

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

CAMPUS ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA



“Caracterización biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola,  
en la comunidad Chuipoj, Santa María Visitación, Sololá”.

Trabajo de graduación presentado por Benjamín Alexander Meletz Roquel para optar por el  
grado académico de Licenciado en Ingeniería Agroforestal

Guatemala

2024



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

CAMPUS ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA




“Caracterización biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola,  
en la comunidad Chuipoj, Santa María Visitación, Sololá”.

Trabajo de graduación presentado por Benjamín Alexander Meletz Roquel para optar por el  
grado académico de Licenciado en Ingeniería Agroforestal


Guatemala


2024


Vo.B0.:

(f)   
Ing. Angel Mario Zapeta Ajpop

Tribunal Examinador:

f)   
Ing. Angel Mario Zapeta Ajpop

(f)   
Ing. Esdras Rafael Tzoc Jeréz

(f)   
MA. Manuel Zacarías Ixmatá Guarchaj

Fecha de aprobación: Guatemala, 15 de noviembre de 2024.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	i
<b>ABSTRAC</b> .....	iii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. JUSTIFICACIÓN</b> .....	2
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	3
A. General.....	3
B. Específicos .....	3
<b>IV. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
A. Sistemas agroforestales basados en la apicultura.....	4
1. Polinización en el ámbito agroforestal.....	4
B. Importancia de los polinizadores .....	4
C. Polinización en los recursos florales .....	5
D. La polinización como servicios de los ecosistemas .....	5
E. Antecedentes de abejas ( <i>Apis mellífera</i> ) .....	6
F. Flora con potencial apícola .....	6
1. Herbáceas con potencial apícola .....	7
a. El néctar .....	7
b. El polen .....	8
c. Clasificación de plantas .....	8
1) Plantas de cosecha.....	8
2) Plantas de sostenimiento .....	8
d. Importancia de la flora apícola de la zona. ....	9
1) Oportunidad de floración .....	9
2) Intensidad y longitud de floración .....	9
2. Arbustos con potencial apícola .....	10
3. Especies forestales con potencial apícola.....	10
4. Caracterización biofísica .....	13
<b>V. METODOLOGÍA</b> .....	15
A. Enfoque de la investigación.....	15

B.	Tipo de investigación .....	15
C.	Ubicación del estudio .....	15
D.	Descripción del área de estudio.....	15
E.	Descripción de variables dependientes .....	16
1.	Número de sistemas agroforestales .....	16
2.	Cuantificar las especies melíferas para cada sistema agroforestal .....	16
3.	Temperatura.....	16
4.	Pendiente y altitud.....	17
5.	Textura, perfil del suelo y pH.....	17
6.	Humedad relativa .....	17
7.	Uso del suelo .....	17
F.	Modelo estadístico del experimento y descripción de la fórmula.....	17
G.	Descripción de las unidades muestrales .....	18
1.	Fase de gabinete .....	18
2.	Sistemas agroforestales (fase de campo).....	19
H.	Población universo .....	22
I.	Diseño o croquis de campo, con medidas.....	22
J.	Temporada de floración .....	23
K.	Distribución de plantas con potencial apícola a implementar .....	24
L.	Fase de análisis .....	24
1.	Parte final del estudio que consta en definir los datos finales para la caracterización biofísica de los sistemas agroforestales intervenidos. ....	24
M.	Lista de materiales y herramientas utilizadas.....	25
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
A.	Especies forestales presentes en el sistema agroforestal del apiario.....	26
B.	Especies forestales presentes en los SAF 2 y 3.....	27
C.	Especies forestales presentes en los SAF 4 y 5.....	27
D.	Especies forestales presentes en los SAF 6, 7 y 8.....	27
E.	Índice de Shannon para las especies forestales en los 8 SAF .....	28
F.	Especies arbustivas presentes en el apiario Apis Juyú.....	29
G.	Especies arbustivas presentes en SAF 2 y 3.....	31
H.	Especies arbustivas presentes en SAF 4 y 5.....	31
I.	Especies arbustivas presentes en SAF 6, 7 y 8 .....	31

J.	Índice de Shannon de especies arbustivas en el apiario Apis Juyú.....	33
K.	Familias herbáceas presentes en el apiario Apis Juyú .....	34
L.	Familias herbáceas presentes en SAF 2 y 3 .....	36
M.	Familias herbáceas presentes en SAF 4 y 5 .....	36
N.	Familias herbáceas presentes en SAF 6, 7 y 8 .....	36
O.	Índice de Shannon de familias herbáceas en los 8 sistemas agroforestales .....	36
P.	Temperatura y humedad media como factores climáticos.....	39
Q.	Textura, pH y perfil del suelo como factores edáficos.....	40
R.	Altitud y pendiente como factores del relieve .....	41
S.	Fuente hídrica para las abejas .....	42
T.	Estación meteorológica más cercana .....	42
<b>VII.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
A.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas encontradas en el apiario.....	43
B.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas en SAF 2 .....	47
C.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas del SAF 3.....	48
D.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas de los SAF 4 y 5 .....	48
E.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas del SAF 6 .....	48
F.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas en el SAF 7.....	49
G.	Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas en el SAF 8.....	49
H.	Análisis del índice de Shannon .....	50
I.	Temperatura y humedad relativa.....	50
J.	Textura, pH y perfil del suelo .....	51
K.	Altitud y pendiente.....	52
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>IX.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>57</b>
<b>XI.</b>	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>64</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>66</b>
A.	Cronograma de actividades.....	66
B.	Formato de boleta de campo forestales.....	67
C.	Formato de boleta de campo arbustivas .....	68
D.	Formato de boleta de campo herbáceas.....	69

E.	Presupuesto general .....	70
F.	Mapa de georreferenciación del apiario Apis Juyú.....	71
G.	Mapa de georreferenciación del área de estudio .....	72
H.	Mapa de ubicación del estudio, los polígonos de los 8 SAFs y los puntos de muestreo	73
I.	Carta de interés extendida por el Concejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Área forestal.....	74
J.	Árbol del problema .....	75
K.	Fotografías de especies forestales .....	76
L.	Fotografías de especies arbustivas .....	77
M.	Fotografías de especies herbáceas.....	77
N.	Fotografías de calicatas para textura, pH y perfil del suelo .....	80
O.	Fotografías de datos he instrumentos de medición de temperatura y humedad relativa	82
P.	Fotografías de obtención de datos de pendiente y altitud.....	83
Q.	Fotografías de campo .....	84
R.	Boletas y datos forestales de campo .....	87
S.	Boletas y datos arbustivos de campo .....	90
T.	Boletas y datos herbáceas de campo.....	93
U.	Cálculos realizados para la textura del suelo .....	95

## ÍNDICE DE CUADROS/TABLAS

Tabla 1.	Especies forestales <i>melíferas</i> .....	11
Tabla 2.	Materiales y herramientas .....	25
Tabla 3.	Composición forestal del apiario Apis Juyú .....	26
Tabla 4.	Especies forestales en los SAF 2-8 .....	27
Tabla 5.	Datos y resolución de fórmula del índice de Shannon (forestales).....	28
Tabla 6.	Áreas de sistemas agroforestales y tipificación .....	29
Tabla 7.	Composición arbustiva del apiario Apis Juyú.....	30
Tabla 8.	Especies arbustivas encontradas en SAF 2-8.....	32
Tabla 9.	Datos y resolución de fórmula del índice de Shannon (arbustos).....	34
Tabla 10.	Composición herbácea del apiario Apis Juyú .....	35
Tabla 11.	Familias herbáceas encontradas en SAF 2-8 .....	37
Tabla 12.	Datos y resolución de fórmula del índice de Shannon (herbáceas) .....	38
Tabla 13.	Porcentajes de arcilla, limo y arena para la textura del suelo .....	41
Tabla 14.	Especies forestales melíferas .....	43
Tabla 15.	Especies arbustivas melíferas .....	44
Tabla 16.	Familias herbáceas melíferas .....	45
Tabla 17.	Matriz de capacidad de uso de la tierra para la región “Tierras altas volcánicas” ....	52
Tabla 18.	Resumen de la caracterización biofísica en los 8 SAF de intervención .....	53

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES/FIGURAS

Figura 1.	Polinizadores.....	5
Figura 2.	Servicios ecosistémicos .....	6
Figura 3.	Abeja extrayendo polen .....	9
Figura 4.	Triángulo de texturas del suelo .....	21
Figura 5.	Dinámica de circunferencias para muestreos de herbáceas .....	22
Figura 6.	Circunferencia para el muestreo de herbáceas, diámetro 1 m. ....	22
Figura 7.	Circunferencia de muestreo para arbustivas, diámetro de 20 m. ....	23
Figura 8.	Censo forestal, dimensiones relativas de acuerdo con el área de cada sistema agroforestal. ....	23
Figura 9.	Cantidad y repetición de especies forestales.....	46
Figura 10.	Cantidad y repetición de especies arbustivas.....	47
Figura 11.	Cantidad y repetición de familias de herbáceas para los 8 SAFs .....	50

## RESUMEN

La pérdida de la flora y fauna está en constante aumento, según J. Loening & Markussen, (2003), los ecosistemas se encuentran en colapso, el cambio climático se acelera y la biodiversidad de especies disminuye constante y considerablemente; la población mundial aumenta diariamente, demandando alimentos en colosales cantidades y demandando espacio para vivir, esto lleva al aumento de la frontera agrícola y al cambio del uso del suelo para infraestructura; destruyendo bosques, ecosistemas y lo más importante, la biodiversidad. Stefanescu, et al., (2018) argumenta que, la población de las abejas también ha disminuido por estos problemas, siendo las abejas las mayores polinizadoras para la conservación de la biodiversidad, su disminución poblacional provoca que algunas especies de flora se encuentran al borde de la extinción, con el fin de contribuir a la conservación de la biodiversidad en Guatemala, se proporcionó información sobre el manejo de la biodiversidad mediante la determinación de las características biofísicas de sistemas agroforestales colindantes al apiario Apis Juyú, así mismo se evaluó si algunas de las especies inmersas contribuyen a la alimentación y al aumento de la población de las abejas, es decir, si estas son melíferas o demuestran lo contrario, ya que existe simbiosis entre las plantas y las abejas.

Para esto, se determinaron nueve (9) aspectos biofísicos, siendo estos: la biodiversidad, uso del suelo, temperatura, humedad relativa, textura, pH y perfil del suelo, altitud y pendiente. Para la biodiversidad en el apiario, se realizó la identificación de árboles mediante un censo forestal, la identificación de familias de herbáceas y especies arbustivas mediante un muestreo sistemático; con los datos obtenidos, se realizó el análisis y la aplicación del índice de Shannon demostrando el nivel de biodiversidad presente. Seguidamente se realizó el mismo proceso en los sistemas agroforestales aledaños al área del apiario en un radio de 0.3 kilómetros, dando un total de ocho (8) SAF incluyendo el apiario. Luego, se determinaron el resto de los factores biofísicos como: el Uso del suelo mediante la observación de los elementos que interactúan en los SAF, la temperatura y la humedad relativa por medio de un registrador Bluetooth y un GPS en diferentes horarios para determinar la media de ambos datos, la textura, el pH y el perfil del suelo con ayuda de calicatas y muestras de suelo elegidas sistemáticamente, la altitud y pendiente mediante GPS y un nivel tipo A.

Con el análisis de los datos de campo de las características biofísicas, se determinaron las especies vegetales consideradas melíferas que aumentan la diversidad en los sistemas de producción, contribuyen al crecimiento poblacional de las abejas, y que conservan y aumentan la diversidad biológica del municipio de Santa María Visitación, Sololá. Posteriormente se implementaron 3 especies melíferas herbáceas; (*Ocimum basilicum L.*) albahaca, (*Matricaria chamomilla*) manzanilla, (*Ruta graveolens*) ruda, 3 especies melíferas arbustivas; (*Baccharis latifolia*) chilca amarilla, (*Coffea arabica*) café, (*Prunus domestica L.*) ciruela y 3 especies melíferas forestales; (*Cedrela odorata*) cedro, (*Bursera simaruba (L.) Sarg.*) palo de jiote, (*Prunus laurocerasus*) laurel en el área del apiario basado en (Reyes Donis & Solórzano Castillo, 2023), con el propósito de fortalecer al apiario.

Por medio del estudio se logró determinar que la diversidad biológica del área de intervención de las abejas se encuentra en el rango normal en los tres estratos (forestal, arbustivo y herbáceo), y que el 77.5% de las especies son melíferas, por lo que se determina que el área total y colindante al apiario proporciona alimento a las abejas y mantiene los niveles de biodiversidad. También se determinó que la temperatura máxima del lugar es de 25° y la mínima de 12°. La humedad relativa por la mañana (6:00 am) es del 51.12%, la humedad relativa al medio día (12:30 pm) es del 76.5%, la humedad relativa por la noche (6:00 pm) es del 71.2%. En cuanto al suelo, se determinó que en su mayoría son suelos francos con un potencial de hidrógeno neutro y una capa arable estándar, que la altitud del lugar es de 2088.67 msnm con pendientes medias del 28.66%.

Por lo tanto, el área intervenida es idónea para la simbiosis de apiarios y sistemas agroforestales. Finalmente, con los resultados obtenidos de esta investigación, se pretende fomentar la conservación de la biodiversidad, incrementar la productividad de los sistemas agroforestales y la incorporación de especies melíferas que contribuyan a una apicultura sostenible, y así seguir siendo Guatemala megadiverso tal como lo dice (OTECBIO CONAP, 2008).

## ABSTRAC

The loss of flora and fauna is constantly increasing, according to J. Loening & Markussen, (2003), ecosystems are in collapse, climate change is accelerating and the biodiversity of species is constantly and considerably decreasing; the world population increases daily, demanding food in colossal quantities and demanding space to live, this leads to the increase of the agricultural frontier and the change of land use for infrastructure; destroying forests, ecosystems and most importantly, biodiversity. Stefanescu, et al., (2018) argues that, the bee population has also decreased due to these problems, being bees the major pollinators for biodiversity conservation, their population decline causes some species of flora to be on the verge of extinction, in order to contribute to the conservation of biodiversity in Guatemala, information on biodiversity management was provided by determining the biophysical characteristics of agroforestry systems adjacent to the Apis Juyú apiary, and it was also evaluated if some of the immersed species contribute to feeding and increasing the bee population, that is, if they are melliferous or show the opposite, since there is symbiosis between plants and bees.

To this end, nine (9) biophysical aspects were identified: biodiversity, land use, temperature, relative humidity, texture, pH and soil profile, altitude and slope. For the biodiversity of the apiary, trees were identified through a forest census, herbaceous families and shrub species were identified through systematic sampling; with the data obtained, the analysis and application of Shannon's index was carried out, showing the level of biodiversity present. Next, the same process was carried out in the agroforestry systems surrounding the apiary within a radius of 0.3 km, giving a total of eight (8) SAFs including the apiary. The remaining biophysical factors were then determined, such as Land use by observing the elements that interact in the FAS, temperature and relative humidity by means of a Bluetooth recorder and a GPS at different times to determine the average of both data, texture, pH and soil profile by means of calicatas and soil samples systematically selected, altitude and slope by means of GPS and a type A level.

With the analysis of the field data of the biophysical characteristics, the plant species considered to be melliferous that increase the diversity in the production systems, contribute to the population growth of bees, and that conserve and increase the biological diversity of the municipality of Santa María Visitación, Sololá were determined. Subsequently, 3 herbaceous melliferous species were implemented; (*Ocimum basilicum* L.) basil, (*Matricaria chamomilla*)

chamomile, (*Ruta graveolens*) rue, 3 shrub melliferous species; (*Baccharis latifolia*) yellow chilca, (*Coffea arabica*) coffee, (*Prunus domestica* L.) plum and 3 melliferous species of coffee, (*Prunus domestica* L.) plum and 3 melliferous species of bees. ) plum and 3 forest melliferous species; (*Cedrela odorata*) cedar, (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.) palo de jote, (*Prunus laurocerasus*) laurel in the apiary area based on (Reyes Donis & Solórzano Castillo, 2023), with the purpose of strengthening the apiary.

Through the study, it was determined that the biological diversity of the bee intervention area is within the normal range in the three strata (forest, shrub and herbaceous), and that 77.5% of the species are melliferous, so it is determined that the total area adjacent to the apiary provides food for the bees and maintains the levels of biodiversity. It was also determined that the maximum temperature of the site is 25° and the minimum is 12°. The relative humidity in the morning (6:00 am) is 51.12%, the relative humidity at midday (12:30 pm) is 76.5%, and the relative humidity at night (6:00 pm) is 71.2%. Regarding the soil, it was determined that it is mostly loam soils with a neutral hydrogen potential and a standard arable layer, that the altitude of the site is 2088.67 meters above sea level with average slopes of 28.66%.

Therefore, the intervened area is ideal for the symbiosis of apiaries and agroforestry systems. Finally, with the results obtained from this research, we intend to promote biodiversity conservation, increase the productivity of agroforestry systems and the incorporation of melliferous species that contribute to sustainable beekeeping, and thus continue to be a megadiverse Guatemala as stated by OTECBIO CONAP, 2008).

## I. INTRODUCCIÓN

Según Pérez-García, (2020), la biodiversidad de Guatemala se mantendrá mediante la protección, conservación y propagación de especies benéficas que mantienen el equilibrio en los ecosistemas, en este contexto; a través del estudio, se realizó la determinación de características biofísicas de sistemas agroforestales en una parte del área de influencia de las abejas, mediante la determinación de la biodiversidad, se observó la existencia de especies con potencial apícola, ya que se identificaron familias de herbáceas, especies arbustivas y especies forestales de manera sistemática, estas especies poseen características físicas mencionadas en la literatura, tales como: floración, color de la flor, tiempo o duración de la floración, producción de polen, producción de néctar, aroma de la flor, etc. Briseño Santiago, (2018). Se determinó la homogeneidad en la pendiente de los terrenos de los 8 SAF, ya que son terrenos escarpados y pertenecientes a las tierras altas volcánicas INAB, (2000), y que el área intervenida está en la parte media/alta de Santa María Visitación, Sololá

La temperatura media del lugar varía según su uso (en la parte boscosa, la temperatura es menor al medio día en comparación a los terrenos agrícolas por la cobertura vegetal), la altitud media sobre el nivel del mar varía según el punto de referencia. Se determinó que la textura del suelo demuestra ser perfecta para sistemas agroforestales por su composición ya que en su mayoría predomina el limo, el potencial de hidrógeno (pH) en los sistemas agroforestales en su mayoría es neutro, dando lugar al crecimiento y buen desarrollo de cultivos, se observó el perfil del suelo, logrando determinar que se posee bastante materia orgánica. La humedad relativa aumenta conforme la temperatura se eleva, y se determinaron los distintos usos dados a los terrenos como sistemas agroforestales.

Se diversificó y extendió especies melíferas para aumentar la población de abejas y así continuar con el proceso de polinización natural con la mayoría de las especies florales de Guatemala y asegurar la biodiversidad de flora y fauna silvestre.

## II. JUSTIFICACIÓN

Guatemala se considera un país megadiverso, por la cantidad de especies de flora y fauna que existen, la cantidad de ecosistemas dispersos en su territorio, la cantidad de variantes climáticas, edáficas, topográficas y ambientales que presenta, transforman al país en un lugar rico en biodiversidad, lamentablemente las especies de flora y fauna silvestre, están siendo amenazadas por factores como: el uso excesivo de pesticidas, la tala ilegal, los incendios provocados, los cambios del uso del suelo para infraestructura, la ampliación de la frontera agrícola, el cambio de los factores climáticos y ambientales, y la contaminación, según la entrevista con el coordinador general de la CONABIO Kermez, (2009), se ha comprobado que las abejas, algunas aves como los colibrís y algunos mamíferos como los murciélagos son conocidos como los polinizadores por excelencia, son los encargados de realizar la polinización de la mayor parte de especies forestales, arbustivas, herbáceas, epífitas, etc. (Obeso & Herrera, 2018). Estas especies de animales están siendo amenazadas por la disminución de la biodiversidad, las abejas, por ejemplo, brindan servicios ecosistémicos tanto para el ser humano como para la naturaleza, cumplen roles importantes en los ecosistemas, sin embargo, la disminución de su población altera el medio ambiente.

Mientras que CONAP, (2015) indica que una de las seis causas principales de la pérdida de la biodiversidad es la falta de conocimiento e información para el manejo y el uso adecuado de la biodiversidad. En la comunidad Chuipoj, la pérdida de la biodiversidad está en constante aumento, obligando a los apicultores a tener que alimentar a sus colmenas con azúcar y otros insumos, la floración de los bosques ha disminuido por las problemáticas ya mencionadas. Por estos motivos, se recopiló información a través de sistemas agroforestales de producción para determinar la biodiversidad y algunas características biofísicas que presentan estos sistemas para determinar las especies aptas para el crecimiento poblacional de las abejas denominadas especies apícolas, y recomendar la implementación de sistemas agroforestales con alto porcentaje de biodiversidad en especies melíferas benéficas para las abejas, con el fin de mejorar la polinización y la conservación de la biodiversidad de especies vegetales, así como el aumento de la producción de los sistemas agroforestales que se caracterizan en el área de influencia de las abejas. A través de la investigación sistemática referida, se tratará de responder concretamente a la siguiente preguntas: ¿La información que se obtiene de los sistemas agroforestales con especies melíferas y su manejo, mejora la biodiversidad y la población de las abejas?

### III. OBJETIVOS

#### A. General

- ❖ Determinar características biofísicas en sistemas agroforestales utilizadas para la producción de miel en la comunidad de Chuipoj, Santa María Visitación Sololá.

#### B. Específicos

- Identificar familias melíferas de herbáceas, especies arbustivas y especies forestales situadas en el área del apiario y los sistemas agroforestales colindantes.
- Recolectar datos de nueve (9) características biofísicas: clima (temperatura y humedad), relieve (pendiente y altitud), suelo (textura, perfil del suelo y pH), las clases de cobertura vegetal y uso del suelo.
- Medir la biodiversidad vegetal del apiario Apis Juyú, en la comunidad Chuipoj, Santa María Visitación, Sololá, en los tres estratos (bajo, medio y alto).

## IV. MARCO TEÓRICO

### A. Sistemas agroforestales basados en la apicultura

Los sistemas agroforestales han evolucionado para las necesidades que se presenten en los productores, un ejemplo muy claro y sostenible son los sistemas agroforestales basados en la apicultura por la importancia, biológica, cultural, social y económica que estos poseen.

#### 1. Polinización en el ámbito agroforestal

Uno de los procesos más importantes para la biodiversidad, es la polinización, ya que el polen viaja desde el pistilo (parte masculina) hasta el estigma (parte femenina) de la planta para que exista una fecundación exitosa dando origen a una semilla para posteriormente obtener una nueva planta (este proceso en plantas hermafroditas, monoicas y dioicas), los agentes primordiales encargados de la transportación de polen de flor en flor son: El viento, el agua y los animales denominados polinizadores, de estos la mayoría son insectos como las abejas, aves y algunos mamíferos como los murciélagos.

Los polinizadores y las plantas llevan una interacción, adaptación y evolución de millones de años, creando simbiosis entre sí, es decir, ambos agentes se benefician el uno del otro, existe una cooperación mutua, los animales adquieren alimento (néctar y polen) entre otros servicios, las plantas aseguran su descendencia Moína et al., (2020).

### B. Importancia de los polinizadores

Las abejas son los insectos que por excelencia realizan la labor de la polinización, por lo que tienen una gran importancia ecológica y económica dentro de la agroforestería, agro-sistemas y los ecosistemas en general, gracias a esta gran labor que realizan estos insectos y la mayor parte de los seres vivos incluyendo a los humanos pueden subsistir, beneficiándose directa o indirectamente de la polinización realizada por las abejas Robles, (2018).

Según Cuadra & Rodríguez (2019), se estima que el 80% de las plantas silvestres y el 75% de los cultivos para la alimentación del ser humano dependen de la polinización biótica para la producción de frutos y semillas, el grado de dependencia de los polinizadores varía entre las especies vegetales, pero la ausencia de los mismo puede reducir la producción a un 100%, de allí la importancia ecológica alimentaria.

En los últimos años se ha visto afectado la abundancia de la biodiversidad de plantas por la decadencia de la abundancia de los polinizadores, como parte del deterioro ambiental, debido a la destrucción de hábitats y el cambio climático, la importancia de los polinizadores es notorio en la reducción considerable de la población de especies endémicas.

Figura 1. Polinizadores



*Fuente:* Polinizadores (Infoagro 2018).

### C. Polinización en los recursos florales

En los procesos de polinización es necesario una simbiosis entre flores y polinizadores, por lo tanto, las flores producen estímulos y recompensas como olores, colores, incluso formas que atraen a polinizadores desde grandes distancias, para que los polinizadores puedan alimentarse de néctar, y accidental o inconscientemente estos transporten el polen de flor en flor, fecundándolas y concluyendo una etapa de la reproducción de las plantas.

Hansen (2018), añade que “Los polinizadores tienen preferencias en cuanto a la forma y el color de las flores. Las abejas prefieren flores blancas, amarillas y azules; las aves prefieren rojo, anaranjado y blanco; y los colores llamativos y brillantes, rojo, amarillo y morado, suelen atraer a las mariposas.” Las abejas son consideradas bioindicadores de la conservación biológica.

### D. La polinización como servicios de los ecosistemas

Christmann, (2019) afirma que se considera un servicio ecosistémico por las condiciones y los procesos que los ecosistemas y las especies que los integran sostienen y sustentan la vida humana.



influyentes en el comportamiento de la flora apícola, tales como las condiciones ambientales que afectan en el crecimiento de la colmena.

#### 1. Herbáceas con potencial apícola

Guallpa Calva, et al. (2019) confirma en su investigación en cuanto a la flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación Experimental Tunshi, Riobamba, Ecuador, afirman que las familias de mayor importancia melífera son las *Fabaceae* en primer lugar, *Asteraceae* en segundo lugar, las *Myrtaceae* en tercer lugar, las *Rosacea* en el cuarto lugar y en el quinto lugar están las *Solanaceae*; esto de acuerdo con la oferta de recurso apícolas que brindan estas familias de herbáceas.

Calva (2020) argumenta que según investigaciones en el área que, evaluada, la familia de herbáceas que destaca por brindar oferta de recursos apícolas es la de las *Brassicas*, cuya tendencia de visita de las abejas (*Apis mellifera*), es mayor a cualquier especie dentro del área.

Las especies de flora melífera o flora apícola están en la lista de plantas más importantes ya que segregan elementos que las abejas aprovechan para su alimentación, estas sustancias son conocidas como néctar y polen, de allí la importancia de su conservación y restauración dentro de los ecosistemas o sistemas agroforestales, para que una planta se considere como una especie melífera es necesario que las flores produzcan néctar o polen que atraiga a las abejas ya sea por su aroma, por su color, o algún otro atractivo, también es necesario que la especie sea abundante, una clasificación de las especies melíferas es: polinífera, flor utilizada por las abejas para la obtención de polen, nectarífera, flor utilizada por las abejas para la obtención de néctar, néctar-polinífera, flores que las abejas utilizan para obtener tanto néctar como polen (Santiago, 2018).

##### a. El néctar

Según Santiago (2018), las abejas buscan el néctar por su rica cantidad de carbohidratos a través de los nectarios (glándulas secretoras de néctar), su función es la recompensa floral a los polinizadores, su contenido principal es de azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa, algunos investigadores han encontrado cantidades de maltosas y levulosas en cantidades muy pequeñas, también se han encontrado porciones mínimas de aminoácidos y sales minerales. Esta es la materia prima fundamental para la creación de miel, la miel puede llegar a adquirir una concentración del 80% de azúcar, esta concentración más el pH bajo convierten a la miel en un bactericida efectivo,

la luz, el suelo, la temperatura y el aire son factores externos que contribuyen a la producción del néctar en las flores.

b. El polen

En gimnospermas y angiospermas, el polen es el gameto masculino, cumple la función biológica de fertilizar el gameto femenino de la misma especie, posee importancia en el proceso de alimentación de las abejas, es indispensable para la conservación y diversificación biológica según la palinología (Santiago, 2018).

c. Clasificación de plantas

Según el documento a documento “Identificación de especies forestales arbóreas y arbustivas con potencial melífero para fortalecer la producción de miel de abeja (*Apis mellifera L.*) en la zona de Intag” Quinteros, (2019), las especies melíferas son clasificadas de la siguiente manera:

1) Plantas de cosecha

Especies vegetales con capacidad de brindar medios necesarios para la producción de miel a lo largo de su ciclo, las plantas de cosecha se caracterizan por la cantidad de flores que estas producen y la cantidad de visitas de parte de las abejas, la abundancia de néctar y polen que estas plantas producen, este tipo de plantas son profusas (Quinteros, 2019).

2) Plantas de sostenimiento

Plantas suficientemente aptas para la subsistencia de las abejas, poseen baja abundancia de recursos apícolas (néctar y polen), con la ventaja de que estas plantas mantienen su floración a lo largo del año y en épocas lluviosas donde la mayoría de las plantas no florecen.

Figura 3. Abeja extrayendo polen



*Fuente:* Rosado Gordón , (2020) “Biodiversidad y contribución de los insectos polinizadores”.

d. Importancia de la flora apícola de la zona.

Según Silva (2018), un eje primordial para la diversidad biológica y la diversidad de productos apícolas es el conocimiento de la flora apícola de la zona, para planear las bases de manejo de la colmena y el aprovechamiento de los recursos que brindan las plantas, el tipo de flora que existe alrededor de la colmena es de vital importancia para la producción apícola, ya que se identifican las propiedades organolépticas de los productos obtenidos. Depende de la oferta floral de las plantas en la zona determina el tipo de miel y polen que existe en la colmena, según el documento Identificación de las especies melíferas en las comunidades de Chicaloma y laza del municipio de Irupana, la paz Bolivia la importancia de una especie vegetal para su actividad apícola depende de determinados aspectos tales como:

1) Oportunidad de floración

Ligado directamente al tiempo de floración, refleja la evolución y cantidad de miel que genera la colmena, pueden ser oportuna si la colmena se favorece en gran medida de la floración de la planta o poco oportuna a niveles bajos de aprovechamiento de la floración Morante, (2019).

2) Intensidad y longitud de floración

Para que la colmena funcione de la mejor manera, las flores deben tener una buena durabilidad indiferentemente de los factores ya mencionados, al periodo de tiempo que dura una floración desde sus primeras flores hasta su número final de flores se le conoce como intensidad y longitud de floración (Morante, 2019).

## 2. Arbustos con potencial apícola

Al igual que las herbáceas, existen muchas especies arbustivas con potencial apícola, estas disponen de flores a alturas accesibles para las abejas a diferencia de las especies forestales, la mayor parte de los árboles frutales como el melocotón, el manzano, el cerezo, se consideran melíferas, y la mayor parte de las especies medicinales, tales como “Los arbustos (*Rosmarinus officinalis*) romero, (*Aloysia citrodora*) cedrón, (*Malva assurgentiflora*), (*Hibiscus acetocella*), (*Hibiscus radiatus*), (*Hibiscus rosa-sinensis*) malvas y (*Ligustrum sp.*); y hierbas como (*Calendula officinalis*) marancela, (*Matricaria chamomilla*) manzanilla, (*Ruta graveolens*) ruda y muchas especies más ” Zenteno, et al. (2022).

## 3. Especies forestales con potencial apícola

Barrance y otros (2003) afirma que en la actualidad, existe mucha información con respecto a las especies arbóreas, pero muy pocos describen la utilidad que tienen estos árboles para los productores, y mucho menos la descripción e importancia de las especies melíferas, según escasa informaciones, las especies forestales con potencial melífero son: *las meliaceas, rubiaceae, leguminoceae, mimosoideae, y sapotaceae*. Por lo general, estas plantas producen una buena cantidad de néctar, polen o son atractivos por el color o aroma de sus flores.

Tabla 1. Especies forestales *melíferas*

No.	Nombre científico	Nombre común	Categoría según CATIE	Característica atrayente para las abejas
1	<i>Acacia angustissima</i>	Chilicap (Zona Occidental-GU); guaje (Zona Central-GU); palo espinudo (Petén-GU)	<i>Melífera</i>	Color
2	<i>Anacardium occidentale</i>	Jocote marañón (GU); jocoto (GU);	<i>Melífera</i>	Olor
3	<i>Andira inermis</i>	Guacamayo	<i>Melífera</i>	Néctar
4	<i>Annona muricata</i>	Guanaba (ES, Petén-GU); guanábana (CR, ES, GU, HO, NI, PA); huanaba (GU)	<i>Melífera</i>	Olor
5	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	<i>Melífera</i>	Néctar
6	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata de vaca (GU)	<i>Melífera</i>	Polen
7	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	<i>Melífera</i>	Color
8	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	<i>Melífera</i>	Polen
9	<i>Caesalpinia coriaria</i>	Nacáscolo	<i>Melífera</i>	Color
10	<i>Caesalpinia velutina</i>	Chalteco (GU); Chaperno blanco (GU); Palo colorado, totoposte	<i>Melífera</i>	Néctar
11	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Sálamo (ES, GU)	<i>Melífera</i>	Olor
12	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	<i>Melífera</i>	Néctar
13	<i>Clethra occidentalis</i>	Zapotillo	<i>Melífera</i>	Olor
14	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón (Petén-GU), Laurel	<i>Melífera</i>	Néctar
15	<i>Cordia dentata</i>	Upay (GU)	<i>Melífera</i>	Néctar

No.	Nombre científico	Nombre común	Categoría según CATIE	Característica atrayente para las abejas
16	<i>Cordia dodecandra</i>	Cericote, Copite, Chacopte, Siricote (BE, GU)	<i>Melífera</i>	Néctar
17	<i>Cordia gerascanthus</i>	Espino blanbojón (Petén-GU); Palo de asta (GU)	<i>Melífera</i>	Néctar
18	<i>Cordia megalantha</i>		<i>Melífera</i>	Olor
19	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste	<i>Melífera</i>	Polen
20	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pito extranjero (ES, GU)	<i>Melífera</i>	Color
21	<i>Genipa americana</i>	Crayo, Irayol	<i>Melífera</i>	Olor
22	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cablote, Contamal	<i>Melífera</i>	Néctar
23	<i>Inga spp.</i>	Subín	<i>Melífera</i>	Color
24	<i>Inga vera</i>	Abitz, Chalum, Cuje	<i>Melífera</i>	Olor
25	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	<i>Melífera</i>	Néctar
26	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalám	<i>Melífera</i>	Olor
27	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	<i>Melífera</i>	Néctar
28	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	<i>Melífera</i>	Néctar
29	<i>Persea americana</i>	Aguacate	<i>Melífera</i>	Néctar
30	<i>Pithecellobium dulce</i>	Cola de lanza, jaguay (GU); madre de flecha (GU)	<i>Melífera</i>	Néctar
31	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cachimbo	<i>Melífera</i>	Color
32	<i>Poeppigia procera</i>	Flor amarilla	<i>Melífera</i>	Color
33	<i>Pouteria sapota</i>	Zapote	<i>Melífera</i>	Néctar
34	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Lagarto	<i>Melífera</i>	Color
35	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	<i>Melífera</i>	Polen

No.	Nombre científico	Nombre común	Categoría según CATIE	Característica atrayente para las abejas
36	<i>Samanea saman</i>	Carretón, Cenicero	Melífera	Néctar
37	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillal, Jaboncillo	Melífera	Olor
38	<i>Schizolobium parahyba</i>	Copté (Petén-GU), Gallinazo (CR), Plumajillo	Melífera	Néctar
39	<i>Sterculia apetala</i>	Bellota (GU); Castaño	Melífera	Color
40	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	Melífera	Néctar
41	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Roble amarillo (GU).	Melífera	Color
42	<i>Trichilia hirta</i>	Cedrillo, Cedrillo colorado, Trompillo	Melífera	Olor

Fuente: Árboles de Centroamérica, Barrance, et al. (2003).

#### 4. Caracterización biofísica

La caracterización biofísica es un pilar fundamental para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agroforestales. Al comprender a profundidad las condiciones físicas y biológicas de un sitio, como el tipo de suelo, el clima y la biodiversidad, se pueden tomar decisiones informadas sobre el diseño y manejo de estos sistemas Carreño, (2021). Esta información detallada permite identificar las potencialidades y limitaciones del sistema, lo que facilita la selección de especies adecuadas y la implementación de prácticas de manejo que promuevan la productividad y la conservación de los recursos naturales. Como señalan Toro et al. (2011), no es posible concebir un mejoramiento y protección del medio ambiente sin considerar las características biofísicas del sitio.

La caracterización biofísica es esencial para evaluar la salud y el funcionamiento de los ecosistemas agroforestales a lo largo del tiempo. Al monitorear variables como la materia orgánica del suelo, la infiltración de agua y la biodiversidad, se puede evaluar el impacto de las prácticas de manejo y detectar cualquier signo de degradación FAO (2023). Esta información permite ajustar las estrategias de manejo en tiempo real, garantizando la sostenibilidad a largo plazo de los

sistemas. Además, la caracterización biofísica proporciona una línea base para comparar los cambios a lo largo del tiempo y evaluar la efectividad de las intervenciones de restauración.

La caracterización biofísica es una herramienta invaluable para la toma de decisiones en la gestión de los paisajes agroforestales. Al integrar la información biofísica con otros factores como las necesidades sociales, económicas y culturales de las comunidades locales, se pueden desarrollar planes de manejo adaptativos que promuevan la sostenibilidad ambiental, la equidad social y la viabilidad económica Carreño, (2021). La caracterización biofísica también puede ser utilizada para identificar áreas prioritarias para la conservación y restauración, así como para diseñar políticas públicas que fomenten la adopción de prácticas agroforestales sostenibles a gran escala.

## V. METODOLOGÍA

### A. Enfoque de la investigación

Investigación mixta con base en caracterización biofísica de 8 sistemas agroforestales en un radio de 0.3 kilómetros de la influencia de las abejas, evaluando datos cualitativos y cuantitativos tales como: la identificación de especies herbáceas, arbustivas y forestales, cuantificación de factores bióticos y abióticos que intervienen en los sistemas agroforestales, etc.

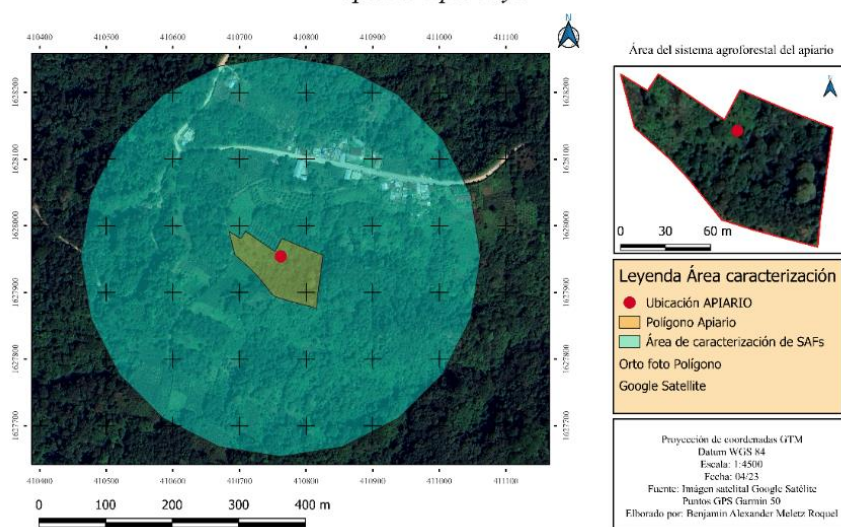
### B. Tipo de investigación

La investigación posee escasos antecedentes, por ello se define como una investigación descriptiva, por lo general, el mejor método de recolección de información certera es la investigación descriptiva en una caracterización de sistemas agroforestales. Además, se utilizaron métodos sistemáticos para poder recolectar datos de campo.

### C. Ubicación del estudio

El lugar donde se realizó la caracterización biofísica de los sistemas agroforestales está ubicado alrededor del apiario Apis Juyú, en un radio de 0.3 kilómetros, en la comunidad Chuipoj, Santa María Visitación, Sololá. Posee coordenadas GTM X 410691, Y 1627987, Datum WGS84 (Ver apéndice D).

*Mapa de área de caracterización de Sistemas Agroforestales colindantes al apiario Apis Juyú*



### D. Descripción del área de estudio

#### 1. Condiciones climáticas

La temperatura por lo general varía entre 8 °C a 24 °C en la mayor parte del año. La temporada de lluvia dura aproximadamente 9 meses a lo largo del año, con un promedio de 250 mililitros por mes. Las coordenadas geográficas de Santa María Visitación son latitud: 14.717°, longitud: -91.317°, y elevación: 1,945 msnm. El área en un radio de 3 kilómetros de Santa María Visitación está cubierta de árboles (69 %), pradera (16 %) y tierra de cultivo (15. %), en un radio de 16 kilómetros de árboles (55 %) y pradera (22 %) y en un radio de 80 kilómetros de pradera (41 %) y árboles (37 %), según el Informe del clima típico en Santa María Visitación, INSIVUMEH (Weather spark, 2023).

## 2. Tipo de bosque

En el lugar se encuentra un bosque nuboso, donde existe una diversidad de especies de plantas y animales, es un ecosistema fascinante y muy especial. Se caracteriza por una alta concentración de niebla, especialmente a nivel de las copas de los árboles, lo que le da su nombre (Sánchez, 2019).

### E. Descripción de variables dependientes

#### 1. Número de sistemas agroforestales

Durante el proceso de caracterización de sistemas agroforestales, se clasificaron ocho sistemas de acuerdo con las especies que interactúan en él, es decir, a partir del muestreo, determinar el tipo de sistema que es según los modelos agroforestales existentes, se determinó la cantidad de sistemas agroforestales a evaluar mediante el área que poseen y por los elementos que contienen a simple vista, se determinó que son representativos para el área de influencia de las abejas.

#### 2. Cuantificar las especies melíferas para cada sistema agroforestal

Cuantificación posterior a la caracterización de los sistemas agroforestales de individuos de la misma especie o de diferente especie con potencial melífero en los tres estratos (bajo, medio y alto). Mediante la identificación de especies dentro de cada sistema agroforestal a caracterizar, se realizó la selección de acuerdo con la literatura las especies melíferas.

#### 3. Temperatura

Magnitud física que indica el grado de calor o frío del ambiente, para ello se recolectaron datos de campo mediante el uso de un registrador de temperatura y humedad relativa con Bluetooth

HOBO (MX1101), con el fin de determinar la temperatura ambiental media de los sistemas agroforestales y el apiario con respecto a los datos del INSIVUMEH.

#### 4. Pendiente y altitud

La pendiente es la medida de la inclinación de una superficie, se realizaron muestras aleatorias con un nivel tipo A para la determinación de la pendiente media en porcentaje para los sistemas agroforestales y el apiario, la altitud es la distancia vertical de un lugar con respecto al nivel del mar, para la verificación de la altitud media de los SAFs y el apiario con respecto a los datos del INSIVUMEH, se utilizó un GPSmap Garmin 60CSx.

#### 5. Textura, perfil del suelo y pH

La textura del suelo es el tamaño de las partículas que conforman el suelo, divididas en arena, limo y arcilla, para la recolección de estos datos en campo se obtuvo muestras de suelo, se realizó el proceso de separación de partículas mediante el método gravimétrico, se midieron las capas formadas y se determinó la textura de suelo mediante el triángulo de texturas del suelo FAO, (2018). El perfil del suelo es la sección vertical del suelo que muestran los diferentes horizontes, para ello, se realizaron calicatas aleatorias de un metro de profundidad para determinar los horizontes del suelo. El pH del suelo es una medida que indica el grado de acidez, neutralidad o alcalinidad del suelo, para la recolección de estos datos se utilizaron tiras de pH en la solución obtenida para la textura del suelo.

#### 6. Humedad relativa

Cantidad de vapor de agua presente en el ambiente en comparación con la cantidad máxima que podría tener, para obtención de datos de la humedad relativa, se utilizó un registrador de temperatura y humedad relativa con Bluetooth HOBO (MX1101).

#### 7. Uso del suelo

Es la forma de ocupar o aprovechar un terreno, para la determinación del uso del suelo se observaron los elementos internos de cada sitio y se determinó que todos son sistemas agroforestales.

#### F. Modelo estadístico del experimento y descripción de la fórmula

El modelo estadístico que se implementó para medir la biodiversidad de especies dentro del sistema agroforestal del apiario Apis Juyú es el índice de Shannon, que tiene como objetivo la

cuantificación de la diversidad biológica en una muestra para posteriormente indicar el nivel que posee el apiario, para las herbáceas se aplicará el índice de Shannon para todos los sistemas agroforestales.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

*S = Número de especies*

*p<sub>i</sub> = Proporción de individuos de cada especie respecto al total: n<sub>i</sub>/N*

*n<sub>i</sub> = Número de individuos de la especie i*

*N = Número de individuos de todas las especies*

*H' = Resultado de la ecuación que normalmente varía entre 0.5 y 5.*

*Menor a 2 es bajo y superior a 3 es alto con relación con la biodiversidad*

## G. Descripción de las unidades muestrales

### 1. Fase de gabinete

La primera fase de la caracterización de sistemas agroforestales fue preparativa, en esta, se recolectaron materiales y herramientas a utilizar para su preparación y calibración respectiva, se imprimieron las boletas de campo, se determinaron las metas diarias para cumplir con la caracterización y se realizaron cambios en el cronograma de actividades necesarios para mejorar la obtención de datos de campo.

- a. Obtención de datos de herbáceas delimita su identificación hasta las familias de las plantas encontradas (ver anexo D).
- b. Obtención de datos de las arbustivas toma aspectos similares al inventario forestal, taxando hasta su especie (ver anexo C).
- c. Obtención de datos de las especies forestales contempla los datos esenciales de un censo forestal, con la diferencia de una variable, el estado fitosanitario de los árboles, este se determinará desde la copa hasta la base del árbol mediante la observación, sí el árbol presenta enfermedades o síntomas por más leves que sean se marcará que el árbol se encuentra enfermo, sí se observa que el árbol no presenta enfermedades o síntomas en su totalidad se marcará sano, (ver anexo B).

- d. Se realizó la revisión de la vegetación en los Sistemas Agroforestales a través de Sistemas de Información Geográficos, SIG como punto de partida.
- e. Se utilizó el programa Quantum, Sistemas de Información Geográfica (QGIS) para la creación de mapas y el establecimiento de unidades muestrales de forma sistemática.

## 2. Sistemas agroforestales (fase de campo)

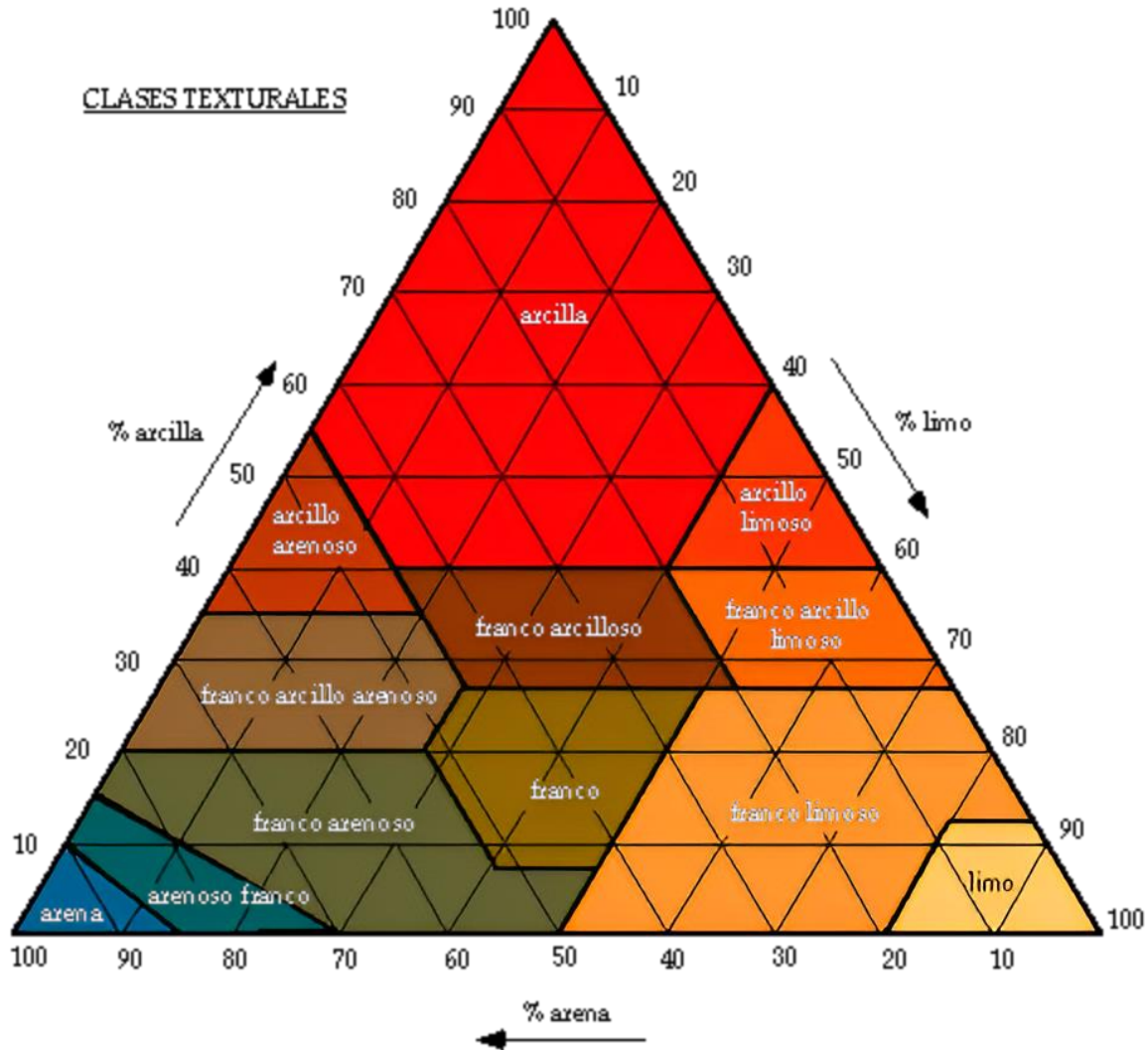
Para la caracterización biofísica de sistemas agroforestales y el enriquecimiento de especies con potencial apícola, se realizaron visitas de campo a los diferentes sistemas agroforestales de la zona, a un rango de 0.3 kilómetros a la redonda del apiario, logrando determinar 8 sistemas agroforestales incluyendo el apiario, dado que el resto del área es netamente forestal.

Primeras visitas de campo para reconocimiento e inspección de los sistemas agroforestales, se definieron los límites de cada sistema, se determinaron los cambios que presentan y las condiciones en las que están. Se inició la obtención de datos conforme el número de cada sistema agroforestal siguiendo un orden lógico del 1 al 8. Se identificaron simultáneamente las familias de herbáceas, especies arbustivas y especies forestales en las áreas de muestreo en su respectiva boleta de campo, con el fin de reducir el tiempo y los jornales de la caracterización.

- a. Se realizó la identificación de las familias de herbáceas dentro del sistema agroforestal con parcelas circulares de 1 metros de diámetro, 0.79 metros cuadrados y se cuantificaron las familias dentro de la circunferencia (León C., et al., 2010), el tipo de muestreo realizado es sistemático, por lo tanto, cada muestra se encuentra a una longitud equidistante y su cantidad depende del área total a estudiar, para el tamaño de las muestras, se recomiendan parcelas circulares a partir de los 15 cm de radio, dependiendo del tamaño de las herbáceas a identificar, posteriormente se realizó la selección de las familias y especies melíferas para verificar su abundancia.
  - 1) Los centros para el muestreo de cada sistema agroforestal se establecieron de manera sistemática tomando muestras circulares, con un distanciamiento variable entre cada centro de parcela.
  - 2) El centro de cada circunferencia de cada muestra se ubicó mediante un GPS.
  - 3) Para trazar la circunferencia de las muestras para la recolección de herbáceas se utilizó una barra de hierro de 1 pulgada de diámetro en el centro y con una cuerda de hilos o cinta métrica de 50 cm de largo, desde el centro se trazarán las circunferencias.

- b. Se identificaron especies arbustivas en los sistemas agroforestales con parcelas circulares aprovechando el centro de las herbáceas, para reducir el tiempo del muestreo de especies sin afectar la identificación y cuantificación, el área de cada parcela del apiario es de 314 metros cuadrados, con un diámetro de 10 m y del resto de sistemas agroforestales poseen 113 m cuadrados, con un diámetro de 6 m. De acuerdo con Matteucci & Colma (2015), el tamaño del muestreo sistemático en arbustos depende de la población, a mayor población y repetición, menor área de muestreo, los criterios del tamaño de las muestras dependen del área total de intervención, ya que no existe ninguna medida estándar para este tipo de estudios.
- c. Se realizó la identificación de especies forestales o arbóreas con un censo forestal en el área del polígono del sistema agroforestal para la identificación y cuantificación de las especies existentes, el área depende del espacio con el que cada sistema agroforestal cuenta.
- d. Se realizó la identificación y conteo de especies de animales domesticados que existen en el sistema agroforestal (si aplica), desde ganado mayor a ganado menor.
- e. Se observaron los elementos que conforman el sistema agroforestal, bióticos y abióticos para el establecimiento del arreglo del sistema SAF.
- f. Se realizaron 8 calicatas (una por cada sistema agroforestal) para la observación del perfil del suelo, cada calicata con una profundidad de un metro por 80 centímetros de largo y 60 centímetros de ancho ubicados en puntos estratégicos de cada SAF.
- g. De las calicatas, en los primeros 20 centímetros de excavación se obtuvieron las muestras para el método gravimétrico o sedimentación de la textura del suelo, se recolectó 1 onza de suelo por cada muestra por un total de 8 muestras (ver figura 4).

Figura 4. Triángulo de texturas del suelo

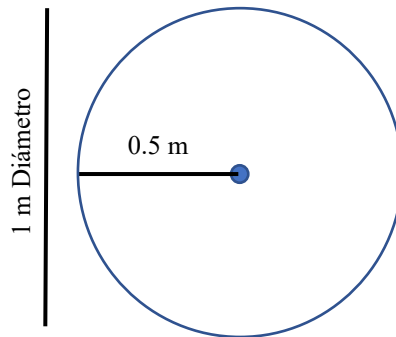


Fuente: Dorronsoro, (2020) *Introducción a la edafología*.

- h. Se aprovecharon las muestras para la textura del suelo para medir el pH del suelo en soluciones acuosas.
- i. Para la medición de la temperatura media de los sistemas agroforestales y el apiario se obtuvieron datos en la mañana (6:00 am), el medio día (12:30 pm) y por la tarde noche (6:00 pm) con un registrador de temperatura y humedad relativa con Bluetooth HOB0 (MX1101), estos datos fueron promediados y el resultado fue comparado con la temperatura media según el INSIVUMEH y el sitio web de pronósticos detallados Weather.com, con el fin de evidenciar la temperatura ambiental media del lugar.

- j. Para la medición de la humedad relativa de los sistemas agroforestales y el apiario se tomaron datos en la mañana (6:00 am), el medio día (12:30 pm) y por la tarde noche (6:00 pm) con un registrador de temperatura y humedad relativa con Bluetooth HOBO (MX1101), los datos obtenidos fueron promediados para reflejar la humedad relativa media del área de intervención.

Figura 5. Dinámica de circunferencias para muestreos de herbáceas



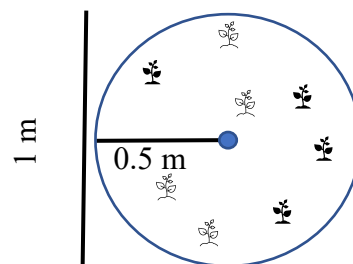
Fuente: Criterios de muestreo.

#### H. Población universo

La población universo está dada en la sumatoria total de las áreas de los 8 sistemas agroforestales a caracterizar, con un total de 2.52 hectáreas, el apiario cuenta con 0.89 ha, siendo este el primero y más grande de los sistemas agroforestales.

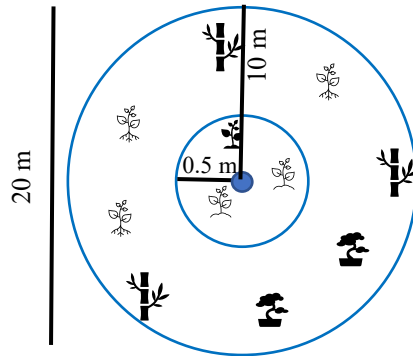
#### I. Diseño o croquis de campo, con medidas.

Figura 6. Circunferencia para el muestreo de herbáceas, diámetro 1 m.



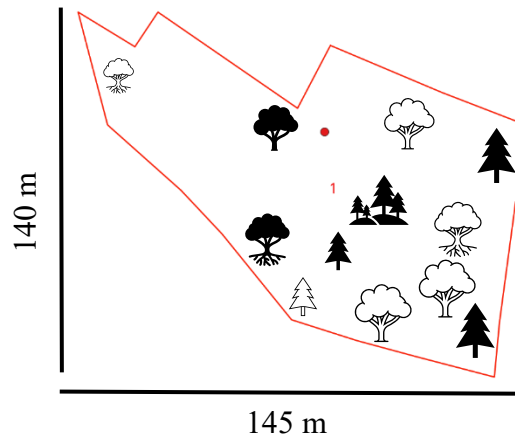
Fuente: Aplicación del índice de Shannon.

Figura 7. Circunferencia de muestreo para arbustivas, diámetro de 20 m.



Fuente: Aplicación del índice de Shannon.

Figura 8. Censo forestal, dimensiones relativas de acuerdo con el área de cada sistema agroforestal.



Fuente: Dendrometría Vega & Ramírez, (2010).

#### J. Temporada de floración

La mejor época de floración es el verano, en Guatemala, el invierno por lo general comienza en mayo y termina en octubre, posteriormente, llega el verano a partir de noviembre hasta abril, por lo que el estudio se encuentra entre el rango de invierno y verano, en Santa María Visitación se ha observado que la vegetación sigue el curso normal de floración, las primeras lluvias reactivan a las plantas para desarrollarlas y para cuando llegue el verano, las flores estén en su apogeo, las condiciones climáticas que este lugar posee, beneficia e induce a la floración.

#### K. Distribución de plantas con potencial apícola a implementar

Se realizó la implementación (siembra) de 9 especies con potencial apícola en el apiario Apis Juyú, como un agregado para el fortalecimiento del apiario, se implementaron 3 especies herbáceas, 3 especies arbustivas y 3 especies forestales; distribuidos a un radio de 15 metros del punto de la colmena, con el fin de brindar alimento cercano a las abejas.

#### L. Fase de análisis

1. Parte final del estudio que consta en definir los datos finales para la caracterización biofísica de los sistemas agroforestales intervenidos.
  - a. Se realizó la cuantificación de individuos de la misma especie en cada sistema agroforestal.
  - b. Se seleccionaron las especies melíferas según la literatura dentro de los datos de cada sistema agroforestal.
  - c. Se calculó la biodiversidad utilizando el índice de Shannon para el área del apiario.
  - d. Se determinó mediante los elementos que conforman los sistemas el tipo de SAF que es según la literatura.
  - e. Se determinaron las características biofísicas de los sistema agroforestales (clima, suelo y relieve).

M. Lista de materiales y herramientas utilizadas

Tabla 2. Materiales y herramientas

No.	Nombre	Cantidad	Uso
1	GPS Garmin 50	1	Georreferencias
2	Cinta diamétrica	2	Diámetro a la altura del pecho
3	Cinta métrica	1	Distancias
4	Boletas de campo	350	Obtención de datos
5	Barra de hierro 1 pulgada	3	Trazo de circunferencias
6	Cuerda de hilos	2	Trazo de radio circunferencias
7	Lápiz	5	Toma de datos
8	Calculadora	1	Cálculos básicos
9	HOBO (MX1101)	1	Registrador de temperatura y humedad relativa
10	Botellas de vidrio de 450 mL	8	Muestras del suelo
11	Tiras de pH	8	Determinar el pH del suelo
12	Nivel tipo A	1	Medir pendientes
13	Azadón	1	Abrir calicatas
14	Pala dúplex	1	Abrir calicatas
15	Escala	1	Datos del perfil y textura del suelo

## VI. RESULTADOS

### A. Especies forestales presentes en el sistema agroforestal del apiario

En el censo forestal realizado en el apiario “Apis Juyú” se observó que el 80% de su superficie se encuentra cubierto por árboles, es decir 0.71 ha de cobertura forestal, el apiario cuenta con 0.89 ha de área; se encontraron 147 árboles en su totalidad distribuidos en 15 especies diferentes, siendo estos el aliso (*Alnus jorullensis*), el encino (*Quercus sp*), el zapotillo (*Pouteria reticulata*), el aliso amarillo (*Alnus acuminata*), el duraznillo (*Ostrya virginiana*), el capulín (*Prunus salicifolia*), el nogal (*Juglans regia*), el taxiscobo (*perymenium grande*), el cedro (*Cedrela odorata*), el pino (*Pinus pseudostrobus*), el palo blanco (*Vernonia patens*), el roble (*Quercus acatenangensis*), el aguacate (*Persea americana*), el cerezo (*Prunus serótina*) y el cajeto (*Citharexylum subflavescens*); de estos el 98.63% se encuentran sanos y 1.36% se encuentran enfermos. Los árboles poseen edades y tamaños diferentes. (Véase Tabla 3).

Tabla 3. Composición forestal del apiario Apis Juyú

No.	Especies	Nombre científico	Familia	Cantidad
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	63
2	Encino	<i>(Quercus sp)</i>	Fagaceae	19
3	Zapotillo	<i>(Pouteria reticulata)</i>	Sapotaceae	14
4	Aliso amarillo	<i>(Alnus acuminata)</i>	Betulaceae	11
5	Duraznillo	<i>(Ostrya virginiana)</i>	Betulaceae	11
6	Capulín	<i>(Prunus salicifolia)</i>	Rosaceae	9
7	Nogal	<i>(Juglans regia)</i>	Juglandaceae	4
8	Taxiscobo	<i>(perymenium grande)</i>	Asteraceae	4
9	Cedro	<i>(Cedrela odorata)</i>	Pinaceae	3
10	Pino	<i>(Pinus pseudostrobus)</i>	Pinaceae	2
11	Palo Blanco	<i>(Vernonia patens)</i>	Asteraceae	2
12	Roble	<i>(Quercus acatenangensis)</i>	Fagaceae	2
13	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	lauraceae	1
14	Cerezo	<i>(Prunus serótina)</i>	Rosaceae	1
15	Cajeto	<i>(Citharexylum subflavescens)</i>	Verbenaceae	1
TOTAL				147

#### B. Especies forestales presentes en los SAF 2 y 3

En los sistemas agroforestales colindantes al apiario se encontraron especies forestales en menor cantidad por el área de cada SAF y por su tipo de uso, en el sistema agroforestal 2 se encontraron 3 alisos (*Alnus jorullensis*) y un duraznillo (*Ostrya virginiana*), en el sistema agroforestal 3 se encontraron 2 alisos (*Alnus jorullensis*) y un encino (*Quercus sp*). En ambos SAF, las especies forestales se encuentran en los límites territoriales conocidos comúnmente como mojones. (Véase Tabla 5)

#### C. Especies forestales presentes en los SAF 4 y 5

En los sistemas agroforestales 4 y 5 las especies forestales se encuentran en pequeñas cantidades predominando el aliso (*Alnus jorullensis*) con 4 árboles en el SAF 4 y 6 árboles en el SAF 5 más un árbol de palo blanco (*Vernonia patens*). Estos sistemas agroforestales se encuentran descuidados y las especies forestales se encuentran en los límites territoriales conocidos comúnmente como mojones, estos SAF son colindantes al apiario y se encuentran a la orilla de un camino de terracería.

#### D. Especies forestales presentes en los SAF 6, 7 y 8

En el sistema agroforestal 6 únicamente se encontraron 2 árboles de aliso (*Alnus jorullensis*) por el fin que se le da al terreno y por el ser el SAF intervenido más pequeño, en el sistema agroforestal 7 se encontraron 4 alisos (*Alnus jorullensis*), 3 pinos (*Pinus pseudostrobus*), y 1 encino (*Quercus sp*), este sistema es utilizado para la siembra de hortalizas. En el sistema agroforestal 8 se encontraron 3 alisos (*Alnus jorullensis*), 1 pino (*Pinus pseudostrobus*), y 1 palo blanco (*Vernonia patens*), en estos 3 SAF como en la mayoría que se tuvo intervención las especies forestales se encuentran en los límites territoriales y no existen en abundancia.

Tabla 4. Especies forestales en los SAF 2-8

Forestal				
No.	Especie	Nombre científico	Familia	Cantidad
Sistema Agroforestal 2				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	3
2	Duraznillo	<i>(Ostrya virginiana)</i>	Betulaceae	1
Sistema Agroforestal 3				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	2

No.	Especie	Nombre científico	Familia	Cantidad
2	Encino	<i>(Quercus sp)</i>	Fagaceae	1
Sistema Agroforestal 4				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	4
Sistema Agroforestal 5				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	6
2	Palo Blanco	<i>(Vernonia patens)</i>	Asteraceae	1
Sistema Agroforestal 6				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	2
Sistema Agroforestal 7				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	4
2	Pino	<i>(Pinus pseudostrobus)</i>	Pinaceae	3
3	Encino	<i>(Quercus sp)</i>	Fagaceae	1
Sistema Agroforestal 8				
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	Betulaceae	3
2	Pino	<i>(Pinus pseudostrobus)</i>	Pinaceae	1
3	Palo Blanco	<i>(Vernonia patens)</i>	Asteraceae	1

E. Índice de Shannon para las especies forestales en los 8 SAF

Para las especies forestales encontradas en el apiario se aplicó la fórmula del índice de Shannon para la diversidad biológica dando como resultado 1.963. (Véase Tabla 5)

Tabla 5. Datos y resolución de fórmula del índice de Shannon (forestales)

No.	Especies	Nombre científico	Cantidad	Pi	Pi*LnPi
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	63	0.429	-0.363
2	Encino	<i>(Quercus sp)</i>	19	0.129	-0.264
3	Zapotillo	<i>(Pouteria reticulata)</i>	14	0.095	-0.224
4	Aliso amarillo	<i>(Alnus acuminata)</i>	11	0.075	-0.194
5	Duraznillo	<i>(Ostrya virginiana)</i>	11	0.075	-0.194
6	Capulín	<i>(Prunus salicifolia)</i>	9	0.061	-0.171
7	Nogal	<i>(Juglans regia)</i>	4	0.027	-0.098
8	Taxiscobo	<i>(perymenium grande)</i>	4	0.027	-0.098
9	Cedro	<i>(Cedrela odorata)</i>	3	0.020	-0.079
10	Pino	<i>(Pinus pseudostrobus)</i>	2	0.014	-0.058

No.	Especies	Nombre científico	Cantidad	Pi	Pi*LnPi	No.
11	Palo Blanco	<i>(Vernonia patens)</i>	2	0.014	-0.058	
12	Roble	<i>(Quercus acatenangensis)</i>	2	0.014	-0.058	
13	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	1	0.007	-0.034	
14	Cerezo	<i>(Prunus serótina)</i>	1	0.007	-0.034	Índice de Shannon
15	Cajeto	<i>(Citharexylum subflavescens)</i>	1	0.007	-0.034	-1
TOTAL			147	1	-1.963	1.963

Tabla 6. Áreas de sistemas agroforestales y tipificación

Área de Sistemas agroforestales		
No. SAF	Área (ha)	Tipo de SAF
1	0.89	Área forestal
2	0.12	Sistema agroforestal plantaciones en línea Cercos vivos
3	0.22	Sistema Agroforestal plantación en línea Cercos Vivos
4	0.14	Sistema Agroforestal Pastoreo en plantaciones forestales y frutales
5	0.44	Sistema Agroforestal Pastoreo en plantaciones forestales y frutales
6	0.08	Sistema Agroforestal Milpa
7	0.48	Sistema Agroforestal árboles en asociación con cultivos de temporada
8	0.22	Sistema agroforestal Milpa intercalado con árboles frutales
TOTAL	2.59	

#### F. Especies arbustivas presentes en el apiario Apis Juyú

Las muestras para la extracción de las especies arbustivas del sistema agroforestal en el apiario se ubicaron mediante coordenadas proyectadas GTM, Datum WGS 84, con un radio de 10 metros.

Por ser área forestal se encontraron diversas especies arbustivas, se encontraron un total de 43 especies con un total de 259 plantas divididas de la siguiente manera: chilca (*Baccharis latifolia*), clidemia (*Clidemia rubra*), mora silvestre (*Rubus ulmifolius*), izote (*Yucca aloifolia*), calicarpa (*Callicarpa americana*), tumiñico (*Lycium cestroides*), hortensia (*Hydrangea macrophylla*), cardo santo (*Cnicus benedictus*), buganvilia (*Bougainvillea glabra*), salvia (*Salvia involucrata*), flor sida (*Sida rhombifolia*), guacamaya (*Senna alata*), espinoso (*Ulex europaeus*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*), moquillo (*Saurauia scabrida*), cufea (*Cuphea hyssopifolia*), clavel (*Dianthus caryophyllus L.*), lapalapa (*Arctium lappa*), anona (*Annona squamosa L.*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y liliaque (*Leucaena leucocephala*). (Véase Tabla 7).

Tabla 7. Composición arbustiva del apiario Apis Juyú

No.	Especies	Nombre científico	Familia	Cantidad
1	Chilca	<i>(Baccharis latifolia)</i>	Asteraceae	11
2	Clidemia	<i>(Clidemia rubra)</i>	Melastomataceae	5
3	Mora silvestre	<i>(Rubus ulmifolius)</i>	Rosaceae	5
4	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	Agavaceae	34
5	Calicarpa	<i>(Callicarpa americana)</i>	Lamiaceae	8
6	Tumiñico	<i>(Lycium cestroides)</i>	Solanaceae	12
7	Hortensia	<i>(Hydrangea macrophylla)</i>	Hydrangeaceae	6
8	Cardo Santo	<i>(Cnicus benedictus)</i>	Papaveraceae	20
9	Bugambilia	<i>(Bougainvillea glabra)</i>	Nyctaginaceae	5
10	Salvia Involucrata	<i>(Salvia involucrata)</i>	Lamiaceae	12
11	Flor Sida	<i>(Sida rhombifolia)</i>	Malvaceae	12
12	Guacamaya	<i>(Senna alata)</i>	Caesalpinaceae	18
13	Espinoso	<i>(Ulex europaeus)</i>	Euphorbiaceae	27
14	Jaboncillo	<i>(Sapindus saponaria)</i>	Sapindaceae	21
15	Moquillo	<i>(Saurauia scabrida)</i>	Actinidiaceae	22
16	Cufea	<i>(Cuphea hyssopifolia)</i>	Lythraceae	13
17	Clavel	<i>(Dianthus caryophyllus L.)</i>	Cariofilaceae	10

No.	Especies	Nombre científico	Familia	Cantidad
18	Lapalapa	<i>(Arctium lappa)</i>	Asteraceae	5
19	Anona	<i>(Annona squamosa L.)</i>	Annonaceae	2
20	Caulote	<i>(Guazuma ulmifolia)</i>	Malvaceae	3
21	Liliaque	<i>(Leucaena leucocephala)</i>	Fabaceae	8
TOTAL				259

#### G. Especies arbustivas presentes en SAF 2 y 3

En los sistemas agroforestales colindantes al apiario se realizaron muestras circulares de 6 metros de radio, esto por el tamaño de los SAF y los diferentes usos que se le dan a la tierra, en el sistema agroforestal 2 predominaba el aguacate (*Persea americana*) por ser una plantación, también se encontraron izotes (*Yucca aloifolia*) como delimitadores naturales, los arbustos de aguacate poseen aproximadamente 10 años de ser plantados, con una altura promedio de 3.5 metros y un DAP medio de 20 cm. En el sistema agroforestal 3 predomina el melocotón (*Prunus persica*) dado que es un cultivo, los arbustos poseen una altura media de 2.5 metros y un DAP medio de 10 cm

#### H. Especies arbustivas presentes en SAF 4 y 5

En el sistema agroforestal 4 se determinó el abandono de la plantación, ya que era utilizado para pastoreo de ganado y presentaba falta de manejo, en este SAF se encontraron las especies de aguacate (*Persea americana*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*), taxiscobo (*perymenium grande*). En el sistema agroforestal 5 se encontraron diversas especies de arbustos tales como el jaboncillo (*Sapindus saponaria*), el izote (*Yucca aloifolia*), la mora silvestre (*Rubus ulmifolius*), el aguacate (*Persea americana*), la cufea (*Cuphea hyssopifolia*), el moquillo (*Saurauia scabrida*), la salvia (*Salvia involucrata*), la chilca (*Baccharis latifolia*), el durazno (*Prunus persica*), el lapalapa (*Arctium lappa*), y la clidemia (*Clidemia rubra*), estas especies se encuentran en una zona de el surgimiento de un bosque.

#### I. Especies arbustivas presentes en SAF 6, 7 y 8

En el sistema agroforestal 6 se encontraron pocas especies de arbustos ya que es el establecimiento de un sistema milpa y este SAF es la más pequeña en área, las especies encontradas son: el sauco (*Sambucus nigra*), el clavel (*Dianthus caryophyllus L.*), el izote (*Yucca aloifolia*),

y el palo de pito (*Erythrina berteroana*), en el sistema agroforestal 7 se encontraron pocas especies por ser un área agrícola en su mayoría, las especies encontradas son: el sauco (*Sambucus nigra*), el izote (*Yucca aloifolia*), el jaboncillo (*Sapindus saponaria*), el chichicaste (*Gronovia scandens*), la chilca (*Baccharis latifolia*) y la mora silvestre (*Rubus ulmifolius*). En el sistema agroforestal 8 se encontraron las siguientes especies: aguacate (*Persea americana*), el limón (*Citrus latifolia*), el sauco (*Sambucus nigra*) y el durazno (*Prunus persica*).

Tabla 8. Especies arbustivas encontradas en SAF 2-8

Arbustivo				
No.	Especie	Nombre científico	Familia	Cantidad
Sistema Agroforestal 2				
1	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	Lauraceae	12
2	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	Agavaceae	10
Sistema Agroforestal 3				
1	Melocotón	<i>(Prunus persica)</i>	Betulaceae	12
Sistema Agroforestal 4				
1	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	Lauraceae	4
2	Jaboncillo	<i>(Sapindus saponaria)</i>	Sapindaceae	5
3	Taxiscobo	<i>(perymenium grande)</i>	Asteraceae	12
Sistema Agroforestal 5				
1	Jaboncillo	<i>(Sapindus saponaria)</i>	Sapindaceae	6
2	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	Agavaceae	14
3	Mora silvestre	<i>(Rubus ulmifolius)</i>	Rosaceae	3
4	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	Lauraceae	4
5	Cufea	<i>(Cuphea hyssopifolia)</i>	Lythraceae	8
6	Moquillo	<i>(Saurauia scabrida)</i>	Actinidiaceae	4
No.	Especie	Nombre científico	Familia	Cantidad
7	Salvia Involucrata	<i>(Salvia involucrata)</i>	Lamiaceae	12

No.	Especie	Nombre científico	Familia	Cantidad
8	Chilca	<i>(Baccharis latifolia)</i>	Asteraceae	9
9	Melocotón	<i>(Prunus persica)</i>	Betulaceae	1
10	Lapalapa	<i>(Arctium lappa)</i>	Asteraceae	13
11	Clidemia	<i>(Clidemia rubra)</i>	Melastomataceae	11
Sistema Agroforestal 6				
1	Sauco	<i>(Sambucus nigra)</i>	Adoxaceae	5
2	Clavel	<i>(Dianthus caryophyllus L.)</i>	Cariofilaceae	8
3	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	Agavaceae	4
4	Palo de pito	<i>(Erythrina berteroana)</i>	Fabaceae	6
Sistema Agroforestal 7				
1	Sauco	<i>(Sambucus nigra)</i>	Adoxaceae	4
2	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	Agavaceae	3
3	Jaboncillo	<i>(Sapindus saponaria)</i>	Sapindaceae	10
4	Chichicaste	<i>(Gronovia scandens)</i>	Loasaceae	1
5	Chilca	<i>(Baccharis latifolia)</i>	Asteraceae	12
6	Mora silvestre	<i>(Rubus ulmifolius)</i>	Rosaceae	6
Sistema Agroforestal 8				
1	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	Lauraceae	3
2	Limón	<i>(Citrus latifolia)</i>	Rutaceae	9
3	Sauco	<i>(Sambucus nigra)</i>	Adoxaceae	4
4	Melocotón	<i>(Prunus persica)</i>	Betulaceae	7

J. Índice de Shannon de especies arbustivas en el apiario Apis Juyú

Utilizando la fórmula del índice de Shannon se determinó que se posee 2.83 en biodiversidad. (Véase Tabla 9)

Tabla 9. Datos y resolución de fórmula del índice de Shannon (arbustos)

No.	Especies	Nombre científico	Cantidad	Pi	Pi*LnPi	
1	Chilca	<i>(Baccharis latifolia)</i>	11	0.042	-0.134	
2	Clidemia	<i>(Clidemia rubra)</i>	5	0.019	-0.076	
3	Mora silvestre	<i>(Rubus ulmifolius)</i>	5	0.019	-0.076	
4	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	34	0.131	-0.267	
5	Calicarpa	<i>(Callicarpa americana)</i>	8	0.031	-0.107	
6	Tumiñico	<i>(Lycium cestroides)</i>	12	0.046	-0.142	
7	Hortensia	<i>(Hydrangea macrophylla)</i>	6	0.023	-0.087	
8	Cardo Santo	<i>(Cnicus benedictus)</i>	20	0.077	-0.198	
9	Bugambilia	<i>(Bougainvillea glabra)</i>	5	0.019	-0.076	
10	Salvia Involucrata	<i>(Salvia involucrata)</i>	12	0.046	-0.142	
11	Flor Sida	<i>(Sida rhombifolia)</i>	12	0.046	-0.142	
12	Guacamaya	<i>(Senna alata)</i>	18	0.069	-0.185	
13	Espinoso	<i>(Ulex europaeus)</i>	27	0.104	-0.236	
14	Jaboncillo	<i>(Sapindus saponaria)</i>	21	0.081	-0.204	
15	Moquillo	<i>(Saurauia scabrida)</i>	22	0.085	-0.209	
16	Cufeá	<i>(Cuphea hyssopifolia)</i>	13	0.050	-0.150	
17	Clavel	<i>(Dianthus caryophyllus L.)</i>	10	0.039	-0.126	
18	Lapalapa	<i>(Arctium lappa)</i>	5	0.019	-0.076	
19	Anona	<i>(Annona squamosa L.)</i>	2	0.008	-0.038	
20	Caulote	<i>(Guazuma ulmifolia)</i>	3	0.012	-0.052	Índice de Shannon
21	Liliaque	<i>(Leucaena leucocephala)</i>	8	0.031	-0.107	-1
TOTAL			259	1	-2.8315	2.831502631

#### K. Familias herbáceas presentes en el apiario Apis Juyú

Para la recolección de datos de las especies herbáceas se utilizó el centro de cada muestra de las especies arbustivas con un radio de 0.5 metros, en el SAF del apiario se encontraron un total de 27 familias de herbáceas, las cuales son: *Pteridaceae*, *Litraceae*, *Campanulaceae*, *Plantaginaceae*, *Asteraceae*, *Orobanchaceae*, *Lamiaceae*, *Amarilidáceas*, *Apocynaceae*,

*Solanaceae, Hipoxidáceas, Orchidaceae, Cruciferae, Brassicaceae, Auriculariaceae, Oxalidaceae, Marantaceae, Rosaceae, Dioscoreaceae, Iridaceae, Commelináceas, Poligonáceas, Amanitaceae, Boletaceae, Russulaceae, Begoniaceae, Euphorbiaceae.* La mayor parte de las herbáceas encontradas poseen flor, predominan las flores amarillas y blancas, y la mayor parte son familias perenes. (Véase Tabla 8)

Tabla 10. Composición herbácea del apiario Apis Juyú

No.	Familia	Color de flores	No.	Familia	Color de flores
1	<i>Pteridaceae</i>	N/A	22	<i>Dioscoreaceae</i>	N/A
2	<i>Litraceae</i>	Amarillo	23	<i>Asteraceae</i>	Blanca
3	<i>Campanulaceae</i>	Blanca	24	<i>Iridaceae</i>	Anaranjada
4	<i>Plantaginaceae</i>	N/A	25	<i>Asteraceae</i>	Amarilla
5	<i>Asteraceae</i>	Blanca	26	<i>solanáceas</i>	Blanca
6	<i>Orobanchaceae</i>	Roja	27	<i>commelináceas</i>	Blanca
7	<i>Asteraceae</i>	Amarilla	28	<i>poligonáceas</i>	N/A
8	<i>Lamiaceae</i>	Azul	29	<i>Amanitaceae</i>	N/A
9	<i>Amarilidáceas</i>	Blanca	30	<i>Boletaceae</i>	N/A
10	<i>Apocynaceae</i>	Azul	31	<i>Russulaceae</i>	N/A
11	<i>Solanaceae</i>	Morada	32	<i>Begoniaceae</i>	Blanca
12	<i>hipoxidáceas</i>	Amarilla	33	<i>Euphorbiaceae</i>	N/A
13	<i>Orchidaceae</i>	Amarilla			
14	<i>Cruciferae</i>	Amarillo			
15	<i>Brassicaceae</i>	Morado			
16	<i>Orchidaceae</i>	N/A			
17	<i>Auriculariaceae</i>	N/A			
18	<i>Lamiaceae</i>	Rosado			
19	<i>Oxalidaceae</i>	N/A			
20	<i>Marantaceae</i>	N/A			
21	<i>Rosaceae</i>	Blanca			

#### L. Familias herbáceas presentes en SAF 2 y 3

En las muestras recolectadas en los sistemas agroforestales 2 y 3 se encontraron pocas familias por el manejo que se les da a los cultivos de aguacate y durazno respectivamente, las familias encontradas en el SAF 2 son: *Thelypteridaceae*, *Plantaginaceae*, *Amaryllidaceae*, *Orobanchaceae*, *Oxalidaceae* y la familia *Poaceae*. Para el sistema agroforestal 3 se encontraron las familias *Poaceae*, *Litraceae*, *Lamiaceae*, *Plantaginaceae*, *Amaryllidaceae*, *Iridaceae*, *Asteraceae* y *Begoniaceae*, la mayoría de las familias encontradas presentan floración de colores cálidos.

#### M. Familias herbáceas presentes en SAF 4 y 5

En el sistema agroforestal 4 se encontraron 6 familias principales en su mayoría Poaceas o más conocidas como gramíneas, las familias encontradas son: *Plantaginaceae*, *Auriculariaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Oxalidaceae*, *Marantaceae*. Para el sistema agroforestal 5 se encontraron 9 familias con floraciones de colores variados, estas familias son: *Litraceae*, *Plantaginaceae*, *Orobanchaceae*, *Commelináceas*, *Amarilidáceas*, *Russulaceae*, *Cruciferae*, *Lamiaceae* y *Poaceae*.

#### N. Familias herbáceas presentes en SAF 6, 7 y 8

Para los sistemas agroforestales finales se encontraron pocas familias de herbáceas por el uso que se les da a los terrenos, una especie de gramínea que predomina en estos sistemas es el maíz (*Zea mays*), y algunas crucíferas, las especies encontradas para el SAF 6 son: *Gramínea*, *Fabaceae*, *Cucurbitaceae*, *Solanaceae*, *Amaranthaceae* y *Asparagaceae*. Para el sistema agroforestal 7 se encontraron familias de hortalizas y otras familias las cuales son: *Brassicaceae*, *Umbelíferas*, *Gramínea*, *Fabaceae*, *Dioscoreaceae*, *Asteraceae*, *Iridaceae*, *Amaranthaceae* y *Rafflesiaceae*. Las familias encontradas para el sistema agroforestal 8 son similares a las del SAF 6, estas son: *Gramínea*, *Fabaceae*, *Cucurbitaceae*, *Solanaceae*, *Amaranthaceae*, *Asparagaceae*, *Lamiaceae*, *Amarilidáceas* y *Apocynaceae*.

#### O. Índice de Shannon de familias herbáceas en los 8 sistemas agroforestales

Se encontraron 35 familias de herbáceas en los 8 SAFs, dando como resultado 3.378 en diversidad biológica según el índice de Shannon en el área del estudio. (Véase Tabla 12)

Tabla 11. Familias herbáceas encontradas en SAF 2-8

Herbáceas		
No.	Familia	Cantidad
Sistema Agroforestal 2		
1	<i>Thelypteridaceae</i>	3
2	<i>Plantaginaceae</i>	1
3	<i>Amaryllidaceae</i>	5
4	<i>Orobanchaceae</i>	4
5	<i>Oxalidaceae</i>	2
6	<i>Poaceae</i>	8
Sistema Agroforestal 3		
1	<i>Poaceae</i>	2
2	<i>Litraceae</i>	1
3	<i>Lamiaceae</i>	5
4	<i>Plantaginaceae</i>	7
5	<i>Amaryllidaceae</i>	16
6	<i>Iridaceae</i>	2
7	<i>Asteraceae</i>	21
8	<i>Begoniaceae</i>	5
Sistema Agroforestal 4		
1	<i>Plantaginaceae</i>	4
2	<i>Auriculariaceae</i>	5
3	<i>Lamiaceae</i>	6
4	<i>Poaceae</i>	21
5	<i>Oxalidaceae</i>	14
6	<i>Marantaceae</i>	11
Sistema Agroforestal 5		
1	<i>Litraceae</i>	6
2	<i>Asteraceae</i>	1
3	<i>Plantaginaceae</i>	7
4	<i>Orobanchaceae</i>	2
5	<i>Commelináceas</i>	6
6	<i>Amarilidáceas</i>	18
7	<i>Russulaceae</i>	10
8	<i>Cruciferae</i>	11
9	<i>Lamiaceae</i>	5
10	<i>Poaceae</i>	9
Sistema Agroforestal 6		
1	<i>Gramínea</i>	24
2	<i>Fabaceae</i>	5
3	<i>Cucurbitaceae</i>	4
4	<i>Solanaceae</i>	12
5	<i>Amaranthaceae</i>	8
6	<i>Asparagaceae</i>	1
Sistema Agroforestal 7		
1	<i>Brassicaceae</i>	4

No.	Familia	Cantidad
2	<i>Umbelíferas</i>	3
3	<i>Gramínea</i>	31
4	<i>Fabaceae</i>	12
5	<i>Dioscoreaceae</i>	8
6	<i>Asteraceae</i>	4
7	<i>Iridaceae</i>	7
8	<i>Amaranthaceae</i>	2
9	<i>Rafflesiaceae</i>	4
Sistema Agroforestal 8		
1	<i>Gramínea</i>	3
2	<i>Fabaceae</i>	11
3	<i>Cucurbitaceae</i>	8
4	<i>Solanaceae</i>	4
5	<i>Amaranthaceae</i>	6
6	<i>Asparagaceae</i>	5
7	<i>Lamiaceae</i>	7
8	<i>Amarilidáceas</i>	12
9	<i>Apocynaceae</i>	4

Tabla 12. Datos y resolución de fórmula del índice de Shannon (herbáceas)

No.	Familia	Cantidad	Pi	Pi*LnPi
1	<b><i>Pteridaceae</i></b>	1	0.012	-0.052
2	<b><i>Litraceae</i></b>	3	0.035	-0.117
3	<b><i>Campanulaceae</i></b>	1	0.012	-0.052
4	<b><i>Plantaginaceae</i></b>	5	0.058	-0.165
5	<b><i>Asteraceae</i></b>	6	0.070	-0.186
6	<b><i>Orobanchaceae</i></b>	3	0.035	-0.117
7	<b><i>Lamiaceae</i></b>	6	0.070	-0.186
8	<b><i>Amarilidaceae</i></b>	3	0.035	-0.117
9	<b><i>Apocynaceae</i></b>	2	0.023	-0.087
10	<b><i>Solanaceae</i></b>	4	0.047	-0.143
11	<b><i>Hipoxidaceae</i></b>	1	0.012	-0.052
12	<b><i>Orchidaceae</i></b>	2	0.023	-0.087
13	<b><i>Brassicaceae</i></b>	4	0.047	-0.143
14	<b><i>Auriculariaceae</i></b>	2	0.023	-0.087
15	<b><i>Oxalidaceae</i></b>	3	0.035	-0.117
16	<b><i>Marantaceae</i></b>	2	0.023	-0.087
17	<b><i>Rosaceae</i></b>	1	0.012	-0.052
18	<b><i>Dioscoreaceae</i></b>	2	0.023	-0.087

No.	Familia	Cantidad	Pi	Pi*LnPi	
19	<i>Iridaceae</i>	3	0.035	-0.117	
20	<i>Commelinaceae</i>	2	0.023	-0.087	
21	<i>Poligonaceae</i>	1	0.012	-0.052	
22	<i>Amanitaceae</i>	1	0.012	-0.052	
23	<i>Boletaceae</i>	1	0.012	-0.052	
24	<i>Russulaceae</i>	2	0.023	-0.087	
25	<i>Begoniaceae</i>	2	0.023	-0.087	
26	<i>Euphorbiaceae</i>	1	0.012	-0.052	
27	<i>Thelypteridaceae</i>	1	0.012	-0.052	
28	<i>Amaryllidaceae</i>	2	0.023	-0.087	
29	<i>Poaceae</i>	7	0.081	-0.204	
30	<i>Amaranthaceae</i>	3	0.035	-0.117	
31	<i>Fabaceae</i>	3	0.035	-0.117	
32	<i>Cucurbitaceae</i>	2	0.023	-0.087	
33	<i>Umbeliferaseae</i>	1	0.012	-0.052	
34	<i>Rafflesiaceae</i>	1	0.012	-0.052	Índice de shannon
35	<i>Asparagaceae</i>	2	0.023	-0.087	-1
TOTAL		86	1.000	-3.378	3.378

#### P. Temperatura y humedad media como factores climáticos

Se tomaron dos diferentes datos para la temperatura, una en el bosque y dos en sistemas agroforestales colindantes al apiario, de acuerdo con las mediciones obtenidas en campo con el registrador de temperatura y humedad relativa con Bluetooth HOBO (MX1101), la temperatura en el área forestal por la mañana (6:00 am) es de 14°, la temperatura al medio día (12:30 pm) es de 26°, la temperatura por la noche (6:00 pm) es de 20°, estas mediciones se tomaron a mitad del bosque. La temperatura de los sistemas agroforestales por la mañana (6:00 am) es de 15°, la temperatura al medio día (12:30 pm) es de 27°, la temperatura por la noche (6:00 pm) es de 23°.

Para la obtención de datos de humedad se usó la misma logística ya que el instrumento utilizado para captar ambos parámetros es el mismo, para el área boscosa la humedad relativa por la mañana (6:00 am) es del 56.43%, la humedad relativa al medio día (12:30 pm) es del 87.25%, la humedad relativa por la noche (6:00 pm) es del 75.6%. Para los sistemas agroforestales la humedad relativa

por la mañana (6:00 am) es del 51.12%, la humedad relativa al medio día (12:30 pm) es del 76.5%, la humedad relativa por la noche (6:00 pm) es del 71.2%.

#### Q. Textura, pH y perfil del suelo como factores edáficos

Mediante el método gravimétrico o sedimentación se obtuvieron las siguientes mediciones para las tres texturas básicas en porcentaje del suelo (Arcilla, limo y arena). (Véase Tabla 10). En promedio los sistemas agroforestales poseen el 18.3% de arcilla, el 47.4% de limo y el 34.3% de arena. Para el pH del suelo, las tiras de pH utilizadas en las muestras para la textura del suelo para el SAF 1: el suelo tiene un pH de 5, para el SAF 2: el suelo tiene un pH de 5.5, para el SAF 3: el suelo tiene un pH de 6, para el SAF 4: el suelo tiene un pH de 4, para el SAF 5: el suelo tiene un pH de 4, el SAF 6: posee un pH de 7, el SAF 7: posee un pH de 6, para el SAF 8: se encontró un pH de 7.

Para el perfil del suelo se encontraron 3 horizontes a una profundidad de un metro, para el SAF 1: se encontraron el horizonte 0 con 20 cm, el horizonte A con 60 cm y el horizonte B con 20 cm. Para el SAF 2: se encontraron el horizonte 0 con 18 cm, el horizonte A con 70 cm y el horizonte B con 12 cm. Para el SAF 3: se encontraron el horizonte 0 con 26 cm, el horizonte A con 62 cm y el horizonte B con 12 cm. Para el SAF 4: se encontraron el horizonte 0 con 12 cm, el horizonte A con 59 cm y el horizonte B con 29 cm. Para el SAF 5: se encontraron el horizonte 0 con 12 cm, el horizonte A con 55 cm y el horizonte B con 33 cm. Para el SAF 6: se encontraron el horizonte 0 con 25 cm, el horizonte A con 55 cm y el horizonte B con 20 cm. Para el SAF 7: se encontraron el horizonte 0 con 22 cm, el horizonte A con 72 cm y el horizonte B con 6 cm. Para el SAF 8: se encontraron el horizonte 0 con 24 cm, el horizonte A con 60 cm y el horizonte B con 16 cm.

Tabla 13. Porcentajes de arcilla, limo y arena para la textura del suelo

Textura del suelo					
No. SAF	Porcentaje de arcilla	Porcentaje de limo	Porcentaje de arena	Altura en cm de la muestra en envases de vidrio	Clase textural
1	5.7%	45.7%	48.6%	3.5	Franco Arenoso
2	22.9%	42.8%	34.3%	3.5	Franco
3	29.7%	48.6%	21.6%	3.7	Franco Arcilloso
4	26.5%	50.0%	23.5%	3.4	Franco Limoso
5	20.0%	37.1%	42.9%	3.5	Franco
6	17.5%	47.5%	35.0%	4	Franco
7	8.6%	60.0%	31.4%	3.5	Franco Limoso
8	15.8%	47.4%	36.8%	3.8	Franco
Promedio	18.3%	47.4%	34.3%	3.6	

#### R. Altitud y pendiente como factores del relieve

Se tomaron tres mediciones de altitud mediante un Garmin GPSmap 60CSx en el sistema agroforestal más alto, en el SAF más bajo y en el sistema agroforestal medio, las lecturas fueron 2114 msnm, 2056 msnm y 2096 msnm respectivamente.

En el apiario y en los sistemas agroforestales intervenidos, a simple vista, se logró determinar la homogeneidad en la pendiente de los terrenos, por lo que se realizaron 16 mediciones para la pendiente media (dos por cada sistema agroforestal) usando el nivel tipo A. Los datos obtenidos son, para el SAF 1: pendiente de 29.5%, para el SAF 2: pendiente de 30%, para el SAF 3: pendiente de 26.75%, para el SAF 4: pendiente de 34.5%, para el SAF 5: inclinación de 32.5%, para el SAF 6: inclinación de 22%, para el SAF 7: inclinación de 30% y para el SAF 8: pendiente de 24%.

S. Fuente hídrica para las abejas

El río más cercano es el río Yatzá, es una de las principales fuentes hídricas para las abejas y se ubica a aproximadamente 2 kilómetros del apiario Apis Juyú, es un río muy importante para la agricultura del lugar.

T. Estación meteorológica más cercana

Identificación de la estación meteorológica: ISANTACL3, Nombre de la estación: VIVAMOS MEJOR - TV CABLE SANTA CLARA, Latitud /Longitud: 14.717° N, 91.3° O, Elevación: 2275, Ciudad: Santa Clara La Laguna Estado: -/-, Hardware: otro, Programa: Cumulus v1.9.4. Esta estación es la más cercana al área donde se realizó el estudio, puede brindar información certera como punto base para datos de caracterización.

## VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas encontradas en el apiario

Se determinó que la mayor parte del sistema agroforestal del apiario Apis Juyú, es área forestal por tener el 80% de su superficie con árboles (bosque), y que el 20% del SAF es utilizado para la siembra de maíz y algunos frutales, fueron encontrados 147 árboles distribuidos en 15 especies, de los cuales 11 son melíferos por la producción de flores blancas o amarillas atractivas para las abejas y la cantidad de polen y/o néctar que presentan. (Véase Tabla 11).

Tabla 14. Especies forestales melíferas

No.	Especies	Nombre científico	Melífera (X)	Tipo de atrayente de abejas
1	Aliso	<i>(Alnus jorullensis)</i>	N/A	N/A
2	Encino	<i>(Quercus sp)</i>	X	Néctar
3	Zapotillo	<i>(Pouteria reticulata)</i>	X	Polen
4	Aliso amarillo	<i>(Alnus acuminata)</i>	N/A	N/A
5	Duraznillo	<i>(Ostrya virginiana)</i>	N/A	N/A
6	Capulín	<i>(Prunus salicifolia)</i>	X	Néctar
7	Nogal	<i>(Juglans regia)</i>	X	Néctar
8	Taxiscobo	<i>(perymenium grande)</i>	X	Polen/Néctar
9	Cedro	<i>(Cedrela odorata)</i>	X	Polen
10	Pino	<i>(Pinus pseudostrobus)</i>	N/A	N/A
11	Palo Blanco	<i>(Vernonia patens)</i>	X	Polen/Néctar
12	Roble	<i>(Quercus acatenangensis)</i>	X	Néctar
13	Aguacate	<i>(Persea americana)</i>	X	Polen
14	Cerezo	<i>(Prunus serótina)</i>	X	Polen/Néctar
15	Cajeto	<i>(Citharexylum subflavescens)</i>	X	Néctar
TOTAL			11	

Se encontraron 21 especies de arbustos con un total de 259 plantas en las 5 parcelas realizadas en el área del apiario, 18 de estas especies son consideradas melíferas por la presencia de flores de color amarillo, blanco, azul, lila, rojo y rosado, que son atractivas para las abejas y

porque presentan polen y/o néctar. (Véase Tabla 12). El criterio para determinar a los arbustos fue: la altura menor o igual a 4 metros, tallos múltiples, forma de crecimiento y leñificación.

Tabla 15. Especies arbustivas melíferas

No.	Especies	Nombre científico	Melífera (X)	Tipo de atrayente de abejas
1	Chilca	<i>(Baccharis latifolia)</i>	X	Polen
2	Clidemia	<i>(Clidemia rubra)</i>	X	Néctar
3	Mora silvestre	<i>(Rubus ulmifolius)</i>	X	Polen/Néctar
4	Izote	<i>(Yucca aloifolia)</i>	X	Polen
5	Calicarpa	<i>(Callicarpa americana)</i>	X	Néctar
6	Tumiñico	<i>(Lycium cestroides)</i>	X	Polen
7	Hortensia	<i>(Hydrangea macrophylla)</i>	X	Polen/Néctar
8	Cardo Santo	<i>(Cnicus benedictus)</i>	X	Polen/Néctar
9	Bugambilia	<i>(Bougainvillea glabra)</i>	X	Néctar
10	Salvia Involucrata	<i>(Salvia involucrata)</i>	X	Néctar
11	Flor Sida	<i>(Sida rhombifolia)</i>	X	Néctar
12	Guacamaya	<i>(Senna alata)</i>	X	Néctar
13	Espinoso	<i>(Ulex europaeus)</i>	X	Néctar
14	Jaboncillo	<i>(Sapindus saponaria)</i>	N/A	N/A
15	Moquillo	<i>(Saurauia scabrada)</i>	X	Néctar
16	Cufea	<i>(Cuphea hyssopifolia)</i>	X	Néctar
17	Clavel	<i>(Dianthus caryophyllus L.)</i>	N/A	Néctar
18	Lapalapa	<i>(Arctium lappa)</i>	N/A	Polen
19	Anona	<i>(Annona squamosa L.)</i>	X	Néctar
20	Caulote	<i>(Guazuma ulmifolia)</i>	X	Néctar
21	Liliaque	<i>(Leucaena leucocephala)</i>	X	Polen
TOTAL			18	

Se encontraron 27 familias de herbáceas en el área del apiario tanto en la zona boscosa como en el área de cultivos, la familia dominante por su abundancia es la *Poaceae* o más conocida como Gramíneas, la mayoría de las familias de herbáceas poseen floración aunque algunas especies de las familias no cuentan con flores, los colores de mayor abundancia son rojo, azul,

amarillo, blanco, morado, rosado, anaranjado y verde. Las familias que poseen floración son consideradas melíferas por su contenido en polen y/o néctar. (Véase Tabla 13). Los criterios considerados para las familias de herbáceas son: tallos suaves, sin corteza leñosa, tamaño menor o igual a 1 metro, sin ramificación.

Tabla 16. Familias herbáceas melíferas

No.	Familia	Cantidad	Melífera (X)	Tipo de atrayente de abejas
1	<i>Pteridaceae</i>	1	N/A	N/A
2	<i>Litraceae</i>	3	X	Néctar
3	<i>Campanulaceae</i>	1	X	Néctar
4	<i>Plantaginaceae</i>	5	X	Néctar
5	<i>Asteraceae</i>	6	X	Néctar
6	<i>Orobanchaceae</i>	3	N/A	N/A
7	<i>Lamiaceae</i>	6	X	Polen/Néctar
8	<i>Amarilidaceae</i>	3	X	Polen/Néctar
9	<i>Apocynaceae</i>	2	X	Néctar
10	<i>Solanaceae</i>	4	X	Polen
11	<i>Hipoxidaceae</i>	1	X	Polen/Néctar
12	<i>Orchidaceae</i>	2	X	Polen/Néctar
13	<i>Brassicaceae</i>	4	X	Néctar
14	<i>Auriculariaceae</i>	2	N/A	N/A
15	<i>Oxalidaceae</i>	3	X	Polen/Néctar
16	<i>Marantaceae</i>	2	N/A	N/A
17	<i>Rosaceae</i>	1	X	Polen/Néctar
18	<i>Dioscoreaceae</i>	2	X	Polen
19	<i>Iridaceae</i>	3	X	Polen/Néctar
20	<i>Commelinaceae</i>	2	X	Polen/Néctar
21	<i>Poligonaceae</i>	1	X	Néctar
22	<i>Amanitaceae</i>	1	N/A	N/A
23	<i>Boletaceae</i>	1	N/A	N/A
24	<i>Russulaceae</i>	2	N/A	N/A
25	<i>Begoniaceae</i>	2	X	Polen/Néctar
26	<i>Euphorbiaceae</i>	1	X	Polen/Néctar
27	<i>Thelypteridaceae</i>	1	N/A	N/A
28	<i>Amaryllidaceae</i>	2	X	Polen/Néctar
29	<i>Poaceae</i>	7	X	Polen/Néctar
30	<i>Amaranthaceae</i>	3	X	Polen/Néctar

No.	Familia	Cantidad	Melífera (X)	Tipo de atrayente de abejas
31	<i>Fabaceae</i>	3	X	Polen/Néctar
32	<i>Cucurbitaceae</i>	2	X	Polen/Néctar
33	<i>Umbeliferaeae</i>	1	X	Polen/Néctar
34	<i>Rafflesiaceae</i>	1	N/A	N/A
35	<i>Asparagaceae</i>	2	X	Polen/Néctar
TOTAL		86	26	

Se determinó mediante la cantidad de plantas encontradas por especie, las plantas dominantes en el sistema agroforestal del apiario, demostrando que en forestales el aliso (*Alnus jorullensis*) es el de mayor abundancia, arbustivas el jaboncillo (*Sapindus saponaria*) es el de mayor cantidad y en las herbáceas, la familia de las *Poaceas* domina. (Véanse figuras 9, 10 y 11)

Figura 9. Cantidad y repetición de especies forestales

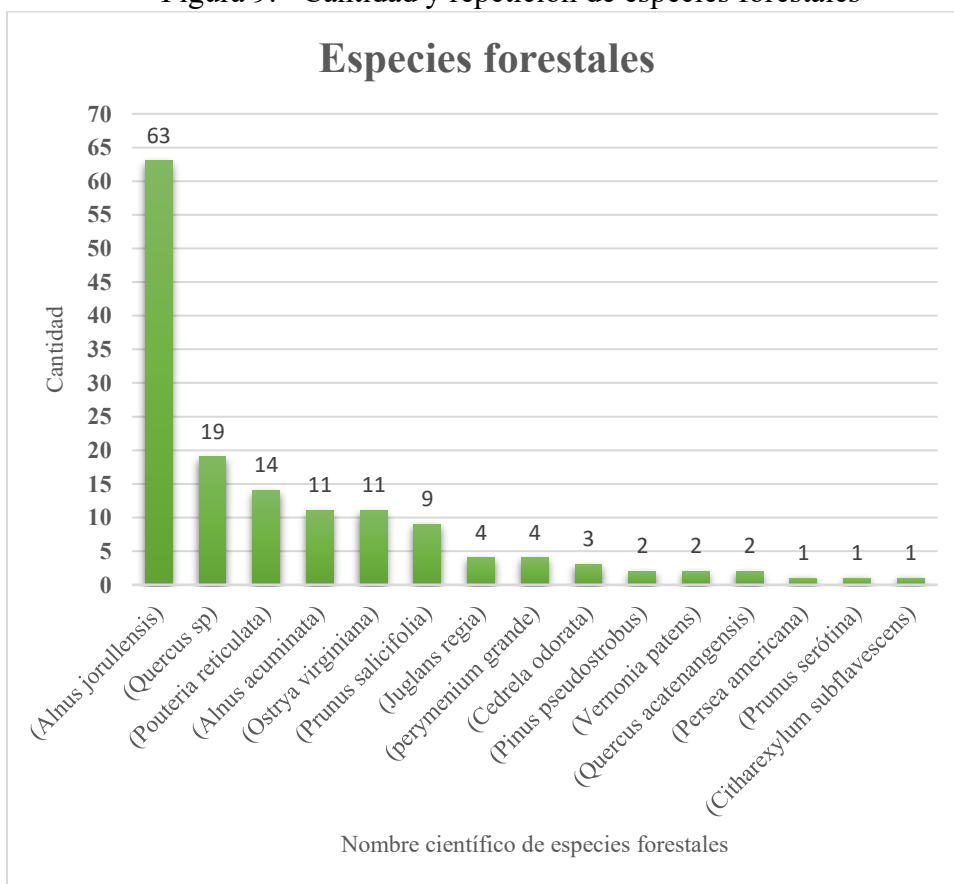
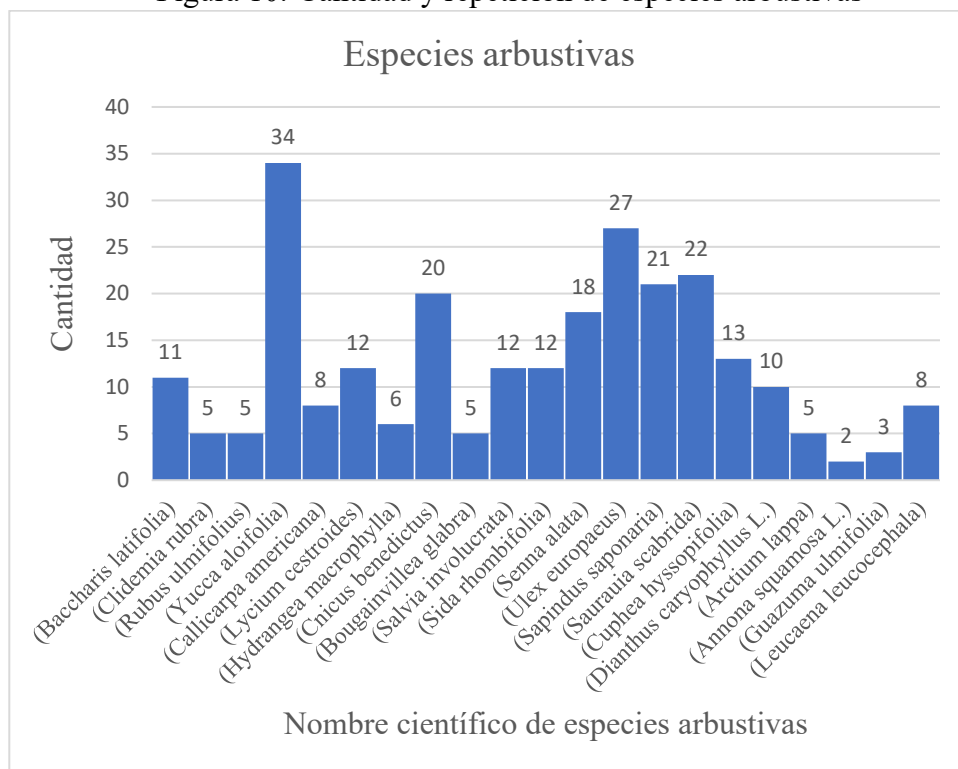


Figura 10. Cantidad y repetición de especies arbustivas



#### B. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas en SAF 2

En el sistema agroforestal 2 tan solo se encontraron 2 especies de árboles (aliso y duraznillo), esto debido al área del SAF y por el uso del terreno, el duraznillo es considerado melífero por poseer floración, polen y néctar, el aliso no es melífero por su método de polinización utilizando el viento. Se encontró una plantación de aguacate con alrededor de 10 años de siembra, por lo que el sistema agroforestal carecía de otras especies arbustivas, ya que la plantación recibe cuidados y manejo constante, se encontró izote como delimitador natural del terreno, ambas especies encontradas son melíferas porque poseen flores y producen polen y néctar para las abejas, en cada muestra se encontraban entre 6 y 7 árboles, considerando que se tiene un distanciamiento de 4 metros entre surco y 4 metros entre planta . Para las herbáceas, fueron encontradas 6 familias, destacando las *Poaceas* por su fácil propagación y crecimiento acelerado, estas son: *Thelypteridaceae*, *Plantaginaceae*, *Amaryllidaceae*, *Orobanchaceae*, *Oxalidaceae*, *Poaceae*. Donde la familia *Thelypteridaceae* es la única que no es melífera por ser un helecho y carecer de floración. A este sistema por los elementos que lo conforman y la ubicación de los mismos, se determina como “Sistema agroforestal plantaciones en línea Cercos vivos”, esto según Figueroa, (2019).

### C. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas del SAF 3

En el sistema agroforestal 3 se encontraron 2 especies forestales (aliso y encino) de estas especies forestales se considera melífera al encino por su floración y la cantidad de néctar que producen, el aliso no es melífero porque utiliza el viento para su polinización, y al no poseer flor, no es atractivo para las abejas, el área del sistema es utilizada para la plantación de durazno melocotón como cultivo perenne, los duraznos en su época de floración son una fuente de néctar y polen para las abejas, por lo tanto son melíferos, estas plantas tienen un distanciamiento de 3 metros entre calle y 3 entre planta, para las herbáceas, se encontraron 8 familias, las de mayor abundancia son las gramíneas. De acuerdo con Figueroa (2019) y por los elementos y la ubicación de estos en el SAF se determinó como “Sistema Agroforestal plantación en línea Cercos Vivos”.

### D. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas de los SAF 4 y 5

Para los sistemas agroforestales 4 y 5 se encontraron pocos árboles, se encontraron alisos y palo blanco, estas especies fueron localizadas como delimitadores de los terrenos, de estas especies solo el palo blanco es melífero por la producción de flores blancas y la cantidad de néctar que estas producen, estos SAF se encuentran en abandono, se encontraron 3 especies de arbustos para el SAF 4 y 12 especies para el SAF 5, el aguacate es el cultivo en estos dos sistemas, pero no se le ha dado un manejo, se localizaron 6 familias de herbáceas para el SAF 4 y 9 familias para el SAF 5, predominado las *poaceas* o gramíneas, estos dos sistemas agroforestales son utilizados como zona de pastoreo de ganado (bovinos y equinos), por lo que según Figueroa (2019) y los elementos que los conforman estos sistemas se denominan “Sistema Agroforestal Pastoreo en plantaciones forestales y frutales”.

### E. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas del SAF 6

El sistema agroforestal 6, es el sistema intervenido más pequeño, es utilizado para la siembra de maíz y frijol, en él se encontraron dos árboles de aliso como barreras vivas, el aliso no es melífero por su carencia de flores y por su forma de polinización, se encontraron 4 especies de arbustos siendo estos el sauco (*Sambucus nigra*), el clavel (*Dianthus caryophyllus L.*), el izote (*Yucca aloifolia*), y el palo de pito (*Erythrina berteroana*), también como barreras vivas, de estas especies solo el clavel no es considerado melífero por la poca cantidad de néctar que produce para las abejas, para las herbáceas se encontraron 6 familias; las *Gramínea* con el maíz como cultivo principal, las *Fabaceae* con el frijol, las *Cucurbitaceae* con el chilacayote, las *Solanaceae* con la

hierba mora, las *Amaranthaceae* y las *Asparagaceae*. A partir de estas especies y familias de plantas, la ubicación que poseen y los elementos que interactúan, se determinó que es un “Sistema Agroforestal Milpa” (Reyes, 2020).

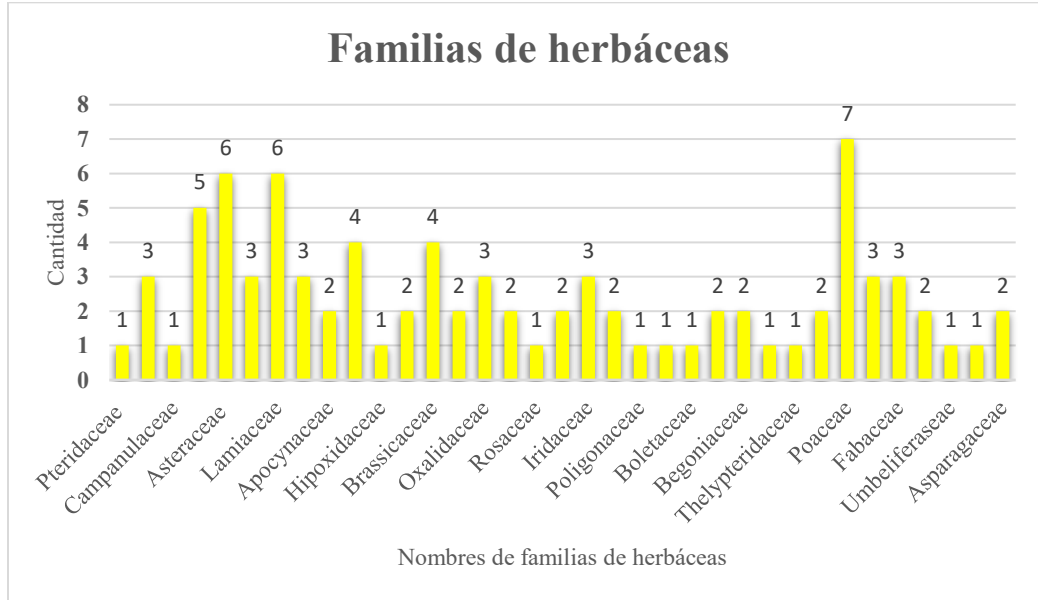
#### F. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas en el SAF 7

En el sistema agroforestal 7 se encontraron pocas especies forestales por ser un área agrícola, por lo tanto, las especies encontradas son utilizadas como delimitadores naturales, se encontraron 8 árboles en total, 4 alisos, 3 pinos y 1 encino, de estas especies, solo el encino es melífero, por su floración y su producción de néctar para las abejas y otros polinizadores, se encontraron especies arbustivas de sauco, izote, jaboncillo, chichicaste y chilca, de estas especies el jaboncillo y la chilca no son considerados melíferos por la poca producción de néctar que tienen. Se encontraron 9 familias de herbáceas siendo la mayoría cultivos de temporada, las familias encontradas son: *Brassicaceae*, *Umbelíferas*, *Gramínea*, *Fabaceae*, *Dioscoreaceae*, *Asteracea*, *Iridaceae*, *Amaranthaceae*, *Rafflesiaceae*, de estas familias las *Dioscoreaceae* y las *Rafflesiaceae* no poseen flores por lo que se descartan de ser melíferas, por todos los elementos y su distribución en el sistema se determinó que es un “Sistema Agroforestal árboles en asociación con cultivos de temporada” esto según Figueroa (2019).

#### G. Especies forestales, arbustivas y familias de herbáceas en el SAF 8

En el sistema agroforestal 8, se encontraron 5 árboles utilizados como delimitadores del terreno, estas especies son: 3 alisos, 1 pino y 1 palo blanco, de estas especies, la única que es melífera es el palo blanco por su producción de flores blancas y néctar. Se encontraron 4 especies de arbustos, estos son: 1 aguacate, 2 limones, 2 saucos y 1 durazno, las especies forestales y arbustivas son escasas por el uso del terreno, se tiene como cultivo el maíz. Se encontraron 9 familias de herbáceas, estas son: *Gramínea*, *Fabaceae*, *Cucurbitaceae*, *Solanaceae*, *Amaranthaceae*, *Asparagaceae*, *Lamiaceae*, *Amarilidáceas* y *Apocynaceae* de estas familias todas son melíferas por su floración y producción de polen y/o néctar (Véase Tabla 13), se determinó a este sistema como “Sistema agroforestal Milpa intercalado con árboles frutales” (Ovalle, et al., (2022).

Figura 11. Cantidad y repetición de familias de herbáceas para los 8 SAFs



Las herbáceas en grandes cantidades permiten que las abejas tengan mayor accesibilidad a flores que les proporcionan polen y/o néctar, reduciendo el área de pecoreo, por lo tanto, su importancia radica en su conservación y mantenimiento.

#### H. Análisis del índice de Shannon

Basado en el análisis general de los sistemas agroforestales y de acuerdo con las especies de árboles, arbustos y herbáceas encontradas y según los datos obtenidos mediante la fórmula de la biodiversidad de Shannon, las especies forestales se encuentran en la normalidad de cualquier ecosistema al tener un índice de 1.963. Las especies arbustivas se encuentran en poblaciones normales con tendencia al aumento al tener un índice de 2.83 y que las familias de herbáceas se encuentran en poblaciones altas refiriéndose a biodiversidad con un índice de 3.378. Por lo tanto, la diversidad biológica en general del área de intervención de las abejas se encuentra en el rango normal.

#### I. Temperatura y humedad relativa

Comparando los resultados obtenidos en campo, con los datos que la página web Weather.com y la página del INSIVUMEH, se realizó el promedio de las tres bases de datos, la máxima según datos de campo 26°, según Weather.com 25° y según INSIVUMEH 24°, la temperatura máxima del lugar donde se sitúa el apiario y los sistemas agroforestales que colindan es de 25°, la mínima según datos de campo 14°, según Whether.com 12° y según el INSIVUMEH 10°, la mínima es de 12°.

La humedad relativa para el área boscosa por la mañana (6:00 am) es del 56.43%, la humedad relativa al medio día (12:30 pm) es del 87.25%, la humedad relativa por la noche (6:00 pm) es del 75.6%. Para los sistemas agroforestales la humedad relativa por la mañana (6:00 am) es del 51.12%, la humedad relativa al medio día (12:30 pm) es del 76.5%, la humedad relativa por la noche (6:00 pm) es del 71.2%. Por lo tanto, se comprende que, para el lugar del estudio, la temperatura es el factor determinante para la humedad relativa, es decir, a mayor temperatura, mayor humedad relativa, este comportamiento es debido a el uso que se le da al suelo (Sistemas agroforestales) y que el lugar está rodeado de bosque.

#### J. Textura, pH y perfil del suelo

Se logró determinar la textura del suelo de cada sistema agroforestal con los datos obtenidos en campo, se determinó que el SAF 1: es franco arenoso, el SAF 2: es un suelo franco, SAF 3: tiene un suelo franco arcilloso, el SAF 4: es franco limoso, el SAF 5: es un suelo franco, el SAF 6: es franco, el SAF 7 es franco limoso y el SAF 8: posee un suelo franco. Se logró identificar que la textura general del suelo, determinado que es franco, las variantes se deben a el uso del suelo y pequeñas pendientes e irregularidades del terreno, estos suelos son perfectos para cultivos transitorios, pero por las pendientes, los sistemas agroforestales son la mejor opción para su implementación.

Para el pH del suelo, las tiras de pH utilizadas en las muestras para la textura del suelo para el SAF 1: el suelo tiene un pH de 5, para el SAF 2: el suelo tiene un pH de 5.5, para el SAF 3: el suelo tiene un pH de 6, para el SAF 4: el suelo tiene un pH de 4, para el SAF 5: el suelo tiene un pH de 4, el SAF 6: posee un pH de 7, el SAF 7: posee un pH de 6, para el SAF 8: se encontró un pH de 7. En términos generales, todas las áreas estudiadas poseen un potencial de hidrógeno neutro o ligeramente ácido, que permiten la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiana y menor toxicidad para el crecimiento y desarrollo correcto de las plantas.

Mediante los datos obtenidos en campo se determinó que para el perfil del suelo se encontraron 3 horizontes a una profundidad de un metro: estos son: el horizonte 0, donde se encuentra la materia orgánica en descomposición, el horizonte A, donde se encuentran las raíces de las plantas, contiene minerales y ocurre la absorción de nutrientes para las plantas, el horizonte B, mayor cantidad de arcilla, filtro de minerales y agua. Se determinó que en promedio, el horizonte 0 es de 19.9 cm de

profundidad, que el horizonte A en promedio tiene una profundidad de 61.6 cm y que el horizonte B en promedio posee una profundidad de 16.25 cm.

#### K. Altitud y pendiente

Se determinó que la altitud promedio del lugar de intervención es de 2088.67 metros sobre el nivel del mar, en donde se pueden desarrollar cultivos, árboles y se confirmó la información de que este lugar pertenece a las tierras altas volcánicas. En el apiario y en los sistemas agroforestales intervenidos, a simple vista, se logró determinar la homogeneidad en la pendiente de los terrenos, por lo que se realizaron 16 mediciones para la pendiente media (dos por cada sistema agroforestal) usando el nivel tipo A. Por lo tanto, la pendiente promedio del lugar (apiario y sistemas agroforestales) es de 28.66% o 15.99° de inclinación con algunas leves irregularidades en la superficie del terreno, dando lugar a la implementación de Agroforestería con cultivos anuales, Sistemas silvopastoriles y/o Agroforestería con cultivos permanentes de acuerdo con INAB (2000). (Véase Tabla 15)

Tabla 17. Matriz de capacidad de uso de la tierra para la región “Tierras altas volcánicas”

Pendientes (%)					
Profundidad del suelo (cm)	<12	12 - 26	26 - 36	36 - 55	>55
>90	A	Am/Aa	Ss/Ap	Ap/F	F/Fp
50- 90	A/Am	Am/Aa	Ss/Ap	Ap/F	F/Fp
20 – 50	Am/Aa	Ss/Ap	Ss/Ap	Ap/F	Fp
<20	Aa	Ss/F	Ss/Fp	Fp	Fp

Fuente: “Clasificación de tierras por capacidad de uso” INAB (2000).

Tabla 18. Resumen de la caracterización biofísica en los 8 SAF de intervención

SAF	Número de especies forestales	Número de especies arbustivas	Número de familias herbáceas	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Pendiente (%)	Altitud (msnm)	Textura del suelo	pH del suelo	Perfil del suelo (cm)
1	15	43	27	Máxima de 25° y mínima de 12°	Por la mañana de 51.12%, al medio día de 76.5% y en la noche de 71.2%	29.50%	2088.6 msnm	Franco Arenoso	5	Horizonte 0: 19.9 cm, horizonte A: 61.6 cm, y horizonte B: 16.25 cm
2	2	2	6			30%		Franco	5.5	
3	2	1	8			26.75%		Franco Arcilloso	6	
4	1	3	6			34.50%		Franco Limoso	4	
5	2	11	9			32.50%		Franco	4	
6	1	4	6			22%		Franco	7	
7	3	6	9			30%		Franco Limoso	6	
8	3	4	9			24%		Franco	7	

## VIII. CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización biofísica de sistemas agroforestales, es decir, la determinación de los elementos y condiciones de los SAF colindantes al apiario, con ello se logró identificar especies melíferas en los tres estratos utilizados para la producción de miel, alimentos y servicios ecosistémicos. Basado en los datos obtenidos en campo, se determinó que tres cuartos (3/4) de las especies tanto forestales, arbustivas como familias de herbáceas son melíferas, por lo que el área de intervención de las abejas es ideal para su pecoreo y la producción de miel.

Basado en el análisis general de los sistemas agroforestales y de acuerdo con las especies de árboles, arbustos y herbáceas encontradas y según los datos obtenidos mediante la fórmula de la biodiversidad de Shannon, las especies forestales se encuentran en la normalidad de cualquier ecosistema, las especies arbustivas se encuentran en poblaciones normales con tendencia al aumento y que las familias de herbáceas se encuentran en poblaciones altas refiriéndose a biodiversidad. Por lo tanto, la diversidad biológica en general del área de intervención de las abejas se encuentra en el rango normal.

En cuanto a los factores biofísicos: Se recolectaron los datos para la temperatura máxima y mínima del lugar, estos son: 25° y 12° respectivamente, la humedad relativa del lugar es de 76.5% al medio día, la textura del suelo generalmente es “Franco” con algunas variaciones en pequeñas irregularidades y usos, el potencial de hidrógeno encontrado se sitúa en la neutralidad y que en el perfil del suelo se encontraron tres horizontes (0, A y B), con proporciones ideales para cultivos agrícolas, la altitud promedio del lugar es de 2088.6 metros sobre el nivel del mar, y que la pendiente promedio es de 28.66% o 15.9° por la homogeneidad existente en los SAF.

Se logró determinar el uso del suelo de los sistemas agroforestal y su tipificación de conformidad a los elementos y las ubicaciones de los objetos dentro de los SAF, se determinó que el SAF 1 el apiario es un “Sistema agroforestal árboles en asocio con cultivos anuales”, el SAF 2 como “Sistema agroforestal plantaciones en línea Cercos vivos”, el SAF 3 como “Sistema Agroforestal plantación en línea Cercos Vivos”, el SAF 4 y 5 como “Sistema Agroforestal Pastoreo en plantaciones forestales y frutales”, el SAF 6 como “Sistema Agroforestal Milpa”, SAF 7 como “Sistema Agroforestal árboles en asociación con cultivos de temporada” y el SAF 8 como “Sistema agroforestal Milpa intercalado con árboles frutales”, estos sistemas agroforestales son esenciales

para la conservación de la biodiversidad y para la producción de flores que a su vez permiten que las abejas consigan su alimento (polen y/o néctar).

## **IX. RECOMENDACIONES**

Para que la diversidad biológica de Chuipoj, Santa María Visitación no descienda, es necesario continuar estableciendo sistemas agroforestales que contengan especies nativas de la zona, ya que demostraron ser una fuente de alimento para las abejas (Melíferas), el establecimiento de apiarios por la zona mejora las condiciones de los cultivos por la eficaz polinización de las abejas.

Se recomienda conseguir instrumentos de precisión para la recolección de datos de campo y así garantizar un margen de error mínimo que no entorpezca la investigación, para la recolección de datos también se recomienda tener una metodología clara, completa y detallada con algoritmos sencillos para que el estudio pueda ser realizado con eficacia y eficiencia. En la fase de campo se recomienda formar un equipo de mínimo tres personas que puedan apoyar en la recolección de datos, esto con la finalidad de poder caracterizar los aspectos biofísicos de manera cómoda y certera al tener observadores que puedan reducir el margen de error y ayudar a utilizar y calibrar correctamente los instrumentos.

Para la fase de análisis se recomienda llevar un control y orden riguroso de los datos obtenidos en campo ya que de lo contrario, se crearán confusiones que pueden afectar a la interpretación de los datos. Para la realización de estudios similares es recomendable definir la duración y la época de la recolección de datos para que se obtenga información certera y definir o delimitar los aspectos biofísicos que se tengan que intervenir para poder adaptar el tiempo y la metodología.

## X. BIBLIOGRAFÍA

(WWF), W. W. (2018). Servicios ecosistémicos. *Ruleta de servicios ecosistémicos*.  
<https://www.wwf.org.mx/?324210/Glosario-ambiental-Servicios-ecosis-que>

Barrance, A., Beer, J., Boshier, D. H., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., Finegan, B., Galloway, G., Gómez, M., Gordon, J., Hands, M., & Hellin, J. (2003). *Árboles de centroamerica CATIE*.

Briseño Santiago, C. I. (2018). *Identificación de Flora melífera con potencial ornamental y medicinal en yucatán*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del estado de Jalisco, Yucatán.

Calva, M. Á. (16 de abril de 2020). Estimación de la flora melífera para la productividad apícola de la estación experimental Tunshi en el sector de Licto, Riobamba. Ecuador. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1162>

Carreño, N. (2021). *Caracterización socioeconómica y biofísica de agroecosistemas en el municipio de Pasca en la provincia del Sumapaz-Cundinamarca*. Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca, Colombia, Colombia. <https://doi.org/10.22463/24221783.3159>

Céspedes L., C., & Vargas Sh., S. (2021). *Agroecología Fundamentos y técnicas de producción*. (M. C. R., Ed.) Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación INIA Remehue, Ministerio de Agricultura. Ruta 5 Sur, kilómetro 8 norte, Osorno. Fono (56) 64 233 4800, Osorno, Chile.

Christmann. (2019). *La polinización*. Mexico.

CONAP. (2015). *Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y plan de acción Guatemala*. Oficina Técnica de Seguimiento a la Estrategia Nacional de Biodiversidad del CONAP.

Cuadra, S., & Rodríguez, P. (2019). *Manual de polinización de cultivos agrícolas*.

Dorronsoró, C. (2020). *Introducción a la edafología*.  
<http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm>

FAO. (2018). *Textura del suelo*. FAO.  
[https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm)

FAO. (2023). *Guía DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS EN ÁREAS RURALES*. FAO.  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/158f38e2-86ef-47a9-aa3e-21be6fe6bd28/content>

FAO, O. d. (2019). *Sistemas de producción sostenible*. FAO.

Figueró, E. P. (2019). *Sistemas Agroforestales*. México. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/[https://www.researchgate.net/profile/Emilio-Figueró/publication/328368150\\_Sistemas\\_Agroforestales/links/5bc8d00c299bf17a1c5cac3f/Sistemas-Agroforestales.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Emilio-Figueró/publication/328368150_Sistemas_Agroforestales/links/5bc8d00c299bf17a1c5cac3f/Sistemas-Agroforestales.pdf)

Gualpa Calva, M. Á., Guilcapi Pacheco, E. D., & Espinoza Espinoza, A. E. (05 de abril de 2019). *Revista Científica Dominio de la Ciencia*. Dialnet:  
<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

Gualpa-Calva, M. Á. (s.f.). *Flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación*. *Revista Científica Dominio de la Ciencia*.

Hansen, J. (Marzo de 2018). *GardenTech*.  
<https://www.gardentech.com/es/blog/garden-and-lawn-protection/gardening-for-bees-birds-and-butterflies#:~:text=Los%20polinizadores%20tambi%C3%A9n%20tienen%20preferencias,suelen%20atraer%20a%20las%20mariposas.>

INAB. (2000). *Clasificación de tierras por capacidad de uso*. INAB, Guatemala. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/[https://www.inab.gob.gt/images/centro\\_d](https://www.inab.gob.gt/images/centro_d)

escargas/manuales/Clasificaci%C3%B3n%20de%20tierras%20por%20capacidad%20de%20uso.pdf

J. Loening, L., & Markussen, M. (2003). *Pobreza, Deforestación y Pérdida de la Biodiversidad en Guatemala*. ECONSTOR, Guatemala.

Kermez, J. S. (18 de 05 de 2009). ¿Por qué se pierde la biodiversidad? (E. B. Mexicana, Entrevistador)

Laura, T. J. (2017). *IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES MELÍFERAS EN LAS COMUNIDADES DE CHICALOMA Y LAZA DEL MUNICIPIO DE IRUPANA, LA PAZ – BOLIVIA*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, Bolivia.

León C., J., Naranjo, E., Ramirez M., N., Rangel, J., Horvath, A., Muñoz, A., & Ishiki, M. (2010). *MANUAL PARA EL RECONOCIMIENTO, EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Manual para el reconocimiento, evaluación y monitoreo de la diversidad biológica*. Ecosur y Biología interna de impacto ambiental, Chiapas. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000050297>

López Pérez, E. C. (2021). *Principios de Agroforestería y una Apicultura orgánica en el municipio de Totonicapán*. Centro Universitario de Totonicapán, Totonicapán.

Matteucci, S. D., & Colma, A. (2015). *METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN*. [https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/44553298\\_Metodologia\\_para\\_el\\_estudio\\_de\\_la\\_vegetacion\\_por\\_Silvia\\_D\\_Matteucci\\_y\\_Aida\\_Colma/links/553a55fd0cf245bdd763f4ab/Metodologia-para-el-estudio-de-la-vegetacion-por-Silvia-D-Matteucc](https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/44553298_Metodologia_para_el_estudio_de_la_vegetacion_por_Silvia_D_Matteucci_y_Aida_Colma/links/553a55fd0cf245bdd763f4ab/Metodologia-para-el-estudio-de-la-vegetacion-por-Silvia-D-Matteucc)

Maya, M. A., Luna Delgado, Y. G., & Cottón, M. E. (2020). *Abejas sin aguijón y legado biocultural en Mesoamerica*. USAC, Guatemala. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/2006/2071>

Meléndez Ramírez, V., Chablé Santos, J., & Selém Salas, C. (2020). *Polinización y polinizadores amenazados en*. Bioagrociencia. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/view/3558/1535>

Méndez , V. (2018). *Climas de Guatemala*. <https://goo.gl/bZrREL>

Moina Sánchez, P., Morales Carrasco, L., & Córdova Pacheco, A. (2020). *Crecimiento económico en una región*. Revista de Ciencias de la Administración y Economía, Ecuador.

Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). *SISTEMAS AGROFORESTALES, FUNCIONES PRODUCTIVAS, SOCIOECONÓMICAS Y AMBIENTALES*. Costa Rica.

Morante, A. L. (2019). *IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL MELÍFERO PARA FORTALECER LA PRODUCCIÓN DE MIEL DE ABEJA (Apis mellifera L.) EN LA ZONA DE INTAG*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Obeso, J. R., & Herrera, J. M. (2018). *Perdida de polinizadores: Evidencias, causas y consecuencias*.

Oficina Municipal de planificación (OMP), Santa María Visitación, Sololá. (2018). *Plan de desarrollo municipal de Santa María Visitación, Sololá, Guatemala*.

Orlando, R. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN COMUNIDADES DE LA ECO-REGIÓN LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPA*. Universidad Rafael Landívar.

Ormeño Luna, J., Castillo Diaz, T., Garay Montes, R., & Vallejos Torres, G. (2021). *Calidad de miel por "abejas nativas" (Meliponini) en la Región San Martín, Perú*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín, Perú.

OTECBIO CONAP. (2008). *Guatemala y su Biodiversidad*. Guatemala.

Ovalle, J. O., Gómez, E. M., Soto, L. P., & Gónzales, M. S. (2022). El sistema milpa intercalado con árboles frutales (MIAF): evaluación agroecológica a diez años de su implementación en Chamula, Chiapas, México. <https://www.academica.org/emanuel.gomez/47>

Pérez, A. L. (2021). *Principios de Agroforestería y una Apicultura orgánica*. USAC.

Pérez, E. C. (2021). *Principios de Agroforestería y una Apicultura orgánica en el municipio de Totonicapán*. Centro Universitario de Totonicapán, Totonicapán.

Pérez-García, J. N. (2020). *Causas de la pérdida global de biodiversidad*. Colombia.

Quinteros, M. A. (2019). *Identificación de especies forestales arbóreas y arbustivas con potencial melífero para fortalecer la producción de miel de abeja (*apis mellifera l.*) en la zona de Intag*. Universidad Técnica del Norte, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9878>

Reyes Donis, A. O., & Solórzano Castillo, R. (2023). Especies florísticas, arbóreas y arbustivas de importancia melífera del Sur Oriente de Guatemala. *Revista Naturaleza, Sociedad y Ambiente*, 10, 90, 91, 92.

Reyes, A. K. (2020). Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en San Andrés Calpan, Puebla. Puebla. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/http://193.122.196.39:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4761/Reyes\_Reyes\_AK\_DC\_EDAR\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Robles. (2018). *Agroforestería y apicultura*. Experiencias de conservación.

Robles, S. (2018). *Cambio Climático y ganadería: El papel de la agroforestería*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa., Mexico.

Rosado Gordón , M. Á. (2020). *Polinizadores y biodiversidad*. Apolo: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://apolo.entomologica.es/cont/materiales/informe\_tecnico.pdf

Saloj Yaxón, L. M., & Girón Jiménez, F. D. (2018). *Manual de Parcelas Integrales Sostenibles*. Sololá: CHOLSAMAJ.

Sánchez, J. (2019). *Ecología verde*. <https://www.ecologiaverde.com/bosques-de-niebla-que-son-y-caracteristicas-1859.html#:~:text=Se%20denomina%20bosque%20de%20niebla,gran%20densidad%20de%20niebla%20en>

Santiago, C. I. (2018). *IDENTIFICACIÓN DE FLORA MELIFERA CON POTENCIAL*. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGIA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO, A.C., Mexico.

Sarandón, S. J. (2021). *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. Editorial de la UNLP. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/109141/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/109141/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Serna, G. L. (2018). *Sistemas agroforestales*. Universidad de Caldas - Unión Europea, Bolivia.

Silva. (2018). *Producción apícola*. Ecuador.

Toro. (2011). *Revista colombiana de ciencias hortícolas*. Evaluación de la sostenibilidad de sistemas agroforestales en el trópico americano: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias\\_hortícolas](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas)

Urcola, M. A. (2018). *Promoción, Desarrollo y Persistencia de la Agricultura Familiar y sus Formas Asociativas : El caso de las asociaciones apícolas en la provincia de Chaco, Argentina (1999-2015)*.

Valega, O. (2018). *Consanguinidad en las abejas*. Apiservices: <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1145-consanguinidad-en-las-abejas#:~:text=Hay%20una%20regla%20muy%20simple,se%20convertir%C3%A1%20en%20un%20Z%C3%A1ngano>.

Vargas, N. J. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL; SAN MIGUEL HUITÉ*. Universidad Rafael Landívar, Zacapa.

Vega, C. F., & Ramírez Maldonado, H. (2010). *Dendrometría*.

Vivamos Mejor. (2023). *Programa de paisajes y biodiversidad*. Asociación Vivamos Mejor, Sololá.

Weather spark. (2023). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Santa María Visitación Guatemala*. <https://es.weatherspark.com/y/11136/Clima-promedio-en-Santa-Mar%C3%ADa-Visitaci%C3%B3n-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zenteno, F. S., Villalba, D., & Beck, S. (2022). *Guía de plantas forrajeras y Melíferas*. La paz, Bolivia.

## XI. GLOSARIO

1. Apiario: es un lugar donde se ubican y cuidan las colmenas de abejas. Es como una "casa" para las abejas, pero en lugar de una sola casa, es un conjunto de ellas.
2. Apícola: es un adjetivo que se utiliza para referirse a todo lo relacionado con las abejas y la apicultura.
3. Biodiversidad: se refiere a la variedad de vida en nuestro planeta. Esto incluye no solo la cantidad de especies diferentes, sino también la variedad genética dentro de cada especie y la variedad de ecosistemas en los que viven.
4. Biofísica: es un término que se utiliza para describir el análisis detallado de un entorno natural, un ecosistema o un organismo, teniendo en cuenta sus componentes físicos y biológicos.
5. Colindancia: es un término que se utiliza para describir la relación de proximidad o contacto entre dos o más cosas, especialmente cuando se refiere a terrenos, propiedades o edificios.
6. Dendrometría: es la rama de la ciencia forestal que se dedica a medir las dimensiones de los árboles individuales y de las masas forestales.
7. Fauna: se refiere al conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica específica, en un período geológico determinado o en un ecosistema particular.
8. Flora: se refiere al conjunto de especies vegetales que habitan en una región geográfica específica, en un período geológico determinado o en un ecosistema particular.
9. Gravimétrico: es un adjetivo que se deriva de la palabra "gravedad", y se utiliza para describir algo relacionado con la medición del peso o la masa.
10. Herbáceas: es un adjetivo que se utiliza para describir a las plantas que tienen un tallo tierno y no leñoso, a diferencia de los árboles y arbustos.
11. Homogeneidad: es un término que se utiliza para describir la cualidad de ser uniforme o similar en todas sus partes.
12. Melífera: melífera es un adjetivo que se utiliza para describir a aquellos seres vivos, especialmente insectos, que tienen la capacidad de producir miel.
13. Mojón: es una marca física, como una piedra, un poste o un objeto similar, que se coloca para delimitar propiedades, terrenos o áreas específicas.

14. **Morfología:** es la rama de la biología que se encarga de estudiar la forma y estructura de los seres vivos.
15. **Pecoreo:** es la práctica de extracción de polen y néctar de las flores que llevan a cabo las abejas.
16. **Sedimentación:** es el proceso por el cual las partículas sólidas más densas que un fluido (como el agua o el aire) se depositan en el fondo del recipiente o del cuerpo de agua debido a la fuerza de gravedad.
17. **Silvopastoriles:** es un término que describe un sistema de producción agrícola sostenible que combina la cría de ganado con la forestación.
18. **Sistemático:** es un adjetivo que se utiliza para describir algo que sigue un sistema, es decir, que está organizado de forma metódica y ordenada, siguiendo reglas o principios establecidos.
19. **Taxar:** es un verbo que tiene varios significados, pero todos ellos giran en torno a la idea de fijar un valor, precio o límite a algo.
20. **Tipificación:** es un término que se utiliza para describir el proceso de clasificar, categorizar o ajustar algo a un modelo o tipo específico.

## XII. ANEXO

### A. Cronograma de actividades

Actividad	Mayo							Junio				Julio		Agosto				
	1	2	11	15	18	25	29	8	15	22	29	6	20	10	17	24	31	
Visitas de reconocimiento	X																	
Entrega de solicitud formal a propietarios de los SAF	X																	
Recolección de herramientas	X																	
Impresión de boletas de campo	X																	
Revisión de metodología		X																
Recolección de datos SAF 1		X																
Recolección de datos SAF 2			X															
Recolección de datos SAF 3			X															
Recolección de datos SAF 4				X														
Recolección de datos SAF 5				X														
Recolección de datos SAF 6					X													
Recolección de datos SAF 7					X													
Recolección de datos SAF 8						X												
Tabulación de datos 1																		
Implementación de plantas melíferas en SAF 1							X	X										
Selección de especies melíferas									X									
Análisis estadístico										X								
Resultados preliminares 1											X	X						
Temperatura, humedad relativa, pendiente y altitud													X					
Textura, pH y perfil del suelo														X				
Tabulación de datos 2															X			
Resultados preliminares 2																X		
Resultados finales																	X	
Imprevistos																	X	
Conclusión de la caracterización																		X

Fuente: Elaboración propia según tiempo estimado de ejecución (Cada fecha fue elegida por la disponibilidad de tiempo y los factores climáticos).







E. Presupuesto general

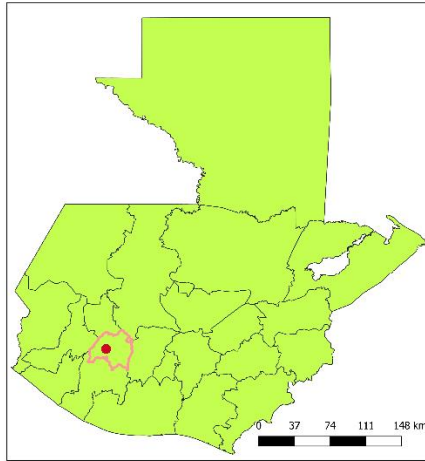
Concepto	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Justificación
Herramientas y suministros				
GPS Garmin 60CSx	1	Q5,000.00	Q5,000.00	Coordenadas y altitud
Registrador T° y HR Bluetooth HOBO (MX1101)	1	Q2,000.00	Q2,000.00	Temperatura y humedad relativa
Nivel tipo A	1	Q 200.00	Q 200.00	Pendientes
Cinta diamétrica	3	Q 400.00	Q1,200.00	DAP
Pala	2	Q 80.00	Q 160.00	Calicata
Azadón	2	Q 125.00	Q 250.00	Calicata
Machete	3	Q 80.00	Q 240.00	Muestreo en general
Resma de hojas	1	Q 35.00	Q 35.00	Planillas, boletas de campo, permisos y documentación varia
Tablas Shanon	3	Q 25.00	Q 75.00	Recolección de datos
Lapiceros	10	Q 1.25	Q 12.50	Recolección de datos
Botellas de vidrio con tapa	8	Q 10.00	Q 80.00	Muestras de suelo
Jornales				
Servicios profesionales	12	Q 300.00	Q3,600.00	Identificación de especies de flora en el lugar
Servicios técnicos	8	Q 200.00	Q1,600.00	Recolección de datos
Transporte				
Visitas al lugar	10	Q 150.00	Q1,500.00	Desarrollo de la investigación de Sololá a Santa María Visitación
Alimentación				
Refacciones	20	Q 10.00	Q 200.00	
Almuerzos	20	Q 30.00	Q 600.00	
TOTAL			Q 16,752.50	

F. Mapa de georreferenciación del apiario Apis Juyú

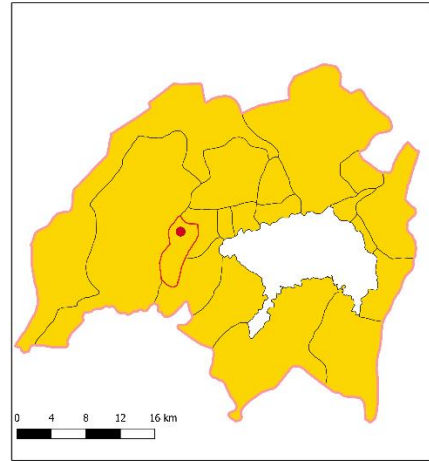
*Mapa de ubicación nacional, departamental y municipal del  
Apiario Apis Juyú, Santa María Visitación, Sololá.*



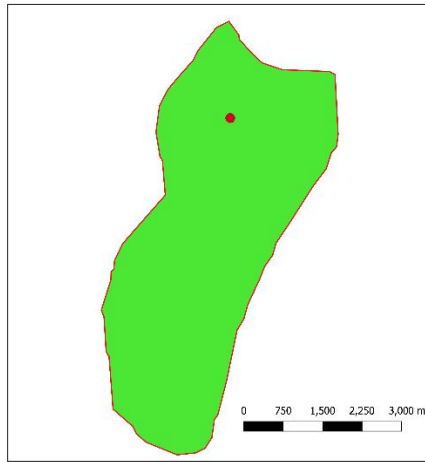
Guatemala-Sololá



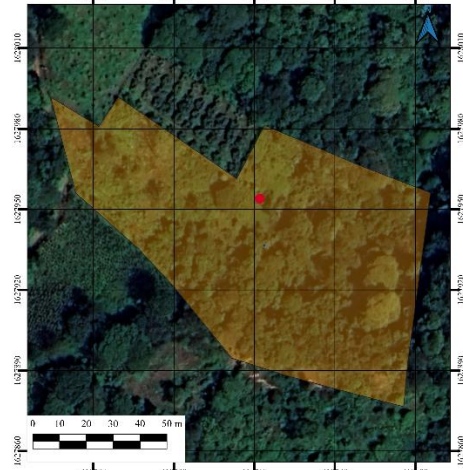
Sololá-Santa María Visitación



Santa María Visitación-SAF



Sistema Agroforestal-Apiario



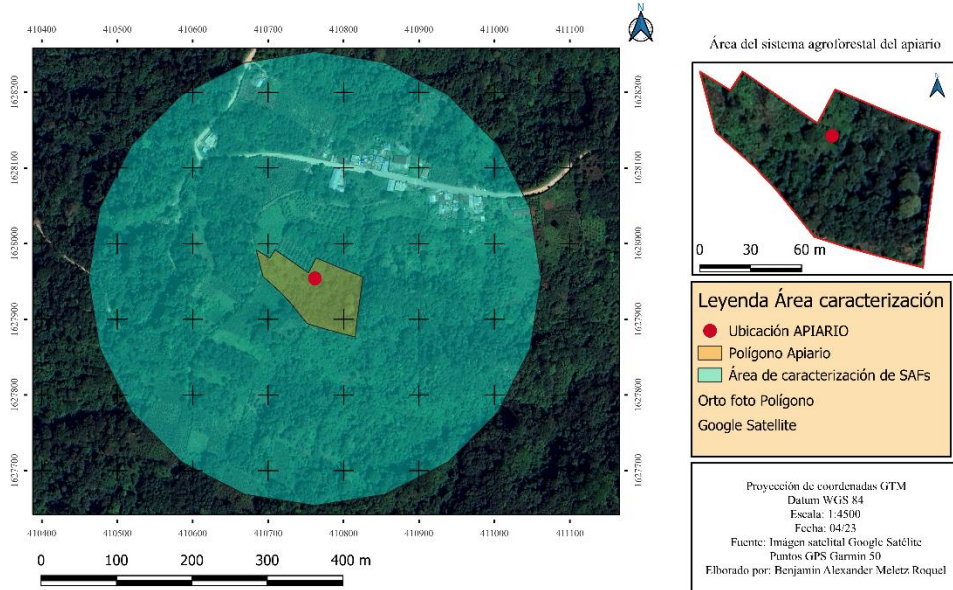
*Proyección de coordenadas GTM  
Datum WGS 84  
Escala: 1:900  
Fecha: 04/23  
Fuente: Sapep MAGA (2006)  
Imagen Satelital Google Satellite  
Puntos GPS Garmin 50  
Elaborado por: Benjamín Alexander  
Melet: Roquel*

**Leyenda Apiario**

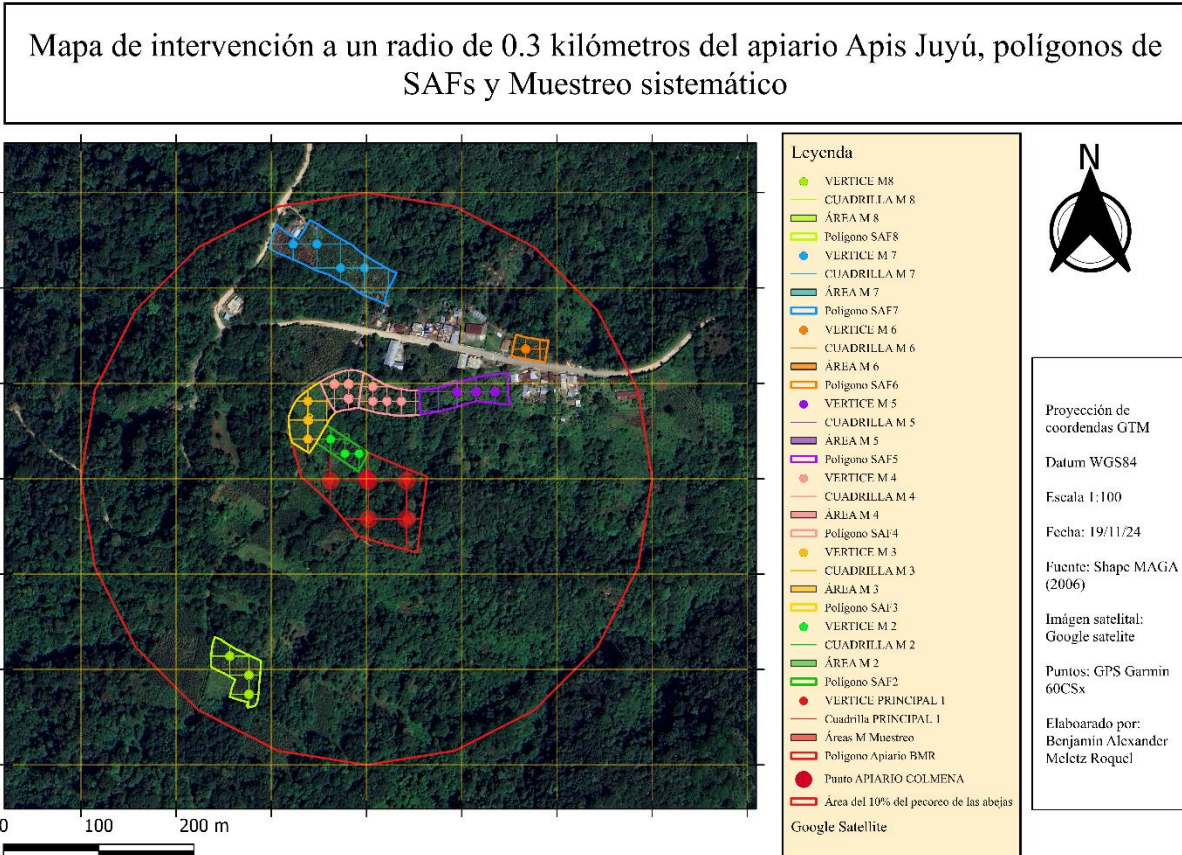
- Ubicación del apiario
- Polígono Apiario
- Santa María Visitación
- Sololá Departamento
- Municipios Sololá
- Mapa Guatemala
- Google Satellite

## G. Mapa de georreferenciación del área de estudio

### *Mapa de área de caracterización de Sistemas Agroforestales colindantes al apiario Apis Juyú*



H. Mapa de ubicación del estudio, los polígonos de los 8 SAFs y los puntos de muestreo



I. Carta de interés extendida por el Concejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Área forestal.



CONSEJO NACIONAL  
DE ÁREAS PROTEGIDAS  
DIRECCIÓN REGIONAL ALTIPLANO CENTRAL  
CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS CONAP



OFICIO 05-2023/prms  
Sololá, 22 de mayo del año 2,023.

Facultad de Ingeniería  
Comité de aprobación de tesis  
Universidad del Valle de Guatemala

Apreciables señores.

Reciban un cordial saludo de parte del área forestal del Consejo Nacional de Areas Protegidas, Dirección Regional Altiplano Central, deseándoles todo tipo de éxitos en pro de desarrollo educativo superior de Guatemala.

A través de la presente quiero hacer de manifiesto que el estudiante **Benjamín Alexander Meletz Roquel** carné 15536 se encuentra realizando su **PRÁCTICA** en la Dirección Altiplano Central específicamente en el área forestal. Y se han realizado varias actividades, entre ellas un diagnóstico rápido sobre actividades prioritarias dentro del área forestal. Entre los cuales se han encontrado que se llevan varias actividades de reforestación con especies maderables y especies nativas de la región, esto con apoyo de otras entidades como Amigos del Lago, Vivamos mejor e incluso la misma UVG. También se desarrollan proyectos de protección de bosques naturales a través de los programas de incentivos forestales. Pero se tiene un déficit en cuanto al Establecimiento de Sistemas Agroforestales como una alternativa para el aumento de la producción de bienes y servicios que pueden brindar cada uno de los elementos que componen estos Sistemas.

Por tal motivo consideramos que el estudiante Benjamín Alexander Meletz Roquel, carné 15536 puede llegar a aportar grandes beneficios, conocimientos e información al realizar su tesis denominada **Caracterización de Sistemas Agroforestales y Enriquecimiento con especies de potencial Melífero para la producción de miel y biodiversidad en el Apiario "Apis Juyú" en la comunidad Chuipoj, Santa María Visitación, Sololá**. Esto debido a que en la actualidad los sistemas agroforestales cada vez son menos y las abejas son un eslabón muy importante en la polinización y dispersión de material genético para la existencia de la biodiversidad y la Humanidad misma. Dicha información que se genere a través de la Tesis, esta unidad Forestal pueda replicar en otras áreas con fundamento científico.

Esperando que se pueda autorizar dicha investigación cumpliendo con los requisitos técnicos científicos me suscribo de ustedes.  
Atentamente.

Lic. Pedro R. Martínez Saénz  
Asistente Profesional en Manejo de Bosques  
CONAP SOLOLA

16 Calle 6-29 zona 2 Barrio San Bartolo, Sololá

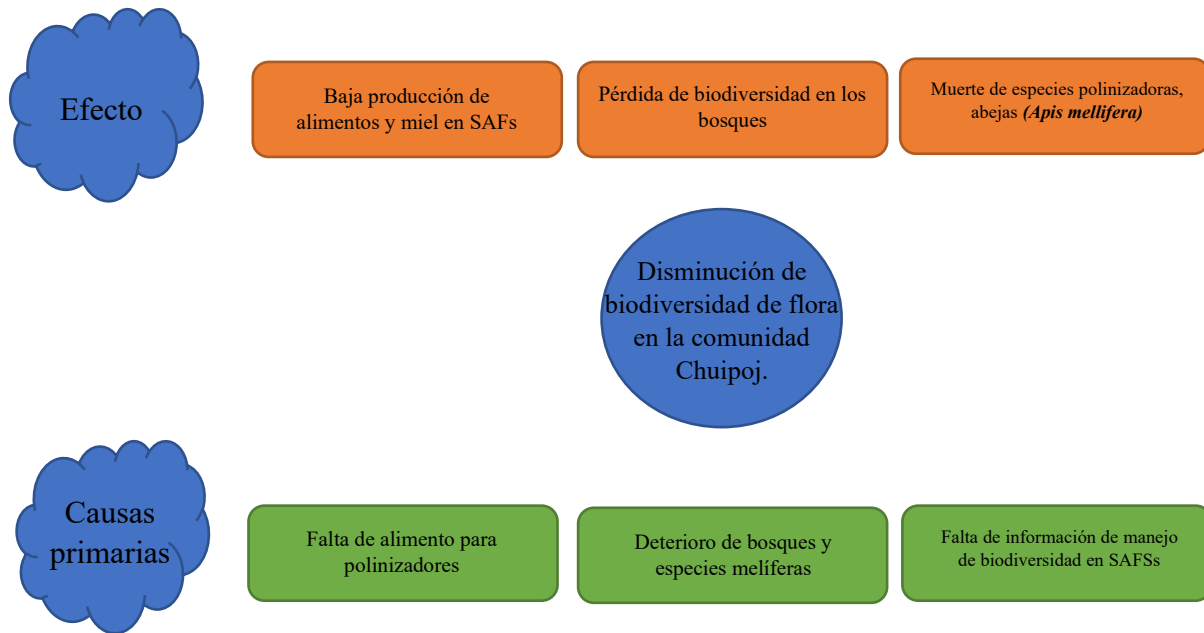
PBX (502) 77624571

[www.conap.gub.gt](http://www.conap.gub.gt)

Teléfono



## J. Árbol del problema



K. Fotografías de especies forestales



Aliso (*Alnus jorullensis*)



Cedro (*Cedrela odorata*)



Árboles de aliso y encino

L. Fotografías de especies arbustivas



Aguacate (*Persea americana*)



Durazno (*Prunus pérsica*)



Izote (*Yucca aloifolia*)



Ciruela (*Prunus domestica*)

M. Fotografías de especies herbáceas



Familia *Thelypteridaceae*

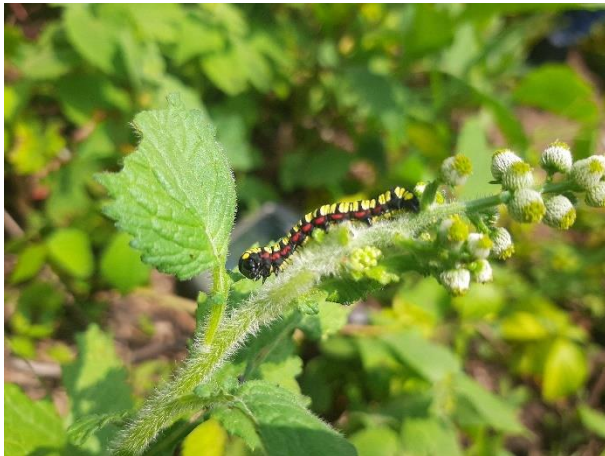


Familia *Campanulaceae*



Familia *Plantaginaceae*

Familia *Orobanchaceae*



Familia *Asteraceae*

Familia *Lamiaceae*



Familia *Amaryllidaceae*

Familia *Apocynaceae*



Familia *Solanaceae*



Familia *Hipoxidaceae*



Familia *Begoniaceae*



Familia *Brassicaceae*



Familia *Oxalidaceae*



Familia *Marantaceae*



Familia *Commelinaceae*



Familia *Oxalidaceae*



Familia *Cucurbitaceae*



Familia *Solanaceae*

N. Fotografías de calicatas para textura, pH y perfil del suelo



Excavación de calicata



Medición de profundidad



Profundidad de un metro



Diferentes calicatas



Tiras y medición de pH



Localización de nivel de pH



Perfil del suelo



Muestra de los horizontes



Aplicación de método de sedimentación



Muestras

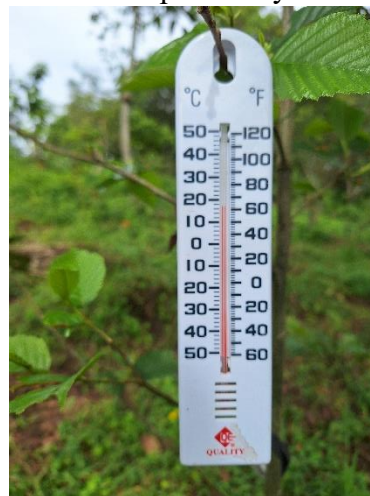


Medición de porcentajes de textura del suelo

O. Fotografías de datos he instrumentos de medición de temperatura y humedad relativa



Registrador de temperatura y humedad r.



Termómetro ambiental



Medición de temperatura y humedad relativa

P. Fotografías de obtención de datos de pendiente y altitud



Nivel tipo A



Medición de pendiente de SAF



Mediciones de pendiente



Medición de altitud

Q. Fotografías de campo



Vista desde el apiario



Recolección de datos en SAF 2



Identificación de herbáceas SAF 1



Identificación de herbáceas SAF 4



Medición de plantas de aguacate SAF 2



Recolección de datos SAF 3



Recolección de datos SAF 8



Recolección de miel Apis Juyú



Recolección de datos censo forestal SAF 1



Recolección de datos censo forestal SAF 1



Recolección de datos censo forestal SAF 1



Recolección de datos censo forestal SAF 5



Mediciones en campo de características biofísicas

## R. Boletas y datos forestales de campo



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 1

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	18	6	X	
2	Aliso	20.5	8	X	
3	Aliso	17	10	X	
4	Aliso	25	12	X	
5	Aliso	36	15	X	
6	Aliso	21	10	X	
7	Aliso	45	16	X	
8	Nogal	52	19	X	
9	Aguaote	35	7	X	
10	Aliso	46	16		X
11	Aliso amarillo	25	10	X	
12	Aliso amarillo	24	8	X	
13	Aliso amarillo	26	9	X	
14	Aliso amarillo	35	14	X	
15	Aliso amarillo	30	12	X	
16	Aliso amarillo	27	11	X	
17	Aliso amarillo	25	10	X	
18	Ehcho	15.5	6	X	
19	Ehcho	10	5	X	
20	Ehcho	12	4	X	
21	Aliso	15	8	X	
22	Pino	13	4.5	X	



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 2

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
23	Aliso	25	7	X	
24	Ehcho	19.5	9	X	
25	Aliso	19	8	X	
26	Pino	22	11	X	
27	Aliso	25	12.5	X	
28	Aliso	26	11.5	X	
29	Aliso	28	12	X	
30	Aliso	35	16		X
31	Aliso	18	11	X	
32	Aliso	19	9	X	
33	Aliso	24	11	X	
34	Aliso	25	10	X	
35	Aliso	33	12	X	
36	Capulín	28	8	X	
37	Capulín	18	12	X	
38	Capulín	20	11	X	
39	Capulín	19.5	12	X	
40	Capulín	23	7.5	X	
41	Alisa	15	4	X	
42	Aliso	15	6	X	
43	Aliso	14	4	X	
44	Aliso	16	8	X	



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 3

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
45	Aliso	12	4	X	
46	Aliso	16	6	X	
47	Capulín	12	6	X	
48	Capulín	18	7.5	X	
49	Capulín	14	5	X	
50	Capulín	11	4.8	X	
51	Aliso	19	7	X	
52	Aliso	35.5	16	X	
53	Aliso	12	6	X	
54	Cerezo	12	6	X	
55	Aliso	38	15	X	
56	Nogal	29	12	X	
57	Nogal	33	12	X	
58	Nogal	24	10	X	
59	Palo Blanco	46	16	X	
60	Aliso	12.5	6	X	
61	Durazullo	28	14	X	
62	Durazullo	39	16.5	X	
63	Ehcho	10	4	X	
64	Ehcho	39	12	X	
65	Ehcho	57	18	X	
66	Durazullo	20	8	X	



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 4

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
67	Durazullo	21	9	X	
68	Durazullo	14	4	X	
69	Roble	31	14	X	
70	Cajeto	15	6	X	
71	Ehcho	53.5	25	X	
72	Ehcho	46	18	X	
73	Ehcho	51	23	X	
74	Ehcho	35	16	X	
75	Ehcho	49	21	X	
76	Durazullo	16.5	6	X	
77	Ehcho	39	26	X	
78	Aliso	44	15	X	
79	Aliso	33	15	X	
80	Aliso	29	10	X	
81	Aliso	23	11	X	
82	Aliso	25	10	X	
83	Aliso	45	20	X	
84	Aliso	56	23	X	
85	Aliso	41	15	X	
86	Aliso	35	12	X	
87	Aliso	34	14	X	
88	Aliso Amarillo	54	20	X	





Boleta No. 5

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
89	Aliso Amarillo	25	15	X	
90	Aliso Amarillo	12	4	X	
91	Aliso Amarillo	39	18	X	
92	Zapotillo	65.5	13	X	
93	Zapotillo	77	18	X	
94	Zapotillo	60	14	X	
95	Durazullo	84	18	X	
96	Durazullo	69	17	X	
97	Tuiscobo	28	6	X	
98	Tuiscobo	52	14	X	
99	Tuiscobo	24	10	X	
100	Zapotillo	65	12	X	
101	Zapotillo	56	10	X	
102	Zapotillo	77	14	X	
103	Zapotillo	65	10	X	
104	Zapotillo	54.5	16	X	
105	Zapotillo	43	9	X	
106	Zapotillo	62	18	X	
107	Zapotillo	64.5	18	X	
108	Zapotillo	57.5	18	X	
109	Zapotillo	95	20	X	
110	Zapotillo	88	18	X	



Boleta No. 6

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
111	Aliso	54	16	X	
112	Aliso	64	19	X	
113	Aliso	13	7	X	
114	Aliso	46	12	X	
115	Aliso	84	21	X	
116	Aliso	24	10	X	
117	Aliso	53	17.5	X	
118	Aliso	42	13	X	
119	Aliso	15	4	X	
120	Aliso	45	15.5	X	
121	Encino	32.5	10	X	
122	Encino	61	16	X	
123	Roble	95	23	X	
124	Encino	29	11	X	
125	Aliso	48	12	X	
126	Aliso	67	15	X	
127	Aliso	29	7.5	X	
128	Aliso	41	9	X	
129	Cedro	58	14	X	
130	Cedro	112	26	X	
131	Aliso	63	16	X	
132	Aliso	25	8.5	X	



Boleta No. 7

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1 (Censo)

No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
133	Cedro	52	13	X	
134	Aliso	34	15	X	
135	Aliso	61	15.5	X	
136	Encino	84	17	X	
137	Encino	42	11	X	
138	Aliso	14	5	X	
139	Aliso	12	4	X	
140	Aliso	29	6.5	X	
141	Durazullo	34	12	X	
142	Durazullo	56	18	X	
143	Durazullo	45	14	X	
144	Encino	48	11	X	
145	Tuiscobo	26	8	X	
146	Aliso	54	15	X	
147	Palo Blanco	45	14	X	



Boleta No. 8

Fecha: 11/05/24

Número de SAF: 2

Número de parcela: 1 (Censo)

No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	55.2	15	X	
2	Aliso	36	10.5	X	
3	Aliso	42	12	X	
4	Durazullo	34	12	X	





Boleta No. 2

Fecha: 11/05/24

Número de SAF: 2

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Eucimo	61	16	X	
2	Aliso	53	15	X	
3	Aliso	15	4		X



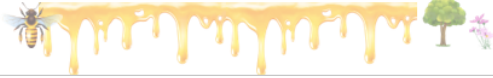
Boleta No. 10

Fecha: 15/05/24

Número de SAF: 4

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	44	13	X	
2	Aliso	68	18	X	
3	Aliso	22	8	X	
4	Aliso	38	12.5	X	



Boleta No. 11

Fecha: 11/05/24

Número de SAF: 2

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	40	12	X	
2	Aliso	53	18	X	
3	Aliso	42.5	13	X	
4	Aliso	38	11.5	X	
5	Aliso	46	15	X	
6	Aliso	47.56	15.5	X	
7	Palo Blanco	45	14	X	



Boleta No. 12

Fecha: 18/05/24

Número de SAF: 6

Número de parcela: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	82	18.5	X	
2	Aliso	66	16	X	





Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 13

Fecha: 18/05/24

Número de SAF: 7

Número de parcelas: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	41	15	X	
2	Pino	39.5	23	X	
3	Pino	45	22	X	
4	Aliso	76.5	19	X	
5	Eucimo	84	14	X	
6	Pino	55	20	X	
7	Aliso	44	17	X	
8	Aliso	48.5	15	X	



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 14

Fecha: 25/05/24

Número de SAF: 8

Número de parcelas: 1 (Censo)

Boleta de campo de especies forestales					
No.	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Estado Fitosanitario	
				Sano	Enfermo
1	Aliso	56	16	X	
2	Aliso	54	14.5	X	
3	Pino	48	20	X	
4	Palo Blanco	36	14	X	
5	Aliso	48	15	X	



## S. Boletas y datos arbustivos de campo



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 1

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcelas: 1 y 2, Radio 10m

Boleta de campo Arbustivos					Boleta de campo Arbustivos				
No.	Censo	Especie	Estado fitosanitario		No.	Censo	Especie	Estado fitosanitario	
			Sano	Enfermo				Sano	Enfermo
1	5	Chalca	X		1	9	Jaboncillo	X	
2	5	<del>Clidemia</del>	X		2	12	Isote	X	
3	1	Mora silvestre	X		3	3	Cardo Santo	X	
4	19	Isote	X		4	11	Moquillo	X	
5	8	<del>Calceolaria</del>	X		5	12	<del>Cufca</del>	X	
6	6	<del>Juncifolia</del>	X		6	9	Guacamaya	X	
7	4	Hortensia	X		7	5	Chalca	X	
8	8	Cardo Santo	X		8	8	Flor Sida	X	
9	5	<del>Eucumbilla</del>	X		9	8	Clavel	X	
10	3	<del>Sabia las-buenas</del>	X						
11	4	Flor Sida	X						
12	9	Guacamaya	X						
13	14	Tecolotillo	X						



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roquel



Boleta No. 2

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcelas: 3 y 4, Radio 10m

Boleta de campo Arbustivos					Boleta de campo Arbustivos				
No.	Censo	Especie	Estado fitosanitario		No.	Censo	Especie	Estado fitosanitario	
			Sano	Enfermo				Sano	Enfermo
1	4	Mora silvestre	X		1	2	Clavel	X	
2	6	<del>Juncifolia</del>	X		2	5	Lapalpa	X	
3	2	Moquillo	X		3	9	Moquillo	X	
4	9	<del>Sabia las-buenas</del>	X		4	3	Isote	X	
5	8	Tecolotillo	X		5	10	Jaboncillo	X	
6	6	Cardo Santo	X		6	2	Anona	X	
					7	3	Caolote	X	
					8	5	<del>Liliqua</del>	X	







Boleta No. 7

Fecha: 15/05/24

Número de SAF: 5

Número de parcela: 1, 2, 3 y 4. Radio 6m

Boleta de campo Arbustivas					Boleta de campo Arbustivas				
No.	Cantidad	Especie	Estado fitosanitario		No.	Cantidad	Especie	Estado fitosanitario	
			Sano	Enfermo				Sano	Enfermo
1	2	Jaboncillo	X		1	2	Moquillo	X	
2	4	Isote	X		2	1	<del>Sauco</del>	X	
3	1	Mora silvestre	X		3	1	Durazno	X	
4	1	Aguacate	X		4	1	Lepalpa	X	
					5	1	Mora silvestre	X	
1	1	Aguacate	X		1	2	Chilca	X	
2	1	Isote	X		2	1	Chichicaste	X	
3	2	<del>Cufes</del>	X		3	2	Jaboncillo	X	
					4	2	Isote	X	



Boleta No. 8

Fecha: 18/05/24

Número de SAF: 6

Número de parcela: 1. Radio 6m

Boleta de campo Arbustivas				
No.	Cantidad	Especie	Estado fitosanitario	
			Sano	Enfermo
1	2	Sauco	X	
2	1	Clavel	X	
3	8	Isote	X	
4	5	Palo de pino	X	



Boleta No. 9

Fecha: 18/05/24

Número de SAF: 7

Número de parcela: 1, 2, 3 y 4. Radio 6m

Boleta de campo Arbustivas				
No.	Cantidad	Especie	Estado fitosanitario	
			Sano	Enfermo
1	1	Sauco	X	
2	3	Isote	X	
			X	
			X	
			X	
1	2	Isote	X	
			X	
1	3	Jaboncillo	X	
2	2	Isote	X	
3	3	Chichicaste	X	
4	2	Chilca	X	
1	1	Sauco	X	
2	1	Mora silvestre	X	
3	4	Isote	X	
4	2	Chichicaste	X	



Boleta No. 10

Fecha: 25/05/24

Número de SAF: 8

Número de parcela: 1, 2 y 3. Radio 6m

Boleta de campo Arbustivas				
No.	Cantidad	Especie	Estado fitosanitario	
			Sano	Enfermo
1	1	Aguacate	X	
1	2	Limon	X	
2	1	Sauco	X	
1	1	Durazno	X	
2	1	Sauco	X	



## T. Boletas y datos herbáceas de campo



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Médez Requid



Boleta No. 1

Fecha: 02/05/24

Número de SAF: 1

Número de parcela: 1, 2, 3, 4 y 5

Boleta de campo Herbáceas			Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores	No.	Familia	Color de flores
1	<i>Euphorbiaceae</i>	N/A	22	<i>Dioscoreaceae</i>	N/A
2	<i>Liliaceae</i>	Amarillo	23	<i>Asteraceae</i>	Blanca
3	<i>Cyperaceae</i>	Blanca	24	<i>Dipsacaceae</i>	Anaranjada
4	<i>Borraginaceae</i>	N/A	25	<i>Asteraceae</i>	Amarilla
5	<i>Asteraceae</i>	Blanca	26	<i>solanaceas</i>	Blanca
6	<i>Orobanchaceae</i>	Roja	27	<i>commelináceas</i>	Blanca
7	<i>Asteraceae</i>	Amarilla	28	<i>poligonáceas</i>	N/A
8	<i>Lamiaceae</i>	Azul	29	<i>Sapotaceae</i>	N/A
9	<i>Amarillidaceas</i>	Blanca	30	<i>Bolanaceae</i>	N/A
10	<i>Apocynaceae</i>	Azul	31	<i>Euphorbiaceae</i>	N/A
11	<i>Solanaceae</i>	Morada	32	<i>Borraginaceae</i>	Blanca
12	<i>Myrsinidaceas</i>	Amarilla	33	<i>Euphorbiaceae</i>	N/A
13	<i>Orobanchaceae</i>	Amarilla			
14	<i>Orobanchaceae</i>	Amarillo			
15	<i>Borraginaceae</i>	Morado			
16	<i>Orobanchaceae</i>	N/A			
17	<i>Asteraceae</i>	N/A			
18	<i>Lamiaceae</i>	Rosado			
19	<i>Orobanchaceae</i>	N/A			
20	<i>Moraceae</i>	N/A			
21	<i>Borraginaceae</i>	Blanca			



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Médez Requid



Boleta No. 2

Fecha: 11/05/24

Número de SAF: 2

Número de parcela: 1, 2 y 3

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Diapensiaceae</i>	N/A
2	<i>Borraginaceae</i>	N/A
3	<i>Amarillidaceae</i>	Blanca
4	<i>Orobanchaceae</i>	Roja
5	<i>Orobanchaceae</i>	Morada
6	<i>Borraginaceae</i>	Blanca



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Médez Requid



Boleta No. 3

Fecha: 11/05/24

Número de SAF: 3

Número de parcela: 1, 2 y 3

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Borraginaceae</i>	Blanca
2	<i>Liliaceae</i>	Amarillo
3	<i>Lamiaceae</i>	Azul
4	<i>Borraginaceae</i>	N/A
5	<i>Amarillidaceae</i>	Blanca
6	<i>Dipsacaceae</i>	Anaranjada
7	<i>Asteraceae</i>	Amarilla
8	<i>Borraginaceae</i>	Blanca



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Médez Requid



Boleta No. 4

Fecha: 15/05/24

Número de SAF: 4

Número de parcela: 1, 2 y 3

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Borraginaceae</i>	Blanca
2	<i>Asteraceae</i>	N/A
3	<i>Lamiaceae</i>	Rosado
4	<i>Borraginaceae</i>	Blanca
5	<i>Orobanchaceae</i>	N/A
6	<i>Moraceae</i>	N/A





Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roqued



Boleta No. 5

Fecha: 15/05/24

Número de SAF: 5

Número de parcela: 1, 2, 3 y 4

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Labiatae</i>	Amarillo
2	<i>Brassicaceae</i>	N/A
3	<i>Crotonaceae</i>	Roja
4	<i>Compositae</i>	Blanca
5	<i>Amarillidaceae</i>	Blanca
6	<i>Burseraceae</i>	N/A
7	<i>Cucurbitaceae</i>	Amarillo
8	<i>Leguminosae</i>	Rosado
9	<i>Ericaceae</i>	Blanca



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roqued



Boleta No. 6

Fecha: 18/05/24

Número de SAF: 6

Número de parcela: 1

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Gramíneas</i>	N/A
2	<i>Fabaceae</i>	Morada
3	<i>Cucurbitaceae</i>	Amarilla
4	<i>Solanaceae</i>	Blanca
5	<i>Asparagaceae</i>	Rojo
6	<i>Agrostaceae</i>	N/A



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roqued



Boleta No. 7

Fecha: 18/05/24

Número de SAF: 7

Número de parcela: 1, 2, 3 y 4

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Brassicaceae</i>	Blanca
2	<i>Umbelíferas</i>	Amarilla
3	<i>Gramíneas</i>	N/A
4	<i>Fabaceae</i>	Morada
5	<i>Leguminosae</i>	N/A
6	<i>Asteraceae</i>	Blanca
7	<i>Udicaceae</i>	Anaranjada
8	<i>Asparagaceae</i>	N/A
9	<i>Balthaceae</i>	Amarilla



Tesis: Caracterización Biofísica de sistemas agroforestales con especies florales con potencial apícola  
Benjamín Alexander Mélez Roqued



Boleta No. 8

Fecha: 25/05/24

Número de SAF: 8

Número de parcela: 1, 2 y 3

Boleta de campo Herbáceas		
No.	Familia	Color de flores
1	<i>Gramíneas</i>	N/A
2	<i>Fabaceae</i>	Morada
3	<i>Cucurbitaceae</i>	Amarilla
4	<i>Solanaceae</i>	Blanca
5	<i>Asparagaceae</i>	Rojo
6	<i>Agrostaceae</i>	N/A
7	<i>Leguminosae</i>	Amil
8	<i>Amarillidaceae</i>	Blanca
9	<i>Apocynaceae</i>	Amil

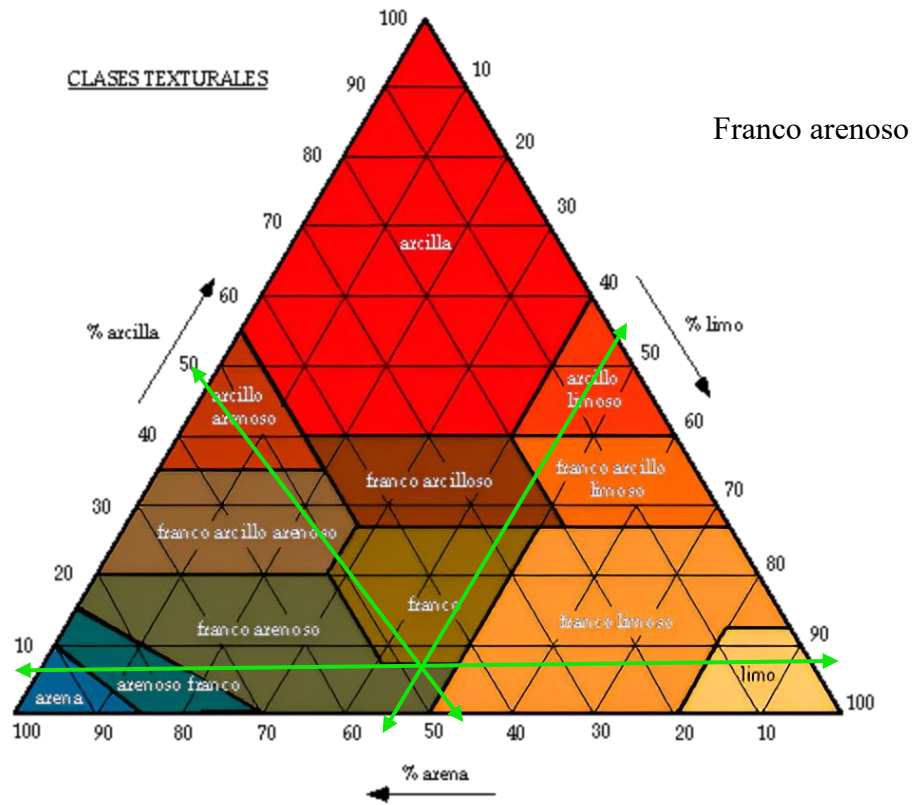


U. Cálculos realizados para la textura del suelo

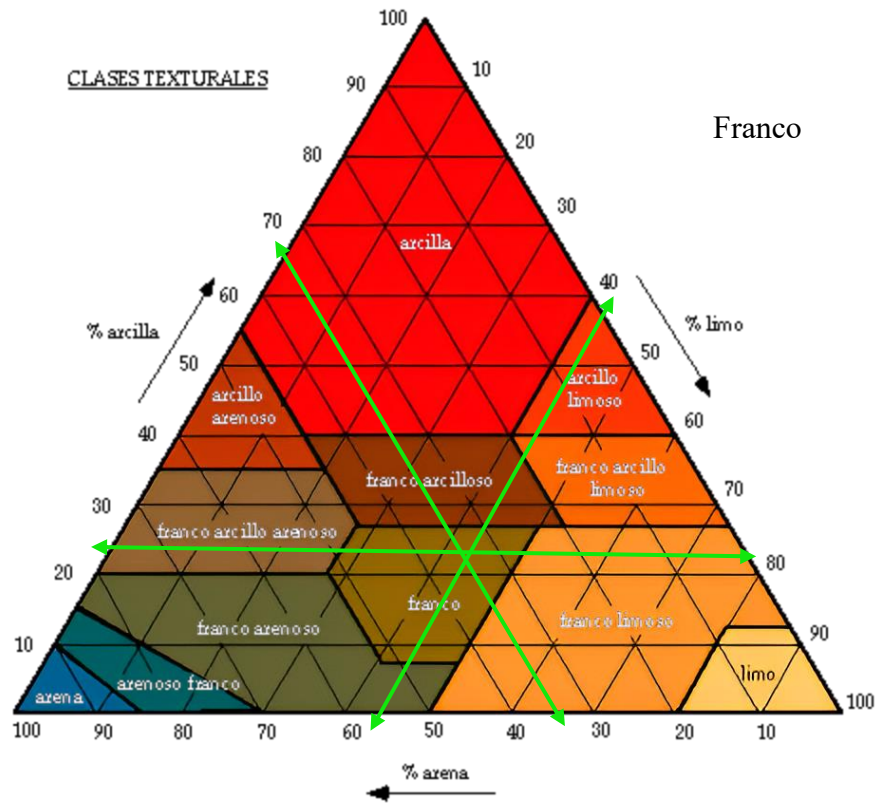
<b>Datos para la textura del suelo</b>			
<b>SAF 1</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.5	
	Arcilla	0.2	5.7%
	Limo	1.6	45.7%
	Arena	1.7	48.6%
<b>SAF 2</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.5	
	Arcilla	0.8	22.9%
	Limo	1.5	42.9%
	Arena	1.2	34.3%
<b>SAF 3</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.7	
	Arcilla	1.1	29.7%
	Limo	1.8	48.6%
	Arena	0.8	21.6%
<b>SAF 4</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.4	
	Arcilla	0.9	26.5%
	Limo	1.7	50.0%
	Arena	0.8	23.5%

<b>Datos para la textura del suelo</b>			
<b>SAF 5</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.5	
	Arcilla	0.7	20.0%
	Limo	1.3	37.1%
	Arena	1.5	42.9%
<b>SAF 6</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	4	
	Arcilla	0.7	17.5%
	Limo	1.9	47.5%
	Arena	1.4	33.0%
<b>SAF 7</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.5	
	Arcilla	0.3	8.6%
	Limo	2.1	60.0%
	Arena	1.1	31.4%
<b>SAF 8</b>		Datos de campo (cm)	Porcentaje
	Medida de la muestra	3.8	
	Arcilla	0.6	15.8%
	Limo	1.8	47.4%
	Arena	1.4	36.8%

# SAF 1

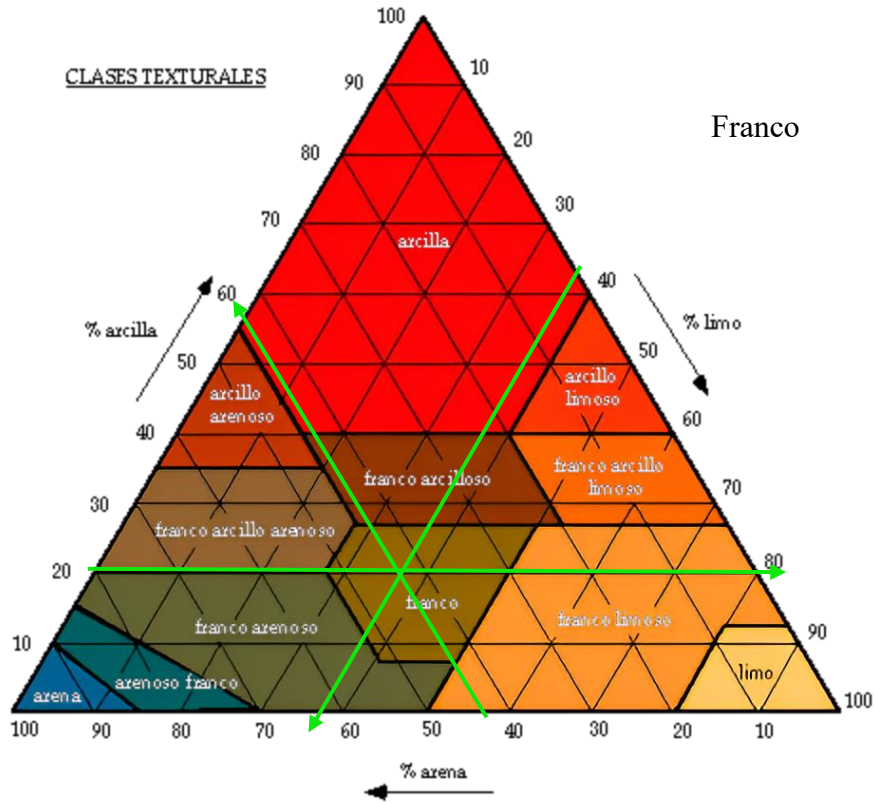


# SAF 2

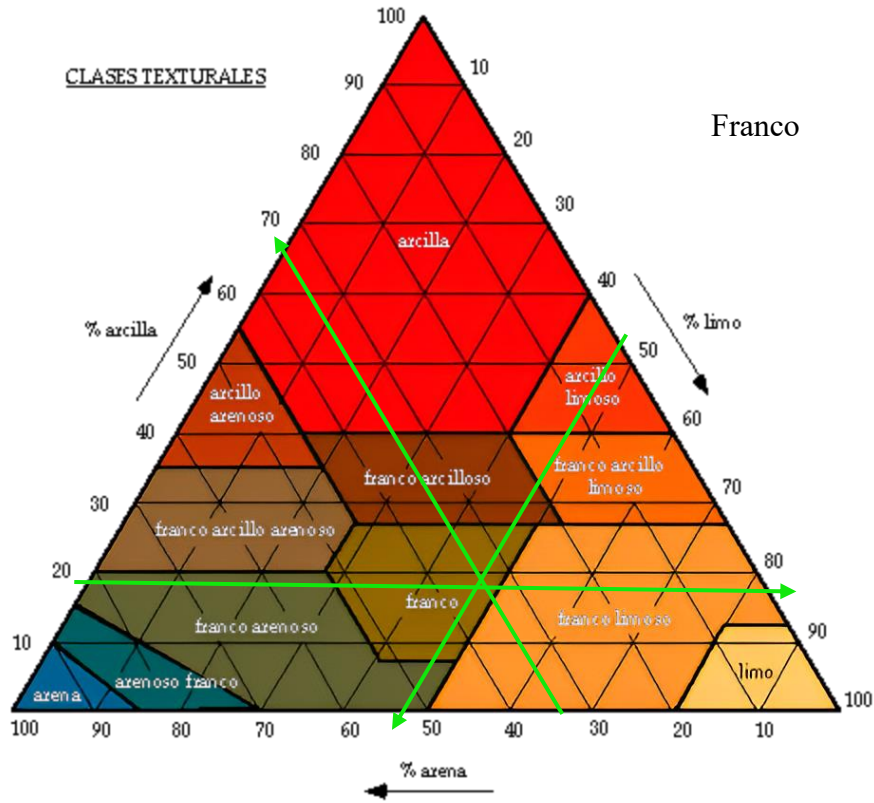




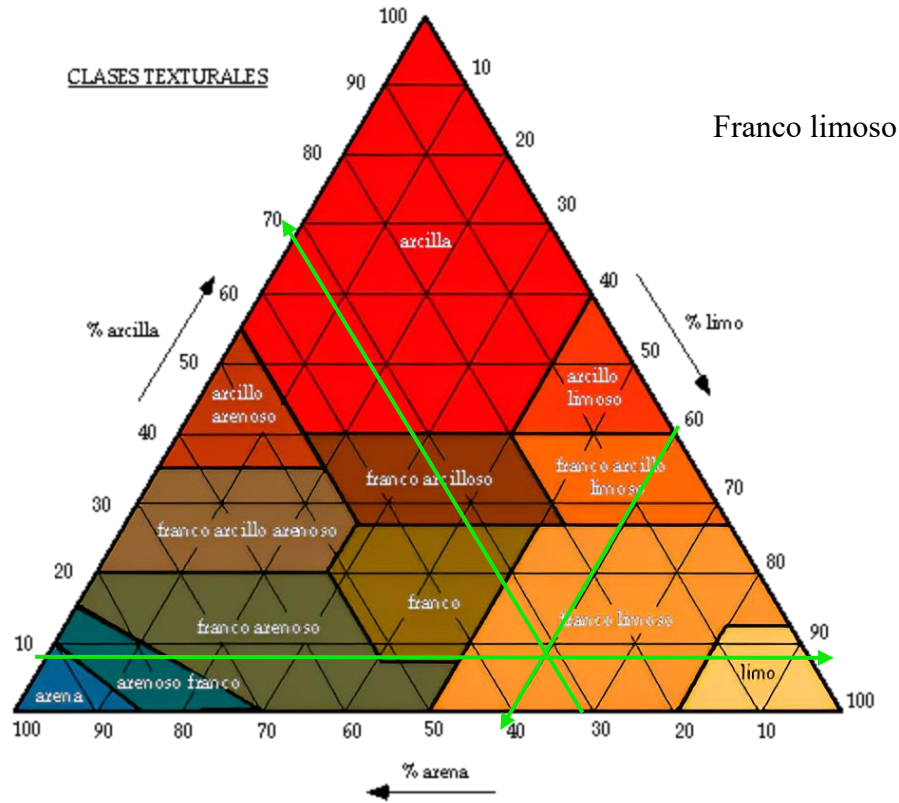
SAF 5



SAF 6

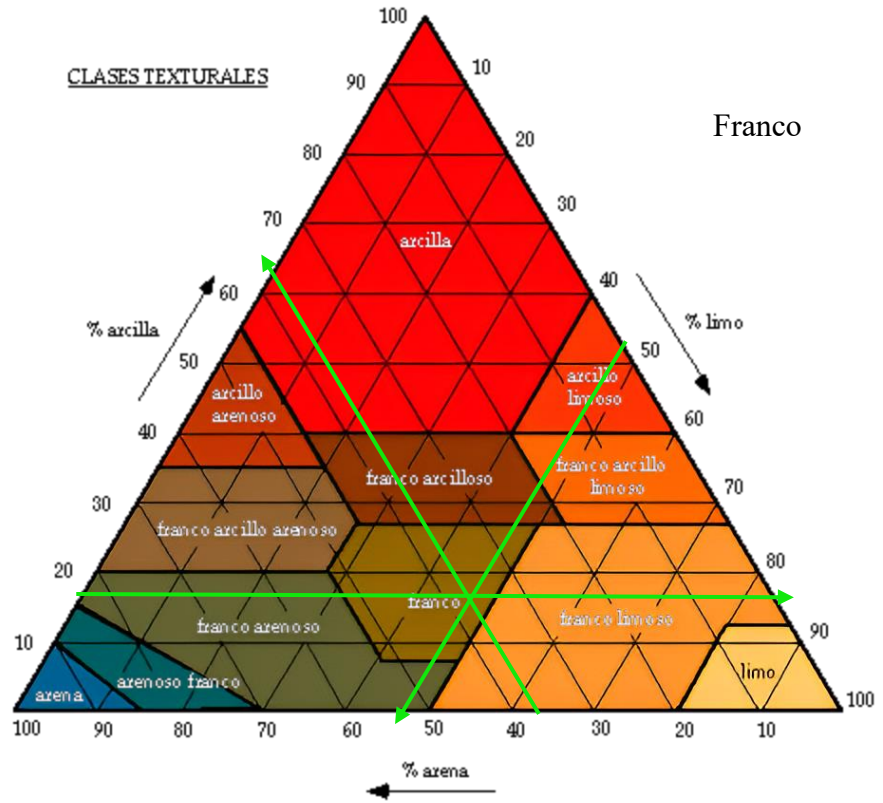


SAF 7



Franco limoso

SAF 8



Franco

<b>Pendiente</b>			
<b>SAF 1</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.64	29.5%
	Altura 2	0.54	
<b>SAF 2</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.72	30.0%
	Altura 2	0.48	
<b>SAF 3</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.63	26.8%
	Altura 2	0.39	
<b>SAF 4</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.66	34.5%
	Altura 2	0.72	
<b>SAF 5</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.54	32.5%
	Altura 2	0.76	
<b>SAF 6</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.32	22.0%
	Altura 2	0.56	
<b>SAF 7</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.59	30.0%
	Altura 2	0.61	

<b>Pendiente</b>			
<b>SAF 8</b>		Datos de campo (m)	Porcentaje
	Altura 1	0.37	24.0%
	Altura 2	0.55	
Pendiente promedio			
	SAF 1	29.50%	
	SAF 2	30.00%	
	SAF 3	26.75%	
	SAF 4	34.50%	
	SAF 5	32.50%	
	SAF 6	22.00%	
	SAF 7	30.00%	
	SAF 8	24.00%	
	<b>Promedio</b>	28.66%	