fue sembrada como bosque secundario de manera masiva durante unos programas de reforestación (Cárdenas, y otros, 2000).

Del mismo modo se establece que hay un mayor potencial de producción de miel de *Weinmannia* (Encenillo) en la zona del altiplano Cundi- boyacense donde se encuentra una gran densidad de esta especie arbórea con grandes características de retención de agua (Cortés, 2003).

El género *Weinmmania* presenta una gran importancia reconocida en otras regiones del mundo donde se le atribuyen propiedades medicinales a estas mieles como la *Weinmmania trichosperma* de Chile y *Weinmmania.racemosa* de Nueva Zelanda (Montenegro, Gómez, Díaz-Forestier , & Pizarro, 2008).

De igual manera se ha encontrado un potencial en la producción, es decir en la visita de polinizadores en el *Vaccidium meridionale* (Agraz), en la parte occidental de Boyacá y el Norte de Cundinamarca, esto se debe a que las comunidades, generan áreas de conservación para esta especie con el fin de aprovechar los frutos (Chamorro, 2015).

Con base en la anterior revision bibliografica se obtiene que la oferta floral de los bosques andinos es tan diversa que puede ser polinizada a lo largo del año, establecer estos argumentos en lo relacionado a la polinizacion dirigida permite que la presente propuesta siga en marcha, relacionar la cantidad de especies que se encuentra sobre estos ecosistemas tal cual es el anexo I, invita a establecer la investigacion en areas o zonas con especies vegetales que tengan aptitud polinizadora.

10.3 Aptitud polinizadora de las abejas apis mellifera en ecosistemas de alta montaña.

Aunque al hablar de abejas todo se asemeja a miel, en las zonas más altas, sobre los 2.500-3.200 m.s.n.m la tendencia e identificación esta direccionada a la producción de polen, registrando hasta 36 kg de polen por colmena/año, uno de los niveles más altos del mundo (Martínez , 2006). Dentro de las especies de los bosques andinos y de matorrales asociados a estos, que se han

registrado como importantes para las cosechas de polen se encuentran *Quercus humboldtii* (Roble), *Morella parvifolia* (Arrayan), *Viburnum* (Chuque) y *Weinmannia tomentosa* (Encenillo) (Chamorro, 2014).

Es de hacer hincapié que es de gran importancia el *Q. humboldtii*, ya que esta especie domina los bosques andinos con un gran potencial de producción de polen monofloral. “*Las abejas recolectan el polen de roble de forma frecuente y en abundancia, debido a la gran cantidad de flores y polen que producen estas plantas y que facilitan la recolección del recurso de forma eficiente*” (Chamorro, 2016).

Con excepción de *Vaccinium meridionale*, no hay estudios relacionados con la evaluación del impacto que tiene la abeja *Apis mellifera* en la polinización de plantas silvestres, se ha encontrado que el efecto de la *mellifera* sobre el *V. meridionale* es alto, ya que con una sola visita de una abeja se genera fruto (Chamorro, 2014). Se ha realizado un estimado de que cerca del 50% de la polinización en *Vaccinium meridionale* agraz en el occidente de Boyacá y el Norte de Cundinamarca procede de la acción de la *Apis mellifera*. Igualmente, se ha sugerido que la presencia de colmenas podría favorecer la polinización cruzada y disminuir la tasa de autogamia (geitonogamia) en *Vaccinium meridionale*, dado que el néctar disponible disminuye rápidamente, lo que obligaría a los polinizadores a tener que moverse entre plantas y parches con mayor frecuencia en la búsqueda de recursos, y de esta forma aumentaría el flujo de polen (Pinilla & Nates-Parra, 2015).

Al aplicar esto en la reproducción de las especies arbóreas, se registra que hay alta depresión por endogamia como consecuencia de los abortos de frutos por autogamia, a diferencia de frutos provenientes de polinización cruzada que los retienen las plantas desde la formación (Nates-Parra, y otros, 2013).

Por otra parte, se tiene que algunas plantas silvestres también pueden verse beneficiadas con la frecuente visita de la *Apis mellifera*, dentro de estas plantas se tiene las de la familia *Asteraceae Baccharis* (Chilco), *Asteraceae Pentacalia* (Gasguin) *Asteraceae Verbesina* (Camargo) y *Rosaceae Rubus* (Mora), *Hesperomeles* (Mortiño) (Montoya P., 2011). Se tiene que durante la recolección de néctar y polen las abejas tienen un contacto directo con los órganos reproductores de la planta. En el caso de las asteráceas, se tiene que muchas veces se reproducen por

autopolinización, sin embargo, se ha registrado la producción de frutos a partir de la polinización biótica (Torres & Galetto , 2008).

En el caso de la mora *Rubus glaucus*, con polinización dirigida se obtuvo una producción de 98,9% cuando las flores estuvieron expuestas al efecto de polinización biótica con *Apis mellifera* y del 69,2% cuando no hay presencia de abejas (Vásquez , Ballesteros , Muñoz , & Cuellar , 2008).

Aunque no se hallan reportes del efecto de la polinización en el incremento del área foliar y este efecto en la captación de carbono como servicio ecosistémico, si se tiene conocimiento del impacto de la *Apis mellifera* sobre la reproducción de plantas silvestres nativas, esto va a generar servicios ecosistémicos a partir de especies que han sido nombradas en este capítulo. Por una parte, se tiene que hay características de retención de agua, protección de quebradas, inductoras de matorrales y de bosques, generadoras de biodiversidad y aportan al incremento en la densidad de especies polinizables.

Al relacionar la temática principal de la propuesta que es polinización dirigida, se establece que concuerda con la aptitud floral y por ende de polinización de especies de alta montaña, estableciendo una simbiosis entre la especie de fauna *Apis mellifera* y las especies vegetales propias de estos ecosistemas, permitiendo que las bases bibliográficas aporten el soporte para presentar una propuesta metodológica que permita establecer el proyecto en la Reserva Forestal Pantano Redondo del Municipio de Zipaquirá, ya que la Secretaria de Desarrollo Rural aporta el terreno y las condiciones bióticas son las propicias, el lote exacto donde se piensa establecer el proyecto es Santa Barbara, con una área de 850 Ha a una altura de 3200 m.s.n.m.

11. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL USO DE POLINIZADORES DEL GÉNERO APIS EN ZONAS DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PARA LA CAPTACIÓN DE CARBONO.

La propuesta metodológica busca establecer la conexión directa con la temática de la investigación y la actuación en campo. A partir del establecimiento de colmenas en Zonas de Reserva Forestal (ZRF) en parcelas ubicadas de manera estratégica se puede generar una interacción entre la abeja y el árbol que permita analizar el incremento en el área foliar que finalmente generar un establecimiento pasivo y una generación de servicios ambientales.

11.1 Objetivos

11.1.1 Objetivo general.

Medir la restauración ecológica (pasiva) por medio de la polinización con abejas (*Apis mellifera*) ubicadas en parcelas establecidas de forma sistemática, donde sea posible evaluar su incidencia en especies arbóreas florales y especies forestales de interés para la captación de carbono.

11.1.2 Objetivos específicos:

11.1.2.a. Instaurar parcelas demostrativas con las condiciones óptimas para la protección de las abejas de tal manera que incidan en el aumento de las tasas de polinización de especies forestales endémicas en Zonas de Reserva Forestal (ZRF), evaluando el comportamiento de la floración y fructificación de seis (6) especies nativas propias de la ZRF.

11.1.2.b. Demostrar que la interacción abejas - árbol es esencial e incide de forma directa en la composición florística de las especies forestales, mediante la instalación y evaluación de parcelas permanentes de monitoreo en áreas dentro y fuera del área de incidencia de los apiarios a establecer.

11.1.2.c. Analizar el incremento en el área foliar y la cantidad de estomas que se presentan para la captación de carbono.

11.1.3 Metodología.

El tipo de estudio a utilizarse en este proyecto es “Estudios Exploratorios”: También conocido como estudio piloto, son aquellos que se investigan por primera vez o son estudios muy pocos investigados y a la vez son Estudios Descriptivos: Describen los hechos como son observados (Hernández, Fernández y Baptista. 2003).

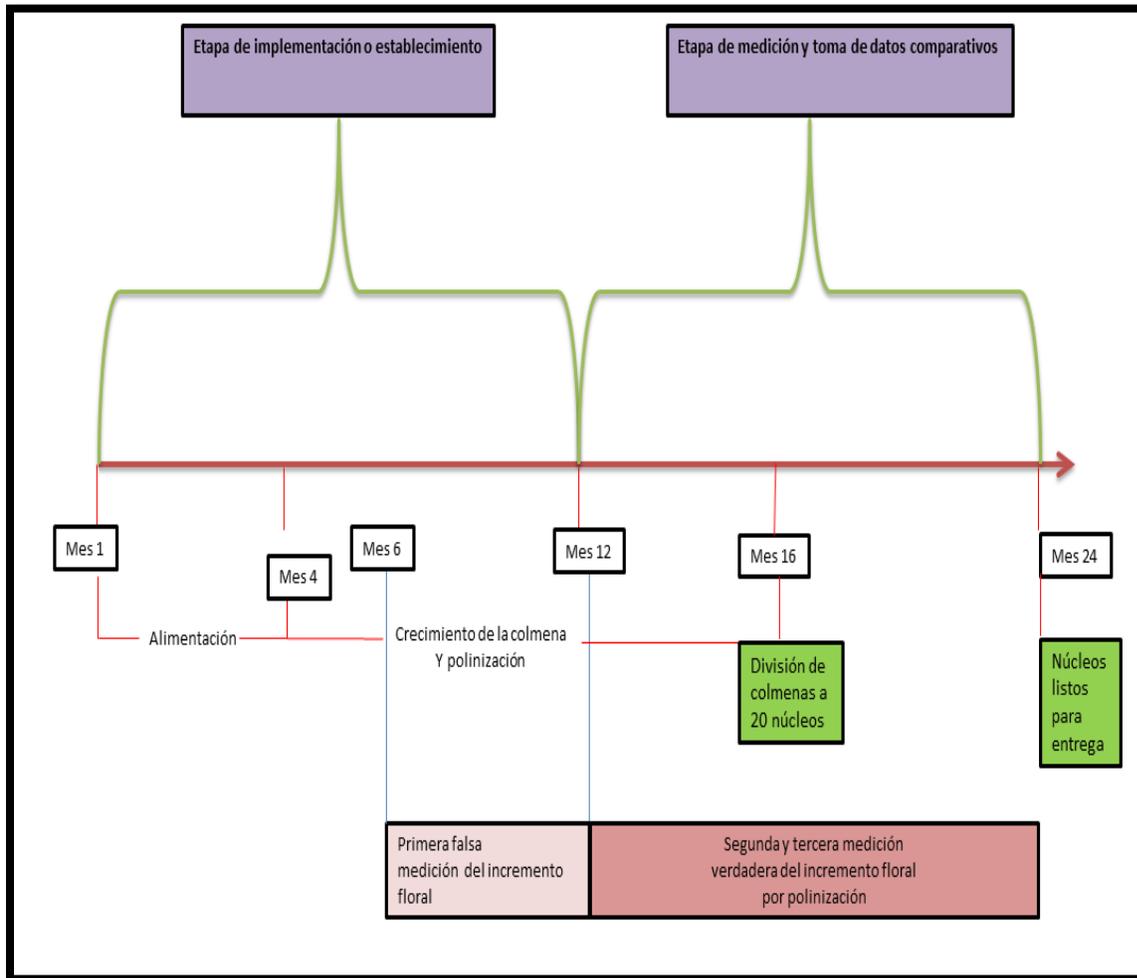
Pero en una segunda etapa del proyecto se piensa aplicar la Investigación pura (básica): Esta investigación busca aumentar la teoría, por lo tanto, se relaciona con nuevos conocimientos, de este modo no se ocupa de las aplicaciones prácticas que puedan hacer referencias los análisis teóricos.

11.1.4 Desarrollo del proyecto.

Es necesario mantener una línea de tiempo explicativa que permita especificar las diferentes etapas para cada uno de los objetivos como se observa en la ilustración 1.

Figura 1.

Línea de tiempo del proyecto



Una vez evidenciada la línea de tiempo se pueden establecer de manera global algunas de las actividades realizadas para cada uno de los objetivos iniciando por el objetivo 1 como se observa en la tabla 1.

Tabla 1.*Etapa de implementación o establecimiento*

Objetivo 1	
<p>Instaurar parcelas demostrativas con las condiciones óptimas para la protección de las abejas de tal manera que incidan en el aumento de las tasas de polinización de especies forestales endémicas en Zonas de Reserva Forestal (ZRF), evaluando el comportamiento de la floración y fructificación de seis (6) especies nativas propias de la ZRF.</p>	
Actividad	Descripción
Caracterización de la ZRF	<p>Con la ayuda de los viveristas y forestales a cargo de Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiental (SDRA), que frecuentan la zona se ubicaran los lugares en donde se van a instalar las parcelas acordes a las necesidades de climáticas de las abejas principalmente por debajo de los 3200 m.s.n.m</p>
Selección de especies forestales	<p>Se deben identificar las especies a trabajar y que concuerden con las parcelas, es decir se deben ubicar 3 especies con floración en una parcela, con características de área floral y las mismas 3 especies en otra parcela, pero sin abejas.</p> <p>Este mismo ejercicio se realiza para para las otras dos parcelas, pero con otras 3 especies forestales.</p> <p>El desarrollo fenológico de las especies está limitado al estado reproductivo con el fin de realizar la comparación</p>
Calendario floral	<p>Las especies que se van a ver beneficiadas con la polinización deben ser ajustadas a la época de floración, de esta manera se hará más intensiva la documentación y registro durante estas épocas y hacer eficiente la comparación del antes y el después de las abejas llegar. Se debe realizar un calendario floral donde se especifican las épocas de floración exactas de las especies que se involucraron dentro de las parcelas.</p>

Compra y transporte de las colmenas	Se comprarán las colmenas en un sitio confiable que garantice la genética de las abejas en especial la edad de la reina y que este fecundada en el sitio de compra, seguido debe transportarse hasta el lugar de instalación del apiario. Cabe recordar que el material y algunas exigencias técnicas deben ser cubiertos por el proveedor.
Montaje de apiarios	Se debe calcular el área de polinización con base en el vuelo de las abejas para aplicar los dos próximos objetivos, allí donde se calculó el área de polinización total para aportar a los planes de desarrollo las colmenas deben ser revisadas nuevamente una por una para comprobar que la reina está viva y el estado de llegada de las colmenas.
Manejo de colmenas	El piso se platea, las colmenas se revisan en la llegada, se prepara alimento y se alimentan a diario las colmenas durante aproximadamente cuatro meses, después se hace manejo diario, se da espacio de postura a la reina, se evitan zanganearas, se cuentan cuadros con cría, se instalan trampas de polen, se instalan alzas para miel, se controlan plagas (varroa), todo el manejo apícola de las colmenas acorde a la normatividad colombiana

Se debe tener en cuenta que esta etapa básicamente cubre el primero de los dos años ya que es la instalación e inicio de mediciones florales se puede decir que hasta ahora iniciaría la polinización y los resultados no son relevantes a pesar que hay dos floraciones en el año, de las cuales la segunda ya puede ser medible (Parada, Alarcón, & Rosero.), como se observa en la tabla 2.

Tabla 2.*Etapa de medición y toma de datos comparativos*

Objetivo 2	
<p>Demostrar que la interacción abejas - árbol es esencial e incide de forma directa en la composición florística de las especies forestales, mediante la instalación y evaluación de parcelas permanentes de monitoreo en áreas dentro y fuera del área de incidencia de los apiarios a establecer.</p>	
Actividad	Descripción
<p>Comparativo de la oferta floral de las parcelas con y sin abejas.</p>	<p>Medición de la oferta floral inicial y realizar un comparativo donde se establezca un crecimiento floral de al menos el 3% al final de la primera etapa del proyecto, este 3% se refleja después en semilla y posteriormente en especies vegetales. Es importante estar al tanto del calendario floral establecido con anterioridad. La medición en esta etapa debe ser exhaustiva acorde al calendario floral establecido en la etapa anterior ya que acá se van a presentar las mayores cantidades de abejas pecoreando y se va a observar la polinización en auge.</p>
<p>Producción de polen Y miel</p>	<p>El aumento en la producción de polen y miel da un indicativo de que las abejas están pecoreando las flores ya bien sea en época de floración o no lo sea ya que no todas las especies florecen al mismo tiempo se observa mediante documentación y comparación con el calendario floral, de esta manera y con el crecimiento floral se establece que es importante la interacción polinizador planta.</p>
<p>Crecimiento de población apícola</p>	<p>Mediante el establecimiento del apiario en sitios estratégicos que brinden buena oferta floral las abejas van a polinizar el área establecida por perímetro de vuelo, no tienen que desplazarse mucho por alimento, no van a estar expuestas a riesgos antrópicos y por ende van a crecer de manera sustancial se busca hacer crecer al menos 20 núcleos en los 24 meses de duración del proyecto, considerando que un núcleo puede albergar 20000 abejas en este clima se pueden</p>

	reproducir 400000 abejas. Cabe aclarar que un núcleo es el inicio de una colmena la cual está constituida por 10 cuadros estampados en cera como guía para la construcción, de estos diez cuadros solo vienen cuatro contruidos con una reina joven fecundada y marcada según el año es el color y también trae aproximadamente un kilo de abejas
--	---

Esta etapa 2 correspondiente al objetivo 2, que sería el segundo año representa la tercera y cuarta floración donde las colmenas ya están fuertes y se puede medir como tal el incremento de la floración, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3.

Medición del área foliar y el incremento de estomas.

Objetivo 3 ALCANCE	
Analizar el incremento en el área foliar y la cantidad de estomas que se presentan para la captación de carbono.	
Actividad	Descripción
Área foliar	Se debe hacer una medición de la cantidad de hojas y área foliar que había antes de la implementación de las colmenas
Cantidad de estomas	A partir de la cantidad de hojas y el tamaño del área foliar en el desarrollo fenológico se puede medir microscópicamente las estomas por cm ²

Una vez establecidas las actividades se puede plantear unos resultados esperados con respecto a los objetivos, así como los indicadores que van a permitir dar un estimado de incremento.

12.RESULTADOS ESPERADOS Y LOS INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

Como ya se mencionó para cada uno de los objetivos se hace necesario establecer unas metas, y los respectivos indicadores de gestión como se observa en la tabla 4.

Tabla 4.

Resultados esperados

OBJETIVO	META	INDICADOR DE GESTIÓN	MÉTODO DE VERIFICACIÓN	INDICADOR DE IMPACTO
Crear parcelas demostrativas con las condiciones óptimas para la protección de las abejas de tal manera que Incidan en el aumento de tasas de polinización de especies forestales endémicas en Zonas de Reserva Forestal (ZRF), evaluando el comportamiento	Establecer 2 Apiarios de 150 colmenas cada uno en dos ZRF.	20 núcleos nuevos provenientes de la genética original al final del proyecto.	Los 20 núcleos nuevos creados en físico y con evidencia fotográfica de la separación de estos.	Cantidad de producto (20 núcleos), reproducidos de los 300 durante los dos años.
	Polinizar 4 Has con 99 m ² durante los 24 meses de duración del proyecto	Incremento de la oferta floral y por ende de la semilla	Documentación fotográfica por ubicación con GPS	100% de Hectáreas reforestadas a través de polinización durante 2 años.

de la floración y fructificación de seis (6) especies nativas propias de la ZRF				
Demostrar que la interacción abejas - árbol es esencial e incide de forma directa en la composición florística de las especies forestales, mediante la instalación y evaluación de parcelas permanentes de monitoreo en áreas dentro y fuera del área de incidencia de los apiarios a establecer.	Entregar un documento con el diagnóstico de la evaluación y monitoreo de las parcelas instaladas.	inventario floral al inicio y al final del proyecto	Documentación fotográfica por ubicación con GPS más inventario floral	Durante los dos (2) años medir la Incrementación en la oferta floral al inicio y al final del proyecto.
Analizar el incremento en el área foliar y la cantidad de estomas que se				

presentan para la captación de carbono.				
---	--	--	--	--

Como se observa en la tabla 4, las metas y los indicadores se pueden plantear de una manera estimativa, esto quiere decir que si se pueden cumplir los objetivos bajo unos parámetros medibles.

13.DESARROLLO DEL PROYECTO CON RESPECTO AL COMPONENTE AMBIENTAL

Para definir y como estudio previo del área de ejecución del proyecto se acudió a la base de datos que se tiene en la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiental quienes ya tienen un amplio recorrido en el seguimiento de estas ZRF y tienen ubicados de manera más exactamente los nichos de especies que son solicitadas para la ejecución del proyecto. De esta manera se realizaron segmentaciones con el fin de disminuir el área de caracterización al mínimo y así poder realizar el primer componente en los dos meses estipulados.

13.1 Definición del área de ejecución según características forestales, físicas y biológicas.

Con base en los estudios previos realizados en la reserva forestal de Don Benito y Santa Bárbara (principales RFP candidatas a ser beneficiadas para el proyecto), por parte de la CAR y la Secretaria de desarrollo Rural y Ambiental, se minimiza de manera efectiva la segmentación de los lugares que puedan cumplir con las condiciones de esta manera ya se tiene definidas las especies que pueden ser polinizadas por la condición de ser endémicas, es decir las parcelas deben poseer al menos tres de estas especies endémicas con capacidad de polinización por parte de la abeja *Apis mellifera*. Los resultados de estas especies se encuentran en el ANEXO I, al igual que los aspectos físicos del área de ejecución ANEXO II y los aspectos biológicos del área de ejecución ANEXO III y finalmente un complemento con la fauna presente en el área de ejecución ANEXO IV.

13.1.1 Segmentación de parcelas por especies endémicas que oferten flor y sean polinizadas por *Apis mellifera*.

Se hace necesario identificar las especies vegetales candidatas a ser polinizadas por *Apis mellifera*, las cuales se encuentran especificadas en el ANEXO 1, sin embargo en cuanto Líquenes, Biofritos y Pteridofitos no tienen oferta floral, hay que aplicar a algunas hepáticas que se seleccionaran en campo a través de observación (De 122 hay 11 plantas hepáticas de las cuales muy pocas tienen floración), sin embargo el objetivo principal de observación será las plantas angiospermas que puedan tener características para servicios ecosistémicos de las cuales se encuentra alrededor de 161 especies provenientes de 35 familias diferentes ANEXO 1 (Martín, 2020).

13.1.2 Segmentación de parcelas por características físicas y biológicas.

La relación entre la abeja y la planta es vital para las dos especies, por un lado, la planta oferta alimento a la abeja y esta se encarga de generar una reproducción sexual a la planta. Así bien, se debe tener en cuenta que para la selección de las parcelas se debe tener en cuenta que las abejas prefieren los árboles con flores blancas o amarillas de aroma dulce. La mayor parte de los arboles con angiosperma de alta montaña poseen esta característica, de esta manera se refuerza el concepto de la relación abeja árbol. (Latham, 2011)

El montaje del proyecto se hará en la zona conocida como Alta Montaña (Biomos montano altos) se agrupan los ambientes comprendidos generalmente entre 2.800 m.s.n.m. y el límite inferior de las nieves perpetuas, los cuales incluyen ecosistemas de bosque alto-andino y páramo. La biota de estas zonas presenta características fisionómicas, taxonómicas y biotipológicas que son reflejo de procesos históricos de especialización y de estrategias adaptativas y de distribución, lo que se relaciona directamente con los procesos orogénicos que tuvieron lugar en la Cordillera de los Andes durante el Mioceno (Simpson, 1979).

Sin embargo, las características óptimas para el montaje de los apiarios exigen alturas por debajo de los 3200 m.s.n.m por lo tanto también se hace necesario establecer prioridad a especies vegetales que se encuentren ubicadas en estas alturas, que tengan temperaturas promediadas a los 13⁰ C según época del año, con espacio de ingreso lumínico, bajo choque de vientos directos a las cajas, suelos regulares sin pendientes, sin cultivos o riesgos de intervención antrópica y sin riesgo de la presencia de otras especies animales que puedan ser atacadas por las abejas (Insuasty, Martínez, & Jurado, 2016).

13.1.3 Metodología de medición dentro de las parcelas.

Se hace necesario tomar como referencia las distancias y densidades de montaje de los apiarios para establecer una metodología de medición de la oferta floral inicial y el efecto que tiene la polinización sobre el incremento de la flora y posterior establecimiento pasivo (Insuasty, Martínez, & Jurado, 2016).

Se instalará como tratamiento un apiario dentro de la parcela que cumpla con las características de segmentación en cada una de las ZRF mencionadas anteriormente. Las respectivas especies

vegetales presentes en este apiario serán registradas por geo referenciación y ciclos de floración para iniciar una medición que trate al máximo de ajustarse a la fenología de la planta presente allí. Por otra parte, como testigo se utilizarán parcelas aisladas por el doble o más del área del perímetro de vuelo de las abejas, pero allí no se instalarán apiarios, de esta manera se puede correlacionar la función eco sistémica que poseen las abejas en la floración de las especies escogidas (Insuasty, Martinez, & Jurado, 2016).

Las especies florales (tratamiento) que van a ser polinizadas y medidas en lo referente a floración deben ser las mismas que se van a medir en las parcelas aisladas (testigo), se debe realizar una identificación minuciosa y determinar que los estados fenológicos sean similares. Estos datos serán registrados de manera gráfica, geo referenciada y escrita, tomando como base las épocas de floración y los calendarios florales (Insuasty, Martinez, & Jurado, 2016).

Con las anteriores segmentaciones y por experiencia de la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiental se ubicaron los nichos específicos en la ZRF Don Benito y en la ZRF Santa Bárbara, los cuales cubren un área de 16 Ha en total, 2 Ha en Don Benito y 2 Ha en Santa Bárbara para establecer el tratamiento y las mismas Ha para el testigo, teniendo en cuenta que las distancias entre si son de alrededor de 6 Ha respectivamente. Se va a geo referenciar en el momento de ejecución del proyecto y para poder cumplir con los tres objetivos se debe realizar un cronograma de actividades (Serrano, 2020).

13.1.4 Áreas a establecer los apiarios.

Con base en la guía ambiental apícola del instituto Humbolt, se generan las bases para la implementación y establecimiento de los apiarios, a partir de esta guía se debe definir las áreas a trabajar acorde a las especificaciones necesarias para la crianza de las abejas y que a la vez presenten floración para polinizar esta área produciendo miel y polen, inicialmente se ubicara el proyecto en un área en trópico alto (3200 m.s.n.m máximo), con esta altura se genera una simbiosis entre la gran oferta floral y las abejas (Silva, Gómez, & Arcos, 2008) se vienen analizando ZRF en Zipaquirá Cundinamarca, inicialmente ya que este proyecto debe poseer una segunda fase de evaluación y seguimiento como complemento a esta primera fase.

Una vez ubicadas las ZRF que van a ser polinizadas y con base en la guía ambiental apícola del instituto Humbolt, se hace otra caracterización dentro de estas propiedades para realizar un

inventario arbóreo predominante, la oferta floral de los mismos, la importancia de estos en lo que respecta a servicios ecosistémicos (Captación de carbono) y los ciclos productivos de florecencia de esta manera se puede empezar a realizar el calendario floral y garantizar la más alta producción y polinización del área (Silva, Gómez, & Arcos, Guía ambiental apícola, 2008).

Como avance al proyecto se debe insistir en que ya están visitadas las RF Don Benito y Santa Bárbara, con ayuda de los guardabosques, los viveristas y personal de la SDRA ya se logrado hacer una segmentación y casi identificar los puntos estratégicos de ubicación de las colmenas.

Se debe designar el área necesaria para la colocación de los núcleos apícolas así mismo establecer el área de vuelo de las abejas acorde a la oferta floral. Esta área va a ser documentada por medio de GPS y registrada para poder realizar la documentación en los puntos exactos donde se va a registrar la floración de las especies que se encuentran en el área y poder observar el incremento en la floración y posterior semilla que traerá consigo la generación de especies de flora nuevas.

Posterior a lo anterior se realiza el calendario floral ajustado a la ubicación del apiario acorde a los requerimientos lumínicos de las abejas, los choques térmicos, la orientación de los vientos, las barreras vivas que protejan las cámaras de cría. Todos los datos recogidos son digitalizados por el profesional a cargo, quien entregara los reportes finales, esta misma labor debe ser realizada para la documentación de la flora encontrada en el momento de inicio de la caracterización (Gomez & Flores, 2019).

En este momento se debe iniciar con la compra de las colmenas en un sitio confiable que garantice la genética y edad de la reina, se debe realizar el muestreo de la reina para corroborar que es joven y fértil la reina debe ingresar marcada, las cajas deben estar bien selladas los cuadros deben tener las láminas de cera bien definidas y bien templadas, todo el material debe estar en óptimas condiciones.

Se debe realizar la instalación en campo de las colmenas destaparlas y ponerlas en funcionamiento revisando el acoplamiento de las abejas a las áreas y confirmar que la reina llega en buen estado si es posible revisar la tasa de mortalidad de las obreras proceso que puede tardar quince días desde la instalación del apiario hasta la confirmación de acoplamiento (Serrano, 2020).

Una vez realizado este paso se inicia alimentando a diario durante cuatro meses las colmenas se prepara la fuente de energía a base de azúcar con agua y de proteína a base de tortas de polen, en las medidas establecidas durante el proceso y acorde al crecimiento de las colmenas; esta alimentación será resultado de los registros obtenidos a diario por seguimiento. Durante este tiempo se deben limpiar las bases de las colmenas en lo que se refiere a rastrojo, pasto y hierbas que puedan influir en la presencia de enfermedades en el apiario (Serrano, 2020) (Silva, Gómez, & Arcos, 2008).

En el momento que se considere terminada la alimentación se inicia la fase de seguimiento reproductivo de las colmenas, se debe estar en constante revisión de las colmenas de manera individual, tomando registros de crecimiento de las mismas. Se debe observar la postura, la cantidad de larvas, la cantidad de cría operculada y muy importante observar la cantidad de cuadros operculados. En este momento se empieza a dar espacio a la reina para que realice postura evitando que las abejas almacenen demasiada comida porque se pierde postura por eso es necesario mantener una correcta oferta floral producto de la caracterización (Serrano, 2020).

Queda a consideración y del análisis de los resultados obtenidos hasta el momento si se instalan las trampas de polen o no. La cantidad de cuadros operculados definirá esta decisión y la cantidad de abejas observadas en el crecimiento.

Al instalar las trampas de polen se realiza la cosecha del producto pesarlo y registrar la producción por colmena, de esto se obtiene si en realidad hay polinización, sin embargo, esto debe ir en conjunto con lo observado por el componente ambiental.

Las colmenas dedicadas a la producción de miel es decir la mitad de lo solicitado también deben ser alimentadas por el tiempo necesario es decir alrededor de cuatro meses siguiendo los mismos parámetros. En el momento que se considere óptimo por la cantidad de cuadros operculados se deben instalar los excluidores de reinas y las alzas mieleras ya que estas también ofrecen un estimado de cantidad de miel producida y la cantidad de flores visitadas por las abejas. De esta manera hay un comparativo y se sabe que si están visitando las flores de igual manera los resultados que entregue el componente ambiental juegan un papel fundamental. A estas colmenas es más difícil hacerle seguimiento sin embargo los profesionales deben hacerlo para registrar crecimiento de la misma colmena y así mantener en protección a las abejas.

Durante los tiempos productivos las colmenas deben estar supervisadas constantemente, registrando cualquier observación, al igual que el componente ambiental debe asistir cada quince días para registrar crecimiento en floración como consecuencia de la polinización y entregar resultados.

Hay que realizar el seguimiento, documentar el crecimiento de la colmena y hacer el máximo esfuerzo por crear núcleos de las mejores genéticas observadas durante el proceso, la creación de nuevos núcleos va a permitir reproducir esta genética a nuevas colmenas estos núcleos serán para la venta o montaje de nuevos apiarios se debe tener en cuenta el momento exacto que es necesario dividir la colmena y empezar a criar una nueva reina. Con la creación de núcleos se verá incrementada la polinización a partir de nuevas colmenas.

Se debe identificar y cambiar la reina al cabo de un año e incentivar a la crianza de una nueva reina según los registros de las mejores colmenas se seleccionará la que mejor genética haya demostrado y las colmenas que más polen arrojaron serán las más eficientes para continuar transmitiendo la genética polinizadora esto también debe conjugarse con los resultados entregados por el componente ambiental.

En este orden de ideas se expresa que el proyecto inicialmente debe cumplir dos años para que arroje la primera parte de resultados confiables sin embargo hay que realizar una etapa de evaluación y seguimiento como complemento a esta primera fase.

14. CÁLCULO DEL ÁREA DE POLINIZACIÓN SEGÚN UBICACIÓN DE LOS APIARIOS

Un apiario es un conjunto de colmenas sea cual sea la cantidad de estas colmenas, en este caso son tipo Langstroth en achapo, inmunizadas con aceite de linaza y cuyas consideraciones técnicas se encuentran anteriormente. Las colmenas tipo Lanstroth constan de una cámara de cría, con diez cuadros de cera donde las obreras van a construir las celdillas para que la reina inicie la postura. Estas cámaras de cría tienen 80 cm de largo por 60 de ancho y 60 de altura (Besora, 2010).

Para realizar un correcto manejo de las colmenas se recomienda dejar un espacio de 2 m entre las colmenas, este espacio permite que las abejas no se estresen por hacinamiento y que el apicultor (profesional) pueda moverse de manera cómoda dentro del apiario y entre colmenas, de igual manera el aseo del piso donde se encuentran las colmenas no es tan dispendioso (Silva, Gómez, & Arcos, 2008).

El radio de vuelo de las abejas y por experiencia de los apicultores se estima en 3 Km alrededor de los apiarios, área que será la polinizada por las mismas abejas, teniendo en cuenta que esto se hace por colmenas (Pardo & Jimenez, 2006).

Se tiene entonces que:

Área dentro del apiario: 2 m frontal, 2 m atrás, 2 m lateral derecho, 2 m lateral izquierdo. Con estos datos se tiene 8 m periféricos por colmena. Un total de 1200 m² por apiario es decir 2400 m² en los dos apiarios.

Las abejas vuelan 3 Km de radio (6 Km de Diámetro) buscando alimento es decir polinizando, en total el perímetro que cubren para polinización está dado por la fórmula:

$$L = \pi * \text{Diámetro}$$

L= Longitud o perímetro de vuelo

$$\Pi = 3,1416$$

Se tiene que en el presente proyecto el perímetro de vuelo de las abejas es aproximadamente de $3,1416 * 6 \text{ Km} = 18,8496 \text{ Km}$

Lo anterior se traduce en 18.849 m² por apiario es decir que los dos apiarios cubren un perímetro aproximado de 37.699 m² + 2400 m² dentro del apiario se tiene un total 40.099 m² o sea 4 Ha con 99m² que se verían polinizadas y por tal motivo propensas a establecimiento pasivo por reproducción sexual, manteniendo los servicios ecosistémicos característicos de la zona intervenida.

15. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA FASE I DE IMPLEMENTACIÓN O ESTABLECIMIENTO

Como ya se menciona es necesario segmentar en dos partes el proyecto, de esta manera se puede obtener al menos 4 floraciones durante los dos años, sin establecer una medición final del área foliar y la cantidad de estomas (Gomez & Flores, 2019), el cronograma de actividades para la fase I se encuentra en la tabla 5

Tabla 5. Cronograma de actividades para la fase I

Mes 1	Mes 2	Mes 3
Recorrido y caracterización de los puntos recomendados por los guardabosques, los viveristas y los funcionarios de la SDRA quienes ya aportaron puntos estratégicos en las ZRF Don Benito y Santa Bárbara.	Recorrido y caracterización de los puntos recomendados por los guardabosques, los viveristas y los funcionarios de la SDRA quienes ya aportaron puntos estratégicos en las ZRF Don Benito y Santa Bárbara	Compra revisión, transporte e instalación de los apiarios en los puntos seleccionados. Destapado de las colmenas y posterior seguimiento de evolución de las mismas. Revisión de reina y fuerza de la colmena. Registros escritos de lo observado.
Mes 4	Mes 5	Mes 6
Fabricación y suministro de alimento a las colmenas una por una.	Fabricación y suministro de alimento a las colmenas una por una.	Fabricación y suministro de alimento a las colmenas una por una. Inicio de falsa medición Comparativo del crecimiento floral y producción. Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos.
Mes 7	Mes 8	Mes 9

<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, Buenas Prácticas Apícolas.</p> <p>Inicio de falsa medición</p> <p>Comparativo del crecimiento floral y producción.</p> <p>Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos.</p>	<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, Buenas Prácticas Apícolas.</p> <p>Inicio de falsa medición</p> <p>Comparativo del crecimiento floral y producción. Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos.</p>	<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, Buenas Prácticas Apícolas.</p> <p>Inicio de falsa medición</p> <p>Comparativo del crecimiento floral y producción.</p> <p>Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos. Instalación de trampas de polen y alzas mieleras</p>
Mes 10	Mes 11	Mes 12
<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, Buenas Practicas Apícolas.</p> <p>Inicio de falsa medición</p> <p>Comparativo del crecimiento floral y producción.</p> <p>Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos.</p> <p>Pesaje de polen</p>	<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, Buenas Practicas Apícolas.</p> <p>Inicio de falsa medición</p> <p>Comparativo del crecimiento floral y producción. Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos.</p> <p>Pesaje de polen</p>	<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, Buenas Practicas Apícolas.</p> <p>Inicio de falsa medición</p> <p>Comparativo del crecimiento floral y producción.</p> <p>Documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos.</p> <p>Pesaje de polen</p>

Como se observa en la tabla 6 hasta el momento solo se inicia una falsa medición con respecto a la polinización, es decir se va a pesar, pero no se ha separado el polen por análisis bromatológico.

16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA FASE II ETAPA DE MEDICIÓN Y TOMA DE DATOS COMPARATIVOS

En la fase II es decir un año después ya se puede llegar a tener un estimado de la polinización que se está generando con colmenas ya establecidas y desarrolladas, aunque caber recordar que una verdadera medición del área foliar y de la cantidad de estomas debe hacerse con un tiempo establecido más prudente (Gomez & Flores, 2019), el cronograma de actividades para la fase II se encuentra en la tabla 6.

Tabla 6. Cronograma de actividades para la fase II

Mes 13	Mes 14	Mes 15
<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Cambio de reina</p> <p>Documentación del crecimiento floral, inicio de la nueva genética polinizadora y crecimiento de esta a partir de núcleos.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Incremento de postura y desarrollo de las colmenas</p> <p>preparación de espacios de postura para próxima división</p> <p>Documentación y seguimiento floral.</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Incremento de postura y desarrollo de las colmenas</p> <p>preparación de espacios de postura para próxima división</p> <p>Documentación y seguimiento floral.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>

Pesaje de polen para comparación con la oferta floral	Pesaje de polen para comparación con la oferta floral	
Mes 16	Mes 17	Mes 18
<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>División de las colmenas para generar los nuevos 20 núcleos.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral.</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Crianza de las nuevas reinas para los 20 núcleos que están en crecimiento y huérfanos.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Crianza de las nuevas reina y fecundación de esta para el crecimiento de los nuevos 20 núcleos que están en crecimiento.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>
Mes 19	Mes 20	Mes 21
<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento.</p>

<p>dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Crianza de las nuevas reina y fecundación de esta para el crecimiento de los nuevos 20 núcleos que están en crecimiento.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>	<p>satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>.</p> <p>Crianza de las nuevas reina y fecundación de esta para el crecimiento de los nuevos 20 núcleos que están en crecimiento.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>	<p>Ingreso de datos ajustados al calendario floral.</p> <p>Crianza de las nuevas reina y fecundación de esta para el crecimiento de los nuevos 20 núcleos que están en crecimiento.</p> <p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>
Mes 22	Mes 23	Mes 24
<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral. Calendario floral.</p> <p>Alimentación de los nuevos núcleos.</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral. Alimentación de los nuevos núcleos.</p>	<p>Inicio de la verdadera medición comparativa del crecimiento floral y producción entre las parcelas, documentación satelital del dicho crecimiento. Ingreso de datos ajustados al calendario floral. Entrega del informe final para mostrar resultados. Conteo general de cuadros operculados, estado de postura de la reina</p>

<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p>	<p>Seguimiento al crecimiento de las colmenas, crianza y cuidado de la colmena, buenas prácticas apícolas.</p> <p>Pesaje de polen para comparación con la oferta floral</p> <p>Inicio del análisis del incremento del área foliar y la cantidad de estomas</p>	<p>identificación de edad de la misma.</p> <p>Revisión de plagas como la <i>Varroa</i> principalmente en las destinadas a miel.</p> <p>Documentación fotográfica del antes y el actual del proyecto en cuanto a colmenas y crecimiento floral.</p> <p>Entrega del informe productivo en general para hacer un balance costo beneficio y demostrar la auto sostenibilidad del proyecto para dar continuidad al mismo.</p> <p>Inicio del análisis del incremento del área foliar y la cantidad de estomas</p> <p>Entrega de 20 núcleos nuevos listos para instalación de la segunda etapa con respecto a los beneficiados de las encuestas.</p>
---	--	---

De esta manera se obtiene que realizar una medición viable del incremento del área foliar y la cantidad de estomas está sujeta a un desarrollo demostrado de la polinización como medio de establecimiento pasivo.

17. REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Los requerimientos de necesidades físicas y económicas para el desarrollo del proyecto van a permitir establecer los costos necesarios para el mismo.

17.1 Área forestal

En primera instancia y como base del proyecto se debe contar con un Área forestal susceptible a deforestación por causas antrópicas y que sea ZRF en especial si se encuentra cerca a fuentes hídricas; ya que la Ley 1021 de 2006 (Ley forestal) define en el artículo 13 a las Áreas de Reserva Forestal como las extensiones territoriales que, por la riqueza de sus formaciones vegetales y la importancia estratégica de sus servicios ambientales, son delimitadas y oficialmente declaradas como tales por el Estado, con el fin de destinarlas exclusivamente a la conservación y desarrollo sustentable (Ley 1021 del 2006).

Se pueden considerar para la utilización las siguientes áreas:

- Reservas Forestales (RF) que se encuentran enmarcadas en el código de los recursos naturales, en los artículos 202 a 210 en el título de bosques (Decreto 2811 de 1974).
- Reservas Forestales Protectoras (RFP): Áreas en las que prevalece el efecto protector y solo se permite la obtención de frutos secundarios del bosque (Macias, 2012)
- Reservas Forestales Protectoras-productoras (RFPP): son áreas que igualmente deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales, que pueden ser objeto de actividades de producción, siempre y cuando se sujeten al mantenimiento del efecto protector del bosque (Macias, 2012).
- Reservas Forestales Productoras (RFPPr): la Corporación Autónoma Regional (CAR) define que estas áreas pueden ser de producción directa cuando la obtención de productos implica la desaparición temporal del bosque y su posterior recuperación y de producción indirecta cuando se obtienen frutos o productos secundarios sin que implique la desaparición del bosque (CAR, 2007).
- Distritos de Manejo Integrado (DMI): Los Distritos de Manejo Integrado hacen parte de las categorías de Áreas Protegidas de carácter nacional y regional creadas y reglamentados a partir del Código de los Recursos Naturales y el Decreto No 1974 de 1989. El artículo 310 del Código de

los Recursos Naturales, establece que teniendo en cuenta factores ambientales o socioeconómicos, podrán crearse Distritos de Manejo Integrado de recursos naturales renovables, para que constituyan modelos de aprovechamiento racional. Dentro de esos distritos se permitirán actividades económicas controladas, investigativas, educativas y recreativas (CAR, 2007).

- Reservas de los recursos naturales renovables: Como se mencionó anteriormente, el Código de Recursos Naturales Renovables, CRNR, en el artículo 47 consagra la posibilidad de declarar reservada una porción o la totalidad de los recursos naturales renovables de una región, en caso de requerirse dar un manejo especial al recurso objeto de conservación (CAR, 2007).
- Distrito de Conservación de Suelos: Estas áreas son creadas a través del código de los recursos naturales en el artículo 324, definidas como áreas que se delimitan para someterlas a manejo especial orientado a la recuperación de suelos alterados o degradados o a la prevención de fenómenos que acusen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de uso que en ellas se desarrolla (CAR, 2007).

Actualmente la CAR cuenta en la jurisdicción con 18 Reservas Forestales Protectoras, de las cuales 7 son de carácter nacional y 11 de carácter regional, para un total de 33.510 hectáreas declaradas. Además, cuenta con 6 Reservas Forestales Protectoras-Productoras, equivalentes a 3.944 hectáreas declaradas (CAR, 2007).

La definición del área a trabajar estará a consideración de la caracterización que realizara el componente humano ambiental y pecuario, ya que debe ajustarse a los objetivos del proyecto se deben analizar factores como: altura m.s.n.m, ofertas florales, plantas que arrojen floración, distancia de visita a los apiarios, temperatura ambiente y otros factores adversos que pueden influir en los resultados finales (Silva, Arkos, & Gómez, 2008),

Algunas de las posibles áreas candidatas se muestran a continuación, aunque la decisión final está basada en los datos de la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiental, por eso como ya se mencionó serán las ZRF de Don Benito y Santa Bárbara como se observa en la ilustración 2 (Serrano, 2020). De igual manera se cuenta con el informe de gestión 2019 proporcionado por la CAR (CAR, 2019).

Figura 2.

Referencia catastral de los predios de la CAR y el Municipio de Zipaquirá para ejecución del proyecto.

CEDULA CATASTRAL	MATRICULA INMOBILIARIA	VEREDA	NOMBRE DEL PREDIO	EXTENSION Ha
00-00-0008-0071-000	176 07433	PANTANO REDONDO	DON BENITO	855
00-00-0008-0069-000	17609458	PANTANO REDONDO	SANTA BARBARA	193,8
00-00-0009-0150-000	17615371	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA LAGUNA DEL PARAMO DE GUERRERO	31,1
00-00-0008-0157-000	17670024	EL EMPALIZADO	CERRO DEL AGUILA	5,77
00-00-0009-0341-000		PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	RINCON SANTO	39,07
00-00-0010-0157-000	17681544	EL EMPALIZADO	LOTE # 3 LAS PALMAS	20,16
00-00-0009-0339-000	17680313	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL ESTERILLAL	15,9
00-00-0009-0069-000	17691427	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA RESERVA DEL PARAMO DE GUERRERO	23,73
00-00-0009-0340-000	17680314	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL ALTICO	4
00-00-0007-0124-000		ALTO DEL AGUILA	EL REFUGIO ALPINO	9,47
00-00-0007-0379-000	17677336	ALTO DEL AGUILA	LA FUENTE	6,53
00-00-0007-0153-000	176-2651	SAN JUANITO PARTE ALTA	BELLAVISTA	23,7
00-00-0007-0165-000	176-88674	EL CEDRO	ENGLOBE SAN LUIS, EL MIRADOR, MIRAFLOREZ	11,3
00-00-0007-0171-000				
00-00-0007-0202-000				
00-00-0007-0224-000	176-30945	PARAJE ALTO DEL AGUILA	EL PORVENIR	4,91
00-00-0007-0373-000	176-92348	SAN JUANITO	BOSQUES DE SILECIA	71,48
00-00-0008-0093-000	176-86636	PARAMO DE GUERRERO	MIRAFLOREZ AB	81,4

00-00-0009-0060-000	176-87942	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	SAN JUANITO	49,82
00-00-0009-0155-000	176-47898	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA HOYA CHIQUITA	49,29
00-00-0009-0197-000	176-30256	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	PUENTE DE TIERRA LOTE 8	16,65
00-00-0009-0201-000	176-30260	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	PUENTE DE TIERRA LOTE 12	11,2
00-00-0009-0205-000	176-30264	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	PUENTE DE TIERRA LOTE 16	16,65
00-00-0009-0209-000	176-30268	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	PUENTE DE TIERRA LOTE 20	16,65
00-00-0009-0210-000	176-28363	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA PEQUETITA ALTA	11,86
00-00-0009-0211-000	176-28373	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL VERGEL ALTO	6,91
00-00-0009-0212-000		PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA PLAZUELA ALTA	6,49
00-00-0009-0213-000	176-28375	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA ESPERANZA ALTA	6,65
00-00-0009-0214-000	176-28377	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA CUESTA	6,36
00-00-0009-0215-000	176-28359	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	CAMPANO ALTO	5,79
00-00-0009-0216-000	176-28361	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL LAUREL ALTO	5,78
00-00-0009-0218-000	176-28369	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL ALMORZADERO ALTO	5,35
00-00-0009-0219-000	176-28371	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL RECUERDO ALTO	6,34
00-00-0009-0331-000	176-78977	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL OLVIDO	98,44
00-00-0008-0102-000	176-22131	PANTANO REDONDO	EL LOTE	12,9750
00-00-0010-0095-0000, 00-00-0010-0001-0000	176-87124	RIO FRIO	FINCA PEÑAS NEGRAS	127,79
00-00-0010-0092-000	176-20605	EL EMPALIZADO	EL PARAMO	88,8
00-00-0009-0080-000	176-28956	PARAMO DE GUERRERO	LOTE SAN ISIDRO	65
00-00-0009-0212-000	176-28367	EL EMPALIZADO	LA PLAZUELITA ALTA	6,49
00-00-009-0069-000	176-20997	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	EL GRANADILLO	90,4
00-00-0009-0069-000	17691427	PARAMO DE GUERRERO ORIENTAL	LA RESERVA DEL PARAMO DE GUERRERO	8,36
00-00-008-0137-000	176-54308	VENTALARGA	SAN MANUEL	18,5
00-00-0010-0045-000	176-20008	EL EMPALIZADO	SAN PABLO	8

Nota (CAR, 2019).

Las reservas forestales que van a ser utilizadas se encuentran en la ZRF Pantano redondo y nacimiento del río Susagua, el cual pertenece en un 51% a la Alcaldía de Zipaquirá y un 49% a la Gobernación de Cundinamarca, pero el Municipio es el encargado de la administración de este predio. La compra del predio Don Benito se ejecutó en el año 2000 y el predio Santa Bárbara en el año 2001. Por otra parte, durante reuniones con las directivas de la Secretaría de Desarrollo Rural y Ambiental y exposición con el CIDEA Zipaquirá se socializó el proyecto el cual fue votado a favor por parte del CIDEA y aprobado para su ejecución en cualquiera de los dos predios por parte de la SDRA.

17.2 Capital humano

El capital humano está basado en los profesionales que se encargaran de la ejecución los cuales van desde especialistas hasta el factor técnico como se observa en la tabla 7.

Tabla 7.*Capital humano para la ejecución del proyecto*

CARGO	Especificación	Función
PROFESIONAL EN EL ÁREA AMBIENTAL	Ingeniero Forestal con Especialización en Gerencia Ambiental. Con experiencia de 5 años en la formulación, planificación, ejecución y seguimiento de Estudios Ambientales, administración y gestión operativa de proyectos y o Dirección de áreas operativas del sector forestal, con administración de recursos tanto humanos y económicos.	Será el encargado de realizar la caracterización floral del área a trabajar. Debe tener en cuenta la flora que se presentan en la región. Documentar fotográficamente las áreas trabajadas relacionando la cantidad de flor encontrada al inicio del proyecto y la cantidad que se ha ido encontrando mediante la polinización. Los registros de este profesional serán realizados cada 15 días según la especie floral. Entregar informes a los zootecnistas para ser analizados por estos.
PROFESIONAL EN EL ÁREA AMBIENTAL	Profesional en el área ambiental con más de 5 años de experiencia en gestión ambiental de los cuales debe tener 2 años experiencia en reforestación, conservación y restauración de los recursos	Será el encargado de realizar la caracterización floral del área a trabajar. Debe tener en cuenta la flora que se presentan en la región. Documentar fotográficamente las áreas

	<p>naturales, experiencia en trabajo de mantenimiento de plantaciones forestales y en análisis de datos recolectados, debe tener conocimiento en el diseño e implementación de indicadores.</p>	<p>trabajadas relacionando la cantidad de flor encontrada al inicio del proyecto y la cantidad que se ha ido encontrando mediante la polinización. Los registros de este profesional serán realizados cada 15 días según la especie floral. Entregar informes a los zootecnistas para ser analizados por estos.</p>
<p>ZOOTECNISTAS APICULTORES</p>	<p>Profesional en áreas afines con el manejo de especies de interés zootécnico con más de 3 años de experiencia en manejo de apicultura debe tener 1 año de experiencia de atender las especies apícolas, aplicando las técnicas y procedimientos adecuados para garantizar la preservación y reproducción de las mismas, así como la producción de miel y polen.</p>	<p>Caracterización de la oferta floral, Selección del área ambiental para las abejas. Montaje de los apiarios. Compra, transporte e instalación de las colmenas. Preparación de alimento, transporte y alimentación de las abejas a diario. Elaboración de planillas de seguimiento apícola. Toma de registros de crecimiento de núcleos apícolas. Visitas diarias a los apiarios. Mantenimiento limpio y seguro del entorno de los apiarios. Mantenimiento y manejo interno de las cámaras de cría. Creación de espacios para postura de la reina. Creación de nuevos núcleos. Instalación de trampas de polen. Instalación de</p>

		<p>las alzas mieleras. Recolección pesaje y registro de la producción de polen. Cosecha y pesaje de la producción de miel. Control de plagas como la <i>Varroa</i>. Creación de nueva reina por núcleo o colmena. Análisis de datos para la obtención de resultados. Entrega de resultados. Entrega de informes finales.</p>
<p>SECRETARIO GENERAL</p>	<p>Técnico, tecnólogo en administración o áreas afines con conocimiento en Excel y Word, Gestión documental en lo que respecta archivar de planillas.</p>	<p>Gestión documental en lo que respecta archivar de planillas, copiar datos y guardar copias, establecer contratos, gestionar permisos, transportes, seguridades sociales, ARL. Documentación general y redactar futuro informe acorde se va avanzando bajo los direccionamientos de los zootecnistas</p>

17.3 Montaje apícola

Las especificaciones técnicas para el montaje apícola se encuentran en la tabla 8 describiendo la función de cada material necesario

Tabla 8.

Requerimientos para el montaje apícola

Insumo o implemento	Especificación	Función
CAMARA DE CRÍA	Cámara de cría completa de 10 marcos alambrados, con cera con medidas estándares Langstroth. Considera techo en lámina en acero, tapa inferior, piso, piquera, anillo, 10 marcos alambrados con cera, tapa y techo en madera achapo protegida con aceite de linaza.	Criar el núcleo joven que llega y reproducir la genética de las abejas. Dar el ambiente para la postura de la reina y albergar las obreras.
ALZA PROFUNDA MIELERA	Cajón tipo Langstroth con 10 cuadros alambrados con cera en madera de achapo con tornillo autoperforante protegida con aceite de linaza.	Almacenar la miel bajo circunstancias inocuas de consumo.
TRAMPA DE POLEN SUPERIOR	Cajón fabricado en achapo con malla para disminuir la humedad efectiva del 75% protegida con aceite de linaza.	Capturar el polen que las abejas traen de los árboles, flores, arbustos, después de polinizarestos

		mismos. Debe ser superior para evitar exceso de impurezas.
PORTA NUCLEOS	Fabricado en madera con capacidad para 4 núcleos protegido en aceite de linaza.	Separar colmenas muy grandes para reproducir esta genética a partir de una nueva colmena si no se dividen las colmenas se enjambran.
NUCLEOS DE ABEJAS	Por 4 cuadros con reina marcada y fecunda, 1 Kl de obreras.	Genética que va a formar las colmenas deben llegar a ocupar diez cuadros de abejas un crecimiento aproximado de 10000 abejas. Son la base genética para trabajar y polinizar.
BASES	Base metálica en barrilla corrugada de ½ pulgada con refuerzo en patas, protegida con pintura de aceite.	Mantiene alejada del suelo la cámara de cría para que no entren otros insectos. Debe soportar el peso de la cámara de cría.
EXCLUIDORES	Material en plástico con tratamiento para rayos UV no se cristaliza.	Evitan el paso de la reina hacia el alza mielera. Ya que si pasa la reina inicia postura y no hay recolección de miel por parte de las obreras.
AHUMADORES	En cold rolled calibre 20 con fuelle en madera y cordobán para trabajo pesado con pintura electroestática.	Mantener apaciguadas las abejas para un buen manejo de las mismas si las abejas pican se mueren y son bajas para los resultados.

OVEROL	Elaborado en drill vulcano súper 8 con careta tipo esgrima con cauchos en muñecas cintura y al final de la bota del pantalón.	Utensilio esencial en la protección personal de los zootecnistas apicultores.
GUANTES	Guantes reforzados en cuero con extensión en drill con resorte para mayor protección.	Proteger las manos de los apicultores
PALANCA	En acero templado importado no se dobla.	Separar los cuadros para el manejo de la colmena. Limpiar el suelo o base de la colmena.
CEPILLO	Fabricado en madera con cerdas en plástico muy suaves y fácil de lavar.	Limpiar los cuadros de la colmena sin lastimar las abejas. Limpiar las trampas de polen.
CENTRIFUGA	Plástica con capacidad para 4 cuadros sistema en acero inoxidable, altura de 90 cm, diámetro de 48.5 cm grifo de salida de 1 ½ pulgadas.	Extraer la miel de manera eficiente sin dañar los cuadros.
CERCA PERIMETRAL DEL APIARIO	Poli sombra, puntillas, martillo, tablillas de aseguramiento, lamina de zinc, cadena, candado.	Mantener un ambiente confortable para las abejas donde el choque térmico los vientos y demás no afecten los resultados de las mismas colmenas.

--	--	--

17.4 Alimentación apícola

Se debe realizar alimentación durante aproximadamente 4 meses para fortalecer las colmenas y los insumos se encuentran en la tabla 9.

Tabla 9.

Requerimientos para la alimentación apícola

Implemento	Especificación	Función
AZUCAR BLANCO	Bulto de 50 kl empacado en lona blanca libre de humedad e impurezas en óptimas condiciones para consumo	Brindar energía a las abejas durante un periodo de 3 a 4 meses según comportamiento de los núcleos mientras crece y se hacen fuertes para alimentarse por sí mismas.
BOLSAS	Bolsa transparente de unidad de medida de 100 Gr paquete por 100 unidades.	Empacar la fuente de energía y de proteína.
POLEN	Polen granulado fresco y en óptimas condiciones para consumo paquete por 5 kg.	Brindar proteína a las abejas durante un periodo de 3 a 4 meses según comportamiento de los núcleos mientras crece y se hacen fuertes para alimentarse por sí mismas.

17.5 Vehículo de transporte

Las condiciones geográficas donde se va a instalar el proyecto requieren de vehículos que afronten estas condiciones como se observa en la tabla 10.

Tabla 10.

Requerimientos del vehículo de transporte

Implemento	Especificación	Función
MOTOCICLETA	<p>Tipo de motor OHC, monocilíndrico, 4 tiempos, refrigerado por aire, cilindraje 184.4 cc, potencia máxima 16 hp @ 8500 rpm, torque máximo 16.2 nm @ 6000 rpm, tipo de arranque eléctrico, tipo de transmisión mecánica 5 velocidades relación de compresión 9.5 a 1, peso 127 kg freno delantero disco, freno trasero disco, rueda delantera 90 / 90 – 19, rueda trasera 110 / 90 – 17, tipo de suspensión delantera telescópica, tipo de suspensión trasera monosuspensión tipo pro – arm, dimensiones 2075 x 821 x 1179 mm, distancia entre ejes 1358 mm.</p>	<p>Desplazar a los apicultores hasta las zonas donde se ubicaron los apiarios, el cilindraje es alto porque va a ser difícil el acceso a estas áreas. El rodamiento y los arreglos de la moto al igual que el combustible corre por cuenta de la fundación que contrata a los apicultores</p>

<p>MALETERO BAUL MOTO</p>	<p>Maleta SH34 compacta y práctica, con capacidad para un casco integral y accesorios. Ergonómica con sistema de cierre a presión fácil y cómodo, para abrir la maleta con una sola mano.</p> <p>Ergonómico: Sin nervio entre bisagras.</p> <p>Seguridad: Refuerzo del mecanismo de anclaje entre maleta y parrilla.</p> <p>Protección Antirrobo: Eje metálico sin agujeros. Mínimo espacio entre tapa y maleta.</p>	<p>Transportar impermeables, alimento para las abejas, overoles, equipo de manejo.</p>
<p>CASCO</p>	<p>Fabricado en ABS (Termoplástico de alta resistencia),</p> <p>Ventilación Frontal superior, frontal inferior y trasera</p> <p>Peso 1.400 g (S-M) 1.450 g (L-XL)</p> <p>Protección UV Fabricado en policarbonato con protección UV, ajuste con tornillo.</p> <p>Anti scratch para evitar ralladuras en el visor.</p> <p>Hebilla tipo micrométrica.</p>	<p>Proteger la integridad de los motociclistas en este caso los zootecnistas.</p>

	<p>Tela en microfibra de poliéster antibacterial</p> <p>Desmontable y lavable.</p> <p>Con tintas especiales que se recargan con la luz y brillan en la oscuridad. Únicamente en gráfico Sniper</p> <p>Cumple norma ECE 2205.</p> <p>Cumple norma NTC4533.</p>	
IMPERMEABLES	<p>Impermeable Para Motociclista de 4 Piezas Calibre 25.</p> <p>Traje 100% impermeable de chaqueta, pantalón, zapatones y bolso elaborado en telas vinílicas de alta calidad por proceso de sellado de alta frecuencia o termosellado ¡¡Sin costuras!! Refuerzos en la entrepierna del pantalón y en las axilas de la chaqueta, reflectivos en las mangas del pantalón y la chaqueta y dos bandas en la espalda, cierre de velcro y cremallera, zapatones con suela de PVC y bolso con cierre de broche.</p>	<p>Proteger de la intemperie y lluvia a los motociclistas en este caso los zootecnistas</p>
GUANTES	<p>Térmicos, antideslizantes con refuerzos superiores.</p>	<p>Proteger de la intemperie y lluvia a los motociclistas en este caso los zootecnistas.</p>

BOTAS DE CAUCHO	Machita negra caña larga.	Proteger de la intemperie y lluvia a los motociclistas en este caso los zootecnistas.
-----------------	---------------------------	---

17.6 Especificaciones técnicas para la recolección de datos

Se debe tener el material necesario para realiza una óptima recolección de datos, los materiales se encuentran en la tabla 11.

Tabla 11.

Especificaciones técnicas para la recolección de datos

Implemento	Especificación	Función
GPS	<ul style="list-style-type: none"> -Dimensiones de la unidad (Ancho/Alto/Profundidad): 7,48 x 14.42 x 3.64 cm - Tamaño de la pantalla (Ancho/Alto): 5,06 x 8,93 cm - Resolución de pantalla (Ancho/Alto): 272 x 480 píxeles - Tipo de pantalla: TFT transflectiva de 65.000 colores y orientación dual - Brújula Electrónica de 3 ejes y Altímetro Barométrico - Precisión en campo de 1 a 3 metros - Batería de Ion de Litio (Incluida) - Duración de la batería: 16 horas (uso normal) - Resistente al agua: Sí IPX7 - Receptor de alta sensibilidad: Sí 	<p>Dar las coordenadas exactas de ubicación de los apiarios, dar las coordenadas de los sitios donde se encuentra la floración para hacer el seguimiento, otorgar datos como altura m.s.n.m, Humedad Relativa, Temperatura y</p>

	- Memoria Interna de 4GB, capacidad de expansión por medio de tarjeta microSD	varias medidas ambientales.
CAMARA FOTOGRAFICA	<p>Tipo de sensor: Sensor CMOS Exmor R® tipo 1/2,3 (7,82 mm)</p> <p>Número de píxeles (efectivos): 20,4 MP</p> <p>Tipo de lente: Lente Zeiss® Vario Sonnar® T*</p> <p>Distancia focal: f= 4,3 - 215 mm</p> <p>Rango de enfoque (desde la parte delantera de la lente): 1 cm - a infinito (W), 2,4 m - a infinito (T)</p> <p>Zoom óptico: 50x</p> <p>Zoom de imagen nítida (fotografía)</p> <p>Zoom digital (imagen fija): Hasta 810 x (VGA)</p> <p>Zoom digital (video): aprox. 200</p> <p>Diámetro de filtro: Sí (f55)</p> <p>Tipo de pantalla: 3,0" (7,5 cm) (4:3) / 921.600 puntos / Xtra Fine / LCD TFT</p> <p>Control de brillo : Manual (5 pasos)</p> <p>Visor : Visor electrónico tipo 0,2</p> <p>Motor de procesamiento de imágenes : BIONZ X™</p> <p>Steadyshot : Óptico</p> <p>Tipo de enfoque : Enfoque automático con detección de contraste</p> <p>Modo de enfoque : Enfoque automático de disparo sencillo, DMF, enfoque manual, enfoque automático continuo (solo en modos de fotografía deportiva avanzada y video)</p> <p>Modo de medición de luz : Multipatrón; Centro ponderado; Puntual</p> <p>Compensación de exposición : +/- 2 EV (pasos 1/3</p>	<p>Documentar todos los registros en campo en alta definición.</p> <p>Tomar fotografías del antes y después del proyecto con respecto a la cantidad de floración.</p>

	<p>EV)</p> <p>Modos de balance de blancos : Automático, Luz diurna, Nublado, Fluorescente: Blanco frío, fluorescente: Blanco diurno, Fluorescente: Luz diurna, incandescente, flash, personalizado, temp. Color/filtro</p> <p>Modo de captura: Programa automático, Prioridad de apertura, Prioridad de velocidad de obturación, Exposición manual, MR (recuperación de memoria) 1, 2, Modo video (Programa automático, Prioridad de apertura, Prioridad de velocidad de obturación.</p> <p>DURACIÓN DE LA BATERÍA (FOTOGRAFÍAS) (CIPA): Hasta 300 capturas / 150 minutos Batería incluida: Batería recargable NP-BX1.</p>	
COMPUTADOR	<p>PROCESADOR: Intel(R) Core (TM) i5-4300M CPU</p> <p>-RAM: 16GB Tipo DDR3L</p> <p>-ALMACENAMIENTO: 500GB HDD</p> <p>-PANTALLA: 14"</p> <p>-RESOLUCIÓN: 1366x768 HD</p> <p>-SISTEMA OPERATIVO: Windows 10 Pro</p> <p>-TARJETA GRÁFICA: Intel (R) HD Graphics 4600</p> <p>-PROCESADOR: Intel(R) Core (TM) i5-4300M CPU</p> <p>4 Processors Intel I5, 64 Bits hasta 3.30Ghz</p> <p>desatarán tu creatividad a un mundo de posibilidades.</p>	<p>Recibir a diario la información obtenida por los apicultores y cada quince días la otorgada por el componente ambiental.</p>

	<p>Desempeño turbo superior para experiencias perfectas. Pasa más tiempo realizando tareas y menos tiempo de espera con la potencia y la capacidad de respuesta sin precedentes.</p> <p>*Frecuencia mínima de 2.60Ghz hasta 3.30Ghz</p> <p>*Tecnologías: Hyper-Threading Turbo Boost 2.0, vPro™/VT-x/VT-d/EPT/SSE4.1/4.2, AVX 2.0/SIPP/SpeedStep®/Identity Protection</p> <p>-TARJETA GRÁFICA: Intel (R) HD Graphics 4600</p> <p>-MEMORIA RAM: 16GB Tipo DDR3L</p> <p>La memoria RAM tipo DDR3L brinda la posibilidad de hacer transferencias de datos más rápidamente, y con esto obtener velocidades de transferencia y de bus más altas.</p> <p>-ALMACENAMIENTO:</p> <p>Disco Duro con Hard Drive Protection 500GB HDD</p> <p>-PANTALLA:</p> <p>14 "</p> <p>1366x768 HD</p> <p>ANTIGLARE</p> <p>LED</p> <p>-COMUNICACIONES:</p> <p>Integrated Webcam HD</p> <p>Micrófono Incorporado</p> <p>Wifi</p> <p>-PUERTOS EXTERNOS:</p> <p>2 USB 3.0, 2 USB 2.0, 1 VGA, SD Memory Card</p> <p>-SISTEMA OPERATIVO:</p> <p>Windows 10 Pro X 64 Bits Licenciado</p>	
--	--	--

	-OTROS: Control zone trackpad Mouse	
GRAMERA	<p>Bandeja redonda.</p> <p>Visor digital LCD.</p> <p>Usos: Cocina, restaurantes, joyerías, negocios, otros.</p> <p>Usa dos pilas AA</p> <p>Graduación: de 1 en 1gr.</p> <p>Incluye: indicador de batería baja.</p> <p>Auto apagado cuándo no está en uso.</p> <p>Botón de selección gramos u onzas</p> <p>Función tare.</p> <p>Función error de sobrecarga.</p> <p>Fácil limpieza</p> <p>Peso máximo hasta 5 kg- 1g</p>	<p>Pesar en campo el polen producido en cada una de las colmenas ya que estos datos arrojados son fundamentales en los resultados.</p>
BASCULA	<p>balanza-de-40kg-digital</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precisión 1g/2g/5g - 5 Dígitos para el Peso - 5 Dígitos para el precio Unitario - 6 Dígitos para el Total - Calcula peso y precio - 7 Memorias - Función de Suma Acumulativa - Función para volver a cero y peso de Recipiente - Componentes de Alta precisión - Pantalla Led - Ahorro de Energía - Teclado de 24 Botones - Bandeja en acero inoxidable - Tamaño de la Bandeja Superior 34x25 cm - Garantía de 3 meses. 	<p>Pesar en grandes cantidades el polen producido total por las colmenas y a la vez la cantidad de miel producida por las mismas según el sitio de polinización y floración</p>

CANECA AFORADA	<p>Capacidad 10 litros</p> <p>Material Plástico</p> <p>Con medidor de litros</p> <p>Uso Doméstico.</p>	<p>Recolectar de manera más fácil el polen en campo para evitar contaminación del mismo. Es más inocua y segura que la bolsa plástica.</p>
IMPRESORA	<p>Impresión a doble cara de calidad profesional:</p> <p>Resultados de calidad láser</p> <p>4 en 1: Escaneado, copia, impresión y envío por fax</p> <p>Wi-Fi y Wi-Fi Direct: Imprime sin cables estés donde estés</p> <p>Conectividad táctil con NFC: Configuración con un toque en dispositivos Android1</p> <p>Control de pantalla táctil: Pantalla táctil LCD color de 6,8 cm</p> <p>IMPRESION</p> <p>Velocidad de impresión ISO/IEC 24734</p> <p>13 páginas/minuto Monocromo, 7,3 páginas/minuto Color</p> <p>Velocidad de impresión en dúplex ISO/IEC 24734</p> <p>6,5 páginas A4/min. Monocromo, 4,5 páginas A4/min. Color</p> <p>Velocidad de impresión</p>	<p>Imprimir las planillas de registro. Contratos documentación y demás requerimientos de papeleo.</p>

	<p>33 páginas/minuto Monocromo (Papel Normal 75 g/m²), 20 páginas/minuto Color (Papel Normal 75 g/m²)</p> <p>Resolución de impresión 4.800 x 1.200 ppp</p> <p>Ciclo de trabajo 3.000 páginas mensuales</p> <p>Colores Negro, Cian, Amarillo, Magenta</p> <p>ESCANNER</p> <p>Velocidad de escaneado a una cara (A4 en negro) 3 ipm with ADF scan 200 dpi (flatbed) 12 sec. with flatbed scan; 200 dpi (with ADF)</p> <p>Velocidad de escaneado a una cara (A4 a color) 3 ipm with ADF scan 200 dpi (flatbed) 27 sec. with flatbed scan; 200 dpi (with ADF)</p> <p>Resolución de escaneado</p> <p>CONECTIVIDAD</p> <p>Protocolos de impresión en red IPP, LPD, Puerto 9100, WSD</p> <p>Alta velocidad: compatible con la especificación USB 2.0</p> <p>Seguridad WLAN.</p>	
PAPEL	Resmas de papel tamaño carta de 500 hojas 21.6 x 27.9 cm.	Documentar registros
ESFEROS	Cristal tinta negra por 10 unidades.	Documentar
REFRIGERADOR	Refrigerador horizontal de 198 lts	Conservar las cosechas de polen.

	<p>Dimensiones:</p> <p>Producto: 94.5*52.3*85.0Cm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peso neto/Bruto: 35/38Kg <p>Descripción</p> <ul style="list-style-type: none"> - Termostato Ajustable - Interior facial de limpiar - Canasta extraíble de almacenamiento - Bisagra de equilibrio - Interior blanco <p>Accesorios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ruedas opcionales - Seguro opcional - Canasta de plástico y alambre (Opcional) 	
--	--	--

18. COSTOS

Inicialmente se definen los costos para el capital humano y posteriormente unos costos generales, véase tabla 12.

Tabla 12.

Costos para el capital humano

PERFIL PROFESIONAL	FORMACIÓN ACADÉMICA Y EXPERIENCIA PROFESIONAL	Dedicación hh/mes	Duración meses	Cantidad	Valor unitario	Factor Multiplicador	Valor total + FM	CAR 70%	FUNDACIÓN FORMAR INTEGRAL 30%
Ing. Adm. ambiental	UNIVERSITARIO TITULADO Profesional en el área ambiental con más de 3 años de experiencia en gestión ambiental de los cuales debe tener 3 años de experiencia en reforestación trabajo de mantenimiento de plantaciones forestales, evaluación y caracterización e inventario de las zonas forestales. Recolección e identificación y clasificación de muestras botánicas. Realizar pruebas y análisis de datos recolectadas. Aplicar y recomendar la aplicación de las diversas técnicas del área. Llevar el registro y control de la flora e inflorescencia de especies de importancia ambiental.	50%	24	1	3.000.000	2,00	72.000.000	50.400.000	21.600.000
Ing. Adm. ambiental	UNIVERSITARIO TITULADO Ingeniera Forestal con Especialización en Gerencia Ambiental y o Magistra en Gestión Ambiental. Con experiencia de 5 años en la formulación, planificación, ejecución y seguimiento de Estudios Ambientales, administración y gestión operativa de proyectos y o Dirección de áreas operativas del sector forestal, con administración de recursos tanto humanos y económicos.	50%	24	1	3.000.000	2,00	72.000.000	50.400.000	21.600.000
Zootecnista	UNIVERSITARIO TITULADO Profesional en áreas afines con el manejo de especies de interés zootécnico con más de 3 años de experiencia en manejo de apicultura debe tener 1 año de experiencia de Atender las especies apícolas, aplicando las técnicas y procedimientos adecuados para garantizar la preservación y reproducción de las mismas, así como la producción de miel y polen.	50%	24	1	3.800.000	2,00	91.200.000	63.840.000	27.360.000
Zootecnista	UNIVERSITARIO TITULADO Profesional en áreas afines con el manejo de especies de interés zootécnico con más de 3 años de experiencia en manejo de apicultura debe tener 1 año de experiencia de Atender las especies apícolas, aplicando las técnicas y procedimientos adecuados para garantizar la preservación y reproducción de las mismas, así como la producción de miel y polen.	50%	24	1	3.800.000	2,00	91.200.000	63.840.000	27.360.000
Secretario	Técnico Tecnólogo Técnico, tecnólogo en administración o áreas afines con conocimiento en Excel y Word, Gestión documental en lo que respecta archivo de planillas.	50%	24	1	2.000.000	2,00	48.000.000	33.600.000	14.400.000
Subtotal Costos de Talento Humano							374.400.000	262.080.000	112.320.000

Nota: elaborado a partir del formato CAR

De igual manera al capital humano se hace un balance de costos para lo necesario en el montaje apícola como se tiene en la tabla 13.

Tabla 13.

Costos para el montaje del proyecto

Costos Directos							
ÍTEM	ESPECIFICACION	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	CAR 70%	FUNDACIÓN FORMAR INTEGRAL 30%
	Colmena tipo Langstroth camara de cria completa:	Und	300	\$ 210.000	63.000.000	44.100.000	18.900.000
	Alza profunda mielera	Und	150	\$ 123.000	18.450.000	12.915.000	5.535.000
	Trampa de Polen superior	Und	150	\$ 125.000	18.750.000	13.125.000	5.625.000
	Porta Núcleos	Und	30	\$ 54.000	1.620.000	1.134.000	486.000
	Núcleos de abejas	Und	300	\$ 185.000	55.500.000	38.850.000	16.650.000
	Bases	Und	300	\$ 28.000	8.400.000	5.880.000	2.520.000
	Ex cluidores	Und	150	\$ 22.000	3.300.000	2.310.000	990.000
	Ahumadores	Und	2	\$ 107.000	214.000	149.800	64.200
	Ov erol	Und	4	\$ 92.000	368.000	257.600	110.400
	Guantes	Und	2	\$ 25.000	50.000	35.000	15.000
	Palanca	Und	2	\$ 25.000	50.000	35.000	15.000
	Cepillo	Und	2	\$ 24.000	48.000	33.600	14.400
	Centrifuga	Und	2	\$ 1.484.000	2.968.000	2.077.600	890.400
	Cerca perimetral	Und	2	\$ 3.600.000	7.200.000	5.040.000	2.160.000
	Azucar Blanco	Kl	1500	\$ 900	1.350.000	945.000	405.000
	Bolsas	Und	10000	\$ 50	500.000	350.000	150.000
	Polen	Kl	100	\$ 27.000	2.700.000	1.890.000	810.000
	Motocicleta	Und	2	\$ 12.843.301	25.686.602	17.980.621	7.705.981
	Baul de la moto	Und	2	\$ 310.000	620.000	434.000	186.000
	Casco	Und	2	\$ 130.000	260.000	182.000	78.000
	Impermeables	Und	2	\$ 88.000	176.000	123.200	52.800
	Guantes	Und	2	\$ 499.000	998.000	698.600	299.400
	Botas de caucho	Und	2	\$ 35.000	70.000	49.000	21.000
	GPS	Und	2	\$ 2.090.000	4.180.000	2.926.000	1.254.000
	Camara Fotografica	Und	3	\$ 1.602.883	4.808.649	3.366.054	1.442.595
	Computador	Und	2	\$ 1.437.000	2.874.000	2.011.800	862.200
	Gramera	Und	2	\$ 29.900	59.800	41.860	17.940
	Balanza	Und	1	\$ 99.900	99.900	69.930	29.970
	Caneca aforada	Und	4	\$ 7.000	28.000	19.600	8.400
	Impresora	Und	1	\$ 689.900	689.900	482.930	206.970
	Papel	Und	4	\$ 15.000	60.000	42.000	18.000
	Esferos	Und	2	\$ 2.000	4.000	2.800	1.200
	Refrigerador	Und	1	\$ 1.287.000	1.287.000	900.900	386.100
Subtotal Costos Directos					226.369.851	158.458.896	67.910.955
Total Costos de Talento Humano + Costos Directos					600.769.851	420.538.896	180.230.955
TOTAL APORTES						420.538.896	180.230.955
						\$600.769.851	

Nota: elaborado a partir del formato CAR

El costo total del proyecto es el valor total del proyecto es de seiscientos millones setecientos sesenta y nueve mil ocho cientos cincuenta y un mil pesos mcte (\$ 600.769.851).

19. ALCANCE DEL PROYECTO

La delimitación del proyecto inicialmente es piloto durante 24 meses, dividido en dos etapas cada una de 12 meses. Los primeros doce meses serán para implementación y los otros 12 meses corresponden a una medición sobre la tercera y cuarta floración. Este proyecto se ejecutará en dos áreas con las respectivas parcelas mencionadas (Don Benito y Santa Bárbara). Al delimitar el proyecto durante los dos años y el alcance inicial de este se puede considerar que en un primer informe se abordara un bosquejo de diagnóstico de Servicios Ambientales proporcionados a partir de la polinización realizada en las parcelas establecidas.

Este proyecto puede ser replicado en cualquier región por tanto el alcance es absoluto en cuanto a la cantidad de árboles y plantas que pueden ser reproducidos a partir de la polinización, dándole como valor agregado el cuidado a especies silvestre polinizadoras en vía de extinción como las abejas.

19.1 Productos intangibles

Conservación pasiva en torno a la conservación de semillas. Esto se puede también ver reflejado en la producción de área foliar y por ende de estomas viéndose reflejado en la captación de carbono. La polinización producto intangible permite hacer que la reproducción de las flores sea posible en gran parte por las abejas aunque hay más polinizadores, el incremento de la polinización en esta investigación va a permitir incrementar la oferta de semilla para la reproducción de los árboles, no solo los de estudio sino otros que se encontraran a la zar en el lugar de estudio, brindar un santuario a los polinizadores es una alternativa para la conservación y reproducción de los mismos a la vez que aportan a la conservación pasiva, los recursos de biodiversidad pueden manifestarse a plenitud en estas áreas permitiendo implementar este tipo de proyectos en otras áreas con diferentes condiciones con un mínimo de ajuste. El paisajismo es directamente ligado a la producción de oferta floral y de especies que integren en un micro ecosistema de sostenibilidad ambiental prescindible para la vida.

19.2 Impacto económico de los productos intangibles.

En la segunda fase de evaluación y seguimiento, se va observar que estos Servicios ecosistémicos pueden ser remunerados con productos apícolas y que tiene beneficios sobre la comunidad y el medio ambiente de manera general.

Este impacto económico debe ser tenido en cuenta ya que es una manera de realizar pagos por Servicios ecosistémicos o ambientales a los propietarios de los predios seleccionados en esta fase para otorgarles beneficios apícolas. Los propietarios de las RF no defienden estos santuarios ecosistémicos ni se preocupan por protegerlos porque asumen que están perdiendo tierra productiva, pero si se muestra una manera de producir de manera amigable con el medio ambiente se estimula la protección de otras áreas que no sean RF y a la vez se recibe un estímulo económico proveniente de los productos apícolas.

Este impacto también puede medirse a partir del aporte hacia la construcción de la Metodología formulada y plan piloto implementado del esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Establecido en el Plan de Desarrollo Municipal de Zipaquirá.

19.3 Impacto social y ambiental de los productos intangibles.

El impacto social que genera la sostenibilidad hídrica y la captación de carbono a partir de especies arbóreas y arbustivas ribereñas, no ha sido cuantificado, pero es de resaltar que el componente agua y oxígeno es vital para las personas generando progreso en los municipios que poseen este recurso. Las especies arbóreas necesitan de la polinización para poder reproducirse y crear una resiliencia medio ambiental, secuestrando carbono y generando oxígeno.

Es bueno tener en cuenta que la generación de oxígeno a partir de la fotosíntesis de las plantas es indispensable para la vida, esta generación de oxígeno ocurre a partir de los estomas presentes en las hojas, los cuales a su vez colaboran en el secuestro de carbono que influye en el cambio climático y la calidad del aire (Silva, Arkos, & Gómez, 2008). La reproducción de las especies de flora presentes en el área de trabajo contribuye a tener mayor oferta de hojas y por ende a amortiguar la emisión de gases como el carbono, permitiendo generar una mayor cantidad de oxígeno (Serrano, 2020).

La riqueza ambiental de un país, una región, un departamento y un municipio se estima por la riqueza de biodiversidad que poseen estos lugares. La deforestación, la tala de árboles, las emisiones y la intervención antrópica disminuyen la biodiversidad de los ecosistemas, en especial aquellos que son susceptibles por las características únicas que poseen, tal es el caso de los páramos y las riberas de las fuentes hídricas. La participación de las abejas como polinizadores dan como resultado un incremento en la biodiversidad endémica de las RF que se van a intervenir. El incremento en la oferta floral atrae otros polinizadores (abejorros, mariposas, colibrís, pájaros), que también ayudan a incrementar la oferta floral y la biodiversidad no solo de fauna sino de flora. Como resultado final se tiene que las RF van a ser un santuario de biodiversidad propia el municipio de Zipaquirá tanto en flora como en fauna.

19.4 Productos tangibles

Los productos tangibles van a ser proporcionados por las abejas en cuanto a valor económico, ya que el incremento de la oferta floral va a ser calculado en una segunda etapa del proyecto. Como productos apícolas se tiene lo observado en la tabla 14.

Tabla 14.*Productos apícolas generados en el proyecto*

PRODUCTO	PRODUCCIÓN ESTIMADA TOTAL (24 meses)	PRECIO UNIDAD Kg/Núcleos RESPECTIVAMENTE	TOTAL, INGRESO FINAL DEL PROYECTO. ESTIMADO PAGO POR BSA
Polen	2000 Kg	\$ 10.000	\$20.000.000
Miel	1000 Kg	\$ 10.000	\$10.000.000
Propóleos	50 frascos *20 ml	\$ 20.000	\$ 1.000.000
Núcleos	20	\$ 170.000	\$ 3.400.000
Total			\$ 34. 400.000

Como se observa en el cuadro anterior se puede decir que el proyecto es auto sostenible. El valor económico de los productos apícolas puede recuperar la inversión a futuro, aunque este no es el objeto de estudio de este proyecto. Pero al realizar el cálculo por pago de BSA si se puede hallar un estimativo de correspondencia a cada dueño de un predio catalogado como RF. Los productos ofertados por las abejas pueden ser el truke para pagos por BSA esto ira ligado a una previú cálculo de valor económico de los BSA, de manera tal que el estímulo para la conservación de RF sea tangible y de una vez amigable con el medio ambiente todo lo referente a BSA se encuentra explícito en el decreto 1007 del 2018 en lo que respecta a Pago por Servicios Ambientales.

20. CONCLUSIONES

La relación que existe entre la polinización y la captación de carbono como servicio ecosistémicos en la resiliencia ambiental, es positiva, los diferentes estudios que se han realizado demuestran que, si se incrementa de manera pasiva la cantidad de plantas y por ende de área foliar, lo que da como resultado una persistencia en la cantidad de estomas y por ende de secuestro de carbono.

Las bases bibliográficas desarrolladas en la trashumancia en cultivos comerciales demuestran un incremento en la calidad y cantidad de los frutos, lo que puede traducirse en la efectividad que tiene la trashumancia sobre las especies vegetales con reproducción sexual, dentro de las cuales se incluye las especies de ZRF o de bosques andinos que poseen las cualidades de los arboles melíferos y con sistema reproductor apto para la polinización.

Las variedades de especies florales presentes en las ZRF permiten mantener una oferta constante de alimento para las abejas, lo que significa que se va a tener una oferta de polen perdurable en el año y por tal motivo se va a ver manifestado en la capacidad de crecimiento de las colmenas y de esta manera también va a estar incrementándose la polinización y el establecimiento pasivo.

El incremento de semilla es decir fruto en cuanto a cantidad y calidad se establece en diferentes cultivos, la trashumancia ha demostrado ser efectiva para dicha relación, hacer polinización dirigida en ZRF permitirá generar resultados a favor con respecto a lo necesario para la captación de carbono.

Indicadores como el incremento foliar o la presencia de plantas con angiospermas van a permitir demostrar que la relación abeja árbol van a generar los resultados esperados en lo que respecta a establecimiento pasivo a partir de la polinización con abejas *Apis mellifera* en la ZRF como ecosistema estratégico en la producción de servicios ambientales.

Presentar propuestas como alianzas colaborativas permite que las instituciones públicas oferten servicios ambientales para las comunidades, la generación de espacios como santuarios para los polinizadores hacen que se generen economías alternativas como pago por los mismos servicios ambientales a partir de la producción de bienes tangibles generando economías alternativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abud-H, M., & Torres, A. (2016). Caracterización florística de un bosque alto andino en el parque Nacional natural Puracé, Cauca, Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.* 20 (1), 7-9.
- Alvear, M., Betancur, P., & Franco, R. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central colombiana. *Caldasia* 32(1): 39-63., 12.
- Alviz, V., Calleja, L., Pereira, M., Ruiz, L., & Calahorra, F. (2009). Vision actual de la apicultura en España. *RCCV VOL.* 3 (2).
- APITRACK. (2008). "EEUU. Las abejas son más numerosas que los mamíferos y los pájaros combinados". Obtenido de <http://www.thedailygreen.com/environmental-news/latest/bee-census-47061205>
- Armbruster, W., Di Stilio, J., Tuxill, J., Flores, C., & Velásquez-Runk, J. (2000). Covariance and decoupling of floral and vegetative traits in nine Neotropical plants: re-evaluation of Berg's correlation-pleiades concept. *American Journal of Botany* 86, 39-55.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques subtropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147.
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica número especial*, 8-15.
- Bejamin, J., & Masera, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques* 7(1), 3-12.
- Bellarby, J., Foeroid, B., Hastings, A., & Smith, P. (2008). Cool farming: climate impacts of agriculture and mitigation potential. In: Campaigning for Sustainable Agriculture. En G. International. The Netherlands.: (Ed.). greenpeace.org. JN 102.
- Besora, J. (2010). *Informe técnico para la construcción de una colmena y un portanúcleo tipo Langstroth*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA - La Molina): <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/04/Informe-t%C3%A9cnico-colmena->

langstroth.pdf

- Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units... *Ecological Economics.*, 63:616-626.
- Campbell, W., & Meléndez-Ackerman, A. (1997). Analyzing pollinator-mediated selection in a plant hybrid zone: hummingbird visitation patterns on three spatial scales. *American Naturalist* 149., 295-315.
- Canete, E. (2018). *Trashumancia apícola*. Obtenido de Agronews Castilla y Leon: <https://www.agronewscastillayleon.com/trashumancia-apicola>
- CAR. (2007). *Areas protegidas del territorio CAR*. Bogota: Imprenta Nacional de Colombia.
- CAR. (2019). *Informe de gestión 2018-2019*. Bogota.
- Cárdenas, F., Devia , C., Cordero , H., Farah , M., Rojas , A., & Herrera, J. (2000). *La Conservación y la producción por parte de las comunidades locales en la cuenca media del Río Chicamocha (Boyacá, Colombia)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IDEADE; p. 36-42.
- Chamorro, F. (2014). *Influencia de la polinización por abejas sobre la producción y características de frutos y semillas de Vaccinium meridionale Sw. (Ericaceae) en los Andes Orientales de Colombia (tesis de maestría)*. . Bogota: Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; .
- Chamorro, F. (2015). Biología floral y reproductiva de *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) en los Andes orientales de Colombia. *Rev Biol Trop.* 2015;63(4), 1197-1212.
- Chamorro, F. (2016). La apicultura como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con roble en la cordillera oriental de Colombia. *Research Gate*, 16.
- Chautá-Mellizo, A., Campbel, S., Bonilla, M., Thaler, S., & Poveda, K. (2012). Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. *Basic and Applied Ecology*, 13: , 524-532.

- Chontal, L., Roque Peña, J., Fernández, E., Mendoz, M., Díaz, U., & Fernández, G. (2019). Caracterización apícola en la región sierra centro-norte de Veracruz: contexto y trashumancia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- Cortés, S. (2003). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*. 2003;25(1), 119-137.
- Costanza, R., & Folke, C. (1997). Valuing ecosystem services with efficiency, fairness and sustainability as goals. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. , 49-70.
- CVC. (2003). *Bosques Andinos y Subandinos dela Valle del Cauca*. Santiago de Cali: CVC.
- Darwin, C. (1878). Darwin C (1878) The different forms of flowers on plants of the same species. *Murray, London, United Kingdom.*, 352.
- De La Rúa, P., Jiménez, Y., Galián, J., & Serrano, J. (2004). Evaluation of the biodiversity of honey bee (*Apis mellifera*) populations from eastern Spain. *Journal of Apicultural Research*, 43:4, DOI: 10.1080/00218839.2004.11101130, 162-166.
- Debazan, J. (2017). *Briofitas y Pteridofitas*. Obtenido de Debazan.es: <http://debazan.es/clasificacion-de-las-plantas/>
- Demedio, J., Sanabria, J., Leal, A., Lóriga, W., & Fonte, L. (2011). Polinización apícola: una invitación a los agricultores. *Revista CEDAR. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez"*. Cuba, 33-35.
- EAB. (2016). *anexo biodiversidad, flora y fauna de los cerros orientales de Bogotá, guiones turísticos senderos quebrada la Vieja río san francisco – Vicachá*. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/all/themes/turismov2/BibliotecaDocumentosProductos/Naturaleza/Fauna%20y%20Flora%20Cerros%20Orientales.pdf>
- EPA. (2003). Environmental Protection Agency. www.EPA.gov.co.
- Faegri , K., & Van der Pijl, L. (1979). *The principles of pollination ecology*. Oxford, United Kingdom.: Tercera edición. Pergamon Press. 244.

- FAO. (2002). *Captura de carbono en los suelos para hacer un mejor manejo de la tierra* .
Obtenido de Informes sobre recursos mundiales de suelos: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
- FAO. (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de latinoamerica y el caribe. En A. Pantoja. Santiago de Chile: FAO.
- FAO. (17 de mayo de 2018). *Es hora de apreciar la labor de los polinizadores*. Obtenido de Seis formas de mostrar nuestra gratitud a las abejas, las mariposas y otros polinizadores imprescindibles: <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1129811/>
- Fisher, R., Costanza , R., Turner, R., & Morling , P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. . *Ecological economics.*, 643-653.
- Fründ, J., Dormann, C., Holzschuh, A., & Tscharnk, T. (2013). Bee diversity effects on pollination depend on functional complementarity and niche shifts. *Ecology*, *94* (9): , 2042-2054.
- Gallai, N., Salles, J., Settele, J., & Vaissière, B. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* *68*,, 810-821.
- Garibaldi, L., Morales, C., Ashworth, L., & Chacoff, N. (2012). Los polinizadores en la agricultura. *Ciencia hoy*, 34-43.
- Gomez, D., & Flores, M. (2019). *Oferta Floral con Uso Potencial en Apicultura Durante el Segundo y Tercer Trimestre del Año en la Unidad Agroambiental la Esperanza de la Universidad de Cundinamarca*. Obtenido de Repositorio Universidad de Cundinamarca: <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2956/Oferta%20Floral%20con%20Uso%20Potencial%20en%20Apicultura%20Durante%20El%20Segundo%20y%20Tercer%20Trimestre%20del%20A%C3%B1o%20en%20la%20Unidad%20Agroambiental%20la%20Esperanza%20d>
- Gonzales, C. (2018). Polinizacion con abejas Apis mellifera como herramienta biotecnologica para mejoramiento en cultivos de cafe coffea arabica variedad castillo. *Universidad abierta y a distancia UNAD*.

- Gorgonio, T., Ricardo Hugo Lira-Saldi, S., & Bulmaro, A. (s.f). Medición de Intercambio Gaseoso, Área Foliar e Índice de Clorofila en Plantas Elicitadas. *Agromano tecnología*.
- Hancock, E. (2018). Determinación de la captura de carbono en suelos con eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) en el distrito de Huancané-Puno. *Universidad Peruana Union*.
- Holdren, J., & Ehrlich, P. (1974). Human population and the global environment: population growth, rising per capital material consumption, and disruptive technologies have made civilization a global ecological force. *American scientist*, 282-292.
- Insuasty, E., Martínez, J., & Jurado, H. (2016). Identificación de flora y análisis nutricional de miel de abeja para producción apícola. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 14. No 1*, 37 - 44 .
- INTA. (2016). *Impacto del cambio de uso del suelo y la deforestación en las comunidades*. Obtenido de Instituto Nacional de Ingeniería Agropecuaria: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_impacto_del_cambio_de_uso_del_suelo_y_la_deforestacion_en_las_comunidades_de_abejas_de_entre_rios.pdf
- IPCC. (2001). Third Assessment Report. . *IPCC, UN. New York*.
- King, C., Ballantyne, G., & Willmer, P. (2013). Why Flowers visitation is a poor proxy for pollination: measuring single visit pollen deposition, with implications for pollination networks and conservation. . *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 811–818.
- Klein, A., Vaissiere, B., Cane, J., Steffan- Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* , 274, 303.
- Kremen, C., Williams, N., Aizen, M., Gemmill, M., LeBuhn, G., & Minckley, R. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10, 299–314.
- Latham, P. (2011). *Abejas y arboles trabajando juntos*. Obtenido de Teartfund: <https://learn.teartfund.org/es-es/resources/footsteps/footsteps-81-90/footsteps-85/ bees-and-trees-working-together>

- Ley 1021. (s.f.). Régimen Forestal Nacional, conformado por un conjunto coherente de normas legales y coordinaciones institucionales, con el fin de promover el desarrollo sostenible del sector forestal colombiano en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal. 2006.
- Lobato, R., & Cidras, J. (2013). *Evolución vegetal: la conquista de la tierra firme*. Obtenido de Universidad de Vigo: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Lobato-y-Cidras-2012.pdf>
- Luna, G., Roque, J., Fernández, E., Martínez, E., Díaz, U., & Fernandez, G. (2019). Bee characterization in the sierra central-north region. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas volume 10 number 6* , 1-2.
- Macías, L. (2012). *Consulta sobre reservas forestales protectoras*. Obtenido de Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/RESERVAS-FORESTALES-PROTECTORAS.pdf>
- Manrique, A. (2020). *Manejo y optimización de la producción apícola en Venezuela*. Obtenido de Apiservicios: <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1217-optimizacion-de-produccion-apicola-venezuela>
- Marquez, G. (15 de julio de 2003). *Ecosistemas estrategicos de Colombia*. Obtenido de <file:///C:/Users/leoOtalora/Downloads/07ecos.pdf>
- Martín, A. (2020). *Caracterización de especies: familia Orchidaceae y bromeliaceae presente en las zonas verdes de la UPTC sede Tunja para implementar una colección viva en el jardín botánico Boyaca*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Martínez, T. (2006). Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA; 2006.*, 4 y 36.
- Méndez, M., Sánchez, A., Flores, F., & Lupo, L. (2018). Recurso polínífero utilizado por Apis mellifera (Himenoptera: Apidae) en un área de bosque subtropical del noroeste de Argentina. *Revista de biología tropical*, 33.

- Millenium Ecosystem Assessment – MEA. . (2005). *Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. 4 volumes. Island.* Washington. D.C, EE.UU. : Island Press. .
- Ministerio del Medio Ambiente. (2003). *Programa para el manejo sostenible y la restauracion de ecosistemas de alta montaña colombiana.* Bogota: Imprenta nacional de Colombia.
- Mirocha, P., Buchmann, S., & Nabhan, G. (1996). The forgotten pollinators. *Bibliovaut OAI repository, the university of Chicago Press*, 25-29.
- Molina, M., Soto, H., Gutierrez, B., Gonzalez, J., Koch, L., Ipinza, L., . . . Chung, P. (2016). *Huertos mellíferos con especies forestales nativas una alternativa para apoyar a la agricultura familiar campesina y mejorar el negocio apícola.* Santiago de Chile.
- Montenegro, G., Gómez, M., Díaz-Forestier , J., & Pizarro, R. (2008). Aplicación de la norma chilena oficial de denominación de origen botánico de la miel para la caracterización de la producción apícola. *Cien Inv Agr.*, 181-190.
- Montenegro, O., & Vargas, N. (2008). Caracterización de bordes de bosque alto andino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *Revista Biología Tropical.* 56 (3), 1543-1556.
- Montoya, P. (2011). *Uso de recursos florales poliníferos por Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en apiarios de la Sabana de Bogotá y alrededores (Tesis de Maestría).* Bogotá: : Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia;. 66 p.
- Montoya, M. (2011). *Uso de recursos florales poliníferos por Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en apiarios de la Sabana de Bogotá y alrededores (Tesis de Maestría).* . Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, : Universidad Nacional de Colombia; 2011. 66 p.
- Nates-Parra, G., Montoya, P., Chamorro, F., Ramírez, N., Giraldo, C., & Obregón, D. (2013). Origen geografico y botánico de mieles de Apis mellifera (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. . *Acta Biolo Colomb.* ;8(3): , 427-438.
- Noticias ApiNews . (2013). *Utilizando a las abejas como indicador del estado del medio ambiente. España.* . Obtenido de <http://www.apinews.com/es/component/k2/item/23042>

- Nuñez, L., & Carreño, J. (mayo-agosto, 2017). Polinización por abejas en *Syagrus orinocensis* (ARECACEAE) en la Orinoquia colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, vol. 22, núm. 2., 221-233.
- Ocampo, N. (2014). *Fotosíntesis*. Obtenido de Sistema de Universidad virtual: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/2014/LECT110.pdf
- Olesen, M. (2000). Exactly how generalised are pollination interactions? *Det Norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk Naturvidenskapsklasse, Skrifter, Ny Serie 39*., 161-178.
- Pantoja, A., Smith-Pardo, A., García, A., Sáenz, A., & Rojas, F. (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y El Caribe. . *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. Santiago, Chile*.
- Parada, M., Alarcón, D., & Rosero, L. (34(1):139-154.). Fenología de la floración de especies ornitofílicas de estratos bajos en dos habitats altoandinos del parque natural municipal ranchería (Paipa Boyaca, Colombia). *Caldasia*, 2012.
- Pardo, L., & Jimenez, L. (2006). Observación de rangos de vuelo de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en ambientes urbanos. *Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Colombia*.
- Patiño, E., Suarez, L., Andrade, H., & Segura, M. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Vol. 9 Núm. 2* .
- Pérez, M. (27 de junio de 2016). Crece la alerta por desaparición de abejas en varios estados. *La jornada*.
- Pinilla, P., & Nates-Parra, G. (2015). Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino colombiano. *Rev Colomb Entomol. 41(1)*., 112-119.

- Potts, S., Biesmeijer, J., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology y evolution*, 25, 345-353.
- Proctor, M., & Lack, A. (1996). *The natural history of pollination*. Portland, Oregon: Timber Press, 479.
- Restrepo, J. (2016). *Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica "Encenillo", Guasca- Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Pontificia Javeriana.
- Reyes, D., Quiroz, J., Kelso, H., Huerta, M., Avendaño, C., & Lobato, R. (2015). Caracterización estomática de cinco especies del género *Vanilla*. : *Agronomía Mesoamericana*, 237-246.
- Rodríguez, M., Milord , D., Castillo , P., & Aguilar , C. (1995). *Glosario de términos en salud ambiental*. Obtenido de Mepetec: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO): 1995. (ECO).
- Rodriguez, A., Chamorro, F., Calderón, L., Pinilla, M., Henao, M., & Ospina, R. (2015). *Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia*. Bogotá: Escala S.A.
- Russo, L., Park, M., Gibbs, J., & Danforth, M. (2015). The challenge of accurately documenting bee species richness in agroecosystems: bee diversity in eastern apple orchards. *Ecology and Evolution*, 5 (17): , 3531-3540.
- SAGARPA. . (2010). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. . *Claridades Agropecuarias. Núm. 199. Coordinación General de Ganadería.* , México. 31 pp.
- Scheper, J., Bommarco, A., Holzschuh , S., Potts, V., Riedinger, S., Roberts, M., & Rundlöf, M. (2015). Local and Landscape-Level Floral Resources Explain Effects of Wildflower Strips on Wild Bees across Four European Countries. . *Journal of Applied Ecology In press. doi:10.1111/1365-2664.12479*.
- Serrano, F. (6 de Septiembre de 2020). Coordinador de proyecto apicola proteccion de polinizadores y economias alternativas de la SDRA de Zipaquira. (J. P. Poveda, Entrevistador)

- Silva, D., Arkos, A., & Gómez, J. (2008). Guía ambiental apícola. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos*, 142.
- Silva, D., Gómez, J., & Arcos, A. (2008). *Guía ambiental apícola*. Bogotá.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Grey Comercializadora Ltda.
- Solorio, B., Martínez, A., López, G., & Arteaga, T. (2016). La biomasa de los sistemas productivos de maíz nativo (*Zea mays*) como alternativa a la captura de carbono. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental vol.32 no.3* .
- The economics of ecosystems and biodiversity - TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, Lon. Foundations, Earthscan, London and Washington.
- Torres, C., & Galetto, L. (2008). Importancia de los polinizadores en la reproducción de Asteraceae de Argentina Central. *Acta Bot Venez; 31(2):*, 473-494.
- Torres, J., & Guevara, A. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidraulico. *Gaceta ecológica, núm. 63*, 40-59.
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Muñoz, C., & Cuellar, M. (2008). Utilización de la abeja *Apis mellifera* como polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. *Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica);* , 76.
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Tello, J., Castañeda, S., Calvo, N., Ortega, N., & Riveros, L. (2011). *Polinización dirigida con abejas Apis mellifera : Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica C.I. Tibaitatá.
- Vasquez, R., Ballesteros, H., Ortegón, Y., & Castro, U. (2006). Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*). *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 7(1)* , 50-53.

- Watson, D. (1947). Comparative physiological studies in the growth of field crop. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany* 11, 41-76.
- Williams, I. (1994). The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. *Agricultural Zoology Reviews (United Kingdom)* . .
- Whitehorn, P., O'Connor, S., Wäckers, F., & Goulson, D. (2012). Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. *Science (New York, N.Y.)*. Vol, 336.
- World Trade Organization. (2010). World trade report. *Trade nature resources*.
- Yangari , B. (2008). El ocaso de las abejas alarma a los científicos. Ed. CENSA. Red de Desastres: redesastres@censa.edu.cu Cuba. Circulado por: Abeledo, G. <abeledo@censa.edu.cu> Infomed. Cuba. Fecha: 13 de mayo, 14:59:15 - 0500.
- Yepes, A. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión). . *Colombia Forestal*, vol. 14, núm. 2. , 213-232.

ANEXOS

ANEXO I
CATALOGO FLORÍSTICO

RESERVA FORESTAL PROTECTORA PÁRAMO DE GUERRERO

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	LÍQUENES	CLADONIACEAE	<i>Cladonia sp.</i>	No conocido
2		CLADONIACEAE	<i>Cladonia sp1.</i>	No conocido
3		CLADONIACEAE	<i>Cladonia sp2.</i>	No conocido
4		PARMELIACEAE	<i>Usnea sp.</i>	No conocido
5		PARMELIACEAE	<i>Usnea sp1.</i>	No conocido
6		STICTACEAE	<i>Sticta sp.</i>	No conocido
7	BRIOFITOS	BARTRAMIACEAE	<i>Breutelia sp1.</i>	Musgo
8		BARTRAMIACEAE	<i>Breutelia sp2.</i>	Musgo
9		BRYACEAE	<i>Rhodobryum grandifolium</i> (Taylor)	Musgo
10		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp1.</i>	Musgo
11		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp2.</i>	Musgo
12		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp3.</i>	Musgo
13		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp4.</i>	Musgo
14		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp5.</i>	Musgo
15		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp6.</i>	Musgo
16		DICRANACEAE	<i>Campylopus sp7.</i>	Musgo
17		DICRANACEAE	<i>Chorisodontium sp1.</i>	Musgo
18		DICRANACEAE	<i>Chorisodontium sp2.</i>	Musgo
19		DICRANACEAE	<i>Chorisodontium sp3.</i>	Musgo
20		DICRANACEAE	<i>Chorisodontium sp4.</i>	Musgo

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
21		DICRANACEAE	<i>Chorisodontium sp5.</i>	Musgo
22		HYLOCOMIACEAE	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	Musgo
23		HYPNACEAE	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	Musgo
24		NECKERACEAE	<i>Neckera chilensis</i> Schimp. Ex Mont.	No conocido
25		ORTHROTRICHACEAE	<i>Macromitrium sp.</i>	No conocido
26		POLYTRICHACEAE	<i>Pogonatum sp.</i>	No conocido
27		POTTIACEAE	<i>Leptodontium sp.</i>	Musgo
28		POTTIACEAE	<i>Leptodontium sp1.</i>	Musgo
29		POTTIACEAE	<i>Leptodontium sp2.</i>	Musgo
30		PRIONODONTACEAE	<i>Prionodon sp1.</i>	No conocido
31		PRIONODONTACEAE	<i>Prionodon sp2.</i>	No conocido
32		RHYZOGONIACEAE	<i>Pyrrhobryum sp.</i>	No conocido
33		SPHAGNACEAE	<i>Sphagnum sp.</i>	Musgo
34		SPHAGNACEAE	<i>Sphagnum sp1.</i>	Musgo
35		SPHAGNACEAE	<i>Sphagnum sp2.</i>	Musgo
36		SPHAGNACEAE	<i>Sphagnum sp3.</i>	Musgo
37		THAMNOBRYACEAE	<i>Porotrichum sp.</i>	No conocido
38		THAMNOBRYACEAE	<i>Porotrichodendron sp.</i>	No conocido
39	HEPÁTICAS	HERBERTACEAE	<i>Herbertus sp.</i>	No conocido
40		HERBERTACEAE	<i>Heterocyphus sp.</i>	No conocido
41		LEJEUNEACEAE	<i>Indeterminada</i>	No conocido
42		LEJEUNEACEAE	<i>Indeterminada</i>	No conocido
43		LEJEUNEACEAE	<i>Lepidozia incurvata</i>	No conocido
44		PLAGIOCHILACEAE	<i>Plagiochila sp1.</i>	No conocido

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
45		PLAGIOCHILACEAE	<i>Plagiochila sp2.</i>	No conocido
46		PLAGIOCHILACEAE	<i>Plagiochila sp3.</i>	No conocido
47		PLAGIOCHILACEAE	<i>Plagiochila sp4.</i>	No conocido
48		PLAGIOCHILACEAE	<i>Plagiochila sp5.</i>	No conocido
49		PLAGIOGYRIACEAE	<i>Plagiogyria semicordata</i> (Presl.) Christ.	No conocido
50	PTERIDOFITOS	CYATHEACEAE	<i>Cyathea sp.</i>	No conocido
51		DRYOPTERIDACEA	<i>Elaphoglossum aff. engelii</i> (Karst.)	No conocido
52		DRYOPTERIDACEA	<i>Elaphoglossum sp1.</i>	No conocido
53		DRYOPTERIDACEA	<i>Elaphoglossum sp2.</i>	No conocido
54		GRAMMITIDACEAE	Indeterminado	No conocido
55		HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum sp.</i>	No conocido
56		HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum sp1.</i>	No conocido
57		LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium clavatum</i> Linnaeus.	Caminadera
58		LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium jussiaei</i> Poiret.	Caminadera
59		LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium thyoides</i> Willd.	Caminadera
60		LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia cruenta</i> (Spring.) Rothm.	Caminadera
61		LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia sp.</i>	Caminadera
62		POLYPODIACEAE	<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.	No conocido
63		POLYPODIACEAE	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	No conocido
64		POLYPODIACEAE	<i>Asplenium sp1.</i>	No conocido
65		POLYPODIACEAE	<i>Blechnum loxense</i> (H.B.K.) Salomon.	No conocido
66		POLYPODIACEAE	<i>Blechnum sp.</i>	No conocido
67		POLYPODIACEAE	<i>Campyloneurum aff. leucorhizon</i> (K.I.)	No conocido
68		POLYPODIACEAE	<i>Campyloneuron sp1.</i>	No conocido

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
69		POLYPODIACEAE	<i>Campyloneuron sp2.</i>	No conocido
70		POLYPODIACEAE	<i>Melpomene sp1</i>	No conocido
71		POLYPODIACEAE	<i>Melpomene sp2.</i>	No conocido
72		POLYPODIACEAE	<i>Polypodium aff. guttatum</i> Maxon	No conocido
73		POLYPODIACEAE	<i>Polypodium sp1.</i>	No conocido
74		POLYPODIACEAE	<i>Polypodium sp2.</i>	No conocido
75		POLYPODIACEAE	<i>Polypodium sp3.</i>	No conocido
76		POLYPODIACEAE	<i>Polypodium sp4.</i>	No conocido
77		POLYPODIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i> (Linnaeus) Kuhn.	No conocido
78		THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris sp1.</i>	No conocido
79		THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris sp2.</i>	No conocido

80	ANGIOSPERMAS	ALSTROMERIACEAE	<i>Bomarea sp.</i>	
81		AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex cf. uniflora</i> Benth.	
82		AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex kunthiana</i> Tr. & Pl.	Mulato
83		ARACEAE	<i>Anthurium sp.</i>	Anturium
84		ARALIACEAE	<i>Oreopanax bogotense</i> Cuatr.	Pata e gallina
85		ARALIACEAE	<i>Oreopanax mutisianus</i> (HBK)	Higuerón
86		ARALIACEAE	<i>Oreopanax floribundum</i> (HBK)	Higuerón
87		ASCLEPIADACEAE	<i>Cynanchum aff. tenellum</i> L. f.	Bejuco
88		ASTERACEAE	<i>Ageratina gracilis</i> (H.B.K) R.M.	No conocido
89		ASTERACEAE	<i>Ageratina sp1.</i>	No conocido
90		ASTERACEAE	<i>Ageratina sp2.</i>	No conocido

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
91		ASTERACEAE	<i>Ageratina sp3.</i>	No conocido
92		ASTERACEAE	<i>Ageratina vaccinaefolia</i> (Benth.)	No conocido
93		ASTERACEAE	<i>Alloispermum caracasenum</i>	No conocido
94		ASTERACEAE	<i>Baccharis aff. rupicola</i> H.B.K.	No conocido
95		ASTERACEAE	<i>Baccharis bogotensis</i> Kunth	No conocido
96		ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	No conocido
97		ASTERACEAE	<i>Bidens sp.</i>	No conocido
98		ASTERACEAE	<i>Chromolaena bullata</i> (Klatt)	No conocido
99		ASTERACEAE	<i>Diplostephium ochraceum</i> (HBK) Nees.	No conocido
100		ASTERACEAE	<i>Diplostephium phyllicoides</i> (Kunth)	No conocido
101		ASTERACEAE	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i> (Benth.)	No conocido
102		ASTERACEAE	<i>Espeletia barclayana</i> Cuatr.	Frailejón
103		ASTERACEAE	<i>Espeletia chocontana</i> Cuatr.	Frailejón
104		ASTERACEAE	<i>Gnaphalium sp.</i>	No conocido
105		ASTERACEAE	<i>Gynoxys sp.</i>	No conocido
106		ASTERACEAE	<i>Gynoxys sp1.</i>	No conocido
107		ASTERACEAE	<i>Gynoxys trianae</i>	No conocido
108		ASTERACEAE	<i>Indeterminada</i>	No conocido
109		ASTERACEAE	<i>Indeterminada</i>	No conocido
110		ASTERACEAE	<i>Indeterminada</i>	No conocido
111		ASTERACEAE	<i>Lasiocephalus sp.</i>	No conocido
112		ASTERACEAE	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	Bejuco
113		ASTERACEAE	<i>Pentacalia guadalupe</i> (Cuatr.) Cuatr.	No conocido
114		ASTERACEAE	<i>Pentacalia nitida</i> (Kunth) Cuatr.	No conocido

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
115		ASTERACEAE	<i>Pentacalia pulchella</i> (Kunth) Cuatr.	No conocido
116		ASTERACEAE	<i>Pentacalia trianae</i> (Klatt.) Cuatr.	No conocido
117		ASTERACEAE	<i>Scrobicaria ilicifolia</i> (L. f.) Nord.	No conocido
118		BEGONIACEAE	<i>Begonia sp.</i>	No conocido
119		BERBERIDACEAE	<i>Berberis goudotii</i> Tr. & Pl.	Uña de gato
120		BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
121		BROMELIACEAE	<i>Greigia collina</i>	
122		BROMELIACEAE	<i>Greigia stenolepis</i> L. B. Sm.	Piñuela
123	ANGIOSPERMAS	BROMELIACEAE	<i>Puya santosii</i> Baker	Cardón
124		BROMELIACEAE	<i>Puya trianae</i> Baker	Cardón
125		BROMELIACEAE	<i>Tillandsia complanata</i> Benth	Quiche
126		BROMELIACEAE	<i>Tillandsia fendleri</i>	Quiche
127		BROMELIACEAE	<i>Vriesia tequendamae</i> André	Quiche
128		CAMPANULACEAE	<i>Centropogon ferrugineus</i> (L.f.) Gleason	No conocido
129		CAMPANULACEAE	<i>Centropogon sp.</i>	No conocido
130		CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth	Chuque
131		CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i>	No conocido
132		CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria sp.</i>	No conocido
133		CHLORANTACEAE	<i>Hediosmun sp.</i>	No conocido
134		CLETHRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> H.B.K.	Canelo
135		CLETHRACEAE	<i>Clethra sp.</i>	No conocido
136		CLETHRACEAE	Indeterminado	No conocido
137		CLUSIACEAE	<i>Clusia multiflora</i> H.B.K.	Gaque-Cape
138		CLUSIACEAE	<i>Clusia sp.</i>	No conocido

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
139		CLUSIACEAE	<i>Clusia sp1.</i>	No conocido
140		CUNONIACEAE	<i>Weinmannia microphylla</i> R. & P.	Encenillo
141		CUNONIACEAE	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Encenillo
142		CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip.	No conocido
143		CYPERACEAE	<i>Rhynchospora cf. macrochaeta</i>	Cortadera
144		CYPERACEAE	<i>Oreobolus cf. goeppingeri</i> Suess.	Colchón
145		DIOSCORIACEAE	<i>Dioscoria sp.</i>	Enredadera
146		ELAEOCARPACEAE	<i>Vallea stipularis</i> Mutis ex. L. f.	Campano-Raque
147		ERICACEAE	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex. L. f.	Pegamosco
148		ERICACEAE	<i>Cavendishia nitida</i> (HBK) A.C.Smith.	Uvo camarón
149		ERICACEAE	<i>Gaultheria anastomosans</i> (L. f.) H.B.K.	No conocido
150		ERICACEAE	<i>Gaultheria rigida</i> H.B.K.	Uvo borrachero
151		ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i> (H.B.K.) A.C.S.	Uvo camarón
152		ERICACEAE	<i>Pernettya hirsuta</i> (Cav.) DC.	Centavito
153		ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D. C.	No conocido
154		ERICACEAE	<i>Vaccinium cf. floribundum</i> H. B. K.	Tote
155		ERIOCAULACEAE	<i>Paepalanthus karstenii</i> Ruhl.	No conocido
156		ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	Rodamonte
157		EUPHORBIACEAE	<i>Dysopsis glechomoides</i>	No conocido
158		GENTIANACEAE	<i>Halenia cf. adpressa</i> Allen	No conocido
159		GENTIANACEAE	<i>Macrocarpea glabra</i> Cf.	No conocido
160		GERANIACEAE	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	No conocido
161		HYPERICACEAE	<i>Hypericum goyanesii</i> Cuatr.	
162		HYPERICACEAE	<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth.	

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
163		HYPERICACEAE	<i>Hypericum sp.</i>	
164		IRIDACEAE	<i>Orthrosanthus chimborascensis</i> (Kunth)	Esterilla
165		LAURACEAE	<i>Ocotea calophylla</i> Mez.	Cape
166	ANGIOSPERMAS	LAURACEAE	<i>Persea ferruginea</i> H.B.K.	No conocido
167		LAURACEAE	<i>Persea mutisii</i> H.B.K.	No conocido
168		LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i> (R & P)	Tague
169		LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron sp.</i>	No conocido
170		MELASTOMATAACEAE	<i>Axinaea cf. macrophylla</i> Triana	No conocido
171		MELASTOMATAACEAE	<i>Brachyotum cf. strigosum</i> (L. f.) Triana	Quebrolo
172		MELASTOMATAACEAE	<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.	Charne
173		MELASTOMATAACEAE	Indeterminado 1.	No conocido
174		MELASTOMATAACEAE	Indeterminado 2	No conocido
175		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia aff. theaezans</i> (Bonpl.)	Tuno
176		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia biappendiculata</i> (Naud.)	Tuno
177		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia chionophila</i> Naudin	No conocido
178		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia ligustrina</i> (Sm.) Tr.	Tuno esmeraldo
179		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl.) Naud.	Tuno
180		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia sp1.</i>	Tuno
181		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia sp2.</i>	Tuno
182		MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia sp3.</i>	Tuno
183		MELASTOMATAACEAE	<i>Monochaetum cf. myrtoideum</i>	Quebrolo
184		MELASTOMATAACEAE	<i>Tibouchina cf. mollis</i> (Bonpl.) Cong.	Siete cueros
185		MELASTOMATAACEAE	<i>Tibouchina sp.</i>	Siete cueros
186		MYRICACEAE	<i>Myrica parvifolia</i> Benth.	Laurel

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
187		MYRSINACEAE	<i>Cybianthus iteoides</i> (Benth.) Agost.	Cucharo blanco
188		MYRSINACEAE	<i>Geisanthus andinus</i> Mez.	Cucharo
189		MYRSINACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (R. & P.) Spreng. F.	No conocido
190		MYRSINACEAE	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze.	No conocido
191		MYRSINACEAE	<i>Myrsine</i> sp.	No conocido
192		MYRSINACEAE	<i>Myrsine</i> sp1.	No conocido
193		MYRTACEAE	<i>Myrcianthes cf. orthostemon</i> (Berg)	Arrayán
194		MYRTACEAE	<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ort.) McVaugh.	Arrayán
195		ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum</i> sp.	No conocido
196		ORCHIDACEAE	<i>Gomphichis</i> sp2.	No conocido
197		ORCHIDACEAE	<i>Odontoglossum lindenii</i> Ldl.	No conocido
198		ORCHIDACEAE	<i>Pleurotallis galeta</i> Ldl.	No conocido
199		ORCHIDACEAE	<i>Stelis</i> sp.	No conocido
200		OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i> sp.	No conocido
201		PASSIFLORACEAE	<i>Indeterminada</i>	No conocido
202		PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora adulterina</i> L. f.	Bejuco
203		PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca</i> sp.	No conocido
204		PIPERACEAE	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	No conocido
205		PIPERACEAE	<i>Peperomia saligna</i> Kunth	No conocido
206		PIPERACEAE	<i>Peperomia</i> sp.	No conocido
207		PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.	Cordoncillo
208		PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp1.	Cordoncillo
209	ANGIOSPERMAS	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago</i> sp.	No conocido
210		POACEAE	<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud	Paja

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
211		POACEAE	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	Chusque
212		POACEAE	<i>Cortaderia cf. sericanta</i> (Steud) Hitchc.	No conocido
213		POACEAE	<i>Indeterminado</i>	No conocido
214		POLYGALACEAE	<i>Monnina aestuans</i> (L. f.) DC.	Tinto guagüito
215		POLYGALACEAE	<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.	Tinto guagüito
216		POLYGONACEAE	<i>Muelembeckia sp.</i>	Enredadera
217		RHAMNACEAE	<i>Rhamnus goudotiana</i> Tr. & Pl.	Amarillo
218		ROSACEAE	<i>Hesperomeles aff. heterophylla</i>	Mortiño
219		ROSACEAE	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Mortiño
220		ROSACEAE	<i>Hesperomeles sp.</i>	Mortiño
221		ROSACEAE	<i>Prunus sp.</i>	No conocido
222		ROSACEAE	<i>Rubus acantophyllus</i> Focke.	Zarzamora
223		ROSACEAE	<i>Rubus sp.</i>	Zarzamora
224		RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum muticum</i> (Wedd.) Standl.	No conocido
225		RUBIACEAE	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) ex. Griseb.	No conocido
226		RUBIACEAE	<i>Nertera granadensis</i> (L.f.) Druce.	Poleo
227		RUBIACEAE	<i>Palicourea aff. lineariflora</i> Wernh.	No conocido
228		SAXIFRAGACEAE	<i>Ribes andicola</i> Jancz	No conocido
229		SCROPHULARIACEAE	<i>Aragoa abietina</i> H.B.K.	No conocido
230		SCROPHULARIACEAE	<i>Castilleja fissifolia</i> L.f.	No conocido
231		SMILACACEAE	<i>Smilax sp.</i>	Enredadera
232		SMILACACEAE	<i>Smilax tomentosa</i>	Enredadera
233		UMBELLIFERAE	<i>Niphogeton sp.</i>	No conocido
234		UMBELLIFERAE	<i>Hydrocotyle sp.</i>	No conocido

	GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
235		URTICACEAE	<i>Pilea sp.</i>	No conocido
236		URTICACEAE	<i>Pilea sp1.</i>	No conocido
237		VALERIANACEAE	<i>Valeriana aff. pavoni</i>	Enredadera
238		VALERIANACEAE	<i>Valeriana longifolia</i> H.B.K.	Mata e perro
239		VISCACEAE	<i>Dendrophthora clavata</i> (Benth.) Urb.	No conocido
240		VISCACEAE	<i>Phoradendron sp.</i>	No conocido
241		WINTERACEAE	<i>Drymis granadensis</i> L.f.	Ajicillo