



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
SEDE UNIVERSITARIA UNA CAMOAPA  
Recinto Myriam Aragón Fernández**

**Trabajo de Tesis**

**Caracterización estructural de la diversidad arbórea  
en cafetales en el área protegida reserva natural  
Mombachito – La vieja, Camoapa, Boaco, abril –  
junio, 2023**

**Autores**

Br. Linda Yuvelkin Fernández Fernández  
Br. Carlos José Gómez Rayos

**Asesor**

MSc. Edwin Freddy Ortega Torres

**Camoapa, Boaco, Nicaragua**

**Noviembre, 2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**SEDE UNIVERSITARIA UNA CAMOAPA**  
**Recinto Myriam Aragón Fernández**

**Trabajo de Tesis**

**Caracterización estructural de la diversidad arbórea  
en cafetales en el área protegida reserva natural  
Mombachito – La vieja, Camoapa, Boaco, abril –  
junio 2023**

**Autores**

Br. Linda Yuvelkin Fernández Fernández

Br. Carlos José Gómez Rayos

**Asesor**

MSc. Edwin Freddy Ortega Torres

Presentado a la consideración del Honorable Comité Evaluador como requisito  
para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo

**Camoapa, Boaco, Nicaragua**

**Noviembre, 2023**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Sede Universitaria UNA Camoapa como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

---

Miembros del Comité Evaluador

---

MSc. Kelving John Cerda Cerda

Presidente

---

Ing. Martha Graciela Saballos Martínez

Secretario

---

Ing. Guadalupe Enoc Suazo Robleto

Vocal

Camoapa, Boaco, Nicaragua, 25 de noviembre de 2023

<b>SECCIÓN</b>	<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>		<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>		<b>ii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>		<b>iii</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b>		<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>		<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>		<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>		<b>2</b>
<b>2.1 Objetivo General</b>		<b>2</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b>		<b>2</b>
<b>III. MARCO TEORICO</b>		<b>3</b>
<b>3.1 Antecedentes del cultivo del café</b>		<b>3</b>
<b>3.2 Generalidades del café</b>		<b>4</b>
<b>3.2.1 Grano del café</b>		<b>5</b>
<b>3.3 Reserva Natural</b>		<b>5</b>
<b>3.3.1 Reserva Natural Mombachito – La Vieja</b>		<b>6</b>
<b>3.3.2 Resumen de la ley forestal y norma técnica obligatoria Nicaragüense 1800-01</b>		<b>7</b>
<b>3.4 Sistema agroforestal</b>		<b>9</b>
<b>3.4.1 Árboles</b>		<b>11</b>
<b>3.5 Diversidad de los SAF</b>		<b>11</b>
<b>3.5.1 Diversidad</b>		<b>11</b>
<b>3.5.2 Índice de diversidad de Shannon – Wiener</b>		<b>12</b>
<b>3.5.3 Composición florística de un sistema agroforestal</b>		<b>13</b>
<b>3.6 Diámetro a la altura del pecho</b>		<b>13</b>
<b>3.6.1 Estructura dasométrica</b>		<b>13</b>
<b>3.7 Índice de valor de importancia y Dominancia relativa</b>		<b>14</b>
<b>3.7.1 Área basal</b>		<b>14</b>
<b>3.7.2 Abundancia</b>		<b>14</b>
<b>3.7.3 Frecuencia relativa</b>		<b>14</b>
<b>3.7.4 Densidad absoluta y densidad relativa</b>		<b>15</b>
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>		<b>16</b>
<b>4.1 Ubicación y fecha de estudio</b>		<b>16</b>

<b>4.2</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>16</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Tipo de investigación</b>	<b>16</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Población</b>	<b>18</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Selección de la muestra</b>	<b>19</b>
	<i>Tamaño de Muestra = <math>Z^2 * (p) * (1-p) / c^2</math></i>	<i>19</i>
<b>4.2.5</b>	<b>Parcelas de muestreo</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>20</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Características de las unidades de producción</b>	<b>20</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Composición florística de árboles DAP ≥ 5 cm</b>	<b>21</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Composición estructural de árboles con DAP ≥ 5 cm</b>	<b>21</b>
<b>4.4</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>22</b>
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Características de las unidades de producción</b>	<b>23</b>
<b>5.1.1</b>	<i>Información General</i>	<i>23</i>
<b>5.1.2</b>	<i>Labores de establecimiento del café bajo sombra</i>	<i>26</i>
<b>5.1.3</b>	<i>Relación entre el manejo del cafetal y la ley 217, ley general del medio ambiente, decreto 01-2007</i>	<i>30</i>
<b>5.2</b>	<b>Composición florística de árboles DAP ≥ 5 cm</b>	<b>31</b>
<b>5.2.1</b>	<i>Composición florística de las especies arbóreas</i>	<i>31</i>
<b>5.2.2</b>	<i>Índice de diversidad de Shannon – Wiener</i>	<i>33</i>
<b>5.3</b>	<b>Composición estructural de árboles con DAP ≥ 5 cm</b>	<b>36</b>
<b>5.3.1</b>	<i>Estructura horizontal de arbórea en el cafetal</i>	<i>36</i>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>42</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios todopoderoso, por haber sido el camino a seguir para poder alcanzar una meta más en nuestras vidas como profesionales del agro y a nuestra madre la Virgen santísima por habernos acompañado en cada momento de este viaje.

Este trabajo está dedicado a María Mercedes Fernández Fernández, quien en vida fuese mi querida hermana, de mi persona Linda Yuvelkin Fernández Fernández y a mi tía también. Lic. María del Carmen Fernández López.

A nuestra familia, por ser los cimientos donde se asientan los pilares de nuestros futuros de manera incondicional y estar presente en los años de nuestra formación académica.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todopoderoso por encima de todas las cosas y a nuestra madre la Virgen Santísima, quienes se encuentran en nuestros malos y buenos momentos de nuestras vidas.

A nuestros padres, por todo su amor y todo su apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación profesional, por ser los que nos dieron el ánimo y las ganas de superación personal y a todas nuestras familias.

A aquellos maestros que se dispusieron a dar su conocimiento a las nuevas generaciones de profesionales del sector agropecuario y quienes fueron los que nos otorgaron los medios para conseguir nuestras metas.

A nuestro asesor, docente, amigo y ahora colega, por darnos las herramientas necesarias para entregar esta tesis como la forma de culminación de nuestros estudios.

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Ubicación geográfica de las unidades de producción en estudio.	16
2. Distribución poblacional de las familias estudiadas por sexo y edad.	23
3. Características sociales de las unidades de producción.	25
4. Labores de establecimiento del café por los productores.	26
5. Variedad de café utilizadas en las unidades de producción.	27
6. Labores de manejo del cafetal por los productores	29
7. Presencia de plagas y enfermedades en las unidades de producción según los productores.	30
8. Relación entre la ley 217 y el manejo del cafetal.	31
9. Distribución de las especies en las unidades de producción.	32
10. Índice de diversidad de Shannon – Wiener de las unidades de producción.	33
11. Dendrograma que representa la distancia entre las unidades productivas en base a la composición florística por el método Bray Curtis y WardD2.	35
12. Composición de la estructura horizontal en base al diámetro de árboles.	36
13. Composición de la estructura vertical en base a la altura de árboles.	38
14. Densidad relativa, frecuencia y dominancia relativa de las especies.	39

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Ficha de recolección de datos.	55
2. Equipos utilizados durante el levantamiento de información.	56
3. Hoja de salida del software PASS con los resultados de riqueza específica, índice de Shannon-Wiener.	57
4. Densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa e índice de valor de importancia de especies encontradas en las unidades de producción.	57
5. Área basal de las especies arbóreas.	58
6. Distribución de la estructura horizontal de las unidades de producción.	59
7. Distribución de la estructura vertical por unidad de producción.	60

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Caracterizar la estructura de la diversidad arbórea en cafetales bajo sombra en la reservanatural Mombachito – La vieja en el municipio de Camoapa, departamento de Boaco en el periodo abril – junio, 2023. El estudio fue no experimental en 17 unidades de producción utilizando un proceso metodológico en tres momentos la planificación, la ejecución y el momento de análisis e interpretación de resultados. Se describió las características de las unidades productivas, se identificó la composición florística de árboles con  $DAP \geq 5$  cm y se determinó la composición estructural de estos árboles. Los resultados indicaron que predominan los hombres dentro del núcleo familiar, 76.47 % de la población con la primaria aprobada. Catimor la variedad más utilizada en el 94.12 % de las fincas, realizan fertilización química en el 64.71% de los cafetales y con infestación de broca en el 64.71 %. El índice de diversidad de Shannon – Wiener indicó que 11 de las 17 unidades de producción con diversidad arbórea media y seis con diversidad baja siendo San Antonio 2 la de mayor diversidad con 2.58. *Cordia alliodora* fue la especie con mayor valor ecológico 51.4. Se concluye que la familia esta mayormente formada por hombres y que el nivel de escolaridad primaria es alto y que la mayor parte de los productores desconocen la ley ambiental 217, la diversidad arbórea predominante es media con una estructura horizontal y vertical dominada por árboles con diámetros en categoría fustal y altura en dosel bajo.

**Palabras Claves:** Biodiversidad, composición arbórea, importancia ecológica, cafetal, área protegida

## ABSTRACT

The objective of this research was to characterize the structure of tree diversity in shaded coffee plantations in the Mombachito – La Vieja natural reserve in the municipality of Camoapa, department of Boaco in the period April – June, 2023. The study was non-experimental in 17 production units using a process methodological in three moments: planning, execution and the moment of analysis and interpretation of results. The characteristics of the productive units were described, the floristic composition of trees with  $DBH \geq 5$  cm was identified and the structural composition of these trees was determined. The results indicated that men predominate within the family nucleus, 76.47% of the population with passed primary school. Catimor, the most used variety in 94.12% of the farms, chemical fertilization is carried out in 64.71% of the coffee plantations and with borer infestation in 64.71%. The Shannon - Wiener diversity index indicated that 11 of the 17 production units with medium tree diversity and six with low diversity, with San Antonio 2 being the one with the highest diversity with 2.58. *Cordia alliodora* was the species with the highest ecological value 51.4. It is concluded that the family is mostly made up of men and that the level of primary schooling is high and that most of the producers are unaware of environmental law 217, the predominant tree diversity is medium with a horizontal and vertical structure dominated by trees with diameters in stem category and height in low canopy.

**Keywords:** Diversity, Shannon, IVI, coffee, Mombachito.

## I. INTRODUCCION

El rubro agrícola del café para Nicaragua es de suma importancia para su economía generando hasta un tercio del empleo rural (más de 300,000 empleos) y proporcionando el 2% del producto interno bruto nacional y el 21% del PIB agrícola, así en el año 2015 se alcanzó una producción mayor a los \$395 millones generando un mayor dinamismo económico (Siles y Robleto, 2015).

Los sistemas agroforestales de tipo tradicional, se les considera como multiestratificados, cuya diversidad de las diferentes especies arbóreas multifuncionales sirven como sombra a cultivos como el café. De esta forma, el café bajo sombra, gracias a su compleja estructura y la alta diversidad que los caracterizan son de alto valor para la conservación de las especies en aquellos países con gran diversidad de especies. (Villavicencio, 2012)

La diversidad y la composición florística de un sector son atributos que permiten su comprensión y comparación con otros sistemas. Diversidad abarca los componentes de la riqueza de las especies y su equitatividad, la composición florística determina el número de las especies de plantas presentes en los sistemas. (Cano y Stevenson, 2009)

Las áreas protegidas o reservas naturales se les considera como una de las mejores alternativas para la conservación de los recursos naturales, sin embargo, se permite el aprovechamiento de dichas áreas, para esto, existen diversas leyes en Nicaragua que fomentan el desarrollo en áreas protegidas si estas cumplen con las obligaciones, mandatos y protocolos establecidos por el gobierno y los organismos estatales correspondientes. (Oporta, 2013)

El estudio persigue generar información de la flora arbórea utilizada para sombra en los cafetales con 0.7 ha a más ubicadas en el área protegida Reserva Natural Cerro Mombachito La Vieja ubicada en los municipios de Boaco y Camoapa con un área de 894.16 ha y una zona de amortiguamiento de 1098.01 ha.

La información para recolectar y analizar será valiosa para desarrollar próximas investigaciones, para las instituciones encargadas de velar por el cumplimiento de la ley 217 y para los productores en cuanto a su accionar conforme lo que dicta la ley específicamente en lo que se refiere a las zonas agroforestales en cuanto a lo que es permitido o prohibido.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- Caracterizar la estructura de la diversidad arbórea en cafetales bajo sombra en la reservanatural Mombachito – La vieja, Camoapa, Boaco, periodo abril – junio, 2023

### 2.2 Objetivos Específicos

- Describir las características de las unidades productivas con café bajo sombra en la reserva natural Mombachito – La Vieja, Camoapa, Boaco, periodo abril – junio, 2023.
- Identificar la composición florística de árboles con  $DAP \geq 5$  cm en café bajo sombra en la reserva natural Mombachito – La Vieja , Camoapa, Boaco, periodo abril – junio, 2023
- Determinar la composición estructural de árboles con  $DAP \geq 5$  cm en café bajo sombra en la reserva natural Mombachito – La Vieja, Camoapa, Boaco, periodo abril – junio, 2023

### III. MARCO TEORICO

#### 3.1 Antecedentes del cultivo del café

El cultivo del café (*Coffea arabica*) es de gran importancia socioeconómica para el país, es considerado uno de los motores de la economía dentro de los rubros agrícolas, por tanto, se hace imprescindible abordar información importante de este cultivo.

Referente a los inicios del café en Nicaragua, Cuadras (s.f.) describe que:

Los primeros datos del uso y siembra del café en Nicaragua los encontramos a partir de 1820. En esos años, el comerciante y aventurero inglés Orlando Roberts describió haber tomado café en Nicaragua en 1,820, todavía en tiempos de la colonia española, cuando el gobernador de la provincia de Nicaragua era don Miguel González de Saravia. (p. 10)

El café es uno de los cultivos de gran importancia a nivel mundial por su gran valor comercial en los diferentes mercados internacionales, debido a esto se ha convertido en uno de los principales productos agrícolas en muchos países, cultivado en zonas tropicales, esto abarca alrededor de unos 80 países, sin embargo, de los cuales sólo unos 50 países son capaces de exportar café con diferentes estándares de calidad, esto debido a la procedencia del grano y manejo que se le da a este. (Muños, et al.,, 2021).

Existen formas predeterminadas para el análisis estructural y económico de los sistemas agroforestales empleados junto al cultivo del café. Para esto se realiza una descripción de la zona y el análisis consecuente del sistema del café, ya sea este rústico o tradicional, lo cual se realiza de acuerdo a la metodología descrita por el World Agroforestry Centre, Instituto de Investigación en Agroforestería, [ICRAF], (Villavicencio, 2012).

Los sistemas cafetaleros en los que se emplean elementos arbóreos poseen una composición florística diversa, según Villavicencio (2012), afirma que:

Descripción estructural del sistema rústico cafetalero: El arreglo vertical del componente arbóreo es mixto, multiestratificado y con un ajuste temporal simultáneo. La composición arbórea reúne un número elevado de especies de árboles nativos y de vegetación secundaria, derivadas de la selva mediana (58 en total). La edad promedio de las plantaciones de café es de 70 años. Del estrato bajo sobresale una capa de plantas de

café de 7m de altura y otra compuesta por especies de plantas nativas típicas de la zona como *Chamaedorea elegans* y *Yuca elephantii* de hasta 2 m de altura. Dentro de los claros existentes, dominan arbustos y árboles representativos de la vegetación secundaria como *Malphigia glabra*, *A. glavelolens* y *Sapindus sapanoria*. Y la parte superior se encuentra dominada las especies de importancia económica o autoconsumo como *C. alliodora*, *Dipholis minutiflora*, *R. mirandae* y *C. odorata*.

Descripción estructural del sistema tradicional cafetalero: principalmente especies para sombra como *Inga spp.* y *C. obtusifolia*, aunque también se incluyen especies para combustible como *Mastichodentron capirii* y otras maderables como *C. odorata*. Se emplean en este sistema principalmente dos variedades de café: típica y robusta (*Coffea arabica* y *C. canephora*). (p. 71)

La composición florística arbórea y arbustiva en cafetales según resultados encontrados por Pérez y Amador (2021) en el municipio de Boaco, Nicaragua, comentan que “identificaron un total de 85 arbóreos distribuidos en 16 familias con una riqueza de 22 especies predominando *Cordia alliodora* con una abundancia de 17 individuos, *Guazuma ulmifolia* 11 y *Citrus sinensis* 9.” (p. 53)

### **3.2 Generalidades del café**

Primeramente, debe destacarse la importancia del café en la economía mundial, referente a esto, DaMatta y Rodríguez (2007) explican que:

El café se considera el principal producto agrícola de consumo en el mundo con un mercado que genera anualmente más de 90 billones de dólares. Cerca del 8% de la población mundial, unos 500 millones de personas, están involucradas en el mercado del café, desde su siembra hasta su consumo final. Actualmente, la producción aproximada del café asciende a 115 millones de sacos (60 kg), de los cuales 63% del total corresponde a *Coffea arabica L.* y el 37% restante a *C. canephora Pierre*. (p. 113)

Argumentando la importancia del café a nivel mundial, Marín et al., (2018) exponen que “el café (*Coffea arabica*) es considerado el motor económico de muchos países localizados en las zonas tropicales del mundo, y representa el segundo producto más comercializado a nivel mundial,

solo después del petróleo” (p. 365)

La planta del café, perteneciente a la familia de las rubiáceas y al género *Coffea*, posee las siguientes características, según Rojas (s.f., citado por Pérez y Amador, 2021) “es un arbusto grande de unos 5 metros de altura promedio, con hojas ovaladas y de color verde oscuro brillante, de aroma dulce y están dispuestas es racimo y puede llegar a vivir 50 años”. (p. 5)

La producción del café se realiza de diferentes formas, como lo es el monocultivo, aquellos que se realizan bajo sombra y los otros que requieren de una amplia aplicación de elementos para obtener un mayor rendimiento de los suelos como lo son los sistemas agroforestales (Alvarado, et al., 2013).

### **3.2.1 Grano del café**

El grano del café crudo, según Cartay y Ablan (1997, citado por Fernández, et al., 2010) se compone de “6% de ácidos cafeicos y clorogénicos, ácido tánico, trigonelina, 8% de azúcares diversos, alrededor de 15% de lípidos y 1 a 2% de cafeína”.

De acuerdo con Clifford (1985, citado por Marín, et al., 2018), explica que dentro del grano del café sus propiedades principales son:

Sus propiedades antioxidantes. Se encuentran los ácidos cloro génicos (40 ácidos, en grupos de isómeros con sustituciones en 1-, 3-, 4- o 5- del ácido químico). Su actividad antioxidante se ha asociado con la prevención de enfermedades como cáncer y diabetes.  
(p. 366)

### **3.3 Reserva Natural**

Las reservas naturales pueden conceptualizarse como aquellos espacios marítimos o terrestres donde los ecosistemas son alterados de forma no significativa por las actividades del ser humano y que pueden estar sujetos a ciertos regímenes de protección, restauración y desarrollo, esto de acuerdo con las leyes correspondientes a cada país. (Paz, 2008)

Respecto al aprovechamiento de los recursos en las reservas naturales, Orellana y Lalvay (2018) exponen que:

Todo aprovechamiento de recursos naturales deberá estar sujeto a los tres ejes de la sostenibilidad, siendo estos ambientales, sociales y económicos, manteniendo así un

comportamiento amigable con el medio ambiente, y sin comprometer el uso de los mismos recursos a las futuras generaciones. (p. 66)

En una reserva natural existen por obviedad los recursos naturales, para entender este concepto deben saberse los siguientes significados, recurso implica más de un único significado, bajo este contexto recurso refiere a un elemento disponible que permite la subsistencia, de esto se derivan los recursos renovables, los cuales son aquellos que la naturaleza puede regenerarlos rápidamente y recursos no renovables son aquellas cuya regeneración no es rápida y por tanto, la explotación de estos recursos no es sostenible a largo plazo (Pérez y Gardey, 2014).

Añadiendo a lo anterior, el uso de los recursos en un área determinada debe ser sostenible, esto permite a una locación desarrollarse económica, social y ambientalmente, los recursos deben ser aprovechados de tal manera que no perjudique los recursos para las generaciones futuras, así lo explica Bertoni (2005, citado por Orellana y Lalvay, 2018).

Referente a los recursos naturales, Cabrerizo (2016, citado por Aguilar, et al., 2018), exponen que los recursos naturales son:

Todo aquello que la humanidad obtiene de la naturaleza para satisfacer sus necesidades de bienes y servicios, de manera directa (materias primas) o indirecta (recursos naturales culturales que proporcionan servicios ecológicos indispensables para la continuidad de la vida). (p. 81)

### **3.3.1 Reserva Natural Mombachito – La Vieja**

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA, 2021) en su Plan de manejo Reserva Natural Mombachito – La Vieja, describe que:

La reserva natural Cerro Mombachito – La Vieja, fue creada mediante el decreto No. 42-91, publicado en La Gaceta No. 207 del 4 de noviembre de 1991, “Declaración de áreas protegidas en varios cerros macizos, volcanes y lagunas del país”. El área protegida, se localiza en la región central de Nicaragua y se ubica en los municipios de Boaco y Camoapa del departamento de Boaco, cuenta con una extensión de 894.16 hectáreas y su zona de amortiguamiento con 1,098.01 hectáreas. (p. 3)

De acuerdo con Rivera y moreno (2015), refiriéndose a la reserva natural Cerro Mombachito – La vieja describen que:

La reserva protege extensiones de Bosques Húmedos premontanos en donde predomina en las partes altas una vegetación característica de bosques de altura o nebliselva y en las zonas bajas un bosque tropical en transición a húmedo. en 10 buen estado e importantes para la conservación de la flora y la fauna que alberga. aún posee una significativa masa boscosa. (p. 9)

### **3.3.2 Resumen de la ley forestal y norma técnica obligatoria Nicaragüense 1800-01**

Según Ortega (1966), afirma que en 1905 se publicó la Ley sobre conservación de bosques, dicha ley se estableció para determinar las situaciones en las que se tiene permitido realizar el corte de árboles, como la prohibición del corte de árboles cerca de vertientes, las zonas aledañas a los lagos, ríos, otras disposiciones como las prohibiciones de tala en las montañas por encima de la mitad de las faldas de la montaña, además de las prohibiciones se determinan las pautas para la tala de árboles en los sectores no prohibidos por la ley.

El 21 de octubre de 1967 se hacía publica la “Ley de conservación, protección y desarrollode las riquezas forestales del país”, esta ley se trataba de fomentar el interés nacional porconservar y proteger las riquezas forestales, sin embargo, también permitía la integracióndel desarrollo industrial de la madera mediante la explotación de la misma, para que dichalabor fuese posible, la ley determina los pasos para realizar concesiones de explotación sobre los bosques nacionales. (Escalante y Flores, 2007)

El 4 de septiembre de 2003 se publicaba la ley 462 “ley de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal”. Según Téllez (2016), tiene por objetivo:

Establecer el régimen legal para la conservación Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal, tomando como base fundamental el manejo forestal del bosque natural, el fomento de las plantaciones, la protección, conservación y la restauración de las áreas forestales según la nueva ley del sector forestal, intervienen en la administración formación y regulación de este sector.

La constitución política de Nicaragua, como nuestra carta magna y ley de mayor jerarquía establece que todos los recursos naturales son patrimonio nacional y es obligación del estado cuidar y preservar los recursos naturales, mantener la preservación, ampliar estrategias para un mejor desarrollo de los bosques y explotación racional de los recursos naturales. (p. 23)

El 27 de marzo de 1996 fue aprobada la ley 217, Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales, fue publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 105 del 06 de junio de 1996, dicha ley, según Oporta (2014) manifiesta como objetivos:

La prevención, regulación y control de cualquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y contaminación de los ecosistemas; establecer los medios, formas y oportunidades para una explotación racional de los recursos naturales dentro de una Planificación Nacional fundamentada desarrollo sostenible, con equidad y justicia social y tomando en cuenta la diversidad cultural del país y respetando los derechos reconocidos a las regiones autónomas de la Costa Atlántica y Gobiernos Municipales. (p. 47-48)

Añadiendo a lo expuesto con anterioridad a la ley 217, Oporta (2014) expone que:

Mediante el Art. 6 de la ley 217, se crea la “Comisión Nacional del Ambiente”, como foro de análisis, discusión y concentración de las políticas ambientales. El arto. 3 de la Ley N°. 217, en los incisos 2, 4, 5, 6, estatuye sobre el desarrollo sostenible, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y la protección de los Recursos hídricos para garantizar la biodiversidad y demás recursos Naturales.

El Art. 21 de la de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley n°217), Estatuye: Todas las actividades que se desarrollen en áreas protegidas deben realizarse conforme a lo establecido en el respectivo Plan de Manejo aprobado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, los que se adecuarán a las categorías que para cada área se establezcan. (p. 24)

En cuanto a la norma técnica obligatoria nicaragüense (NTON), se encuentra la NTON 18 001-01. Aprobada el 19 de febrero del 2002, publicada en La Gaceta No. 76

del 25 de abril del 2002, la cual cuenta con una segunda revisión, la cual fue publicada en La Gaceta No. 155 del 16 de agosto de 2013. Dicha norma contempla el manejo sostenible de los bosques naturales latifoliados y de coníferas, esta NTON conceptualiza la terminología relacionada a los bosques, esto permite un mejor entendimiento de la misma, además de describir las formas en las cuales se realizan una variedad de procedimientos que puedan influir en el deterioro de los recursos forestales. (La Gaceta, 2013)

### **3.4 Sistema agroforestal**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2010) describen a los SAF como "un conjunto de tecnologías de manejo de suelo, agua, nutrientes y vegetación". (p. 31) También añade que "se fomentan como respuesta a los problemas de la deforestación, la creciente escasez de cobertura y de productos forestales y la degradación del medio ambiente." (p. 31)

Para definir los sistemas agroforestales (SAF), en conjunto refiere a todo sistema y tecnología aplicada en el uso de las tierras donde las plantas leñosas perennes son usadas de manera deliberada en las mismas unidades de producción de un cultivo en específico en los cuales existen interacciones ecológicas entre los elementos seleccionados. (Ferreira, 2012)

En los SAF existen diferentes tipos de sistemas, el sistema silvopastoril, el cual es un sistema en donde coexisten especies arbóreas maderables o frutales y animales, sin la presencia de un cultivo. (FAO, s.f.). Además, existen sistemas con barreras rompevientos, las cuales son una serie de hileras de árboles convenientemente altos que se colocan en dirección opuesta al viento como obstáculo. (Anónimo, s.f.). Existen también los SAF secuenciales y simultáneos, los primeros se describen como aquellos, en los que los cultivos anuales y las plantaciones anuales coinciden en el mismo momento. (FAO, s.f.). Y el segundo, según Rojas et al., (2022) "consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería". (p. 3)

Existen eventualidades que pueden perjudicar los SAF como es la deforestación en las zonas tropicales, lo cual conlleva a la erosión de los suelos, permitiendo la pérdida de la biodiversidad biológica, menor retención de agua y de todos los componentes necesarios para el desarrollo vegetativo, por tanto, se considera indispensable la incorporación de especies forestales para el mantenimiento de la biodiversidad biológica (Muños, 2021).

El propósito fundamental de los SAF es, según Casanova et al., (2011) “diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenible”. (p. 134)

Los SAF cobran relevancia debido a la función como reservorios de carbono en el tiempo, esto va en dependencia de la productividad, el propósito por el cual fueron diseñados y a las condiciones ambientales en los cuales ellos se desarrollan, además de servir como una fuente de alimento para sus propietarios y de la diversidad biológica (Espinoza, et al., 2012).

Debido al progresivo deterioro de los recursos naturales en las zonas tropicales, los SAF se consideran la alternativa para combatir dicho daño a los ecosistemas, debido a que estos permiten un mejor manejo de la tierra y por tanto un mejor rendimiento en las producciones (Pérez y Geissert, 2006).

Los SAF se consideran una herramienta complementaria que mantiene la biodiversidad biológica, Castillo et al., (2021) explican que:

En su mayoría, los sistemas presentan especies autóctonas que los agricultores han gestionado tradicionalmente. Así mismo resaltan que la introducción de las especies arbóreas en sistemas agroforestales aumenta la disponibilidad de madera, reduce la presión sobre los fragmentos de bosque, promueve la protección de los remanentes forestales y genera una fuente de ingresos para las comunidades locales. (p. 125)

En cuanto al café bajo sombra en los SAF, aún causa discusión si verdaderamente existe un favorecimiento o no al café en los sistemas bajo sombra, deben considerarse el potencial de producción, la competencia de las plantas por el agua y los nutrientes en el suelo, además de la manifestación de plagas y las enfermedades que pudieran afectar los

cultivos (DaMatta y Rodríguez, 2007).

### **3.4.1 Árboles**

De manera introductoria, si los animales son los equivalentes vehículos de la naturaleza, entonces los árboles se describen como una unidad estructural equivalente a las edificaciones de ingeniería humana. En ese sentido, su estructura principal consiste en sujetar y levantar otras por encima del suelo con el propósito de alcanzar mayores alturas por encima de las demás plantas competidoras (Vargas, 2020).

Respecto a esto, Villanueva et al., (s.f. citado por Pérez y Amador, 2022), afirman que “árbol es una planta leñosa de más de tres metros de alto, un tallo único ramificado, es parte del ecosistema, protegen contra la erosión y son parte del paisaje”. (p. 4)

#### *Usos*

Los usos principales de los árboles en los SAF según Sánchez et al., (2016) son “medicinales, madera, pilares para construir casas, mangos de herramientas, postes par cercos, la producción de frutos, sombra para el cultivo, leña, ornamentales y techos para casas”. (2713)

Respecto a la función de los árboles en los SAF con café, Andrade et al., (2014) explica que “los cafetales arbolados representan una de las estrategias para capturar carbono y, en consecuencia, ayudan a mitigar el cambio climático global”.

## **3.5 Diversidad de los SAF**

### **3.5.1 Diversidad**

Diversidad puede definirse según Soler et al., (2012) como un “conjunto de especies, donde cada una se encuentra representada por cierta cantidad de individuos, es decir, cada especie tiene un valor de abundancia que la caracteriza”. (p. 32)

Los sistemas agroecológicos son sumamente diversos desde un punto de vista biológico, estos sistemas buscan optimizar la diversidad de las especies y los recursos en sus distintas formas, los sistemas agroforestales deben organizar cultivos, arbustos ganados (de ser el caso) y árboles de diferentes alturas y características de acuerdo a la

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO, s.f.)

De acuerdo con la diversidad de los elementos florísticos, Navarro et al., (2012), explican que “el manejo y uso de biodiversidad sustentan servicios agro ecosistémicos multifuncionales, aprovisionamiento de alimentos, forrajes, leña, madera, combustibles, fibra y recarga de acuíferos, entre otros”. (p. 71)

Continuando con esto, Gómez et al., (2018) aclaran que:

Los sistemas agroforestales diversos concilian la producción de alimentos, la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono atmosférico. Sin embargo, el papel de la riqueza florística sobre la producción de carbono en la biomasa de estos sistemas no está claro. (p. 1481)

### **3.5.2 Índice de diversidad de Shannon – Wiener**

Con respecto a la biodiversidad, se encuentra el índice de Shannon – Wiener, el cual, según Soler et al., (2012) se considera “no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia” (p. 27)

De acuerdo con Valdez et al., (2018), sobre el índice de diversidad de Shannon – Wiener, explica que:

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección.  $H' = -\sum (p_i \ln p_i)$ . Dónde  $p_i$  es la proporción de individuos de la  $i$ -ésima especie =  $n_i / N$ . (p. 1677)

De acuerdo con Ortega (2020), respecto al índice de diversidad de Shannon-Wiener explica que:

Se utiliza para medir la diversidad de especies, es representado por la letra mayúscula  $H'$  con un número positivo que en ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, normalmente se ubica entre dos y tres; cuando es menor a dos se considera un ecosistema bajo en diversidad y cuando supera el tres se considera altos en diversidad de especies. No

presenta límite superior. (p. 8)

### **3.5.3 Composición florística de un sistema agroforestal**

La diversidad y la composición florísticas son considerados atributos de las comunidades, según Cano y Stevenson (2009), diversidad necesita “dos componentes, la riqueza de especies y la equitatividad. El primero es el número de especies y el segundo la proporción relativa de cada una”. (p. 64)

También, Cano y Stevenson (2009) añaden que la composición florística “se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad, distribución y su biomasa”. (p. 64)

### **3.6 Diámetro a la altura del pecho**

El diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura del árbol “son las principales variables medidas en los inventarios forestales, ya que ayudan en el proceso de toma de decisiones para el manejo de plantaciones forestales y en investigaciones sobre modelos de crecimiento.” (Castillo, 2018, p. 33)

De acuerdo con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2017, citado por Arellano, 2021), clasifica a los árboles según su DAP en 4 categorías, sin embargo, para este estudio se tomaron los criterios para arboles con  $DAP \geq 5\text{cm}$ , por tanto, Latizal se refiere a aquellos árboles  $< 10\text{ cm}$ , de  $10\text{ cm}$  a  $30\text{ cm}$  como fustal y  $>30\text{ cm}$  como árbol maduro. (p. 7)

#### **3.6.1 Estructura dasométrica**

Referente a la estructura dasométrica de los árboles, algunos autores describen elementos estructurales diferentes, así, Ariza et al., (2009, citado por Restrepo, Orrego y Galeano, 2012) enumeran “la altura de los árboles, el área basal, las copas de los árboles y el índice de área foliar. Sin embargo, la variable que más se usa para describir la estructura es el diámetro a la altura del pecho”. (p. 176)

### **3.7 Índice de valor de importancia y Dominancia relativa**

De acuerdo a Huertas y Benavides (2018) explican que el IVI se utiliza para describir el comportamiento de las estructuras arbóreas individuales y de las superficies de los bosques, la similitud de los valores de diferentes especies indica una semejanza en la composición arbórea del área.

Referentes a estos elementos, Espinoza et al., (2010), explican que el índice de valor de importancia (IVI) es:

Un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calculó de la siguiente manera:  
 $IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$ . La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtiene de la siguiente manera:  
 $\text{Dominancia relativa} = \text{Dominancia absoluta por especie} / \text{Dominancia absoluta de todas las especies} * 100$ . (p. 4)

#### **3.7.1 Área basal**

El área basal refiere a “una aproximación del área de la sección transversal de un árbol. Se deduce de la ecuación del círculo”. (Andrade y Cerda, s. f., diapositiva 13)

#### **3.7.2 Abundancia**

La abundancia de las especies se define como aquella que posee una cantidad mayor de elementos dentro de un sistema, de la misma forma es la que consume la mayor cantidad de recursos, como el agua, la tierra, etc., además de tener un menor riesgo de desaparecer y con una adaptación mejor al entorno. (Thomann, 2020)

#### **3.7.3 Frecuencia relativa**

Este tipo de medidas se obtiene de dividir el número de elementos específicos presentes en una población como numerador y el número total de la población como denominador. Es decir, el número de elementos de una especie entre el número de individuos totales (Moreno, et al., 2000).

### **3.7.4 Densidad absoluta y densidad relativa**

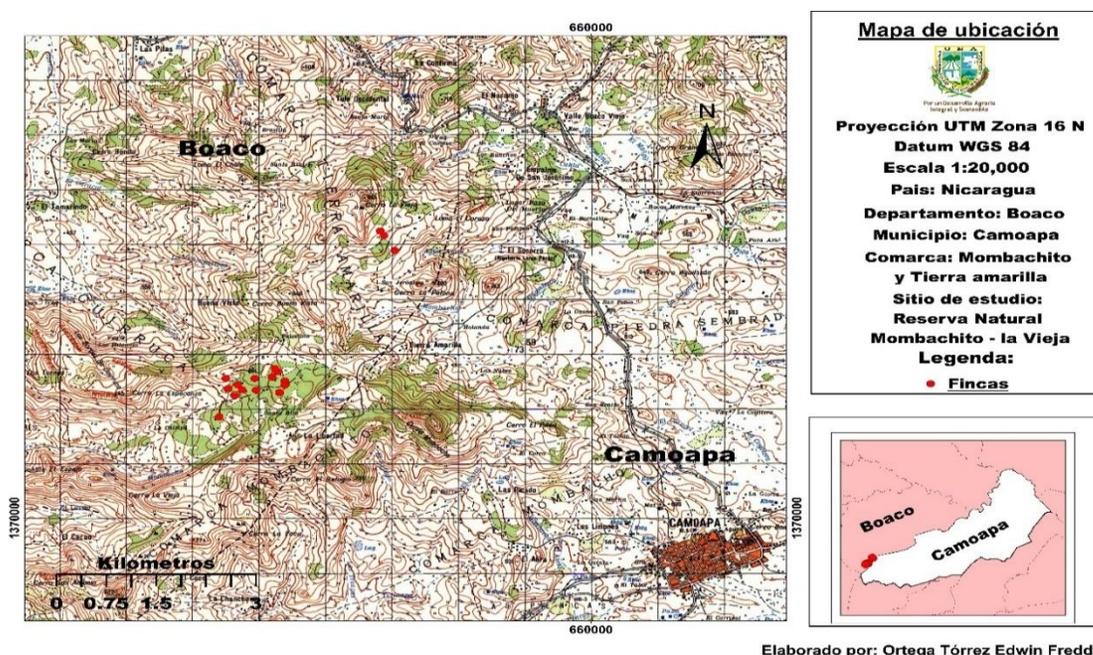
Si se considera estimar las densidades de los árboles en conjunto, Cárcamo et al., (2011) exponen que la densidad de un rodal puede expresarse en:

Términos absolutos o relativos, en términos absolutos es determinada directamente desde un rodal dado sin referencia de algún otro rodal y se cuantifica normalmente con los parámetros de número de árboles por unidad de superficie, área basal y volumen de madera; en tanto, en términos relativos se basa sobre una densidad estándar seleccionada. (p. 175)

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación y fecha de estudio

La reserva natural Mombachito – La Vieja se encuentra a 4 km al noroeste de la Ciudad de Camoapa, en el departamento de Boaco. Camoapa limita al norte con Boaco, al este con la RAAS, al sur con chontales y al oeste con San Lorenzo. La reserva se localiza en las coordenadas 12°24'28" N y 85°33'38" W a una altitud de entre 600 a 900 msnm, con predominio de bosque húmedo premontano en donde se pueden encontrar pequeñas unidades productivas con café bajo sombra. La investigación dio inicio en el mes de abril hasta el mes de junio del 2023.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las unidades de producción en estudio.

### 4.2 Diseño de la investigación

#### 4.2.1 Tipo de investigación

La investigación fue no experimental, bajo un diseño transversal descriptivo, según Sampieri (2014). El mismo autor afirma que es aquel bajo el cual se recolectan datos en un solo momento, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. (p. 154-155). El proceso metodológico se desarrolló en tres fases que fueron la planificación, la ejecución y el análisis e interpretación de la información con la debida redacción del informe final. A continuación, se describe el proceso metodológico.

#### **4.2.2 Fases del proceso metodológico**

El proceso metodológico de la investigación se realizó en tres momentos correspondiendo a un momento de planificación, uno de ejecución y el momento de análisis e interpretación de datos. A continuación, se describe cada uno de estos momentos

##### ***Planificación***

En primera instancia, se recolectó información de la cantidad de los productores utilizando como fuente la base de datos del organismo El Porvenir. De esta forma se conoció la población a estudiar.

Posteriormente con ayuda del organismo EL PORVENIR y la colaboración del Ing. Eddy Figueroa se convocó el 16 de mayo a los productores de la zona de interés para identificar a aquellos dispuestos a participar en el estudio, al reunirse con ellos, se los hizo saber la metodología a emplearse para la recolección de los datos en diferentes momentos.

Se limitó el tamaño de la población y mediante una calculadora en línea se determinó el tamaño de la muestra. También se diseñaron los instrumentos para registrar la información recolectada y con el asesor se realizó un pilotaje de los mismos instrumentos, además del equipo utilizado para las mediciones en campo como el altímetro HAGA, forcípula pinza Haglöf Mantax Azul DE 50 cm diámetros de capacidad, el uso del GPSMAP 64s marca Garmin con precisión de 3.65 (+/- 12 ft), brújula y cinta métrica o decámetro fibra de vidrio 30 metros

##### ***Ejecución***

Una vez calculado el tamaño de la muestra se realizó una visita a cada unidad productiva perteneciente a la muestra a partir del 17 de mayo hasta el 9 junio totalizando 17 visitas para establecimiento de parcela y levantado de datos correspondientes a las estructuras arbóreas, diámetro a la altura del pecho y su altura, para posteriormente realizar los cálculos dasométricos para las especies y las unidades de producción.

El 12 de junio de 2023, se convocó a los productores en un sitio específico donde se les aplicó la encuesta, además se les entrevistó con el propósito de recolectar información social (núcleo

familiar, estado de la propiedad, edades, escolaridad de los propietario), manejo que brinda el productor al cafetal, variedad del café utilizadas, uso o no de fertilizantes, ya sea químicos u orgánicos, características generales del manejo del café, poda de árboles, labores de siembra, introducción de árboles al cafetal y demás elementos

En total, se realizaron 19 de visitas, culminando con una reunión de agradecimiento. Dicha reunión tuvo lugar el día 12 de junio de 2023 (mismo día de la recolección de datos).

### ***Análisis e interpretación de datos***

Etapas de sistematización: Los datos recolectados se organizaron mediante la hoja ofimática de Excel, de esta forma permite el ordenamiento y manipulación de los datos. Además de la realización de las figuras utilizadas en la investigación. También el uso Microsoft Word para la redacción de este documento.

Etapas de interpretación: Los datos se dividieron en 3 componentes, datos generales de las unidades de producción, composición florística y estructuras dasométrica de los árboles.

Se determinaron los índices de diversidad de Shannon – Wiener, además de la utilización del método de Bray – Curtis y el agrupamiento de las unidades de producción en base a la distribución de especies y la utilización de un dendrograma.

Las estructuras de los árboles se dividieron y analizaron por separado en base al diámetro a la altura del pecho y a la altura de las especies. Además, se determinaron las especies con mayor importancia ecológica.

Etapas de conclusiones: Una vez habiendo analizado los datos recolectados se procede a realizar las conclusiones finales y posteriormente las recomendaciones de la investigación, ya sean para los propios productores o para las investigaciones posteriores.

### **4.2.3 Población**

Según base de datos del organismo no gubernamental El PORVENIR, la zona contó con 48 unidades productivas que poseen sistemas agroforestales con café con área promedio de 0.7 ha lo que constituyó la población total de la cual se extraerá la muestra. La base de datos fue organizada utilizando el nombre de los 48 productores propietarios de las unidades de

producción.

#### **4.2.4 Selección de la muestra**

Para calcular la muestra se utilizó una calculadora de muestra online (<https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>) (Questionpro, 2023), se definió una muestra representativa con el 95 % de confianza y 20 % de margen de error resultando como muestra 17 unidades productivas y para conocer exactamente cuáles serían se utilizó un muestreo aleatorio de casos exactos con ayuda de IBMSPSS Statistics for Windows, Versión 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.

$$\text{Tamaño de Muestra} = Z^2 * (p) * (1-p) / c^2$$

Donde:

**Z** = Nivel de confianza ( 95% o 99%)

**p** = 0.5

**c** = Margen de error ( 4 - 47)

La selección de los productores para el desarrollo de la investigación se realizó mediante conveniencia, una vez establecida la cantidad de unidades de producción a estudiar, se visitaron uno a uno los productores y la disposición de cada uno de participar en el estudio hasta completar la muestra determinada.

#### **4.2.5 Parcelas de muestreo**

Se utilizaron parcelas permanentes de muestreo (PPM) de forma rectangular de 50 por 20m cuyo propósito fue determinar el comportamiento de la composición y estructura de los árboles. Los criterios de ubicación para la parcela fueron no estar al borde del agrosistema, ni de ríos o áreas con afectaciones de fenómenos naturales, tampoco cerca de caminos principales (CATIE, 2002, p. 5), además, la parcela se ubicó en el centro del sistema agroforestal con café cumpliendo con lo antes planteado.

Entre más baja sea la relación largo ancho habrá mayores ventajas como: disminución de costos, disminución de superficie de amortiguamiento, disminución de posibilidad de errores de medición en árboles de borde, como sugiere Albert y Synnott (1992, citado por CATIE, 2000, p.

5). El establecimiento de la parcela debe iniciar su primer vértice en posición suroeste marcando la posición con GPS luego con ayuda de brújula y cinta métrica se determina el azimut y distancia de los restantes tres vértices.

Según CATIE (2002, p. 105 citando a Mellex 1982), las parcelas pequeñas expresan menor variabilidad al interior de las muestras y mayor entre muestras recomendándose para bosques homogéneos.

### **4.3 Datos evaluados**

Para responder a los objetivos planteados en el presente estudio, se describen las variables propuestas, según el orden en que se plantean los objetivos.

#### **4.3.1 Características de las unidades de producción**

Para responder a la variable de descripción de las unidades productivas de café bajo sombra se diseñó entrevista abierta, encuesta estructurada en tres secciones (información general, información del cafetal bajo sombra e información sobre cumplimiento de la ley 217. Ley general del medio ambiente y los recursos naturales en artículos concernientes a área protegida reserva natural Mombachito – La Vieja) a como se presenta a continuación. la información fue colectada con ayuda del productor y realizando mediciones en el área:

***Información general:*** infraestructura, núcleo familiar y escolaridad, fuentes de agua, legalidad de la propiedad, extensión de la propiedad y distribución de uso de la propiedad)

***Información del cafetal bajo sombra*** (altitud, pendiente, coordenadas geográficas, antecedentes del área, cronograma de manejo aplicado por el productor, variedad(es) de café utilizada(s), manejo aplicado por el productor al cafetal bajo sombra, origen de las especies arbóreas presentes en el cafetal.

#### ***Aplicación de la ley ambiental en el cafetal bajo sombra***

En lo que concierne a lo permitido y/o prohibido en la zona agroforestal dentro del área protegida Reserva Natural cerro Mombachito - La Vieja que además contemple los objetivos de

la ley 217 acerca de la prevención, regulación y control de las actividades que impliquen un deterioro del ecosistema e identificar además el papel de las instituciones encargadas de velar por el cumplimiento de la ley como el MARENA y gobierno municipal.

#### **4.3.2 Composición florística de árboles DAP $\geq$ 5 cm**

Para cumplir con la variable de composición florística se realizó un inventario exploratorio de las especies de árboles presentes en la parcela de muestreo de los cafetales de las unidades productivas seleccionadas. Las subvariables para medir fueron:

**Riqueza específica de árboles:** Con ayuda del inventario se pudo determinar el número de especies de árboles utilizados para sombra de los cafetales

**Índice de diversidad de Shannon Wiener:** Con ayuda del inventario de especies arbóreas y arbustivas utilizados para sombra en los cafetales. La fórmula para su cálculo es:

$$H' = - \sum_{i=1}^k p_i \log p_i$$

#### **4.3.3 Composición estructural de árboles con DAP $\geq$ 5 cm**

Para cumplir con la variable de composición estructural en las parcelas de muestreo se realizó un inventario de árboles y arbustos con DAP  $\geq$  5 cm a los cuales se les midió altura, diámetro, clasificación taxonómica y posteriormente en gabinete se calculó: estructura diamétrica, estructura en altura, área basal, abundancia, densidad absoluta y relativa, frecuencia y dominancia relativa e índice de valor de importancia. A continuación, se detalla cada una de las subvariables:

**Estructura diamétrica de árboles:** Se midió el diámetro a la altura del pecho 1.3 m arriba de la superficie del suelo a los árboles con 5 o más centímetros de diámetro (DAP), sus resultados serán presentados utilizando figura que represente los intervalos de frecuencia de los diámetros. Para posteriores mediciones debe medirse siempre en el mismo lugar por lo que se dejará un clavo incrustado en el árbol a modo de marca.

**Estructura en altura de árboles:** En la parcela de muestreo se midió la altura en metros de árboles y arbustos con DAP  $\geq$  5 (cm), cuyos resultados fueron presentados utilizando una figura que

represente los intervalos de frecuencia de las alturas.

**Índice de valor de importancia (IVI) %:** Resulta de la sumatoria de la densidad y dominancia relativa más la frecuencia, divididos entre tres  $IVI = DR + DmR + Fr$

Donde DR es la densidad relativa =  $Dr/D * 100$  (donde Dr. es el número de individuos de una especie y D refiere al número de individuos totales por especies contabilizados en la parcela de muestreo (No. Individuos  $ha^{-1}$ ) por 100); DmR refiere a la dominancia relativa =  $G/Gtotal * 100$  (donde G es el área basal por especie y Gtotal es el área basal de todas las especies) y Fr es la frecuencia relativa = No. Parcelas en las que está presente la especie dividido por el total de frecuencia de todas las especies multiplicado por 100.

#### **4.4 Análisis de datos**

Para analizar los datos se utilizó estadística descriptiva como porcentajes, índices, promedios, distribución de frecuencia, magnitudes, máximos y mínimos. Fueron presentados utilizando cuadros y figuras y para su procesamiento se utilizarán los softwares, IBM SPSS Statistics for Windows, Versión 25.0. Armonk, NY: IBM Corp., Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/> y PAST es un software diseñado originalmente para analizar datos paleontológicos; sin embargo, en más de 20 años se ha utilizado para otras áreas como la ecología, la última versión es la 4.12b disponible desde febrero 2023, ubicada en el sitio: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

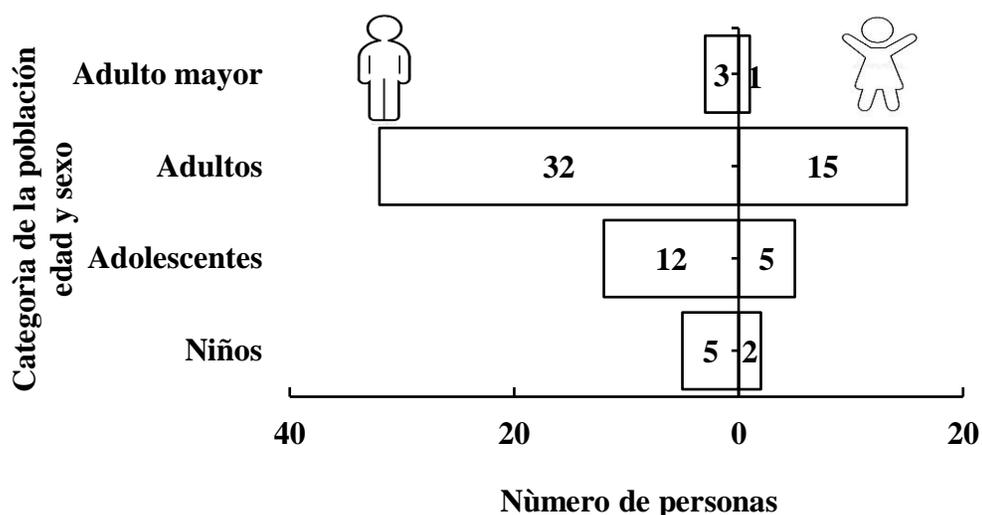
### 5.1 Características de las unidades de producción

#### 5.1.1 Información General

##### *Distribución poblacional por sexo y edad*

Gallo et al., (2014), explica que conocer “las caracterizaciones de poblaciones tienen por objetivo evidenciar realidades sociales, políticas y culturales. Permiten obtener conocimientos fiables del estado actual de las condiciones de vida de una sociedad”. (p. 362)

La figura 2 muestra la distribución por sexo y edad de la población de las unidades de producción estudiadas, dando como resultado una población formada por 52 hombres y 23 mujeres, de los hombres, 44 están en la categoría de adultos y adolescente, permitiendo tener suficiente mano de obra para atender las labores de campo, mientras que 8 de los hombres corresponde a niños y adulto mayor. En el caso de las mujeres, 20 pertenecen a la categoría de adultos y adolescentes y 3 a la categoría de adultos mayores y niños.



**Figura 2.** Distribución poblacional de las familias estudiadas por sexo y edad.

Según Avendaño (2016), en las zonas rurales “la incorporación gradual de los niños al trabajo es aceptada como un hecho. En la mayoría de los casos, el problema encuentra sus raíces en las situaciones de pobreza vivida por segmentos importantes de la población rural”. (p. 293)

El empleo de menores de edad en los trabajos del sector agrícola se estima que es del 70% de toda la mano de obra infantil a nivel mundial, según los datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2021). De acuerdo con el artículo 73 del Código de la niñez y la adolescencia de la Ley No. 287, se determina que “se prohíbe emplear a niños, niñas y adolescentes en cualquier trabajo. Las empresas y las personas naturales o jurídicas no podrán contratar a menores de 14 años”.

Los parámetros de descripción para niño, adolescente, adulto y adulto mayor no están plenamente especificados, esto debido a que dependen de circunstancias sociales y culturales, según Salus online (2011). Mientras que en Nicaragua el código de la niñez y la adolescencia en su artículo número dos establece que niño es toda persona que no ha cumplido los 13 años y adolescente los que ya cumplieron esta edad, pero no han cumplido los 18 años.

Por su parte la Ley 720 ley del adulto mayor indica que es toda persona con 60 años o más; lo mismo considera Abaunza et al., (2014) quienes afirman que las personas en categoría adulto mayor son aquellas con edad igual o mayor a los 60 años, sin embargo, el criterio para adulto mayor no debe limitarse únicamente a la cronología de la persona sino más bien por la suma de las condiciones físicas, funcionales, mentales y de salud de las personas analizadas. Según estas fuentes podríamos considerar un adulto a aquella persona con 18 años cumplidos a menos de 60 años.

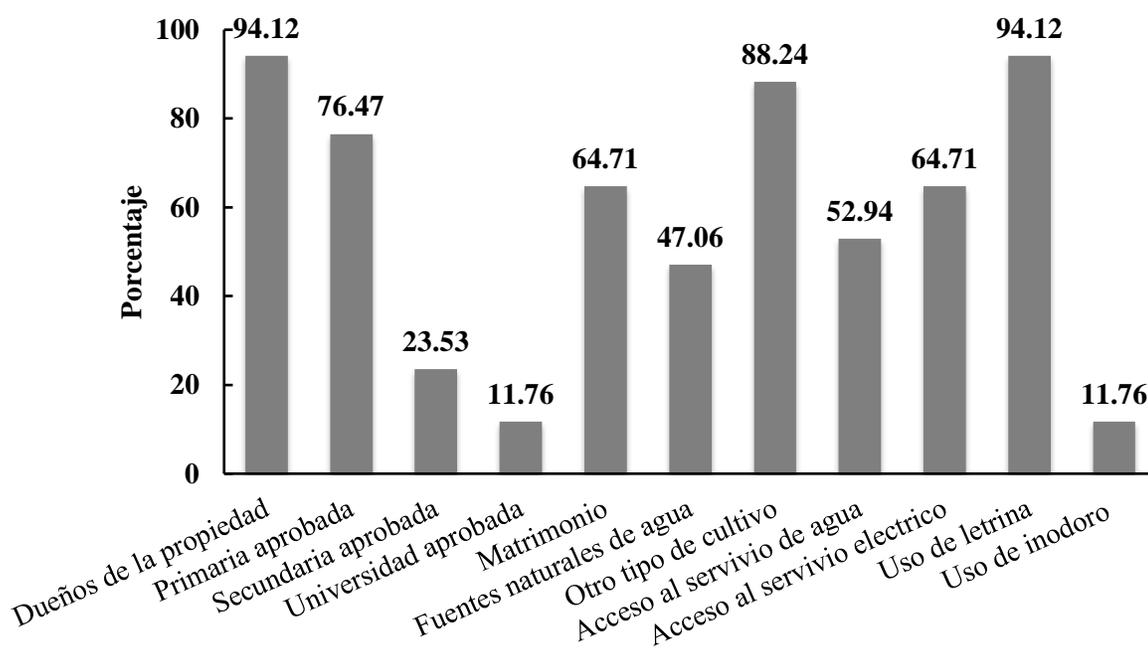
Según Morán y Jiménez (2023), afirman que la mayoría de la población del sector agrícola es masculina debido al tipo de trabajo que se realizan en estas áreas lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

### ***Características generales de las unidades de producción***

La importancia de la recolección de los datos poblacionales, según Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021, citado por González y Román, 2012) recae en que “permiten conocer características sociodemográficas de la población, e identificar las necesidades en materia de vivienda, educación, salud, servicios e infraestructura, así como situaciones de rezago social e identificación de grupos en situación de vulnerabilidad”.

El estudio utilizó una muestra de 17 unidades de producción a una altitud promedio de 764.65 msnm, con áreas con café en un rango de 0.7 a 7 ha para un promedio de 1.07 ha (18.2 ha de producción, equivalente al 2.04% del área total de la reserva). La figura 3 describe que el 94.12 % de los productores son propietarios de las unidades de producción, además el nivel de escolaridad primaria es alto (76.47 %) descendiendo en la secundaria y la universidad con 23.53 y 11.76 % respectivamente.

También de que el 88.24 % de las fincas poseen otros cultivos como maíz, frijol, cítricos, además del café. En cuanto al acceso a servicios básicos el 94.12 % con acceso a letrina, servicio eléctrico el 64.71 %, acceso al agua (52.94 %) e inodoro 11.76 %.



**Figura 3.** Características sociales de las unidades de producción.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2012, citado por Morán y Jiménez, 2023) afirman que las altitudes óptimas para café están ubicadas entre los 365 y los 1,500 msnm. Los cafetales estudiados poseen una altura sobre el nivel del mar promedio de 764.65 msnm, esto indica que los cafetales se encuentran en el promedio de las condiciones de alturas óptimas para el cultivo del café.

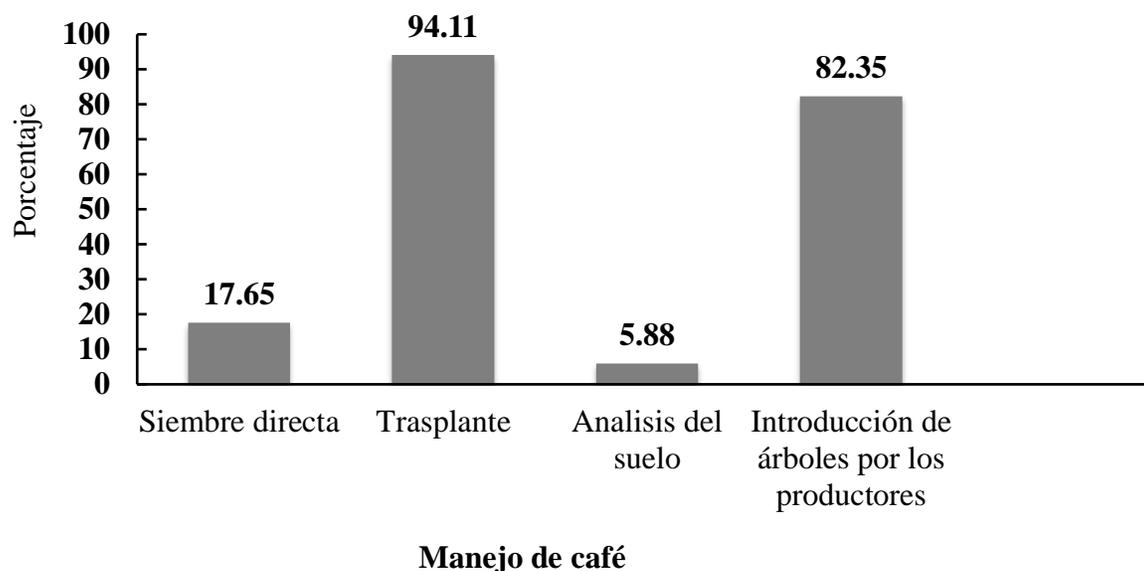
Jarquín y Jiménez (2020), afirman que los caficultores de Matagalpa son dueños de sus tierras en un 96 %, similar a la información encontrado en el presente estudio. (p. 114). De igual manera Morán y Jiménez (2023), afirman que, en unidades de producción de café en Madriz la población no supera el 50 % de educación primaria, siendo este dato inferior al recolectado en este estudio (p. 5).

Según Aguirre et al., (2016), afirma que los productores mantienen otros tipos de cultivos además del café, de esta forma generan más ingresos al cafetal, así no crean dependencia del café o tener un sostén para períodos de baja producción, esto es usual en los cafetales lo que corresponde con los resultados del presente estudio.

### 5.1.2 Labores de establecimiento del café bajo sombra

Realizar un análisis de suelo según Dorán y Parkin (1994, citado por Estrada, et al.,, 2017) permite “la evaluación de la calidad del suelo, un monitoreo constante de un área, identificar cambios en sus características y proponer prácticas adecuadas de manejo”. (p. 816)

En la figura 4 se observa que la mayoría de los productores 94.11 % realizan la siembra mediante trasplante, también que en el 82.35 % de las unidades de producción se introdujeron especies arbóreas como *Cedrela odorata*, *Haematoxylum brasiletto* y *Gliricidia sepium*. El 17.65 % realiza siembra directa en campo y un 5.88 % realizan análisis de suelo.



**Figura 4.** Labores de establecimiento del café por los productores.

Según Villarreyña (2020), comenta que la realización de viveros para trasplante garantiza la sanidad y vigorosidad de las plantas lo que concuerda con el alto porcentaje de unidades de producción de este estudio que realizan esta labor.

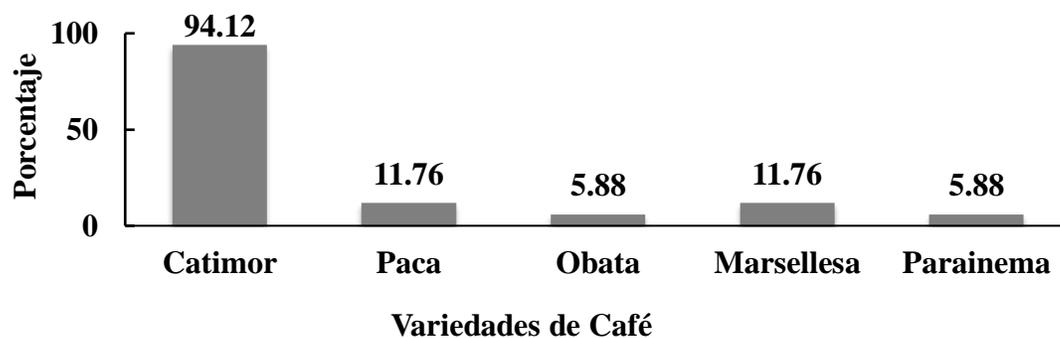
Pacas (s.f.) indica que los productores que no realizan análisis de suelo desconocen sus beneficios a la hora de diseñar un plan de fertilización, esto concuerda con el bajo porcentaje de productores que realizan análisis de suelo en esta investigación.

Maradiaga (2021) describe que incluir especies arbóreas en los cafetales crea un microclima favorable para el café, lo que explica el alto porcentaje de productores que ingresaron especies arbóreas a las unidades de producción.

### ***Variedades de café empleadas en las unidades de producción***

De acuerdo con Pacas (s.f.), la selección de la variedad de café es importante para “conocer la procedencia de las semillas para garantizar la calidad de la variedad que se va a establecer” (p. 19). El mismo autor señala que “algunos caficultores tienen como objetivo sembrar variedades tolerantes a enfermedades como la roya, mientras que otros prefieren variedades reconocidas por su calidad”. (p. 19)

En la figura 5 se observa que la variedad mayormente utilizada en las unidades de producción de las comarcas Mombachito y Tierra Amarilla es Catimor, seguida de Pacas y Marsellesa con 94.12 y 11.76 % las dos últimas. Las de menor uso fueron las variedades Obata y Parainema con 5.88 % cada una. Algunas unidades de producción tienen dos variedades así, el 11.76 % tiene tanto Catimor como Marsellesa, 5.88 % Obata, Catimor y Parainema y 5.88 % mantiene Catimor y Paca.



**Figura 5.** Variedades de café utilizadas en las unidades de producción.

Según Vignola et al., (2018) describen para el cultivo del café la "altitud óptima entre los 700 - 1700 msnm, media 500 a <700 - >1700 a 2000 y deficitaria <500 - >2000 aquí es donde inician las limitaciones en el desarrollo productivo del cultivo". (p.52)

De acuerdo a Jonsson et al., (2015, citado por López, et al.,, 2021) describen que el intervalo óptimo del cultivo para el café en Nicaragua está entre los 800 a 1400 msnm.

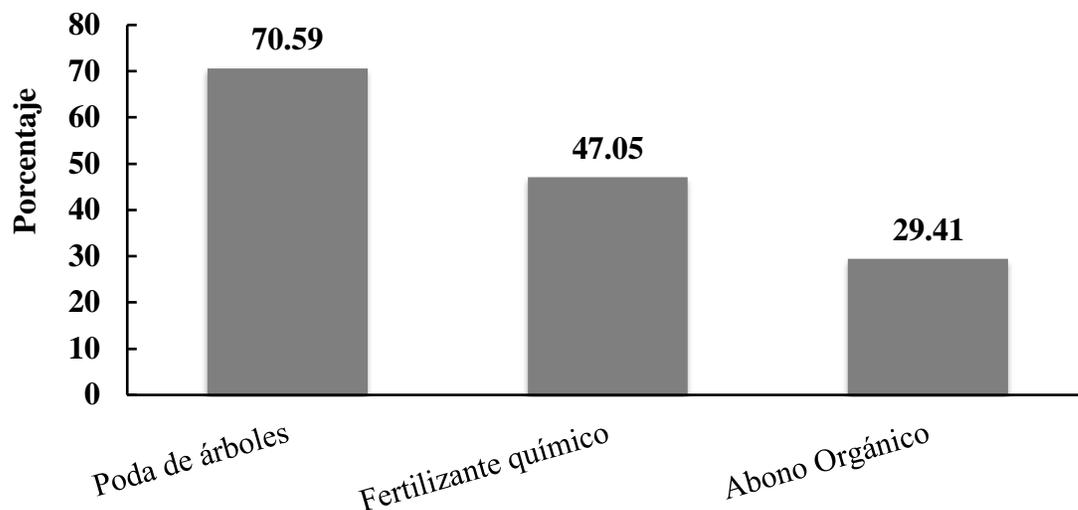
Morán y Jiménez (2023), afirman que la variedad catimor es la de mayor presencia entre los productores de Madriz, aunque no la de mayor área establecida, lo que contrasta con los resultados de este estudio con la mayor presencia y área establecida con Catimor.

De acuerdo con DISAGRO (1998, citado por Centeno y Herrera, 2005) la altitud óptima para el cultivo de la variedad Catimor se da entre los 1,000 a 1,500 msnm, siendo los resultados de este estudio inferiores a la altitud óptima. Mismo autor señala que la variedad Paca tiene una altitud óptima de 700 a 1,000 msnm, por tanto, los resultados de este estudio con unidades de producción a una altitud promedio de 764.65 msnm muestran a la variedad Paca en condiciones óptimas para su cultivo.

#### ***Labores de manejo del cafetal por los productores.***

Jürgen y Salazar (s.f.) afirman que “desarrollar un programa estricto para realizar las podas depende de las especies y el grado de sombra requerido”. (p. 57). Además, añaden que “es importante conocer las fases fenológicas de los cafetos y aprovechar éstas como facilitadores en la decisión sobre la dosis y tipo de macro y micronutrientes”. (p. 67). Y describen que “la aparición de plagas como la broca, enfermedades como la roya, ha llegado el riesgo de poblaciones de alta incidencia con afectaciones económicas en el rendimiento y en la calidad del café. (p. 73)

En la figura 6 se muestran las principales labores de manejo del cafetal y según los productores, en un 70.59 % de las unidades productivas se realiza poda de árboles que son utilizados para sombra; en cuanto a la aplicación de nutrientes al cultivo destaca la aplicación de fertilizantes y abono orgánico con ( 47.05 y 29.41 %); en cuanto a la presencia de plagas y enfermedades en las unidades de producción estudiadas resaltó la broca (*Hypothenemus hampei*), seguido de plaga masticadora (*Rhabdopterus jansoni*) y la enfermedad ojo de gallo (*Mycena citricolor*) con 64.71, 35.29 y 5.88 % respectivamente.



**Figura 6.** Labores de manejo del cafetal por los productores.

La interacción entre las especies arbóreas con el café puede ser tanto positivo como negativo, así lo describe (Farfán, s.f., p. 162), lo que está relacionada con el alto porcentaje de podas de árboles encontrados en este estudio.

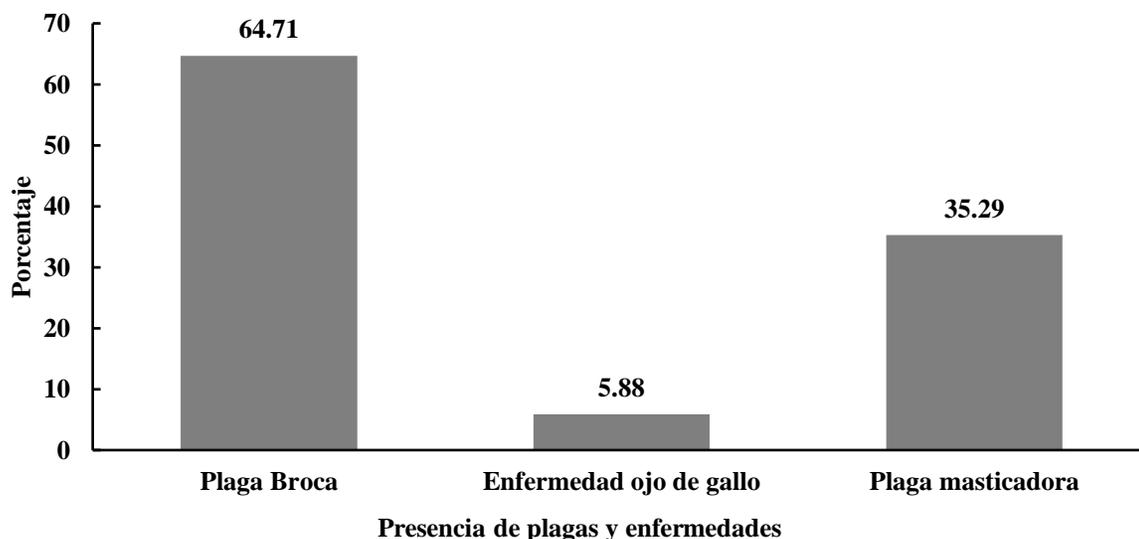
Morán y Jiménez (2023), explican que la fertilización química es la más utilizada en la actividad agrícola, pero que en los próximos años debido a sus costos se incrementará el uso de abonos orgánicos lo que es congruente con los resultados de esta investigación.

### ***Plagas presentes en el cafetal***

Rojas (2012) describe que:

Entre las plagas insectiles que atacan al café, sobresale la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari), que está catalogada como la de mayor importancia económica, por daños en el cultivo, con capacidad de causar grandes pérdidas a nivel de plantación y grano almacenado, al disminuir el rendimiento, calidad física y organoléptica de la bebida y aumentar los costos de producción y beneficiado del grano. (p. 72)

En la figura 7 se observa que la broca es la plaga con mayor incidencia en las unidades de producción, seguido de la masticadora y por último la enfermedad de ojo de gallo con 64.71, 35.29 y 5.88% respectivamente.



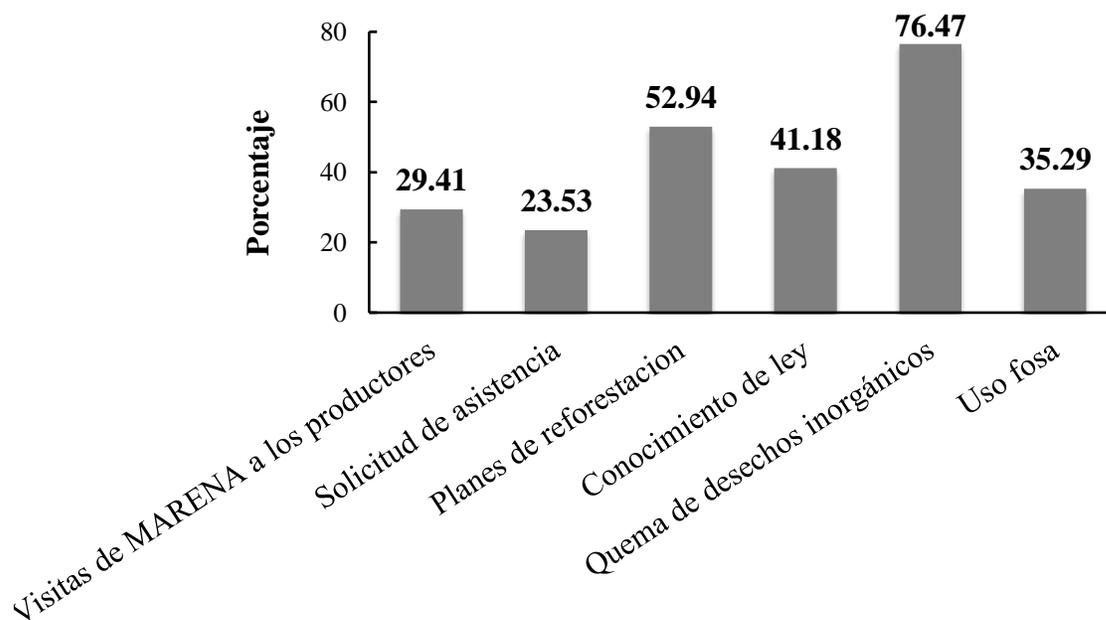
**Figura 7.** Presencia de plagas y enfermedades en las unidades de producción según los productores.

Bustillo (2006), explica que la broca (*Hypothenemus hampei*), es el insecto plaga más importante que afecta el cultivo del café, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio en base a los problemas sanitarios.

### **5.1.3 Relación entre el manejo del cafetal y la ley 217, ley general del medio ambiente, decreto 01-2007**

“El aprovechamiento de los recursos naturales debe realizarse de manera equilibrada, de manera que permitan el sustento personal en armonía con el ambiente” (Orellana y Layval, 2018, p. 66).

En la figura 8 se observan actividades asociadas con la ley 217 y el manejo del cafetal por los productores, donde el 76.47 % queman los desechos inorgánicos y para ellos utilizan una fosa en el 35.29 % de los casos. Un 23.53 % de los productores han solicitado la visita del Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA) la cual ha visitado al 29.41 % de las unidades de producción para hablar sobre planes de reforestación estando un 52.94 % interesados en esta temática, además que el 41.18 % tienen conocimiento de la ley 217 ley general del medio ambiente.



### Actividades asociadas a la ley ambiental

**Figura 8.** Relación entre la ley 217 y el manejo del cafetal.

Según el MARENA (2021), en su Plan de Manejo Reserva Natural Cerro Mombachito, La Vieja, describen la necesidad de crear los planes de reforestación de la reserva natural para recuperar la cobertura vegetal y mejorar la conectividad de las especies. (p. 57)

Según Oporta (2013), la ley 217 describe que deben prevenirse, regularse y controlarse las actividades que originen un deterioro al medio ambiente, lo que aplica a los resultados observados en la figura 7 acerca de la quema de desechos inorgánicos utilizando una fosa.

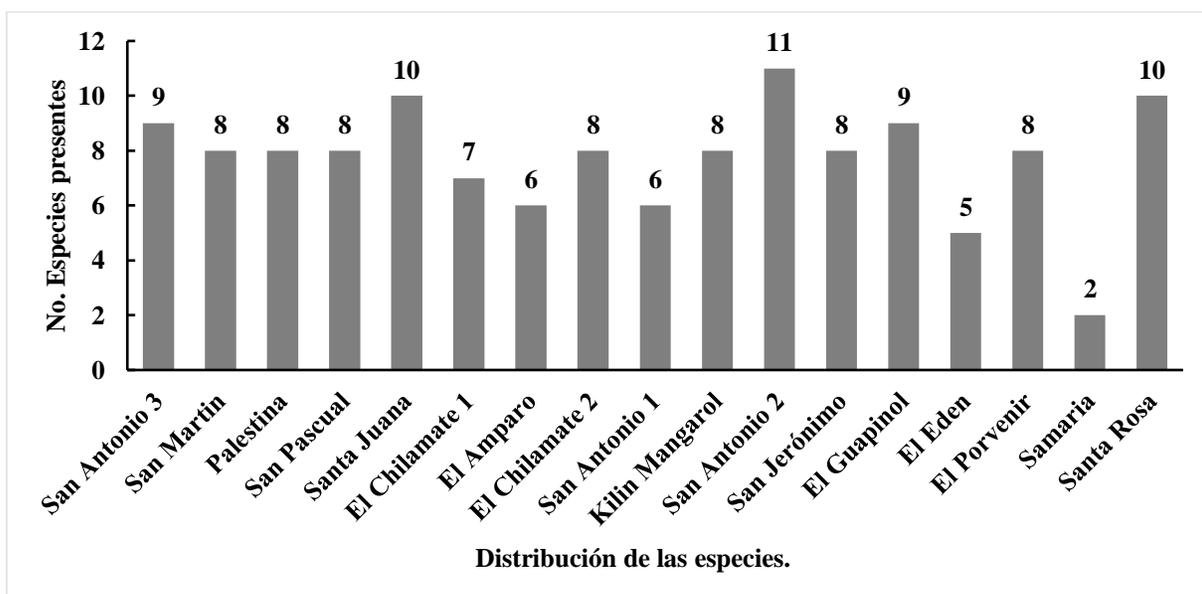
Además, los resultados indican la necesidad de conocimiento de la ley 217 por parte de todos los productores sumando una mayor presencia de las instituciones que corresponden como MARENA, Instituto Nacional Forestal (INAFOR), Universidad Nacional Agraria, entre otros.

## 5.2 Composición florística de árboles DAP $\geq$ 5 cm

### 5.2.1 Composición florística de las especies arbóreas

De acuerdo con Sarkar (2002, citado por González, et al., 2010) explica que “teóricamente, la forma más directa e intuitiva de medir la biodiversidad es la riqueza, el número de especies que habitan en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea”. (p. 33).

En la figura 9 se observa que las unidades de producción con la mayor riqueza especifican fueron San Antonio 2, Santa Juana y santa Rosa con 11, 10 y 10 especies respectivamente, mientras que las unidades de producción con las menores riquezas especificas fueron Samaria y El Edén con 2 y 5 especies respectivamente. En las 17 unidades de producción investigadas se lograron inventariar un total de 325 individuos distribuidos en 44 especies, los cuales pertenecen a 39 géneros y 21 familias taxonómicas destacando Boraginaceae, Fabaceae y Rutaceae.



**Figura 9.** Distribución de las especies en las unidades de producción.

De acuerdo con Moreno (2001, citado por Mairena y Jiménez, 2017) la riqueza específica es la “forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medirla es contar con un inventario completo”. (p. 6)

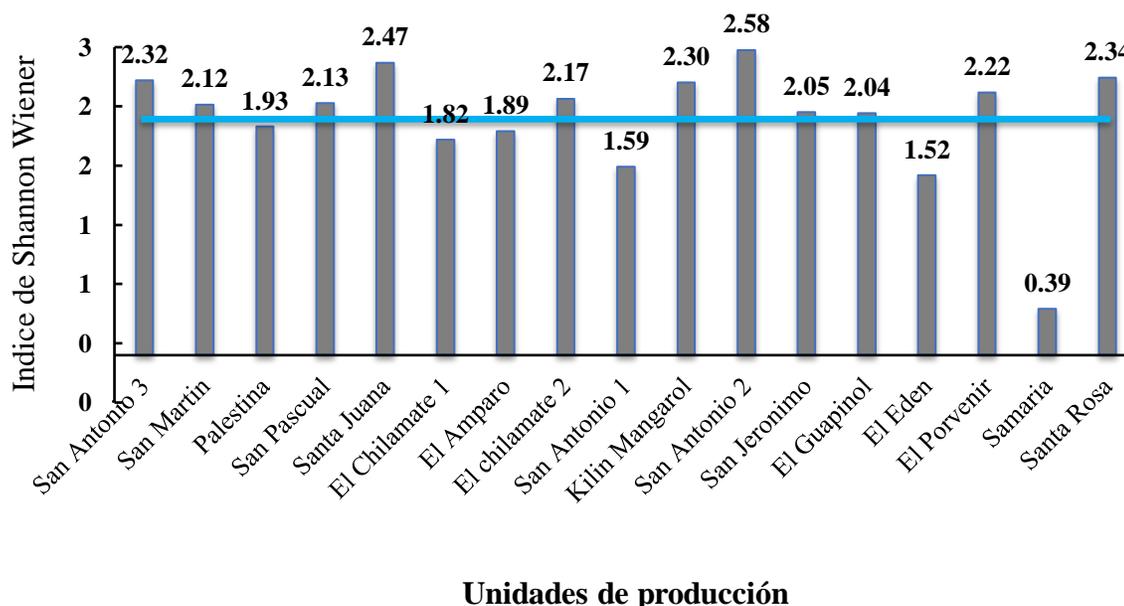
Laguna (2018) en un sistema de producción agropecuario Wasmuca de la comarca Buena Vista, Camoapa, contabilizó 2,669 individuos, pertenecientes 48 especies y a 23 familias, la cantidad de individuos de dicha investigación es superior a los 325 individuos de este estudio, sin embargo, la cantidad de especies y familias encontradas son similares.

### 5.2.2 Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Según Pla (2006), el índice de diversidad de Shannon Wiener es “uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica; refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa”. (p. 583).

Ortega (2020), describe los parámetros del índice de Shannon – Wiener como diversidad media cuando obtiene valores entre dos a tres, menor de dos como diversidad baja y mayor a tres es diversidad alta.

En la figura 10 se muestra que 11 de las 17 unidades de producción presentan una diversidad media y que superan al promedio que fue de 1.9 lo que indica que seis no superaron el promedio y presentan una baja diversidad, las unidades productivas de mayor diversidad arbórea fueron San Antonio 2, Santa Juana y Santa Rosa con 2.58, 2.47 y 2.34; entre los de menor índice se encontró Samaria, El Edén y San Antonio 1 con 0.39, 1.52 y 1.59 respectivamente.



**Figura 10.** Índices de diversidad de Shannon - Wiener de las unidades de producción.

Ortega (2020), encontró índice de diversidad media en cuatro sistemas agroforestales con café en el departamento de Boaco, similar a los resultados de la presente investigación en 11 de las 17 unidades de producción investigadas.

Contrario a lo anterior Villavicencio y Valdez (2003), encontraron en sistemas agroforestales en café en Veracruz, México, Índice de Shannon de 3.17, superior al resultado de esta investigación.

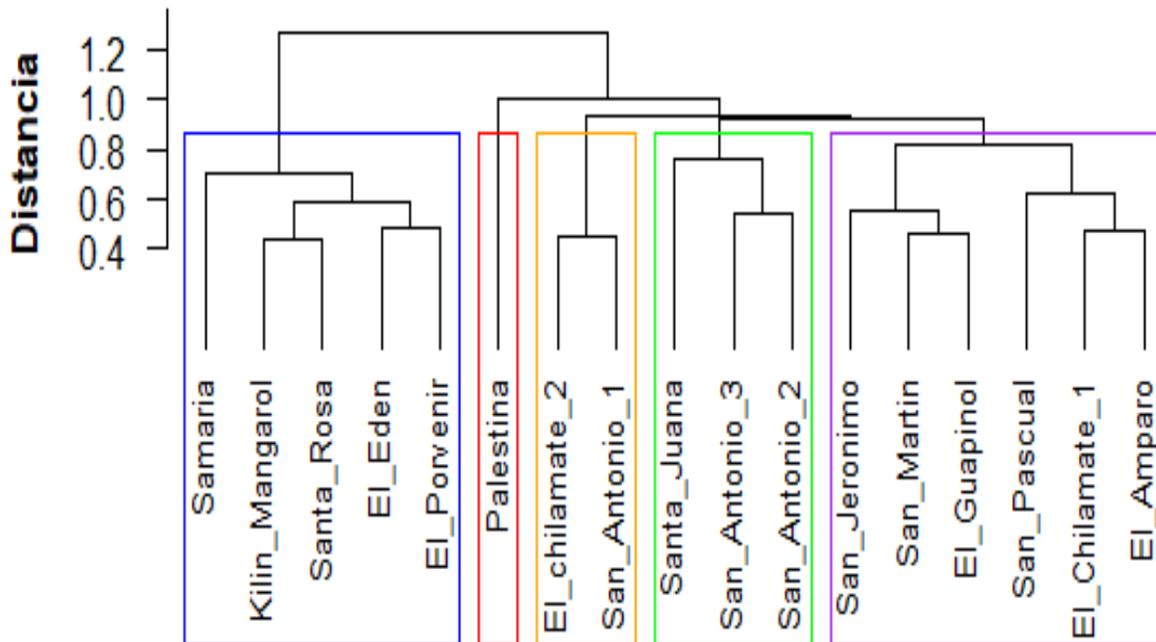
### **5.2.3 Distancia entre unidades productivas en base a la composición florística arbórea utilizando el método de Bray-Curtis y el algoritmo de Ward.D2.**

Hernández y Siqueiros (2008), comentan que “el método de Bray-Curtis describe las disimilitudes o similitudes entre dos muestras y se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente”. (p. 50).

En la figura 11 se muestra la formación de cinco grupos ordenados en base a las especies arbóreas compartidas entre las unidades de producción y su abundancia. El grupo uno conformado por las unidades de producción (San Jerónimo, San Martín, El Guapinol, San Pascual, El Chilamate 1 y El Amparo); el grupo dos (Samaria, Kilin Mangarol, Santa Rosa, El Edén y El Porvenir).

El grupo tres conformado por (Santa Juana, San Antonio 3 y San Antonio 2); el grupo cuatro (El Chilamate 2 y San Antonio 1) y el grupo cinco conformado por una sola unidad de producción (Palestina).

El eje vertical de la figura indica la distancia entre cada unidad de producción en base a la composición florística arbórea y la abundancia de estas cuya comparación se realiza de par en par, entre menor sea el valor donde se juntan dos unidades de producción indicará que son más parecidas.



**Figura 11.** Dendrograma que representa la distancia entre las unidades productivas en base a la composición florísticas y abundancia de las especies por el método Bray Curtis y WardD2.

Di Rienzo et al., (2008) describen que el proceso de agrupamiento conlleva inicialmente a “una pérdida de información ya que se sitúan en una misma clase unidades que no son idénticas (solo semejantes), la síntesis de la información disponible sobre las unidades consideradas puede facilitar considerablemente la visualización de relaciones multivariadas de naturaleza compleja.” (p. 175)

Trujillo (2015) describe que el dendrograma es “un tipo de diagrama que se utiliza para representar gráficamente el agrupamiento de una serie de elementos o vectores con base en algún criterio de análisis. Generalmente los criterios utilizados son la distancia o similitud”. (p. 35)

Mismo autor añade que “en tanto un mismo grupo, conglomerado o racimo (clúster) comparte propiedades comunes, posibilita descripciones concisas de un cúmulo de datos complejo y multidimensional”. (p. 36) Lo que corresponde a la figura anterior mostrando las similitudes de las unidades de producción en base a la distribución de las especies.

### 5.3 Composición estructural de árboles con DAP $\geq 5$ cm

#### 5.3.1 Estructura horizontal de arbórea en el cafetal

Según Castillo et al., (2018), la caracterización de las estructuras arbóreas en base a su diámetro permite conocer el tipo de árboles presente en la zona en estudio que ayudan en el proceso de toma de decisiones para el manejo de plantaciones forestales y en investigaciones sobre modelos de crecimiento. (p. 33). Se ha considerado latizal las especies con DAP de 5 a 9.9 cm, fustal de 10 a 30 cm y la categoría maduro los árboles con más de 30 cm de DAP.

En la figura 12 se observa que el 58.16 % de los árboles estudiados son categorizados como fustal, seguido del 23.38 % árboles maduros y 18.46 % latizal. En la categoría fustal destacan las especies *Cordia alliodora* con 52 individuos, *Citrus sinensis* con 23 e *Inga spp.* con 19. En las unidades de producción Santa Rosa, El Guapinol y San Antonio 1, donde se encuentran los mayores valores de la categoría fustal con predominio de las mismas especies descritas con anterioridad con 12, 12 y 6 individuos respectivamente.

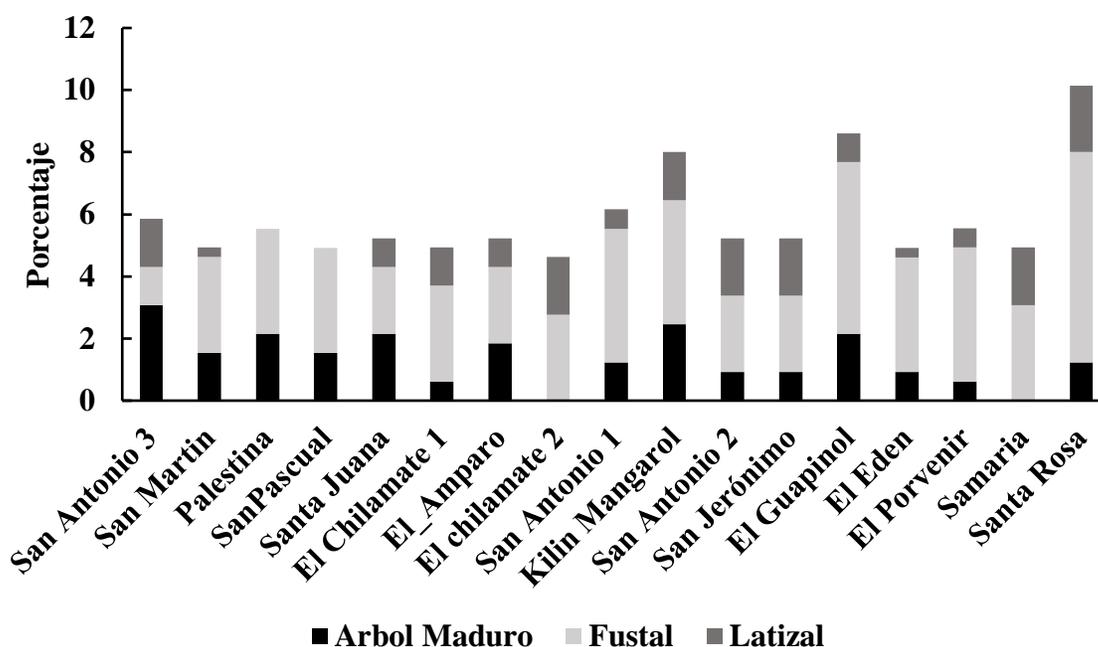


Figura 12. Composición de la estructura horizontal en base al diámetro de árboles.

De la misma forma las especies que destacan en la categoría maduro en las 17 unidades de producción son *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora* e *Inga spp.* con 11, 10 y 7 individuos respectivamente. Es importante destacar la menor presencia de árboles en la categoría latizal por efectos de regeneración natural; sin embargo, los investigadores afirman que por debajo de 5 cm de DAP existía alta presencia de individuos.

Ortega (2020), en un estudio realizado a cuatro sistemas SAF con café, encontró mayor presencia de especies arbóreas en la categoría fustal similar a los resultados encontrados en esta investigación. Por su parte Arellano (2021), también describe un 6.06 % de árboles maduros (o adultos), lo cual es inferior a lo encontrado en este estudio.

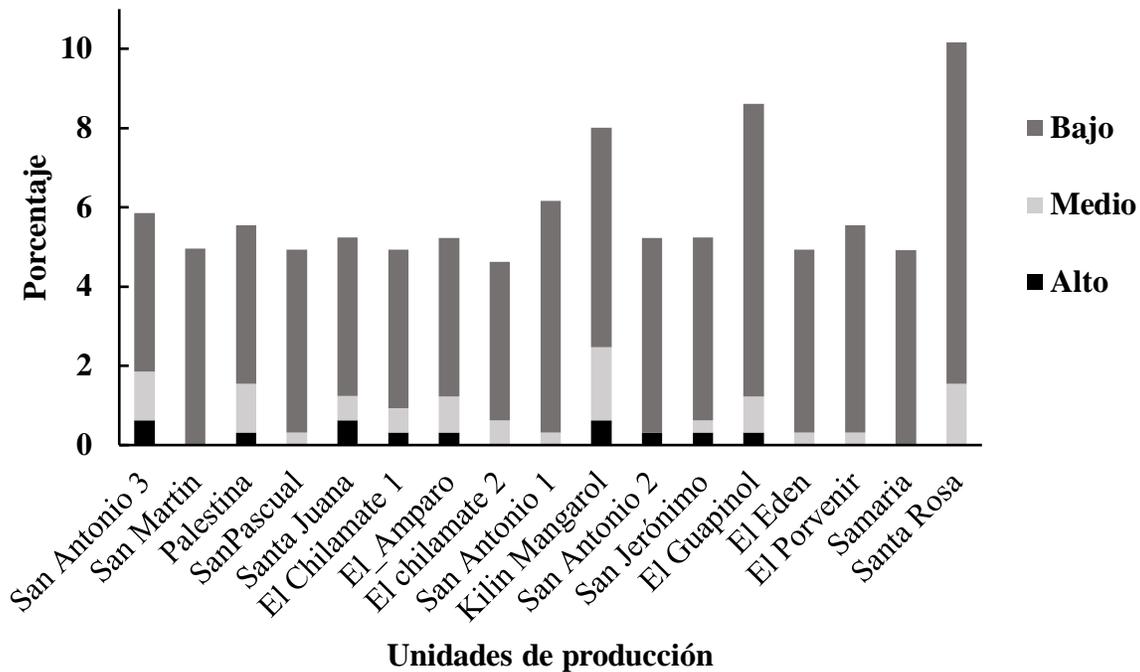
Juárez et al., (2017) en un muestreo realizado en el Parque Nacional el Veladero, se contabilizaron 446 individuos, de lo cual 207 pertenecían a la especie *Peltogyne mexicana*, describiendo un número bajo de latizales (13 individuos, equivalente al 6.28% de esta especie), resultado que se encuentra por debajo del encontrado en este estudio.

### **5.3.2 Estructura vertical arbórea en el cafetal**

El estudio de los árboles permite concebir una estrategia en base a su estructura (Castillo, et al., 2018). Se ha considerado dosel bajo las especies con menos de 16 m de altura, dosel medio 16 a 24 m y dosel alto más de 24 metros de altura.

La figura 13 describe la clasificación de los árboles estudiados según su altura, en las 17 unidades de producción predominando la categoría dosel bajo en el 85.28 % de todas las especies inventariadas, seguido por dosel medio con 11.10 % y dosel alto 3.62 %. Las especies predominantes en la categoría dosel bajo fueron *Cordia alliodora*, *Citrus sinensis* e *Inga spp.* con 68, 32 y 28 individuos respectivamente.

También, se puede observar que las unidades de producción Santa Rosa, El Guapinol y San Antonio 1 son las que presentan el mayor porcentaje de árboles en dosel bajo representados por 29, 24 y 19 individuos respectivamente, en su mayoría las especies son *Cordia alliodora*, *Citrus sinensis* e *Inga spp.* con 23, 13 y 8 individuos respectivamente.



**Figura 13.** Composición de la estructura vertical en base a la altura de árboles.

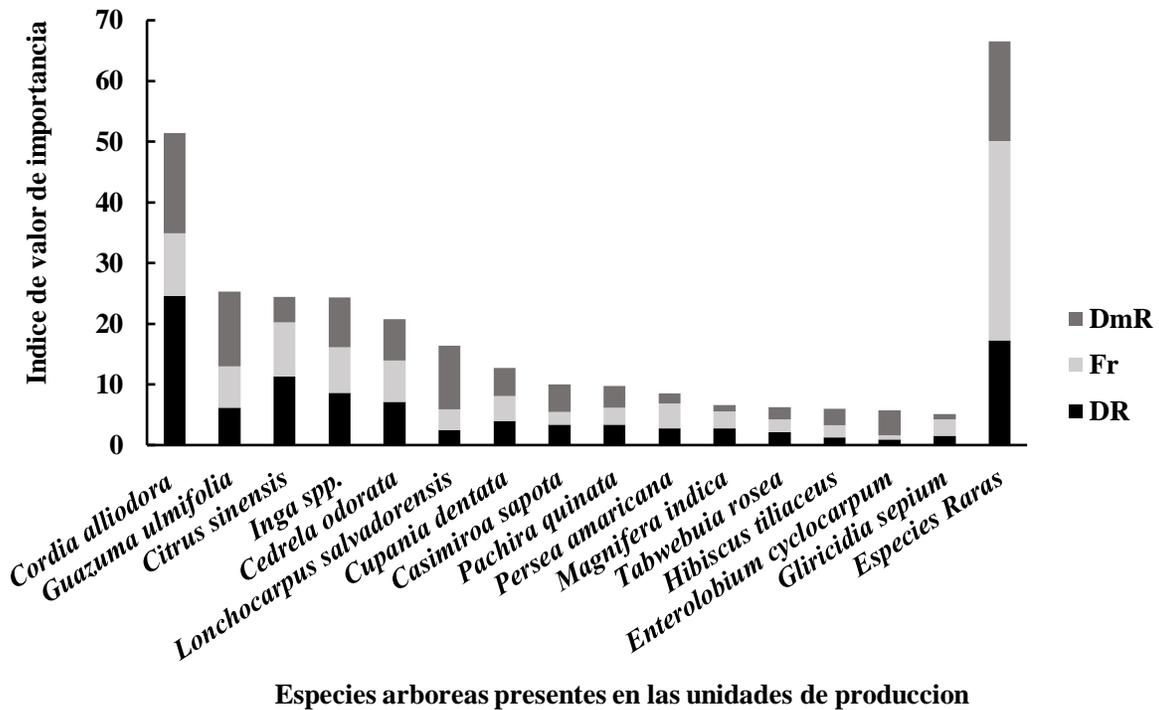
Ortega (2020), describe que, en un estudio de cuatro SAF con café, presentaron un mayor porcentaje de dosel bajo; de igual manera Pineda (2012), describe en tres estratos de bosques, como segunda clasificación con mayor porcentaje, el dosel medio y el dosel alto con la menor representación cuyos resultados son similares con la presente investigación.

### 5.3.3 Índice de valor de importancia (I.V.I.)

De acuerdo con López et al., (2017), afirman que “el índice de valor de importancia permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal”. (p. 45).

En la figura 14 se observa las especies arbóreas de las 17 unidades de producción que totalizaron 44. Cada especie presenta un valor ecológico (I.V.I.) como resultado de la suma de su frecuencia relativa (Fr), dominancia relativa (DmR) y densidad relativa (DR). Las especies con mayor I.V.I. fueron el Laurel (*Cordia alliodora*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Naranja dulce (*Citrus sinensis*) con 51.4, 25.3 y 24.4, que suman 101.1 % de un total de 300 %.

Se definieron como especies raras todas aquellas especies con valores ecológicos  $\leq 4.7$  % aglomerando un total de 29 especies para un I.V.I. de 66.50 %.



**Figura 14.** Densidad relativa, frecuencia y dominancia relativa de las especies.

La denominación de especies raras en el sentido ecológico se ha tratado de definir de diferentes formas, las más conocidas indican que se debe a una baja abundancia de la especie y la distribución, sin embargo, definiciones más completas clasifican a las especies raras de acuerdo con rareza biogeográfica, rareza del hábitat y rareza geográfica, así lo expresa Esparza (2004).

Huertas y Benavides (2018), explican que “este índice permite definir el comportamiento de la estructura horizontal de árboles individuales y de las especies en la superficie de un bosque. (p. 16). Además “el valor del (I.V.I.) similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica”. (Braun, 1974, citado por Huertas y Benavides, 2018, p. 16)

Marulanda et al., (2011), explican que *Cordia alliodora* se encuentra presente en gran parte del trópico, además de encontrarse ampliamente distribuida entre los sistemas agroforestales de café, lo que concuerda con los resultados de este estudio. De igual manera Zapata (2019), determinó en el municipio de Tibacuy, en el cual se registraron 29 especies arbóreas en 18 familias, siendo *Cordia alliodora* el de mayor I.V.I. del municipio, con 80.8 % similar a lo encontrado en esta investigación.

## VI. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Se trabajo en 17 unidades de producción dando los siguientes resultados: el 94.12% de las unidades de producción están a cargo de los propios administradores. Predomina el sexo masculino en la población estudiada con 52 individuos. El 64.71% de la población tiene la primaria aprobada y el 64.71% tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

En el 94.11% de las unidades de producción se realiza la siembra del café mediante trasplante, el 82.35% introdujeron especies arbóreas al cafetal y realizan fertilización química en el 47.06% de las unidades de producción. La variedad Catimor es la más usada por los productores en un 94.12% y la broca es la principal plaga presente en el 64.71% de los cafetales. El 58.82% de los productores desconoce de la ley ambiental 217.

Se contabilizaron 325 individuos, pertenecientes a 44 especies arbóreas de 39 géneros y 21 familias. La mayoría de las unidades de producción se encuentran por encima del promedio de diversidad de Shannon Wiener (11 de 17). Siendo San Antonio 2 la de mayor diversidad. Mediante el método de Bray Curtis con el algoritmo de Ward y el uso de dendrograma las 17 unidades de producción se aglomeraron en 5 subgrupos.

Hubo un dominio de árboles en la categoría fustal de 58.16% y de dosel bajo del 85.28%

## **VII. RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados y la información compartida por los productores se recomienda lo siguiente:

A través de la entidad no gubernamental de El Porvenir, realizar un programa de difusión de los resultados de esta investigación a las autoridades y organizaciones correspondiente para la ejecución de las siguientes recomendaciones.

Al Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente realizar visitas periódicas a las comunidades área de influencia del área protegida Reserva Natural Mombachito - La Vieja para trabajar en conjunto con los productores en la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales según la ley 217 Ley general del ambiente y los recursos naturales.

A los productores identificar con mayor precisión las variedades recomendadas según las características edafoclimáticas de la zona y de la variedad.

A los productores lograr un mejor manejo de la cobertura arbórea en sus cafetales nos referimos a, árboles demasiado grandes, protección y conservación de la regeneración natural, cuidados al momento de introducir especies no propias de la zona.

A la Universidad continuar generando información científica del área protegida Reserva Natural Mombachito La Vieja y compartirla con las organizaciones e instituciones del departamento y del país.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abaunza, F. C., Mendoza, M. M., Bustos, P. P., Álvarez, E. E., Padilha, A. C. (2014). *Concepción del adulto mayor*. <https://books.scielo.org/id/33k73/pdf/abaunza-9789587385328-07.pdf>
- Aguilar, E., Reyes, K., Ordoñez, O., Calle, M. (2018). *Uso y valoración de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico: Caso Casacay, cantón Pasaje, El Oro-Ecuador*. <https://www.scielo.cl/pdf/riat/v14n1/0718-235X-riat-14-01-00080.pdf>
- Aguirre, J. F., Cadena, J., Ramírez, B., Trejo, B. I., Juárez, J. P., Morales, F. J. (2016). *Diversificación de cultivos en fincas cafetaleras como estrategia de desarrollo. Caso de Amatlán*. <https://doi.org/10.15174/au.2016.833>
- Alvarado, J., Andrade, H. J., Segura, M. (2013). *Almacenamiento de carbono orgánico en suelos en sistemas de producción de café (Coffea arabica L.) en el municipio del Líbano, Tolima, Colombia*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392013000100002#:~:text=Los%20suelos%20cafeteros%20evaluados%20tien,t%20C%2%B7ha%2D1](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100002#:~:text=Los%20suelos%20cafeteros%20evaluados%20tien,t%20C%2%B7ha%2D1).
- Andrade, J. P., Marín, M., Pachón, D. P. (2014). *Fijación de carbono y porcentaje de sombra en sistemas de producción de café (Coffea arabica L.) en el Líbano, Tolima, Colombia*. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612014000200008&script=sci\\_abstract](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612014000200008&script=sci_abstract)
- Andrade, H. J., Cerda, R. (s. f.). *Elementos básicos de dasometría*. [diapositiva 13]. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76145/mod\\_folder/content/0/C%25C3%25B3mo%2520medir%2520un%2520arbol.pdf%3Fforcedownload%3D1&ved=2ahUKEwj76uywwLfhVURjABHSG7C4UQFnoECDsQAQ&usq=AOvVaw2w9TTsGS22yVN3Ep-kuUqz](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76145/mod_folder/content/0/C%25C3%25B3mo%2520medir%2520un%2520arbol.pdf%3Fforcedownload%3D1&ved=2ahUKEwj76uywwLfhVURjABHSG7C4UQFnoECDsQAQ&usq=AOvVaw2w9TTsGS22yVN3Ep-kuUqz)
- Anónimo. (s.f). *Cómo funciona Dendrograma*. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-dendrogram-works.htm#:~:text=Un%20dendrograma%20es%20un%20diagrama,sean%20vecinos%20en%20el%20diagrama>.
- Anónimo. (s.f.). *Cortinas rompevientos*. <https://www.biopasos.com/documentos/085.pdf>
- Arellano, W. (2021). *Determinación del potencial de madera comercial y la naturaleza de los tratamientos silviculturales, utilizando el muestreo diagnóstico*.

- <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4998/arellano-olano-williams.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arguello, A. C., Olivero, M. I. (2015). *Café convencional en Nicaragua: análisis de la cadena de valor del café convencional en Nicaragua periodo 2012-2013*. <https://repositorio.unan.edu.ni/3950/>
- Avendaño, J. D. (2016). *El trabajo infantil en la zona rural con edades de escolaridad*. [file:///C:/Users/HP/Downloads/3941750023%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/3941750023%20(1).pdf)
- Bautista, A. P., López, J. C., Castillo, G., Gómez, J. A., Krömer, T. (2020). Diversidad de arbustos a lo largo de gradientes de elevación y perturbación en el centro de Veracruz, México. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-71512019000100105](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512019000100105)
- Bustillo, A. E. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882006000200001#:~:text=Resumen.,p%C3%A9rdidas%20cuantiosas%20a%20los%20cultivadores](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882006000200001#:~:text=Resumen.,p%C3%A9rdidas%20cuantiosas%20a%20los%20cultivadores)
- Cabrera, A., Lammoglia, M., Alarcón, S., Martínez, C., Rojas, R., Velázquez, S. (2021). *Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322019000100113&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322019000100113&script=sci_arttext&tlng=es)
- Campo, A. M., Duval, V. S. (2014). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)*. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET\\_Digital\\_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET_Digital_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Cano, A., Stevenson, P. R. (2009). *Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica caparú, Vaupés*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392009000100006&ved=2ahUKEwjU\\_Mrz-6j7AhV6ZTABHavmBHQQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw3mrv3a9QM7XIWHH5JYAVQh](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392009000100006&ved=2ahUKEwjU_Mrz-6j7AhV6ZTABHavmBHQQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw3mrv3a9QM7XIWHH5JYAVQh)
- Cárcamo, C. N., Herrera, M. A., Aranda, F. D., Donoso, P. J. (2011). *Diagrama de manejo de*

- densidad y su aplicación a raleo en bosques de segundo crecimiento de Drimys winteri en el sur de Chile.* [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002011000200008](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002011000200008)
- Casanova, F., Petit, J., Solorio, J. (2011). *Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano.* <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.047>
- Castillo, K. D., Rincón, K. L., Yela, S., Ordoñez, H. R. (2021). *Especies forestales con potencial agroforestal en el Consejo Comunitario Alto Mira y Frontera (Tumaco, Colombia).* [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612021000100123](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612021000100123)
- Castillo, E., Jarillo, J., Escobar, R. (2018). *Relación altura-diámetro en tres especies cultivadas en una plantación forestal comercial en el Este tropical de México.* <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v24n1/2007-4018-rcscfa-24-01-33-es.pdf>
- CATIE. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América central.* [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios\\_forestales\\_para\\_bosques\\_latifoliados.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliados.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Centeno, T. E., Herrera, D. Y. (2005). *Caracterización biofísica y suelos de los sistemas cafetaleros en la zona baja húmeda de Matagalpa.* <https://repositorio.una.edu.ni/2085/1/tnp33c397.pdf>
- Conservation International., Smithsonian Migratory Bird Center., World Coffee Research. (2023). *El Catálogo de sombra.* <https://www.shadecoffee.org/en/>
- Constitución política de Nicaragua [Const]. *Ley No. 287, art. 73. 12 de Mayo de 1998.* [https://www.oas.org/dil/esp/codigo\\_de\\_la\\_ninez\\_y\\_la\\_adolescencia\\_nicaragua.pdf](https://www.oas.org/dil/esp/codigo_de_la_ninez_y_la_adolescencia_nicaragua.pdf)
- Cuadras, S. (s. f.) *El café de Nicaragua: primeras menciones del café en Nicaragua.* [https://www.forumdelfcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-39\\_cafe\\_nicaragua.pdf&ved=2ahUKEwiyi6PigYb7AhVOQzABHfX\\_DtkQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw0HnTh0oz3Fj\\_ArWCgVewvz](https://www.forumdelfcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-39_cafe_nicaragua.pdf&ved=2ahUKEwiyi6PigYb7AhVOQzABHfX_DtkQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw0HnTh0oz3Fj_ArWCgVewvz)
- DaMatta, F., Rodríguez, N. (2007). *Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neo trópico: una visión agronómica y eco fisiológica.*

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652007000100013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000100013)

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L. A. (2008). *InfoStat Software, Estadístico Manual del Usuario Versión 2008*.  
file:///C:/Users/HP/Downloads/InfoStat.ManualdelUsuario.pdf

Escalante, I. T., Flores, I. C. (2007). *Eficacia del decreto 32 – 2006: Decreto de emergencia económica y de la ley 585: Ley de veda para el corte, aprovechamiento y comercialización del recurso forestal, en el municipio de Rosita*.  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4796/1/212755.pdf>

Esparza, L. G. (2004). *¿Qué sabemos de la rareza en especies vegetales? un enfoque genético-demográfico*. <https://www.redalyc.org/pdf/577/57707502.pdf>

Espinoza, W., Krishnamurthy, L., Vázquez, A., Torres, A. (2012). *Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café*. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.04.030>

Espinosa, Z., Hernández, V., Pérez, A., Acosta, C. (2010). *Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a1.pdf>

Estrada, I. R., Hidalgo, C., Guzmán, R., Almaraz, J. J., Navarro, H., Etchevers, J. D. (2017). *Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad*.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n8/1405-3195-agro-51-08-813.pdf>

FAO. (2010). *Sistemas agroforestales, seguridad alimentaria y cambio climático en Centroamérica*. (Editorial "Roger Argueta"). p. 31

FAO. (s.f.). *Diversidad: la diversificación es fundamental en las transiciones agroecológicas para garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición y, al mismo tiempo, conservar, proteger y mejorar los recursos naturales*.  
[https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/diversity/es/?page=3&ipp=5&tx\\_dynalist\\_pi1%5Bpar%5D=YToxOntzOjE6IkwiO3M6MToiMCI7fQ%3D%3D](https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/diversity/es/?page=3&ipp=5&tx_dynalist_pi1%5Bpar%5D=YToxOntzOjE6IkwiO3M6MToiMCI7fQ%3D%3D)

FAO. (s.f.). *Sistemas silvopastoriles*.

- [https://www.fao.org/3/ah647s/AH647S05.htm#:~:text=Los%20sistemas%20agroforestales%20pastoriles%20\(o,sin%20la%20presencia%20de%20cultivos.](https://www.fao.org/3/ah647s/AH647S05.htm#:~:text=Los%20sistemas%20agroforestales%20pastoriles%20(o,sin%20la%20presencia%20de%20cultivos.)
- Farfán, F. (s.f). *Producción de café en sistemas agroforestales*.  
<https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo8.pdf>
- Fernández, R., Guglielmo, Z., Menéndez, A. (2010). *Cultivo de tejidos y transformación genética de café Cultivo de tejidos y transformación genética de café*.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142010000300004#:~:text=El%20caf%C3%A9%20se%20cultiva%20en,anual%20de%2016%C2%BAC%20a%2022%C2%BAC.](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142010000300004#:~:text=El%20caf%C3%A9%20se%20cultiva%20en,anual%20de%2016%C2%BAC%20a%2022%C2%BAC.)
- Ferreira, E. (2012). *Sistemas agroforestales en cafetales: una propuesta de transición agroecológica de la caficultura en el estado de espírito santo, Brasil*.  
<https://biblioteca.incaper.es.gov.br>
- Gallo, N. E., Meneses, Y. A., Valencia, C. M. (2014). *Caracterización poblacional vista desde la perspectiva del desarrollo humano y el enfoque diferencial*.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/indes/v22n2/v22n2a09.pdf>
- Gómez, E., Xavier, G., Celentano, D., Farinas, H., Gehring, C. (2018). *Efecto de la riqueza de especies y estructura de la vegetación en el almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de la Amazonía, Bolivia*.  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442018000401481](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401481)
- González, J. A., De la Fuente, A. A., Hernández, L., Buzo, D., Bonache, C. (2010). *Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México*.  
<https://raco.cat/index.php/ABC/article/view/195834/262616>
- González, J. G., Román. P. (2012). *Reflexiones metodológicas a partir de los datos e instrumentos de los censos de población y vivienda de 2000 y 2010 para el Estado de México*.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252012000300008#:~:text=Actualmente%20la%20importancia%20de%20los,de%20grupos%20en%20situaci%C3%B3n%20de](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252012000300008#:~:text=Actualmente%20la%20importancia%20de%20los,de%20grupos%20en%20situaci%C3%B3n%20de)
- Google, LLC. (2023). *Google Earth (9.180.0.1)*. [Aplicación Móvil].

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps>

- Hernández, H. E., Andrade, H. J., Suárez, J. C., Sánchez, J. R., Gutiérrez, D. R., Gutiérrez, G. A., Trujillo, E., Casanoves, F. (2021). *Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia*.  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442021000100352&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442021000100352&script=sci_arttext)
- Hernández, U. A., Siqueiros, D. A. (2008). *Cambios en la estructura de la asociación de diatomeas epifitas de macrocystis pyriferá (l.) c. Ag.*  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n82/n82a5.pdf>
- Huertas, K. A., Benavides, Y. T. (2018). *QIVI: complemento para QGIS que calcula el Índice de Valor de Importancia en estudios ecológicos de análisis estructural de vegetación*.  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13729/HuertasKaren&BenavidesYilsey2018.pdf;jsessionid=29EEADF6ABDDB7E4185DE3DBC7002E11?sequence=1>
- INTUR. (s.f). *Reserva natural Mombachito –La vieja*. <https://www.mapanicaragua.com/reserva-natural-cerro-mombachito-la-vieja/>
- Jarquín, E. J., Jiménez, E. (2020). *Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de 25 sistemas de producción de café (Coffea arábica L.) en tres municipios de Matagalpa, 2020*. <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/view/12782/15797>
- Juárez, A., García, S., Ortiz, X., Zeferino, J. (2017). *Estructura y regeneración natural de Peltogyne mexicana en el Parque Nacional el Veladero, Acapulco, Guerrero*.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6281791.pdf>
- Jürgen, H. A., Salazar, D. J. (s.f). *Manual y guía para productores: diagnóstico, monitoreo y auditoría de las buenas prácticas agrícolas a través del sistema de semáforo en cafetales de Perú*. <https://cenida.una.edu.ni/textos/f01j95.pdf>
- Laguna, R. E. (2017). *Diagnóstico del estado actual del sistema de producción agropecuario Wasmuca de la comarca Buena Vista, Camoapa, Boaco, 2017*.  
<https://repositorio.una.edu.ni/3752/1/tne901182.pdf>
- López, A. S., López, G. G., Fagilde, M. C. (2017). *Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental*.

- [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002017000300003](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002017000300003)
- López, D., Gallegos, A., Palma, D. J., Martín, G., Barragán, M., Hernández, G., Bautista, F. (2021). *Selección de tierras para el cultivo de café en zonas con información escasa: análisis espacial del territorio y conocimiento local*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282021000100006#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20en%20Nicaragua%20el,Jonsso n%20et%20al.%202015\).](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282021000100006#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20en%20Nicaragua%20el,Jonsso n%20et%20al.%202015).)
- López, F. A. (2021). *Estructura y funciones de especies arbóreas en sistemas de café con sombra en cuatro fincas del norte de Nicaragua*. <https://repositorio.una.edu.ni/4436/1/tnk10l864f.pdf>
- López, J. A., Aguirre, O. A., Alanís, E., Monarrez, J. C., González, M. A. (2017). *Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México*. <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1518/1619>
- Luna, N. A. (2021). *Caracterización, crecimiento, rendimiento y rentabilidad económica en sistema de café robusta (Coffea canephora P.), finca El Encanto, Nueva Guinea, RACCS 2017-2021*. [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.una.edu.ni/4394/&ved=2ahUKEwj8uMnj-6j7AhWvSjABHWMHBS8QFnoECAsQAQ&usg=AOvVaw0pmQ4xc\\_c9INVeYw\\_ZXgmI](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.una.edu.ni/4394/&ved=2ahUKEwj8uMnj-6j7AhWvSjABHWMHBS8QFnoECAsQAQ&usg=AOvVaw0pmQ4xc_c9INVeYw_ZXgmI)
- Mairena, C., Jiménez, E. (2017). *Factores de diversidad y fluctuación poblacional de insectos asociados al cultivo de piña (Ananas comosus L. Merrill) en Ticuantepe, Nicaragua*. [file:///C:/Users/HP/Downloads/Factores\\_de\\_diversidad\\_y\\_fluctuacion\\_poblacional\\_d%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Factores_de_diversidad_y_fluctuacion_poblacional_d%20(1).pdf)
- Maradiaga, C. (2021). *Manual técnico para una caficultura sostenible y productiva*. [https://issuu.com/cesarmaradiaga2/docs/pdf\\_manual\\_tcnico\\_para\\_una\\_caficultura\\_sostenible/s/16561073](https://issuu.com/cesarmaradiaga2/docs/pdf_manual_tcnico_para_una_caficultura_sostenible/s/16561073)
- MARENA. (2021). *Plan de manejo Reserva Natural cerro Mombachito La Vieja*. <https://www.marena.gob.ni/planes-de-manejo/plan-de-manejo-reserva-natural-cerro-mombachito-la-vieja/>

- Marín, T., Gómez, F. C., Aguilar, N., Murguía, J., Trejo, L. I., Pastelín, M. C., Castañeda, O. (2018). *Composición bioactiva de hojas de café durante un ciclo anual*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v41n4/0187-7380-rfm-41-04-365.pdf>
- Marulanda, M. L., López, A. M., Uribe, M., Ospina, C. M. (2011). *CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE PROGENIES DE Cordia alliodora (R. & P.) Oken*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392011000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392011000200001)
- Morán, J. C., Jiménez, E. (2023). *Caracterización de sistemas productivos de café (Coffea arabica L.) en la Reserva Natural Tepec-Xomolth, Madriz, Nicaragua*. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2477-88502023000100012#redalyc\\_653873378014\\_ref4](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502023000100012#redalyc_653873378014_ref4)
- Moreno, A., López, S., Corcho, A. (2000). *Principales medidas en epidemiología*. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2000.v42n4/337-348/es>
- Muños, J. B., Huaman, E. J., Arevalo, M. M. (2021). *Clasificación de especies arbóreas en sistemas agroforestales de café bajo sombra en Latinoamérica*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2032>
- Navarro, H., Santiago, A., Musalem, M. A., Lindermann, H. V., Pérez, M. A. (2012). *La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182012000100007#:~:text=El%20manejo%20y%20uso%20de,deterioro%2C%20inherentes%20frecuentemente%20a%20diversas](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182012000100007#:~:text=El%20manejo%20y%20uso%20de,deterioro%2C%20inherentes%20frecuentemente%20a%20diversas).
- NTON 18 001-01. (19 de febrero, 2002). *MANEJO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES NATURALES LATIFOLIADOS Y DE CONÍFERAS*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nic138536.pdf>
- Ochoa, A. P., Valdez, J. R., Santos, H. M., Hernández, J. L., Valdez, J. I., Pérez, G. A. (2019). *La densidad, riqueza y composición arbóreas definen parches detectados remotamente en una selva subperennifolia*. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442019000400692&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442019000400692&script=sci_arttext)
- Orellana, J. A., Lalvay, T. C. (2018). *Uso e importancia de los recursos naturales y su*

- incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador.*  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-235X2018000100065#B49](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-235X2018000100065#B49)
- Ortega, E. F. (2020). *Caracterización del estado agroecológico de cuatro sistemas agroforestales con café bajo manejo orgánico en el departamento de Boaco, 2011.*  
<https://repositorio.una.edu.ni/4249/1/tnf08o77c.pdf>
- Ortega, V. M. (1966). *Legislación forestal en Nicaragua Criticas y sugerencias.*  
<https://repositorio.una.edu.ni/3024/1/tnd50o77.pdf>
- Oporta, A. M. (2014). Análisis de las Sanciones y Procedimiento Administrativo aplicados por MARENA, según la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (217), Managua 2013. <https://repositorio.unan.edu.ni/490/1/21712.pdf>
- Pacas, L. (s.f). *Guía práctica de caficultura.* <https://iica.int/sites/default/files/2020-11/impresion%20GPCAFI%2010.2020.pdf>
- Paz, M. F. (2008). *De áreas naturales protegidas y participación: convergencias y divergencias en la construcción del interés público.*  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-06362008000100004#:~:text=Se%20refieren%20a%20aquellos%20espacios,de%20manejo%20previstas%20por%20la](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-06362008000100004#:~:text=Se%20refieren%20a%20aquellos%20espacios,de%20manejo%20previstas%20por%20la)
- Pérez, E. A., Amador, L. F. (2021). *Estimación de la composición florística y carbono almacenado en sistemas agroforestales con café (Coffea arabica L.) en comarca Loma de Cafen, Boaco, 2021.*
- Pérez, E., Geissert, D. (2006). *Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (Coffea arabica L.) – Palma Comedor (Chamaedorea elegans Mart.).*  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800004)
- Pérez, J., Gardey, A. (2014). *Definición de recursos renovables - Qué es, Significado y Concepto.* Recuperado el 3 de marzo de 2023 de <https://definicion.de/recursos-renovables/>
- Pineda, J. A. (2012). *Alternativas de manejo forestal para bosques primarios muy intervenidos: Estudio de caso en Finca Elia María, Los Chiles, Costa Rica.*

- [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5675/Alternativas\\_de\\_manejo\\_forestal\\_Estudio\\_Finca\\_Elia\\_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5675/Alternativas_de_manejo_forestal_Estudio_Finca_Elia_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pla, L. (2006). *Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza*.  
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
- Ponce, L. A., Acuña, I. R., Proaño, W. P., Orella, K. D. (2018). *El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador*.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2310-34692018000100116](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692018000100116)
- Questionpro.(20 de noviembre de 2023). Calculadora de Muestra.  
<https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html>
- Razo, R., Gordillo, A. J., Rodríguez, R., Maycotte, C. C., Acevedo, O. A. (2013). *Estimación de biomasa y carbono almacenado en árboles de oyamel afectados por el fuego en el Parque nacional "El Chico", Hidalgo, México*.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712013000200005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712013000200005)
- Restrepo, H. I., Orrego, S. A., Galeano, O. J. (2012). *Estructura de bosques secundarios y rastrojos montano bajos del norte de Antioquia, Colombia*.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v15n2/v15n2a03.pdf>
- Riemann, H., Santes, R. V., Pombo, A. (2011). *El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local: El caso de la península de Baja California*.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792011000100004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792011000100004)
- Rivera, M. A., Moreno, L. O. (2015). *“Plan de gestión del Corredor Biológico Centro Sur” Reservas Naturales Serranía de Amerrisque, Mombachito-La Vieja y Cumaica Cerro Alegre*.  
<https://repositorio.unan.edu.ni/13874/1/Rivera%20Amador%20Mar%C3%ADa%20Alejandra.pdf>
- Rojas, M., Vargas, J., Zafra, C. A. (2022). *Tendencias metodológicas para la implementación de sistemas agroforestales en el marco del desarrollo sustentable: una revisión*.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v28n1/2448-7597-mb-28-01-e2812279.pdf>

- Rojas, M. (2012). *Manejo sostenible de la broca del café (Hypothenemus hampei) mediante poda sistemática del cafeto en costa rica.*  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n2/a05v36n2.pdf>
- Saldaña, A. (2013). *Relación entre riqueza de especies y diversidad funcional de características foliares en dos conjuntos de especies siempreverdes de un bosque templado lluvioso.*
- Salus Online. (2011). *Adolescencia, ¿Hasta cuándo se es adolescente?*  
<https://ve.scielo.org/pdf/s/v15n2/art02.pdf>
- Sánchez, F., Pérez, J., Obrador, J. J., Sol, A., Ruiz, O. (2016). *Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México.*  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016001002711](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002711)
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación.*  
[https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- Saquicela, J. E. (2010). *Análisis preliminar de riqueza y diversidad de lepidópteros diurnos promisorios en dos unidades de vegetación andina de la cuenca alta y media del río Paute.*  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2175/1/tqcn88.pdf&ved=2ahUKEwiOqY3507f-AhVZjLAFHWGDC8k4ChAWegQIDBAB&usg=AOvVaw0RnwxKg\\_TWdjAWMh0DcNPV](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2175/1/tqcn88.pdf&ved=2ahUKEwiOqY3507f-AhVZjLAFHWGDC8k4ChAWegQIDBAB&usg=AOvVaw0RnwxKg_TWdjAWMh0DcNPV)
- Siles, T. E., Robleto, A. J. (2018). *Análisis productivo y comercial del café oro (Coffea arabica) en Nicaragua, 2010-2015.*  
<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.una.edu.ni/3716/&ved=2ahUKEwjFsZ7U-6j7AhXgSzABHaMkBIEQFnoECAcQAQ&usg=AOvVaw3v4hcD0kDJMZvzstZMhiol>
- Soler, P. E., Berroteran, J. L., Gil, J. L., Acosta, R. A. (2012). *Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela.* [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2012000100003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003)
- Téllez, A. (2016). *Análisis jurídico de la Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo sostenible*

- del sector forestal (Ley No. 462). En el Municipio de San Marcos, departamento de Carazo Período 2015 (Enero a Diciembre).*  
<https://repositorio.unan.edu.ni/10445/1/8790.pdf>
- Thomann, M. L. (2020). *Especies dominantes – definición y ejemplos.*  
<https://www.expertoanimal.com/especies-dominantes-definicion-y-ejemplos-24926.html>
- Trujillo, J. F. (2015). *Un Dendrograma para el Pragmaticismo.*  
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/18859>
- UNICEF. (2021). *Los casos de trabajo infantil se elevan a 160 millones, al alza por primera vez desde hace dos decenios.* [https://www.unicef.org/nicaragua/comunicados-prensa/los-casos-de-trabajo-infantil-se-elevan-160-millones-al-alza-por-primera-vez#:~:text=El%2070%25%20de%20los%20casos,ni%C3%B1os\)%20en%20el%20sector%20industrial.](https://www.unicef.org/nicaragua/comunicados-prensa/los-casos-de-trabajo-infantil-se-elevan-160-millones-al-alza-por-primera-vez#:~:text=El%2070%25%20de%20los%20casos,ni%C3%B1os)%20en%20el%20sector%20industrial.)
- Valdez, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., Rocha, A. (2018). *Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinosoprístino de Tamaulipas, México.*  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442018000401674#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Shannon%2DWiener%20\(H,al%20azar%20en%20una%20colecci%C3%B3n.](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401674#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Shannon%2DWiener%20(H,al%20azar%20en%20una%20colecci%C3%B3n.)
- Vargas, G. (2020). *Biomecánica de los árboles: crecimiento, anatomía y morfología.*  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712019000300300](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712019000300300)
- Vignola, R., Watler, W., Poveda, K., Vargas, A. (2018). *Ficha técnica cultivo de café.*  
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8206.pdf>
- Villavicencio, L. (2012). *Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional yrústico, en san miguel, Veracruz, México.*  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS2007-40182013000100006&ved=2ahUKEwjG36q4-6j7AhWUsDEKHQkYBdUQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw270\\_9vVF0yuK9LYNDDwIUa](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS2007-40182013000100006&ved=2ahUKEwjG36q4-6j7AhWUsDEKHQkYBdUQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw270_9vVF0yuK9LYNDDwIUa)

- Villavicencio, E., Valdez, L. (2003). *Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en san miguel, Veracruz, México.*  
<https://www.redalyc.org/pdf/302/30237410.pdf>
- Villarreyna, E. A. (2020). *Manejo agronómico del cultivo de café (Coffea arabica L.) en etapa de vivero, variedad Parainema, San Juan Del Rio Coco, Madriz, Nicaragua, 2019.*  
<https://repositorio.una.edu.ni/4231/1/tnf01v721.pdf>
- Zapata, P. C. (2019). *Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia.*  
<https://www.scielo.br/j/cflo/a/YkZSTHRYsRQQCjWkMNbc9Md/?lang=es>

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de recolección de datos.

Universidad Nacional Agraria sede Camoapa, formato de encuesta para productores de café en Reserva natural Mombachito – La Vieja en el municipio de Camoapa, departamento de Boaco en el periodo de abril - junio de 2023.

Descripción de las características de las unidades productivas con café bajo sombra en la reserva natural Mombachito – La Vieja

Fecha: / /	No. de encuesta:	
<b>Datos personales</b>		
Propietario:	Casado/a ( <input type="checkbox"/> ) Soltero/a ( <input type="checkbox"/> )	No. Celular:
Edad:	Hijos:	Lugar de nacimiento:
Sexo:	Grado académico: _	
<b>Datos de la finca o hacienda</b>		
Nombre:	Fecha de adquisición: _ / _ /	Acceso a servicios básicos:
Dirección:	Fuentes naturales de agua: (Si)(No)	Agua ( <input type="checkbox"/> ) Energía eléctrica ( <input type="checkbox"/> )
Tamaño (Mz):	Cuales:	Cable ( <input type="checkbox"/> ) Internet ( <input type="checkbox"/> )
Manejo de animales de producción:	Otros tipos de cultivos:	
Bovino ( <input type="checkbox"/> ) Porcinos ( <input type="checkbox"/> )		
Aves ( <input type="checkbox"/> )		

## Anexo 2. Equipos utilizados durante el levantamiento de información



Altímetro HAGA



Forcípula



Brújula



GPS

**Anexo 3. Hoja de salida del software PASS con los resultados de riqueza específica, índice de Shannon-Wiener.**

	San_Antonio_3	San_Martin	Palestina	San_Pascual	Santa_Juana	El_Chilamate_1	El_Amparo	El_chilamate_2	San_Antonio_1
Taxa_S	11	8	8	8	10	7	6	9	7
Individuals	19	14	18	17	17	17	17	15	20
Dominance_D	0.1404	0.1319	0.2026	0.1176	0.06618	0.1912	0.1324	0.1524	0.2895
Simpson_1-D	0.8596	0.8681	0.7974	0.8824	0.9338	0.8088	0.8676	0.8476	0.7105
Shannon_H	2.317	2.116	1.93	2.127	2.466	1.822	1.889	2.166	1.592
	Kilin_Mangarol	San_Antonio_2	San_Jerónimo	El_Guapinol	El_Eden	El_Porvenir	Samaria	Santa_Rosa	
Taxa_S	11	11	8	9	5	10	2	13	
Individuals	24	17	17	28	17	19	17	32	
Dominance_D	0.1304	0.05882	0.1471	0.1508	0.2279	0.1462	0.7794	0.1532	
Simpson_1-D	0.8696	0.9412	0.8529	0.8492	0.7721	0.8538	0.2206	0.8468	
Shannon_H	2.303	2.576	2.05	2.042	1.519	2.218	0.3916	2.342	

**Anexo 4. Densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa e índice de valor de importancia de especies encontradas en las unidades de producción.**

Especies	DR	Fr	DmR	IVI
<i>Cordia alliodora</i>	24.62	10.27	16.51	51.40
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6.15	6.85	12.27	25.27
<i>Citrus sinensis</i>	11.33	8.90	4.15	24.38
<i>Inga spp.</i>	8.62	7.53	8.15	24.30
<i>Cedrela odorata l</i>	7.08	6.85	6.84	20.77
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	2.46	3.42	10.48	16.37
<i>Cupania dentata</i>	4.00	4.11	4.61	12.72
<i>Casimoroa sapota</i>	3.38	2.05	4.59	10.02
<i>Pachira quinata</i>	3.38	2.74	3.61	9.74
<i>Persea amaricana</i>	2.77	4.11	1.61	8.49
<i>Magnifera indica</i>	2.77	2.74	1.11	6.62
<i>Tabwebuia rosea</i>	2.15	2.05	2.08	6.29
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1.23	2.05	2.70	5.98
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.92	0.68	4.07	5.68
<i>Gliricidia sepium</i>	1.54	2.74	0.83	5.11
<i>Swietenia humilis</i>	0.92	2.05	1.74	4.72
<i>Pithecellobium saman</i>	1.23	2.74	0.38	4.35
<i>Theobroma Cacao</i>	1.23	2.74	0.12	4.09

<i>Mammea americana</i>	0.92	1.37	1.32	3.61
<i>Psidium guajava</i>	0.92	2.05	0.61	3.59
<i>Licania arborea</i>	0.92	0.68	1.81	3.42
<i>Reopanax capitalis</i>	1.23	1.37	0.58	3.18
<i>Citrus limetta</i>	0.92	2.05	0.14	3.11
<i>Citrus aurantifolia</i>	0.92	2.05	0.13	3.11
<i>Pouteria sapota</i>	0.62	1.37	0.92	2.91
<i>Citharexylum caudatum L.</i>	0.31	0.68	1.58	2.58
<i>Gmelina arborea roxb</i>	0.62	0.68	0.92	2.22
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	0.62	1.37	0.22	2.20
<i>Ceiba pentandra</i>	0.31	0.68	1.20	2.19
<i>Vochysia guatemalensis</i>	0.92	0.68	0.51	2.11
<i>Anacardium excelsum</i>	0.31	0.68	1.00	1.99
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	0.31	0.68	0.85	1.84
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	0.31	0.68	0.72	1.72
<i>Rhizophora mangle</i>	0.31	0.68	0.30	1.29
<i>Caesalpinia nicaraguensis</i>	0.31	0.68	0.24	1.23
<i>Persea coerulea</i>	0.31	0.68	0.21	1.20
<i>Spondias dulcis</i>	0.31	0.68	0.19	1.19
<i>Crescentia cujeta</i>	0.31	0.68	0.16	1.15
<i>Croton xalapensis</i>	0.31	0.68	0.14	1.13
<i>Citrus grandis</i>	0.31	0.68	0.13	1.12
<i>Pentaclethra</i>	0.31	0.68	0.11	1.10
<i>Citrus nobilis</i>	0.31	0.68	0.05	1.05
<i>Trophis racemosa</i>	0.31	0.68	0.04	1.03
<i>Chlorophora tinctoria (L.)</i>	0.31	0.68	0.04	1.03
<i>Melia azedarach</i>	0.31	0.68	0.04	1.03

#### Anexo 5. Área basal de las especies arbóreas.

Especies	Área basal (m <sup>2</sup> )	Especie	Área Basal (m <sup>2</sup> )
<i>Cordia alliodora</i>	2.81	<i>Pouteria sapota</i>	0.16
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.08	<i>Gliricidia sepium</i>	0.14
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	1.78	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	0.12
<i>Inga spp.</i>	1.38	<i>Psidium guajava</i>	0.10
<i>Cedrela odorata l</i>	1.16	<i>Reopanax capitalis</i>	0.10
<i>Cupania dentata</i>	0.78	<i>Vochysia guatemalensis</i>	0.09
<i>Casimoroa sapota</i>	0.78	<i>Pithecellobium saman</i>	0.06
<i>Citrus sinensis</i>	0.71	<i>Rhizophora mangle</i>	0.05

<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.69	<i>Caesalpinia nicaraguensis</i>	0.04
<i>Pachira quinata</i>	0.61	<i>Persea coerulea</i>	0.04
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0.46	<i>Spondias dulcis</i>	0.03
<i>Tabebuia rosea</i>	0.35	<i>Crescentia cujeta</i>	0.03
<i>Licania arborea</i>	0.31	<i>Croton xalapensis</i>	0.02
<i>Swietenia humilis</i>	0.30	<i>Citrus limetta</i>	0.02
<i>Persea amaricana</i>	0.27	<i>Citrus aurantifolia</i>	0.02
<i>Citharexylum caudatum L.</i>	0.27	<i>Citrus grandis</i>	0.02
<i>Mammea americana</i>	0.22	<i>Theobroma Cacao</i>	0.02
<i>Ceiba pentandra</i>	0.20	<i>Pentaclethra</i>	0.02
<i>Magnifera indica</i>	0.19	<i>Citrus nobilis</i>	0.01
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	0.18	<i>Trophis racemosa</i>	0.01
<i>Anacardium excelsum</i>	0.17	<i>Chlorophora tinctoria</i>	0.01
<i>Gmelina arborea roxb</i>	0.16	<i>Melia azedarach</i>	0.01

**Anexo 6. Distribución de la estructura horizontal de las unidades de producción.**

<b>Unidad de producción</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cantidad</b>
San Antonio 3	Árbol Maduro	3.08	10
	Fustal	1.23	4
	Latizal	1.54	5
San Martin	Árbol Maduro	1.54	5
	Fustal	3.08	10
	Latizal	0.31	1
Palestina	Árbol Maduro	2.15	7
	Fustal	3.38	11
	Latizal	0.00	0
San Pascual	Árbol Maduro	1.54	5
	Fustal	3.38	11
	Latizal	0.00	0
Santa Juana	Árbol Maduro	2.15	7
	Fustal	2.15	7
	Latizal	0.92	3
El Chilamate 1	Árbol Maduro	0.62	2
	Fustal	3.08	10
	Latizal	1.23	4
El Amparo	Árbol Maduro	1.85	6
	Fustal	2.46	8
	Latizal	0.92	3
El Chilamate 2	Árbol Maduro	0.00	0
	Fustal	2.77	9
	Latizal	1.85	6

San Antonio 1	Árbol Maduro	1.23	4
	Fustal	4.31	14
	Latizal	0.62	2
Kilin Mangarol	Árbol Maduro	2.46	8
	Fustal	4.00	13
	Latizal	1.54	5
San Antonio 2	Árbol Maduro	0.92	3
	Fustal	2.46	8
	Latizal	1.85	6
San Jerónimo	Árbol Maduro	0.92	3
	Fustal	2.46	8
	Latizal	1.85	6
El Guapinol	Árbol Maduro	2.15	7
	Fustal	5.54	18
	Latizal	0.92	3
El Edén	Árbol Maduro	0.92	3
	Fustal	3.69	12
	Latizal	0.31	1
El Porvenir	Árbol Maduro	0.62	2
	Fustal	4.31	14
	Latizal	0.62	2
Samaria	Árbol Maduro	0.00	0
	Fustal	3.08	10
	Latizal	1.85	6
Santa Rosa	Árbol Maduro	1.23	4
	Fustal	6.77	22
	Latizal	2.15	7

#### **Anexo 7. Distribución de la estructura vertical por unidad de producción.**

<b>Unidad de producción</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cantidad</b>
San Antonio 3	Alto	0.62	2
	Medio	1.23	4
	Bajo	4.00	13
San Martín	Alto	0.00	0
	Medio	0.00	0
	Bajo	4.92	16
Palestina	Alto	0.31	1
	Medio	1.23	4
	Bajo	4.00	13
San Pascual	Alto	0.00	0

	Medio	0.31	1
	Bajo	4.62	15
Santa Juana	Alto	0.62	2
	Medio	0.62	2
<hr/>			
	Bajo	4.00	13
El Chilamate 1	Alto	0.31	1
	Medio	0.62	2
	Bajo	4.00	13
El Amparo	Alto	0.31	1
	Medio	0.92	3
	Bajo	4.00	13
El chilamate 2	Alto	0.00	0
	Bajo	0.62	2
	Medio	4.00	13
San Antonio 1	Alto	0.00	0
	Medio	0.31	1
	Bajo	5.85	19
Kilin Mangarol	Alto	0.62	2
	Medio	1.85	6
	Bajo	5.54	18
San Antonio 2	Alto	0.31	1
	Medio	0.00	0
	Bajo	4.92	16
San Jerónimo	Alto	0.31	1
	Medio	0.31	1
	Bajo	4.62	15
El Guapinol	Alto	0.31	1
	Medio	0.92	3
	Bajo	7.38	24
El Eden	Alto	0.00	0
	Medio	0.31	1
	Bajo	4.62	15
El Porvenir	Alto	0.00	0
	Medio	0.31	1
	Bajo	5.23	17
Samaria	Alto	0.00	0
	Medio	0.00	0
	Bajo	4.92	16
Santa Rosa	Alto	0.00	0
	Medio	1.54	5
	Bajo	8.62	28

