

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE SISTEMAS
AGROFORESTALES DE CACAO EN EL MARCO DEL CAMBIO
CLIMÁTICO, JAÉN Y SAN IGNACIO 2024**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

EVA YANELA ALBERCA CRUZ

ASESOR:

ING. M. Sc. VITOLY BECERRA MONTALVO

JAÉN – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Eva Yanela Alberca Cruz
DNI: 75430670
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN EL
MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO, JAÉN Y SAN IGNACIO 2024
6. Fecha de evaluación: 08/07/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 08 %
9. Código Documento: oid: 3117:472638623
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 08/07/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo DNI: 27727452

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962
"Norte de la Universidad Peruana"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
FILIAL JAÉN
Bolívar N° 1342 - Plaza de Armas
JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **tres** días del mes de **julio** del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 230-2025-FCA-UNC, de fecha 12 de mayo del 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO, JAÉN Y SAN IGNACIO 2024"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña EVA YANELA ALBERCA CRUZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **quince** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **dieciséis (16)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **dieciséis** horas y **veintiocho** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 03 de julio de 2025.


Dr. Segundo Primitivo Vaca Marquina
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
VOCAL


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por su sabiduría y fortaleza al guiarme en cada paso de este camino, brindándome la fuerza para superar los obstáculos y llegar hasta aquí.

A mis queridos padres, por su apoyo incondicional en mi educación y crecimiento profesional, y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanas, por su cariño y constante motivación. Esta tesis es el fruto de todo lo que ustedes me han brindado.

Eva Yanela

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal – Filial Jaén, quienes han sido parte fundamental de mi formación, transmitiéndome no solo conocimientos, sino también valores como el compromiso, y la ética profesional.

A mi asesor, Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo, por su orientación constante en el desarrollo de la investigación.

Al Centro Experimental Yanayacu – INIA, institución que, a través de su financiamiento y apoyo de los especialistas de la Línea de Investigación de Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles, ha hecho posible la realización de esta investigación. Su colaboración me permitió acceder a los recursos necesarios para avanzar en este estudio.

Eva Yanela

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1. Sistemas agroforestales.....	20
2.2.2. Sistemas agroforestales de cacao	20
2.2.3. Estructura	22
2.2.4. Biodiversidad	23
2.2.5. Potencial forestal.....	27
2.2.6. Cambio climático y sistemas agroforestales	29
2.3. Definición de términos básicos	29
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Localización de la investigación.....	31
3.2. Tipo y diseño de la investigación.....	32
3.3. Unidad de análisis, población y muestra.....	32
3.4. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5. Procedimiento	34

3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	39
3.7.	Aspectos éticos.....	39
3.8.	Presentación de la información.....	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		41
4.1.	Resultados.....	41
4.2.	Discusiones	65
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		69
5.1.	Conclusiones	69
5.2.	Recomendaciones	70
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		71
CAPÍTULO VII: ANEXOS		79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidades de siembra para los forestales en el cultivo de cacao	21
Tabla 2. Interpretación de resultados del Índice de Shannon.....	26
Tabla 3. Interpretación de resultados del índice de Simpson.....	26
Tabla 4. Parcelas de estudio	33
Tabla 5. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
Tabla 6. Índice de diversidad a determinar	36
Tabla 7. Índice de Valor de Importancia del piso altitudinal 1 (< 800 m s.n.m.).....	44
Tabla 8. Índice de Valor de Importancia del piso altitudinal 2 (800 - 1200 m s.n.m.).....	45
Tabla 9. Índice de Valor de Importancia del piso altitudinal 3 (>1200 m s.n.m.).....	46
Tabla 10 a. Composición florística de los SAFs cacao en Jaén y San Ignacio	47
Tabla 10 b. Composición florística de los SAFs cacao en Jaén y San Ignacio.....	48
Tabla 11. Índices de diversidad florística según la gradiente altitudinal.....	49
Tabla 12. Índices de diversidad florística por parcela.....	50
Tabla 13. Índice de Cody entre piso altitudinales	55
Tabla 14. Biomasa y carbono almacenado en los SAF de cacao	56
Tabla 15. Valoración real de los SAF de cacao	58
Tabla 16. Valoración potencial de los SAF de cacao	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la localización de la investigación.....	31
Figura 2. Distribución de transectos por parcela para el registro de especies	34
Figura 3. Estructura vertical del piso altitudinal 1 (< 800 m s.n.m.).....	41
Figura 4. Estructura vertical del piso altitudinal 2 (800 - 1200 m s.n.m.).....	42
Figura 5. Estructura vertical del piso altitudinal 3 (> 1200 m s.n.m.).....	43
Figura 6. Índice de similitud de Jaccard entre altitudes.....	51
Figura 7. Índice de similitud de Jaccard entre parcelas	52
Figura 8. Índice de diversidad de Morisita-Horn entre pisos altitudinales.....	53
Figura 9. Índice de diversidad de Morisita-Horn entre parcelas.....	54
Figura 10. Biomasa y carbono almacenado en los SAF de cacao	56
Figura 11. Cambio anual de temperatura en la provincia de Jaén	61
Figura 12. Cambio climático Jaén	62
Figura 13. Cambio anual de temperatura en la provincia de San Ignacio	63
Figura 14. Cambio climático San Ignacio	64

RESUMEN

La presente investigación se realizó en sistemas agroforestales de la provincia de Jaén y San Ignacio, y tuvo como propósito determinar la estructura y diversidad florística en el marco del cambio climático. Fue descriptiva, aplicada y tecnológica; la muestra estuvo compuesta por 15 parcelas agroforestales, divididas en 3 rangos de altitud < 800 m s.n.m, 800 – 1200 m s.n.m y > 1200 m s.n.m. Los resultados indican que los SAF de cacao están compuestos por especies de 5 a 10 m de altura total, además el Índice de Valor de Importancia identifica a *Cocos nucifera* como la especie más dominante en la altitud baja y media con un 14,21 % y un 10,13 %, respectivamente; mientras que en el nivel altitudinal superior son *Inga edulis* con un 18,87 %, seguida de *Cordia alliodora* (12,86 %) y *Cedrela odorata* (9,30 %). La diversidad de los SAF es alta según el índice de Simpson (0,92 y 0,97), siendo la menor altitud la que registró más diversidad y uniformidad según Shannon-Wiener (3,01); y la diversidad beta reveló que a la altitud baja y media tienen un 39 % de similitud, siendo más homogéneas entre ellas que con la de mayor altitud. A menor altitud, se tiene más contenido de biomasa con 13,90 Mg y captura de CO₂ con 25,5 Mg por hectárea. Asimismo los SAF de cacao tiene una rentabilidad moderada con un valor neto por hectárea de S/. 2, 654.99 en la valoración real y de S/. 4, 328.32 potencial, siendo *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora* las especies de mayor aporte comercial.

Palabras clave: Sistemas agroforestales de cacao, estructura, diversidad florística, índices de diversidad, rentabilidad.

ABSTRAC

This research was conducted in agroforestry systems in the provinces of Jaén and San Ignacio, with the aim of determining the structure and diversity of flora in the context of climate change. It was descriptive, applied, and technological in nature; the sample consisted of 15 agroforestry plots, divided into three altitude ranges: < 800 m a.s.l., 800–1200 m a.s.l., and > 1200 m a.s.l. The results indicate that cocoa SAFs are composed of species with a total height of 5 to 10 m. In addition, the Importance Value Index identifies *Cocos nucifera* as the most dominant species at low and medium altitudes with 14,21 % and 10,13 %, respectively, while at higher altitudes, *Inga edulis* is the most dominant with 18, 87 %, followed by *Cordia alliodora* (12,86 %) and *Cedrela odorata* (9,30 %). The diversity of the SAFs is high according to the Simpson index (0,92 and 0,97), with the lowest altitude recording the greatest diversity and uniformity according to Shannon-Wiener (3,01); and beta diversity revealed that low and medium altitudes have 39% similarity, being more homogeneous among themselves than with the higher altitude. At lower altitudes, there is more biomass content with 13,90 Mg and CO₂ capture with 25,5 Mg per hectare. Likewise, cocoa SAFs have moderate profitability with a net value per hectare of S/. 2,654.99 in real valuation and S/. 4,328.32 in potential valuation, with *Cedrela odorata* and *Cordia alliodora* being the species with the highest commercial contribution.

Key words: Cacao agroforestry systems, structure, floristic diversity, diversity indices, profitability.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva ecológica y económica, los bosques y los sistemas agroforestales (SAFs) suministran bienes y servicios ambientales y ecosistémicos para la humanidad, por tanto, deben ser manejados de forma sostenible (FAO, 2018). Estos ecosistemas están relacionados con la problemática del cambio climático, dado que la vegetación puede minimizarlo capturando CO₂ de la atmósfera y transformarlo en biomasa, además el carbono se almacenan en forma de madera y vegetación a largo plazo (IPCC, 2008). La tala de bosques con fines agrícolas está generando un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y pérdida de biodiversidad (FAO, 2023). Según Mena-Mosquera & Andrade (2021) actualmente los SAF de cacao pueden almacenar carbono hasta 5,3 Mg/ha y si en los próximos 20 años no se realizan buenas prácticas silviculturales no se cumplirá el objetivo de reducir las emisiones de 2,6 a 1,4 Tg de CO₂.

Debido a la tendencia de modernizar la agricultura se están simplificando y modernizando los sistemas productivos, a través de los monocultivos, que es una práctica agrícola utilizada para el cultivo de una sola especie vegetal sin rotación. Todo este sistema genera el aumento de producción, pero provoca afectaciones negativas ambientales, sociales, culturales y económicas (Palma et al., 2022). En el Perú varias regiones no son aptas para el establecimiento de monocultivos, por lo que su aplicación conduce a desequilibrios en los ecosistemas, y no llegan al nivel de producción requerida, desde entonces se destaca la relevancia de implementar los sistemas agroforestales (SAFs) que sean sostenibles y apropiados, más aún en el contexto de la crisis del cambio climático (Almeyda, 2023). Las estrategias para la mitigación del cambio climático se basan en el marco REDD +, orientada en medidas prácticas que disminuyan la deforestación, promuevan la regeneración natural forestal y la agroforestería, con la finalidad de aumentar la captura de carbono forestal (FAO, 2023). Los sistemas agroforestales son una alternativa satisfactoria para la problemática planteada, ya que permite a los agricultores peruanos combinar sus cultivos de cacao, café, plátano, palta, etc. con especies forestales, garantizando la seguridad alimentaria y beneficios ecológicos.

La conservación de la biodiversidad o la variedad y la abundancia de especies en un área de estudio particular, es una de las principales funciones de los sistemas agroforestales, pero se pueden perder por el cambio de uso del suelo. En el Perú, se han realizado más investigaciones sobre sistemas agroforestales de café, y en menor cantidad en cacao (*Theobroma cacao* L.) (Jara, 2016). Al no hallarse muchos estudios sobre las relaciones entre la composición estructural y biodiversidad asociada a los SAF de cacao, existen algunos vacíos en cómo los cambios de estructura afectan en los sistemas de producción de cacao (López, 2018). De tal manera, en base a lo antes planteado se ha definido el siguiente problema existente: ¿Cuál es la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024?

La investigación se justificó teóricamente en la necesidad de comprender la estructura y diversidad florística en los SAFs de cacao, ya que validar y complementar este tipo de conocimiento permite fortalecer las bases teóricas sobre el funcionamiento y sus sostenibilidad, contribuyendo al diseño de estrategias de adaptación frente al cambio climático. Al mismo tiempo metodológicamente se justifica por la aprobación y adecuación de los instrumentos y la técnica de observación a nuestra realidad. El estudio es importante porque nos brinda conocimiento práctico y aplicado, dado que responde a la pregunta de la investigación, que será usado por los productores de cacao de la provincia de Jaén y San Ignacio para aumentar la productividad y ser más rentables.

La justificación económica se basa en mejorar la producción, lo que ayudará a los agricultores a diversificar los ingresos, reducir costos de mantenimiento de los cacaotales, acceder a mercados nacionales e internacionales. Además, al aumentar la productividad genera más trabajo sostenible lo que conduce al desarrollo integral de las familias agricultoras mejorando su calidad de vida. Los beneficios ambientales de los SAF de cacao van más allá de las ventajas económicas y sociales, ya que son fundamentales en el contexto del cambio climático. Estos beneficios involucran la mejora de la estructura del suelo, aumento de la diversidad florística, secuestro de CO₂, regula el microclima, aumenta la resiliencia al cambio climático, frente a otros cultivos convencionales. Efectivamente la investigación contribuirá significativamente al desarrollo económico, social y ambiental sostenible de los productores de cacao.

La investigación es de mucha importancia porque apuesta a mejorar la producción de los SAF de cacao de Jaén y San Ignacio. Debido a que genera aporte técnico que permitirá realizar la conservación y el manejo de ellos.

Esta investigación tiene por objeto evaluar la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024. En consecuencia, los objetivos específicos son los siguientes; a) Determinar la composición estructural de los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes condiciones climáticas por altitud en las provincias de Jaén y San Ignacio; b) Estimar la diversidad florística asociada a los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes condiciones climáticas por altitud en las provincias de Jaén y San Ignacio; c) Identificar los beneficios asociados a los sistemas agroforestales de cacao y su relación con sus condiciones climáticas en las provincias de Jaén y San Ignacio; d) Determinar la influencia del cambio climático en las parcelas agroforestales en su crecimiento diamétrico con su estructura y composición florística en los tres niveles altitudinales.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Ruiz-Russi et al. (2023) en su investigación “Caracterización de sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres municipios de Boyacá, Colombia” su objetivo fue caracterizar los sistemas agroforestales cacaoteros en tres municipios de Boyacá en la provincia de Lengupá a una altitud entre 900 y 1500 m s.n.m, para ello se realizó una entrevista semiestructurada a 15 productores para identificar los aspectos socioeconómicos y manejo del sistema. Además, se determinó la estructura, composición, índices de diversidad (Simpson, Shannon – Wiener y Jaccard). Los resultados obtenidos de la entrevista indican que los usos de los árboles son diversificados, ya que es empleado para sombra, leña, alimento, madera. A nivel de todo a la región se identificaron 189 individuos que pertenecen a 18 familias y 27 especies de las cuales las de mayor importancia fueron *Ceiba pectandra*, *Cedrela odorata*, *Trinchanthera gigantea* y *Persea americana*. Asimismo, el índice de Simpson fue de 0,63, el de Shannon – Wiener de 1,34, y el de Jaccard es de 0,33. En conclusión, se determinó que la composición y diversidad es baja, y la especie de mayor interés comercial es *Cedrela odorata*.

Morán-Villa et al. (2022) en su investigación “Composición florística y arreglo de sistemas agroforestales de cacao en Tabasco, México” plantearon como objetivo evaluar la estructura, composición y diversidad florística de los sistemas agroforestales en este estado. La metodología empleada fue establecer 13 parcelas en cuatro sectores, siendo en total 30.5 ha estudiadas. Los resultados obtenidos muestran que existen 2370 especies arbóreas que pertenecen a 17 familias y 36 especies, las especies de mayor abundancia fueron: *Cedrela Odorata*, *Erythrina americana*, *Gliricidia sepium*, *Swietenia macrophylla*, *Colubrina arborescens*, *cecropia obtusifolia* y *roystonea dunlapiana*, estos árboles son usados para sombra, leña, alimento, medicinal y madera. El índice de Shannon – Wiener para SAF de 30-40 años es de 2,95; y de 50-60 años fue 2,23. En conclusión, la diversidad es alta en parcelas de edad mayor, mientras que en edades jóvenes la diversidad es baja, además se recomienda realizar estudios enfocados a los beneficios ambientales que brindan los sistemas agroforestales de cacao.

Celi-Delgado & Aguirre-Mendoza (2022) en su estudio “Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe, Ecuador” el objetivo principal fue determinar la diversidad y estructura de los sistemas agroforestales, que permitan desarrollar y gestionar proyectos de mejora estructural y aumento de la productividad. La metodología se basó en establecer parcelas de 20 m x 20m en tres zonas, como zona alta (1426 – 3555 m s.n.m), zona media (1142 – 1503 m s.n.m), y zona baja (697 – 1500 m.s.n.m), en total fueron 3 parcelas por predio, donde se registraron especies forestales de DAP mayor a 5 cm, además se determinó el Índice de Valor de Importancia (IVI). Los resultados indican que en total se registraron 103 individuos, pertenecientes a 6 familias y 6 especies, dentro de las abundantes y mayor importancia son *Cordia alliodora*, *Chrysophyllum cainito*, *Schizolobium parahyba*, y *citrus sinencis*. En conclusión, según la caracterización realizada deben implementar mejoras en el manejo en los sistemas agroforestales de cacao para aumentar su productividad.

Ebratt-Matute (2022) su investigación tiene como objetivo principal conocer la composición florística y la estructura de los SAF de cacao en la subregión de Montes de María, Bolívar – Colombia ubicada a una altitud entre 900 – 1000 m s.n.m, para ello se caracterizó 60 parcelas, siendo un total de 15 ha estudiadas, en las cuales se realizó un censo, además para evaluar la importancia de los taxones en la estructura de los SAF se calculó el IVI, para determinar la diversidad el índice de Shannon, índice de equidad de Pielou, y el índice de dominancia de Simpson, para comparar la riqueza de las especies en todas las sitios de estudio se calculó el índice de Sørensen. Los resultados indican que en total se registraron 1302 individuos, con una densidad promedio de 87 árboles/ha, pertenecientes a 14 familias y 26 especies, de acuerdo con el IVI las especies más importantes fueron *Gliricidia sepium* y *Persea americana*. Con respecto a la estructura se determinó que el mayor número de árboles alcanzan una altura entre 12 a 15 m, según el índice de Shannon la diversidad es media (2.6), el índice de Pielou arrojó una homogeneidad baja (0.8), el índice de Simpson reflejó poca dominancia (0.11), y el índice de Sørensen evidencio que los tres sitios soy muy similares.

Zumaeta & Díaz (2021) en su estudio “Caracterización y valoración económica en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) en los departamentos de Amazonas y San Martín” su objetivo fue realizar la caracterización valoración económica en sistemas agroforestales de cacao con guaba y sin guaba. La muestra fue de 108 productores distribuidos

en 31 para San Martín y 77 para Amazonas, la información fue recolectada a través de una encuesta y observación de los sistemas agroforestales. Los resultados indican que las parcelas sin guaba las especies asociadas son frutales y las asociadas con guabas son maderables, de las que destacan bolaina, capirona, caoba, pino chuncho, tornillo, shaina, cedro y paliperro. Respecto a la valoración económica con guaba los valores netos son menores a los que tienen guabas, y San Martín presenta s/.49 760,59 al año por hectárea con guaba, y s/.72 444,67 al año por hectárea sin guaba, mientras que Amazonas su valoración económica es más baja.

Ordoñez & Rangel-Ch (2021) en su investigación titulada “Composición florística y aspectos de la estructura de la vegetación en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.- Malvaceae) en el departamento del Huila, Colombia” caracterizaron 47 plantaciones de cacao donde las especies forestales dominantes son: *Gliricidia sepium*, *Cordia alliodora*, *Amirys pinnata*, *Persea americana*, *Erythrina sp.*, *Musa paradisiaca*. En cuanto a la estructura la altura oscila entre 3 y 21 m de la cual la más frecuente fue de 8 metros, y solo 3 especies sobrepasan los 10 m, el área basal es de 64,30 m², el número total de individuos fue 4.808 y en áreas sin especies asociadas se registraron 1,101 individuos. Además, de la cosecha de cacao, estos sistemas ofrecen beneficios como la madera, leña, frutos, y servicios ecosistémicos de protección y conservación de la biodiversidad.

Suarez-Venero et al. (2019) en su estudio “Estructura e impacto de la diversidad taxonómica de cacao del Soconusco, Chiapas, México” el objetivo planteado fue evaluar la estructura de la diversidad taxonómica en plantaciones de cacao así mismo analizar la influencia sobre el cultivo de cacao en Soconusco. La muestra fue parcelas de 20 x 50 m en 13 municipios en cada una de ella se realizó un inventario que permitió identificar y clasificar las especies presentes, para la estructura horizontal se realizó un IVI, y para la estructura vertical se establecieron estratos (inferior, medio, superior). Se logró identificar 35 especies de porte arbóreo pertenecientes a 22 familias, siendo un total de 199 árboles, de los cuales las especies más abundantes fueron *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea* y *Pouteria Sapota*. En síntesis, en los cultivos de cacao existe el 14,16% de cobertura cuya función es brindar sombra, lo que genera una competencia por la luz entre especies arbóreas y el cultivo.

Salvador-Morales et al. (2019) en su investigación “Diversidad, estructura, y carbono de la vegetación arbórea en sistemas agroforestales de cacao” su objetivo fue evaluar la diversidad, estructura, el carbono almacenado en la región de Chontalpa de Tabasco, México respecto a su edad, suelo y municipio. Para determinar la diversidad se empleó el cálculo de los índices de Shannon - Wiener y Sørensen, para la estructura el IVI, y para el carbono almacenado a través de ecuaciones alométricas. En total se identificaron 39 especies pertenecientes a 24 familias, de las cuales las especies más abundantes fueron *Diphysa robinoides*, *Erythrina americana*, *Colubrina arborescens*, *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*. Respecto a la edad los SAF-cacao mayor a 40 años poseen más diversidad y densidad, según el suelo el grupo más dominante es Gleysols, seguido de los Fluviols. El 75% de carbono de la biomasa aérea se encuentra almacenado en los árboles de sombra, mientras que el 25% en las plantas de cacao. En síntesis, los SAF de cacao son similares en cuanto a estructura y diversidad, y los suelos Fluviols tienen mayor carbono almacenado.

Cruz (2022) en su investigación tuvo como objetivo evaluar la diversidad de especies arbóreas en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) fino de aroma en el distrito de Cajaruro, provincia Utcubamba, para ello, se establecieron 24 parcelas de 0.5 ha distribuidas en los centros poblados del distrito de Cajaruro que están fraccionadas en 10 y 14 parcelas, en dos pisos altitudinales de 400 – 800 y 800 – 1300 m s.n.m, respectivamente. Los resultados obtenidos indican que, en total se registró 1620 individuos pertenecientes a 48 especies y 24 familias. Según el Índice de Shannon los SAF de cacao son muy diversos y ricos florísticamente, ya que varía entre 0,76 y 2,14 donde las especies más abundantes para el primer piso altitudinal fue *Calycophyllum spruceanum* (Benth). Hook. F. ex K. (23.44%) y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pay.) Oken para ambos, con IVI de 21,47 y 26,71 respectivamente. En síntesis, la diversidad es alta, además según el índice de Sorensen los dos pisos altitudinales son considerados medianamente similares.

Vásquez-Tarrillo et al. (2021) en su estudio “Caracterización de los sistemas de producción bajo un enfoque de sistemas agroforestales de la cuenca media margen derecha del río Huallaga – Aucayacu” evaluó 14 propiedades de SAF de 4 sectores. Los resultados muestran una densidad de árboles que varía entre 51 a 80 por hectárea, asimismo las especies forestales identificadas son de uso múltiple, energético y frutal, de las cuales el 50% son netamente de uso

maderable. Además, se realizó una valoración económica solo del componente arbóreo, el cual tiene un valor que sobrepasa los S/. 1 343,63 por hectárea.

Valverde (2019) en su investigación “Captura de carbono y diversidad florística en la dinámica del cambio de uso de tierra” tuvo como objetivo principal proporcionar una evaluación del carbono capturado en la dinámica del cambio de uso de tierra en las actividades de producción del cacao, además de determinar su diversidad y composición florística en 19 comunidades de Padre Abad, Ucayali. Se empleó la metodología de muestreo “Rapid carbon stock appraisal (RaCSA)” para el cálculo del carbono en tC/ha. Los resultados muestran un total de 203,3 tC/ha, a partir del inventario florístico se determinó que a mayor diversidad la captura de carbono aumenta, además la especie más abundante fue *Cecropia sp.* En conclusión, la diversidad de flora tiene influencia en la cantidad de carbono capturado.

González & Vera (2019) en su estudio “Efecto de los sistemas agroforestales en el desarrollo sostenible del ámbito de influencia de la Interoceánica Sur en el distrito de Tambopata, Madre de dios, Perú, 2018” el objetivo fue realizar un estudio *ex post facto* a los efectos de los sistemas agroforestales, así mismo determinar el impacto socioeconómico y biofísicos de estos, para ello la muestra fueron 4 parcelas. Los resultados indicaron que las especies más abundantes en el T1 son el castaño (*Bertholletia excelsa*), teca (*Tectona grandis*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y pijuayo (*Bractis pruriens*) en distanciamiento de 10 x 10 m, en el T2 está presente el pashaco (*Schizolobium sp.*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en distanciamiento de 10 x 10 m, en T3 se encontró limón Tahití (*Citrus x latifolia*) y en el T4 caoba (*Swietenia macrophylla*), pijuayo (*Bractis pruriens*) y castaño (*Bertholletia excelsa*). En síntesis, son parcelas con alta diversidad agrícola y forestal.

Piña & Márquez (2019) en su investigación “Evaluación integral de sistemas agroforestales con cacao en dos municipios del departamento de Sucre” su objetivo fue generar indicadores edáficos, dasométricos y económicos de tres arreglos agroforestales de cacao, para realizar la investigación establecieron plantaciones con la siguiente distribución: Asociación con caoba (*Swietenia macrophylla*), plátano (*Musa paradisiaca*) y cacao (*Theobroma cacao*); Iguá (*Albizia guachapele*), plátano (*Musa paradisiaca*) y cacao (*Theobroma cacao*). En cuanto a las evaluaciones edáficas los resultados muestran variaciones, en las evaluaciones de parámetros

dasométricos las especies forestales tienen un comportamiento óptimo, debido al IMA. Y respecto a lo económico desde el cuarto año el cultivo de cacao empieza a integrarse con cultivos transitorios.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Sistemas agroforestales*

Los sistemas agroforestales son sistemas de producción sostenible, que tienen la finalidad de conservar y manejar el suelo, agua y árboles dispersos dentro del terreno. Los cultivos agrícolas se manejan a través de actividades agronómicas, y los árboles a través de las actividades silviculturales (poda, distanciamiento de siembra, fertilización, etc. (Ali et al., 2024).

Tenorio et al. (2021) define los sistemas agroforestales como una forma de uso de suelo donde los árboles interactúan biológicamente con algún cultivo agrícola, la cual debe satisfacer tres principales condiciones; mínimo deben ser dos especies, alguno debe ser una especie leñosa perenne, saber manejar para optimizar la productividad. Además, los sistemas agroforestales brindan los siguientes beneficios:

- ✓ Mejora la biodiversidad y, por tanto, la fertilidad de los suelos, lo cual permite el aumento de la productividad del cultivo.
- ✓ Disminuye la erosión del suelo.
- ✓ Reduce la agricultura migratoria, gracias a ello los productores permanecen en el sitio y crecen económicamente, y al suelo brinda su conservación y mejora de sus características.
- ✓ Darle prioridad a la recuperación del hábitat de fauna silvestre.

Los sistemas agroforestales se clasifican en dos grupos: Según su temporalidad pueden ser SAF secuenciales y SAF simultáneos, y según los componentes pueden ser los sistemas agrosilviculturales y sistemas silvopastoriles (SERFOR, 2021).

2.2.2. *Sistemas agroforestales de cacao*

Los sistemas agroforestales de cacao son una alternativa viable para mejorar los sistemas tradicionales de este cultivo porque aumenta el rendimiento y almacenamiento de carbono, lo que lo convierte en una alternativa apropiada para mejorar los sistemas tradicionales

(Ballesteros-Possú et al., 2022). La sombra es parte esencial para su desarrollo, y crecimiento del cultivo de cacao, por lo que se establece como regla general que durante los cinco primeros años la sombra requerida debe estar en un rango de 60 – 70 %, a partir de este año hasta el décimo es del 40 – 60 %, y en su etapa de producción solo es de 30 – 40 %, por eso se debe considerar las densidades de siembra para los forestales (Orozco, 2019).

A escala global, el 70 % de los sistemas agroforestales de cacao están asociados a especies forestales perennes y otros cultivos anuales (Salgado-Mora et al., 2007). En América Latina, el cultivo de cacao se ha realizado bajo sombra de especies forestales de porte arbóreo provenientes de bosque natural, las cuales, en la mayoría de las situaciones no brinda un valor económico al productor agrícola, si no un ecológico.

Molina (2023) menciona la importancia del sistema, donde los SAFs de cacao permiten conservar la biodiversidad y otras características del bosque primario u de origen; incrementa la productividad del cultivo al introducir selectivamente árboles como sombra; al utilizar buenas prácticas de sostenibilidad se puede reducir en gran medida la erosión del suelo; captura de carbono, así contribuye a la mitigación del cambio climático; conservación del agua, ya que los árboles retienen la humedad, facilitan la infiltración y reduce la escorrentía; y mejora la fertilidad del suelo debido a la hojarasca que produce materia orgánica.

Tabla 1

Densidades de siembra para los forestales en el cultivo de cacao

Especie	Altura sobre el nivel del mar (msnm)	Distancia de siembra entre plantas (m)	Distancia entre surcos (m)	Orientación	Topografía
Abarco	0-1000	8 – 10	16 – 20	45°	Plano
		8 – 10	16 – 24	Norte – Sur	Plano
		10 – 12	20 – 24	45°	Ondulado
Choibá	0-1000	10 – 12	20 – 24	Norte – Sur	Ondulados
		10 – 12	20 – 24	Norte – Sur	Plano
Caoba	0-1600	8 – 10	20 – 24	45°	Plano
		10 – 12	20 – 24	45°	Ondulado
		10 – 12	24 – 28	Note – Sur	Plano
Coco	0-1400	10 – 12	24 – 28	Norte – Sur	Ondulado
		12	20 – 24	Norte – Sur	Plano
Nogal cafetero	800-1900	6 – 8	16 – 20	45°	Ondulado
		6 – 8	16 – 20	45°	Plano
		10 – 12	20 – 24	45°	Ondulado
Cedro rojo	0-1000	10 – 12	24 – 28	45°	Plano
		10 – 12	24 – 28	Norte – Sur	Ondulado
		10 – 12	24 – 28	Norte - Sur	Plano

Nota. Información publicada por la compañía nacional de chocolate Valenzuela (2021).

2.2.3. Estructura

Aguirre (2016) menciona que la estructura de cobertura vegetal se refiere a la distribución de las principales características arbóreas, con una particular importancia en la distribución por especie y por sus clases de medición (diámetro, altura, etc.). La estructura de la vegetación es una característica esencial para tener en cuenta una planificación adecuada de los recursos forestales, incluyendo especies heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas (OSINFOR, 2021). Aunque comúnmente se relaciona con la distribución de frecuencia del número de árboles según la especie y tamaño (OSINFOR, 2021).

- **Parámetros estructurales**

Estructura vertical: La estructura vertical se define por la distinción de niveles de altura o estratos de las especies arbóreas (Holguín-Estrada et al., 2021, p. 3). Esta organización vertical incluye tres tipos de estratos: Estrato I (alto) representa a los árboles de mayor altura, estrato II (medio) está compuesto por los arbustos jóvenes y a los árboles adultos que aún no han alcanzado del estrato I; y el estrato III (bajo) incluye arbustos y plantas jóvenes conocido comúnmente como soto bosque (Holguín-Estrada et al., 2021, p. 6).

Estructura horizontal: Es la organización espacial de la vegetación independientemente de su altura y se expresa con elementos ecológicos como la distribución diamétrica, densidad, dominancia y frecuencia que permiten determinar el índice de valor de importancia (Dávila, 2019).

Para determinar la estructura horizontal es esencial considerar los parámetros estructurales, estos son:

Índice de valor de importancia (IVI): Índica el grado de importancia de una especie dentro de un ecosistema, entre más alto sea quiere decir que esa especie es dominante, absorbe más nutrientes, controla la entrada de energía al sotobosque e influye en la captación de energía en las especies menos dominantes (Aguirre, 2019)

$$\text{Índice de valor de importancia (IVI)} = (DR + DmR + Fr)/3$$

Densidad absoluta (D): Es la cantidad total de individuos que existen en un área con relación a un tipo de especie, para ello solo es necesario tener muestras representativas y no realizar un censo general (Aguirre, 2019).

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{N^{\circ} \text{ total de individuos}}{\text{Total de área muestreada}}$$

Densidad relativa (DR): Se logra determinar la abundancia de un tipo de especie arbórea, para ello se considera a los individuos totales de dicha especie con relación a todos los individuos de todas las especies (Aguirre, 2019).

$$\text{Densidad relativa (DR \%)} = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos de una especie}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} \times 100$$

Frecuencia (Fr): La frecuencia es expresada en porcentajes existentes en todas las subparcelas que conforman la muestra, para ello se establece la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{N^{\circ} \text{ de subparcela que está la especie}}{N^{\circ} \text{ total de subparcelas evaluadas}} \times 100$$

Dominancia relativa (DmR): Es conocida como el grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo (Alvis, 2009).

$$\text{Dominancia relativa (DmR \%)} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

2.2.4. Biodiversidad

La biodiversidad ha sido definida por diferentes autores, entre ellas tenemos que “La biodiversidad o diversidad biológica es la variabilidad de los seres vivos de cualquier fuente, tanto de ecosistemas terrestres y marinos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (Moreno, 2001, p. 16). En este sentido, la biodiversidad es fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta.

Osorio (2022) define a la biodiversidad como las variedades de especies vivas en el planeta, además de resaltar que el ecólogo Thomas Lovejoy fue el primero en darle un significado en 1980. Para entender mejor el significado, se consideran los siguientes aspectos: Composición (identificación de especies), estructura (es como está organizada la biodiversidad, es decir, abundancia, especie y su conectividad) y función (interacción entre especies).

A. Tipos de biodiversidad

La biodiversidad se clasifica de la siguiente manera:

- **Biodiversidad a escala genética:** Se basa en la diversidad de genes expresados tanto en la misma especie o entre especies. Los genes determinan los fenotipos de los individuos (Moreno, 2001).
- **Biodiversidad a nivel de especies:** Es la variación taxonómica entre los seres vivos, que es de gran utilidad para comprender los cambios de la biodiversidad en relación con la estructura del paisaje de los componentes alfa, beta y gamma. La diversidad alfa está basada en el número de las especies conocido como riqueza presente en una unidad de paisaje o un hábitat, la diversidad beta es el grado de cambio en la composición de diferentes unidades paisajísticas o hábitats, mientras que la diversidad gamma es la riqueza de todas las comunidades que conforman el paisaje, es decir el resultado de la diversidad alfa y beta (Moreno, 2001).
- **Biodiversidad a nivel de ecosistemas:** Es la variación en los ecosistemas y la relación que existe entre los seres vivos y el entorno (Moreno, 2001).

B. Medir la diversidad

Aguirre (2019) describe las razones por las cuales la especie es la medida más usada:

- ✓ La abundancia de especies refleja varios aspectos de la biodiversidad, por ejemplo, conservación, uso, interacción entre ecosistemas y salud entre ellos.
- ✓ El significado de especie es ampliamente conocido.

- ✓ Las especies son fáciles de detectar y cuantificar dentro de una muestra.
- ✓ Se clasifica taxonómicamente para lograr diferenciarlas dentro de la unidad de muestreo.

Se mide la diversidad usando índices para diferentes formas de vida: árboles, arbustos, latizales, brinzales, hierbas; dentro de los estratos superior, medio e inferior, además del hábitat. Para su medición se debe considerar algunos parámetros: índices de diversidad, riqueza de especies, curvas entre especie y área (Aguirre, 2019).

C. Índices de diversidad

Índice de Shannon-Wiener

Es el índice más utilizado y representa la coherencia de valores importantes en todas las especies de la muestra. Calcula el grado promedio de la incertidumbre al predecir el tipo de especie al que pertenecerá el individuo escogido aleatoriamente, ya que todas las especies están representadas dentro de la muestra (Aguirre, 2019).

Se adquiere un valor a 0 cuando todos los individuos de la muestra pertenecen a una sola especie, y el logaritmo de S cuando todas las especies tienen el mismo número de individuos (Moreno, 2001). Este índice integra dos componentes importantes: Riqueza de especies y la representatividad dentro del muestreo.

La fórmula para su cálculo es:

$$H' = \sum P_i \ln P_i$$

Dónde:

P_i: Abundancia proporcional de la especie i

Ln: Logaritmo natural

Interpretación: Los resultados se expresan en un rango de 0 a superiores de 3,5.

Tabla 2*Interpretación de resultados del Índice de Shannon*

Rango	Interpretación
0 – 1,35	Diversidad baja o muy heterogénea.
1,36 – 3.,	Diversidad media o ligeramente heterogenia.
>3,5	Diversidad alta u homogénea.

Nota. La información fue planteada por Aguirre (2019).

Índice de Simpson

Representa la probabilidad de que, al extraer dos individuos de una muestra, estos pertenezcan a la misma especie. Está influenciado por las especies dominantes (Aguirre, 2019).

La ecuación para su cálculo es:

$$\lambda = \sum P i^2$$

Donde:

λ : índice de Simpson; P_i : Abundancia proporcional de la especie i (s/N); s : Número de individuos de la especie i , N : Total de individuos.

Interpretación: El rango de interpretación de los resultados es igual que el índice de Shannon, la escala es de 0 a 1:

Tabla 3*Interpretación de resultados del índice de Simpson*

Rango	Interpretación
0 – 0.33	Baja diversidad
0.34 – 0.66	Diversidad media
>0.67	Baja diversidad

Nota. La información fue planteada por Aguirre (2019).

Índice de diversidad de Margalef

Transforma el número de especies por muestra en una proporción en las cuales las especies son añadidas por la extensión o tamaño de la muestra, es decir hay una relación funcional entre el número de individuos y el número de especies. Es un índice que solo tiene en cuenta la riqueza, ya que no se ve afectado al aumentar el tamaño de la muestra. El valor es 0 cuando solo existe una sola especie (Valdez et al., 2018). La ecuación para su cálculo es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{LnN}$$

Donde:

S: Número de especies

N: Número total de individuos

Índice de Chao 1

Es un índice basado en las especies raras en la muestra (Moreno, 2001). A comparación de chao 2 que se enfoca en considerar las especies identificadas exactamente en uno a dos lugares de muestreo (Alfaro & Pizarro-Araya, 2017). Para su cálculo se plantea la siguiente ecuación:

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde:

S: Número de especies de la muestra; a: Número de especies que tienen un solo individuo en la muestra; b: Número de especies que están representadas por dos individuos en la muestra.

2.2.5. Potencial forestal

El aprovechamiento sostenible de los recursos forestales implica la explotación de su capacidad productiva de forma responsable, sin afectar los beneficios que los ecosistemas ofrecen a la sociedad. También busca promover la generación de empleo en áreas boscosas e incrementar la oferta de productos de madera y otros productos no maderables. Es esencial

tener conocimiento sobre la composición florística y factores del entorno que implican la estabilidad los bosques tropicales para su manejo racional y sostenible, así como para identificar las consecuencias de la intervención humana. El potencial de la madera de un bosque se divide en cuatro categorías basadas en su volumen por hectárea, muy bajo (33,54 a 180 m³/ha), bajo (180 a 205 m³/ha), medio (205 a 275 m³/ha) y alto (superior a 275 m³/ha) (Mathews, 2019).

La valoración económica es una herramienta clave para generar información que apoyen la toma de decisiones y la implementación de políticas públicas, incluyendo dos enfoques principales. El primero mide el cambio del bienestar de las personas al valorar el Stock, es decir, el valor monetario de la biodiversidad en cierta región, ya sean ecosistemas, espacios o genes. La valoración refleja el bienestar derivado de los servicios ecosistémicos que ofrecen los ecosistemas forestales, capturado mediante de la disposición a pagar (DAP) para mantener o mejorar dichos servicios. El segundo enfoque, por el contrario, evalúa la disminución del bienestar causada por la reducción de la diversidad biológica como resultado de las acciones humanas, mostrando las consecuencias negativas externas que influyen en el bienestar de los individuos (MINAN, 2021). Para evaluar la viabilidad económica, se aplican técnicas que involucran la valoración de costos y los ingresos generados de la producción de bienes y servicios. En este proceso, se emplean indicadores económicos para evaluar la viabilidad económica de las plantaciones forestales, donde la comercialización de madera es el principal producto (Revilla-Chávez et al., 2022).

La valoración económica de los sistemas forestales se realiza sobre la madera en pie y puede ser de dos tipos: Una valoración real, que se aplica a árboles listos para cosecha, y una valoración potencial, también llamada futura, para árboles que aún no han alcanzado el diámetro mínimo de corta. También existe la valoración forestal basada en la biomasa aérea y el carbono, que se puede determinar mediante método directo e indirectos. El método directo implica cortar el árbol y pesar cada uno de sus componentes para obtener la biomasa, siendo este un proceso destructivo. En contraste, el método indirecto utiliza ecuaciones alométricas, considerando el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura comercial del árbol, lo cual permite calcular el volumen de cada árbol y, por ende, estimar la cantidad de carbono almacenado. Esta cantidad puede variar significativamente según el tipo y estado de la plantación o bosque (Mathews, 2019).

2.2.6. *Cambio climático y sistemas agroforestales*

Los sistemas agroforestales son una medida que puede contribuir a reducir riesgos y promover la sostenibilidad en la agricultura ante el cambio climático y fenómenos meteorológicos externos, a través de la disminución de amenazas y el incremento de la resistencia del terreno agrícola, el apoyo a la migración de especies hacia entornos más favorables, la captura de carbono, y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. A pesar de que las prácticas agroforestales pueden proporcionar estos beneficios de adaptación y mitigación, también puede ser impactadas por los mismos factores. Es por eso que el diseño y el manejo de sistemas agroforestales deben contemplar la forma de integrar la resiliencia en la agricultura, de manera que estos sistemas puedan hacer frente de manera más efectiva a estas condiciones en constante cambio (Bentrup et al., 2018).

El manejo de la agroforestería ha ayudado a compensar las emisiones de gases de efecto invernadero al promover la absorción biológica de CO₂, mediante la incorporación de carbono en la biomasa, productos de madera y el suelo (USDA OCE, 2016). Las prácticas agroforestales complementan a las técnicas de secuestro de carbono, sin la necesidad de convertir áreas agrícolas en bosques; ya que los árboles durante su crecimiento almacenan carbono en su biomasa y en el suelo, asimismo libera menos gases de efecto invernadero, porque los árboles absorben nutrientes adicionales y la fertilización es menor. Todos estos componentes contribuyen a la mitigación del cambio climático (USDA, 2020).

2.3. **Definición de términos básicos**

- **Sistema agroforestal:** Son sistemas multifuncionales que proporcionan beneficios sociales, económicos y ambientales, ya que es la integración de un cultivo agrícola con especies arbóreas leñosas perennes (Muthee et al., 2022, p. 2).
- **Estructura de especies:** Es la riqueza de especies, que se puede expresar la cantidad en una unidad de espacio, además de que se pueden expresar a través de los índices (Aguirre, 2016, p. 5).
- **Estructura dimensional:** Es la estructura vertical en un ecosistema forestal, ya que hace referencia a la disposición de los árboles según los estratos superior, medio e inferior. Este

tipo de estructura depende de las condiciones de clima en los diferentes perfiles de altitud (Aguirre, 2016, p. 12).

- **Estructura espacial:** Es la estructura horizontal, que hace referencia a la cobertura vegetal, y esta cuantificación se evidencia en la distribución de los árboles por clases diamétricas (Aguirre, 2016, p. 10).
- **Biodiversidad:** La biodiversidad es una noción amplia que abarca toda la organización biológica, desde los genes hasta las comunidades, componentes estructurales, funcionales y compositivos, así como las escalas espaciales y temporales (Núñez et al., 2003, p. 2).
- **Índice de biodiversidad:** Los índices de biodiversidad expresan la diversidad en un lugar teniendo en cuenta el número de individuos (riqueza) en función a las especies (dominancia) (Aguirre, 2019, p. 27).
- **Piso altitudinal:** Se refiere a la altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m), y esto define el relieve con sus respectivas características de flora y fauna (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p. 4).
- **Parcela de muestreo:** Sistema ágil y estructurado para recopilar datos de campo, aplicable tanto en fragmentos de bosques secundarios y bosques primarios (FAO, 2017, p. 1).
- **Estrato:** Porción de la biomasa de la comunidad vegetal clasificada por altura, determinada por la vegetación que cubre la parte superior, la que está constituida principalmente por árboles (CONAFOR, 2012, p. 1).
- **Índice de valor de importancia (IVI):** Expresa el grado de importancia ecológica que posee una especie dentro de un área de cobertura vegetal, a través de la suma de tres parámetros: Abundancia, frecuencia y dominancia (Valencia et al., 2023, p. 2).
- **Cambio climático:** Cambios a largo plazo del clima, se manifiesta como amenazas ambientales, económicas, sociales, culturales, económicas y políticas inminentes que dañan al mundo y a la humanidad en todo los frentes (Fernández-Henarejos, 2024, p. 1).

CAPÍTULO III

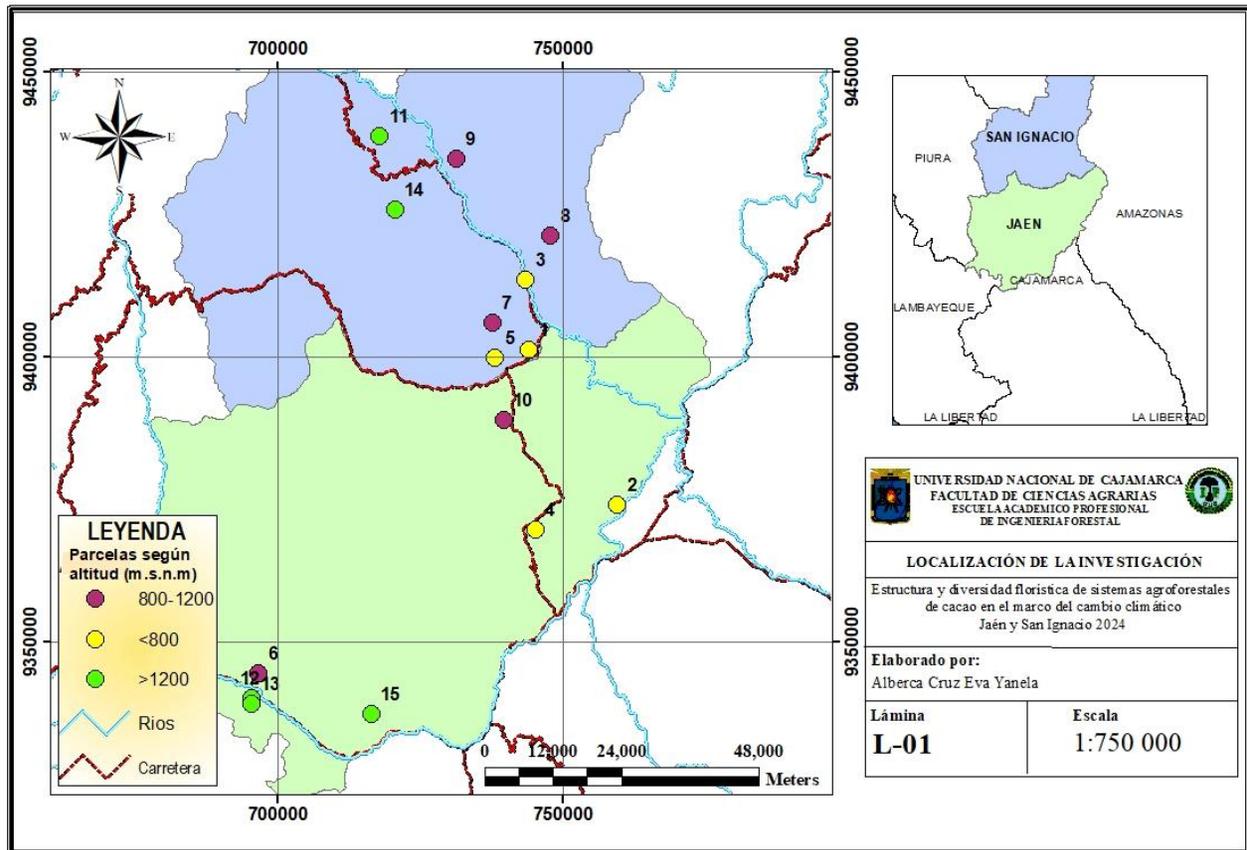
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en sistemas agroforestales de cacao distribuidas en 4 distritos de las provincias de Jaén (Bellavista, Colasay, Jaén, Pomahuaca) y 5 distritos de San Ignacio (Huarango, La Coipa, San Ignacio, San José de Lourdes, Chirinos).

Figura 1

Mapa de la localización de la investigación



Nota. Distribución de parcelas de sistemas cacaoteros según altitud.

3.2. Tipo y diseño de la investigación

Según el propósito es aplicada, este tipo de investigación se entiende por la obtención de nuevos conocimientos enmarcados en la solución de problemas específicos, donde los resultados se pueden poner en práctica inmediatamente (Castro et al., 2023). Los resultados sobre la estructura y diversidad florística de los SAF de cacao en el marco del cambio climático en Jaén y San Ignacio aportan información útil al productor sobre los beneficios económicos, sociales, y ambientales que les puede brindar, por lo tanto, pueden definir el uso que le pueden dar.

Según el nivel es descriptiva, porque tuvo como objetivo caracterizar la estructura y diversidad florística de los SAF de cacao de Jaén y San Ignacio. Además, según el enfoque fue cuantitativa, debido a que la investigación obtuvo valores numéricos que luego fueron procesados a través de un riguroso análisis estadístico.

Según el diseño es no experimental, ya que este tipo de investigación es una estrategia donde no se manipulan variables (Becker et al., 2015). Es decir, en la presente investigación no hay factores que influyan o conlleven a manipular una variable.

3.3. Unidad de análisis, población y muestra

Unidad de análisis: Parcelas cacaoteras en sistema agroforestal

Población: Está conformada por las parcelas cacaoteras en sistemas agroforestales de los productores de las provincias de Jaén y San Ignacio. Donde Jaén tiene 792 y San Ignacio 855, siendo un total de 1647 productores de cacao (MIDAGRI, 2024), pero se desconoce la cantidad de hectáreas de sistemas agroforestales de cacao.

Muestra: Se aplicó un muestreo no probabilístico a través del muestreo aleatorio estratificado, donde por conveniencia y temas logísticos se seleccionaron 15 parcelas cacaoteras, divididas en 3 rangos de altitud < 800 m s.n.m (Altitud 1), 800 – 1200 m s.n.m (Altitud 2) y > 1200 m s.n.m (Altitud 3) compuestas por 5 parcelas cada uno.

La selección de las parcelas agroforestales se realizó según la aptitud de la tierra para el cultivo de cacao en Perú. Según este criterio, en la región Cajamarca, solo la zona norte es apta para este cultivo. Esta área abarca un total de 543.78 km² clasificadas como altamente adecuados

para cacao, de acuerdo con el análisis de idoneidad del suelo realizado mediante el modelo AHP-MaxEnt (Rojas-Briceño et al., 2022).

Tabla 4

Parcelas de estudio

N° de parcela	Altitud (m s.n.m)	Distrito	Este	Norte	Altitud (m s.n.m)
1	<800	Chirinos	743984	9401158	528
2	<800	Bellavista	759452	9373989	405
3	<800	Huarango	743410	9413439	537
4	<800	Jaén	745160	9369518	702
5	<800	La Coipa	738097	9399740	736
6	800-1200	Pomahuaca	696592	9344366	1156
7	800-1200	Chirinos	737537	9405744	873
8	800-1200	Huarango	747795	9421111	1008
9	800-1200	San José de Lourdes	731262	9434524	1083
10	800-1200	Bellavista	739615	9388860	840
11	>1200	San Ignacio	717864	9438624	1333
12	>1200	Pomahuaca	695330	9340070	1283
13	>1200	Pomahuaca	695448	9338973	1488
14	>1200	San Ignacio	720585	9425673	1483
15	>1200	Colasay	716413	9337298	1385

Nota. Centroides de las parcelas agroforestales seleccionadas según la aptitud de cultivo de cacao.

3.4. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 5

Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes	Técnicas	Instrumentos
Primaria	Observación directa	Formato digital
Secundaria	Revisión de registros climáticos	Registros

Nota. Elaboración propia

Para abordar los tres primeros objetivos de la investigación la fuente fue primaria debido a que el investigador estuvo involucrado directamente en la recolección de datos. Esto significa que el investigador no solo diseñó y supervisó el proceso de recolección, sino que también participó activamente en la obtención de la información de campo. Este tipo de fuente garantizó que los datos recopilados sean de calidad. Además, para el cuarto objetivo la fuente fue

secundaria, ya que se recolectó información existente en las instituciones encargadas como el SENAMHI.

Se usaron dos tipos de técnicas, la primera fue la observación directa, ya que el investigador estuvo físicamente presente en las parcelas de muestreo, el sitio específico donde se ejecutó la investigación. Además, la observación directa permite al investigador interactuar de manera dinámica con el entorno, y así obtener datos de campo detallados y precisos. La otra técnica fue la revisión de registros de datos climáticos.

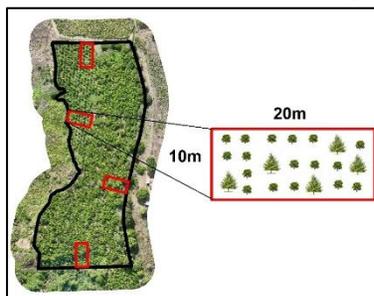
El instrumento diseñado para la recolección de los datos en campo fue un formato digital elaborado en el software QGIS, que fue empaquetado y transferido al aplicativo QField. Este formato digital incluye toda la información geoespacial, los símbolos y configuraciones necesarias para el proyecto, lo que garantizó la coherencia y precisión de la recopilación de datos. El investigador pudo acceder a un proyecto QGIS previamente configurado directamente desde su aplicativo móvil utilizando QField, lo que permitió la captura de datos en tiempo real. Así mismo, se usó registros con datos climáticos para abordar el cuarto objetivo.

3.5. Procedimiento

En cada parcela se distribuyeron 4 subparcelas rectangulares de 10 m x 20 m separadas entre sí por 30 m, se realizó siguiendo la metodología de Raneri et al. (2021) en las cuales se registraron todas las especies con CAP mayores a 2.5 cm utilizando el aplicativo QFIELD, como se muestra en la figura 2. Las especies fueron identificadas directamente en campo, ya que los árboles son conocidos ampliamente por el productor.

Figura 2

Distribución de transectos por parcela para el registro de especies



Nota. Diseño elaborado en el Centro Experimental Yanayacu (INIA)

Se tomaron datos del CAP (Circunferencia a la altura del pecho) a 1.30 m de altura, altura comercial, altura total, entre otros.

Determinación de la composición estructural de los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes condiciones climáticas por altitud en las provincias de Jaén y San Ignacio.

Estructura vertical: Para analizar la estructura vertical, se realizó un esquema de los promedios de alturas de las especies de las parcelas correspondiente a cada piso altitudinal, agrupados en clases altimétricas de 5 metros, lo que permitió determinar la altura máxima y mínima para cada especie. Los mapas se realizaron en AutoCAD.

Estructura horizontal: La estructura horizontal se determinó a través del IVI (Índice de Valor de Importancia), ya que mide la relevancia de cada especie arbórea y arbustiva en las parcelas cacaoteras a estudiar. El IVI se obtiene sumando los valores relativos de la frecuencia (rf), densidad (rd) y dominancia (ra) de cada especie, y se calculó mediante las siguientes fórmulas matemáticas:

$$ra = \left(\frac{N^{\circ} \text{ individuos de especies}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} \right) \times 100 \%$$

$$rd = \left(\frac{\text{Dominio de una especie}}{\text{Dominio total de todas las especies}} \right) \times 100 \%$$

$$rf = \left(\frac{\text{Frecuencia de especies 1}}{\text{Frecuencia total de todas las especies}} \right) \times 100 \%$$

En consecuencia, para determinar el grado de importancia de cada especie dentro de los SAF de cacao, se calculó el IVI de la siguiente forma:

$$IVI = ra + rd + rf$$

Toda esta información fue procesada en el software Excel a través de tablas y figuras. Se calculó el IVI promedio de las parcelas por cada piso altitudinal.

Estimación de la diversidad florística asociada a los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes condiciones climáticas por altitud en las provincias de Jaén y San Ignacio

Los datos obtenidos fueron procesados en el software estadístico Past3 para generar un análisis de diversidad florística. Para cada parcela cacaotera se calcularán los índices de diversidad (Margalef, heterogeneidad de Shanon-Winer, índices de uniformidad de Simpson, índice de Chao-1, Índice de Jaccard, Índice de Morisita-Horn e índice de Cody).

Tabla 6

Índice de diversidad a determinar

Índice	Formula	Bibliografía
Riqueza específica	Listado de todas las especies e identificación	(Moreno, 2001)
Margalef	$R_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$	(Margalef, 1973)
Shannon-Wiener	$H^1 = \sum_{i=1}^n (Pi)(Log_2 Pi)$	(Shannon, 1948)
Simpson	$E1/D = \frac{1}{S}$	(Simpson, 1949)
Chao-1	$c = S \frac{(S1)^2}{2(S2)}$	(Chao, 1984)
Jaccard	$I_J = \frac{c}{a + b + c}$	(Moreno, 2001)
Morisita-Horn	$I_{M-H} = \frac{2 \sum (an_i \times bn_j)}{(da + db)aN \times bN}$	(Moreno, 2001)
Cody	$\beta = \frac{g(H) + p(H)}{2}$	(Moreno, 2001)

Pi es la proporción de individuos encontrados en la iésima especie, S es el número de especies en la muestra, N es el número total de individuos en la muestra, S1 número de especies singletons, S2 número de especies dimeras, Si es número total de individuos de la i-ésima especie, a número de especies del sitio A, b número de especies del sitio B, c número de especies en ambos sitios, g(H) número de especies ganadas de un gradiente.

Nota. Elaboración propia

Identificación de los beneficios asociados a los sistemas agroforestales de cacao y su relación con sus condiciones climáticas en las provincias de Jaén y San Ignacio

Captura de carbono

Se determinó a través de la metodología de la cuantificación de la biomasa del fuste de los árboles presentes en las parcelas agroforestales, aplicando posteriormente un factor de expansión de biomasa FEB. Con esto se determinó el carbono almacenado en el componente forestal del SAF.

$$\text{Biomasa seca} = \text{Volumen del fuste} * \text{DB}$$

DB: densidad básica tomado de datos validados científicamente para cada especie evaluada.

$$\text{Carbono almacenado} = \text{Biomasa} * 0.50$$

0.50: relación carbono: biomasa

$$\text{CO}_2\text{ almacenado} = \text{Carbono almacenado} * 3,67$$

3,67: relación CO₂: carbono

Rentabilidad

Con los datos obtenidos del censo que se realizó, se determinó la rentabilidad por medio de una valoración económica real y potencial de las especies forestales en las parcelas cacaoteras, considerando costos de cosecha, transformación, transporte, comercialización; ingresos de venta de madera.

Valoración real desde el punto de vista maderable

El valor real también conocido como valor de stock o inventario, es el valor de los árboles que actualmente están en fase de cosecha o pueden ser cosechados, al momento en que se realizaron las evaluaciones.

- Valoración de árbol en pie

$$\text{Vap} = I - E$$

$$I = Q * P$$

$$E = C_0 + C_a + Ck + MBR$$

- Valoración actual de la parcela

$$Vap = Vap * N^{\circ} \text{árboles}$$

Donde: Ingresos (I), egresos (E), cantidad de producto obtenido en pt (Q), precio del producto UM/pt (P), costos operativos (C_0), costos de aprovechamiento (C_a), margen de ganancia por riesgo (MBR).

Valoración potencial desde el punto de vista maderable

Es el cálculo que se realizó del valor de los árboles que aún no estén en fase de cosecha al momento de las evaluaciones que se realizaron.

- Valor futuro

$$VA = \frac{VF}{(1 + r)^n}$$

n: número de años que faltan para cosechar los árboles

VF: valor que tendrá el árbol en el futuro al momento de la cosecha

r: es la tasa de descuento del valor del capital en el tiempo (12 %)

VA: es el valor potencial que tiene el árbol al momento de la evaluación

$$VF = Vap$$

Determinación de la influencia del cambio climático en las parcelas agroforestales en su crecimiento diamétrico con su estructura y composición florística en los tres niveles altitudinales

Se tomaron datos climáticos de los últimos 40 años de la provincia de Jaén y San Ignacio, para realizar una comparación entre ellas y ver cómo es su influencia en el crecimiento

diamétrico de las especies forestales, en su estructura, composición florística, entre otras características principales que influyen en los sistemas agroforestales de cacao.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos que se registraron en el formato digital fueron tabulados en una hoja de cálculo para proceder a su procesamiento, así mismo se usó el software Excel, AutoCAD, y el software especializado Past3 para determinar los índices de diversidad florística planteados. La estadística que se determinó es descriptiva elaborándose tablas y figuras que permitieron entender mejor los resultados.

3.7. Aspectos éticos

Según el código de ética de la Universidad Nacional de Cajamarca la investigación es el pilar de generar nuevos conocimientos, por lo tanto, se debe realizar sin trasgredir los derechos, infringir alguna regla que rige la sociedad entre los valores y principios tenemos:

Veracidad: Toda investigación debe basarse en la veracidad de sus métodos empleados, así como sus resultados, y de esa manera poder aplicarlo en la sociedad y generar beneficios.

Responsabilidad: Los investigadores deben ser responsables en orientar su investigación en generar algún beneficio para la sociedad, esto debe evidenciarse desde el planteamiento del problema, metodología y los resultados a obtener.

Respeto a la propiedad intelectual: Respetar los derechos de propiedad intelectual en la investigación es crucial para garantizar la seguridad jurídica y cumplimiento de las leyes y regulaciones que protejan la autoría y derechos de propiedad. Por eso el informe de tesis pasa por el control de turnitin.

Protección del medio ambiente y biodiversidad: Las acciones de las personas tienen repercusión en el ambiente, por lo tanto, la investigación debe respetar y cuidar el medio ambiente, esto incluye a las especies de la biodiversidad con las que se va a experimentar.

3.8. Presentación de la información

La información está sistematizada siguiendo el formato de informe establecido por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde el contenido es el siguiente: Introducción, bases teóricas, marco metodológico, resultados y discusión, conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. Todo esto está redactado según la Norma APA 7ª Edición.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

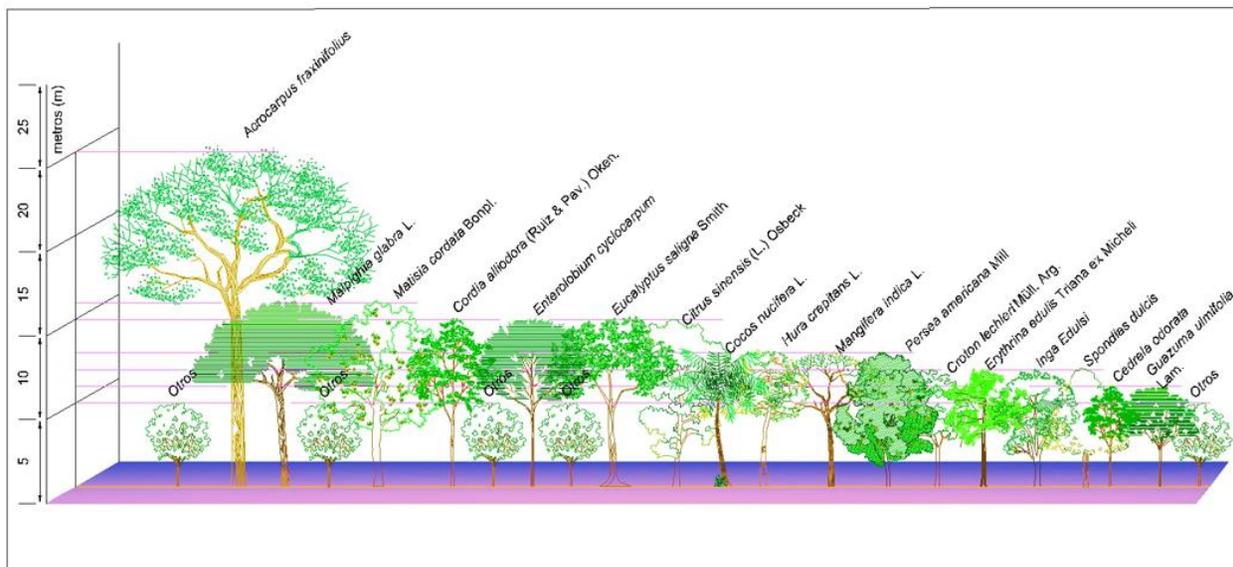
4.1.1. Composición estructural de los sistemas agroforestales de cacao en tres diferentes altitudes en las provincias de Jaén y San Ignacio

Estructura vertical

Las clases de alturas para las especies forestales por piso altitudinal presentaron una distribución donde la mayoría se centró principalmente entre 5 y 10 m. Esto se refleja en la figura 3, figura 4 y figura 5.

Figura 3

Estructura vertical del piso altitudinal 1 (< 800 m s.n.m.)



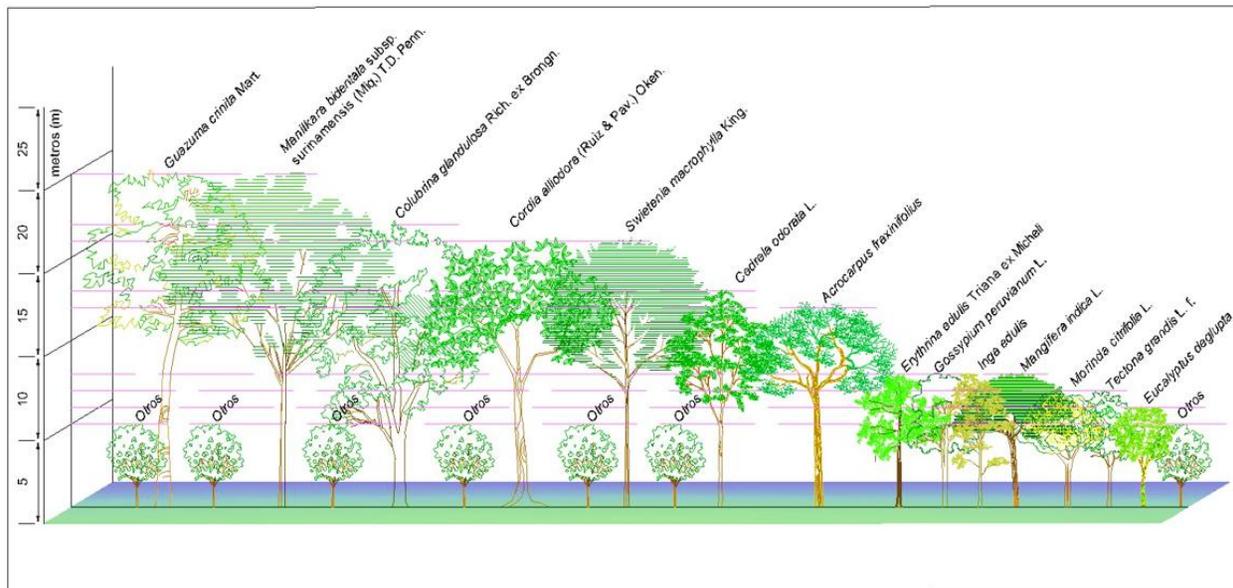
Nota. Otros representan a 10 especies de alturas entre 1.5 a 5 metros.

La figura 3, muestra la distribución de especies según su altura del piso altitudinal 1. Solo el *Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn. Alcanza los 20 metros, mientras que *Malpighia glabra* L. y *Mistisia cordata* Bonpl. alcanzan 11 metros. Además, 14 especies se encuentran entre los 5 y 10 metros de altura; y otros representa a 10 especies, entre ellas: *Citrus ×tangelo* J.W. Ingram & H.E. Moore, *Citrus limetta* Risso, *Citrus reticulata* Blanco, *Spondias purpurea* L., *Citrus*

Jambhiri Lushington, Psidium guajava L., Annona muricata, Archidendron lucidum (Benth.) I.C. Nielsen, *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, *Swietenia macrophylla* King., *Citrus limon* (L.) Brum. f. Esta distribución refleja la variabilidad en alturas de las especies identificadas.

Figura 4

Estructura vertical del piso altitudinal 2 (800 - 1200 m s.n.m.)

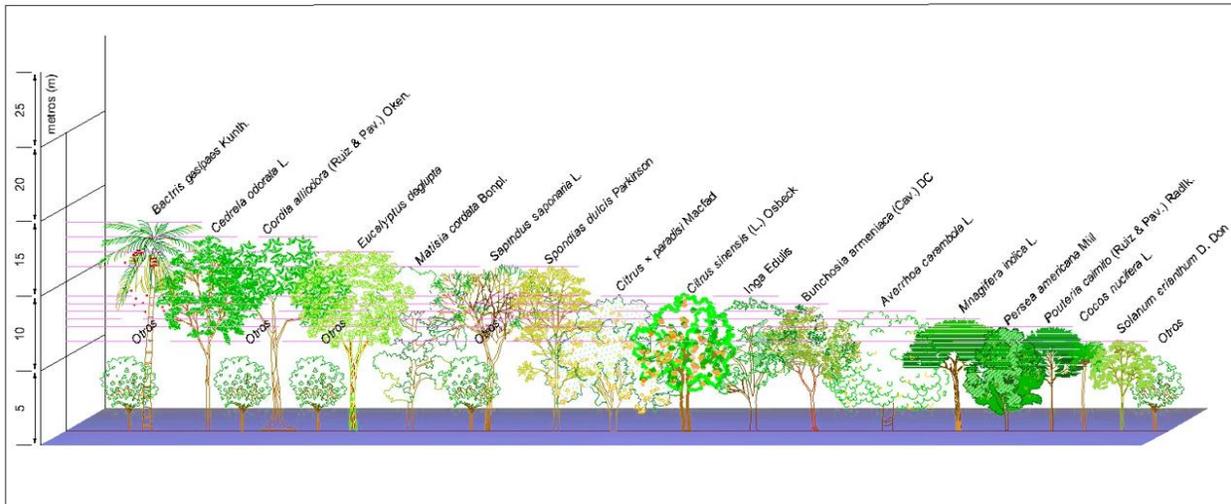


Nota. Otros representan a 8 especies de alturas entre 3 y 5 metros

La figura 4, ilustra la distribución de alturas del piso altitudinal 2, solo dos especies *Guazuma crinita* Mart. y *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn., alcanzan los 20 metros de altura. Ocho especies, entre las que se encuentran *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Cocos nucifera* L., *Persea americana* Mill, *Citrus limetta* Risso, *Psidium guajava* L., *Spondias dulcis* Parkinson, *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum., y *Citrus ×tangelo* J.W. Ingram & H.E. Moore, presentan alturas entre 3 y 5 metros. Además, hay 12 especies con alturas que varían entre 6 y 17 metros, y la mayoría de estas son importantes en la industria de la madera, como *Colubrina glandulosa* Rich. ex Brongn., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., *Swietenia macrophylla* King. y *Cedrela odorata* L.

Figura 5

Estructura vertical del piso altitudinal 3 (> 1200 m s.n.m.)



Nota. Otros representan a 7 especies de alturas entre 2 y 5 metros

La figura 5, presenta la distribución de alturas en el piso altitudinal 3, donde la especie *Bactris gasipaes* Kunth. Alcanza la máxima altura de 14 metros, seguida por *Cedrela odorata* L. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. con 13 metros. *Eucalyptus deglupta* alcanza los 12 metros, mientras que *Matisia cordata* Bonpl., *Sapindus saponaria* L., y *Spondias dulcis* Parkinson tienen 11 metros de altura. Además, se identificaron 10 especies con alturas entre 5 y 10 metros, y 7 especies con alturas entre 2 y 5 metros, entre las que destacan: *Citrus Jambhiri* Lushington, *Citrus limetta* Risso, *Myrsine oligophylla* Zalbruck, *Spondias purpurea* L., *Bixa orellana* L., *Calophyllum brasiliense* y *Solanum betaceum* (Cav), Sendt.

Estructura horizontal

Los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) en los tres pisos altitudinales revelaron que algunas especies son significativamente más dominantes en determinados niveles. En el primer y segundo nivel, *Cocos nucifera* L. es la especie más destacada con un IVI de 14,21 % y 10,13 % respectivamente. En contraste, en el tercer nivel, *Inga edulis* Mart. se posiciona como la especie más importante, alcanzado un IVI alto de 18,87 % superando ampliamente a otras especies. Sin embargo, *Mangifera indica* L., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. también adquieren mayor relevancia en algunos pisos. A continuación, se presentan tablas correspondientes a cada piso altitudinal.

Tabla 7

Índice de Valor de Importancia del piso altitudinal 1 (< 800 m s.n.m.)

N°	ESPECIE	AR %	DR %	FR %	IVI	%
1	<i>Cocos nucifera</i> L.	13,17	17,27	12,20	42,62	14,21
2	<i>Mangifera indica</i> Mart.	5,26	14,28	4,88	24,42	8,14
3	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	13,16	5,16	4,88	23,20	7,73
4	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	2,63	14,40	2,44	19,47	6,49
5	<i>Inga edulis</i> L.	5,26	6,21	7,32	18,79	6,26
6	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn	1,32	13,55	2,44	17,31	5,77
7	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl.	3,95	4,73	7,32	16,00	5,33
8	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	9,21	0,24	2,44	11,89	3,96
9	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	5,26	0,17	4,88	10,31	3,44
10	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	5,26	2,48	2,44	10,18	3,39
11	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	2,63	3,51	2,44	8,58	2,86
12	<i>Citrus limetta</i> Risso	2,63	1,03	4,88	8,54	2,85
13	<i>Psidium guajava</i> L.	2,63	0,58	4,88	8,09	2,70
14	<i>Malpighia glabra</i> L.	2,63	2,66	2,44	7,73	2,58
15	<i>Cedrela odorata</i> L.	3,95	1,01	2,44	7,40	2,47
16	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	3,95	0,86	2,44	7,25	2,42
17	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	2,63	1,02	2,44	6,09	2,03
18	<i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C. Nielsen	1,32	1,82	2,44	5,58	1,86
19	<i>Persea americana</i> Mill.	1,32	1,79	2,44	5,54	1,85
20	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Mart.	1,32	1,66	2,44	5,42	1,81
21	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	1,32	1,49	2,44	5,25	1,75
22	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1,32	0,93	2,44	4,69	1,56
23	<i>Hura crepitans</i> L.	1,32	0,89	2,44	4,65	1,55
24	<i>Citrus reticulata</i> Blanco.	1,32	0,71	2,44	4,46	1,49
25	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	1,32	0,68	2,44	4,43	1,48
26	<i>Spondias purpurea</i> L.	1,32	0,61	2,44	4,36	1,46
27	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	1,32	0,14	2,44	3,89	1,30
28	<i>Annona muricata</i>	1,32	0,12	2,44	3,88	1,29
TOTAL		100	100	100	300	100

En este piso altitudinal, se encontraron 28 especies, de las cuales 5 destacan por tener un IVI alto: *Cocos nucifera* L. (14,21 %), *Mangifera indica* Mart. (8,14 %), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (7,73 %), *Erythrina edulis* Triana ex Micheli (6,49 %), y *Inga edulis* L. (6,26 %). Estas

se desarrollan de manera favorable debido a mejores condiciones edafoclimáticas en el área donde están presentes. En contraste, la especie de menos valor es *Annona muricata* (1.29 %).

Tabla 8

Índice de Valor de Importancia del piso altitudinal 2 (800 - 1200 m s.n.m.)

N°	ESPECIE	AR %	DR %	FR %	IVI	%
1	<i>Cocos nucifera</i> L.	11,11	14,03	5,26	30,40	10,13
2	<i>Mangifera indica</i> Mart.	8,89	14,74	5,26	28,89	9,63
3	<i>Inga edulis</i> L.	13,33	9,97	5,26	28,57	9,52
4	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	10,00	10,35	2,63	22,98	7,66
5	<i>Persea americana</i> Mill.	6,67	2,16	13,16	21,99	7,33
6	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	3,33	3,33	13,16	19,82	6,61
7	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli.	8,89	6,89	2,63	18,41	6,14
8	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	5,56	9,55	2,63	17,73	5,91
9	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	5,56	2,40	5,26	13,22	4,41
10	<i>Cedrela odorata</i> L.	2,22	6,13	2,63	10,99	3,66
11	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	5,56	2,77	2,63	10,95	3,65
12	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn.	1,11	7,17	2,63	10,91	3,64
13	<i>Citrus limetta</i> Risso.	3,33	1,82	5,26	10,42	3,47
14	<i>Gossypium peruvianum</i>	1,11	2,01	5,26	8,39	2,80
15	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	1,11	1,06	5,26	7,43	2,48
16	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	4,44	0,20	2,63	7,27	2,42
17	<i>Morinda citrifolia</i> L.	1,11	0,71	5,26	7,08	2,36
18	<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	1,11	2,31	2,63	6,05	2,02
19	<i>Citrus x tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	2,22	0,36	2,63	5,22	1,74
20	<i>Tectona grandis</i> L. f.	1,11	1,21	2,63	4,95	1,65
21	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	1,11	0,52	2,63	4,27	1,42
22	<i>Psidium guajava</i> L.	1,11	0,33	2,63	4,07	1,36
TOTAL		100	100	100	300	100

En este piso altitudinal, se registraron un total de 22 especies, de las cuales 3 presentan un IVI más alto que otras: *Cocos nucifera* L. (10,13 %), *Mangifera indica* Mart. (9,63 %) e *Inga edulis* L. (9,52 %). Estas especies demuestran una alta adaptabilidad y predominio, atribuido a condiciones edafoclimáticas óptimas que tienen estas zonas, favoreciendo a su crecimiento y

desarrollo. En el extremo opuesto, *Psidium guajava* L. mostró el IVI más bajo (1,36 %), lo que refleja su menor representación en su estructura de la vegetación local.

Tabla 9

Índice de Valor de Importancia del piso altitudinal 3 (>1200 m s.n.m.)

Nº	ESPECIE	AR %	DR %	FR %	IVI	%
1	<i>Inga edulis</i> L.	27,89	25,94	2,78	56,60	18,87
2	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	14,42	10,28	13,89	38,59	12,86
3	<i>Cedrela odorata</i> L.	8,65	16,48	2,78	27,91	9,30
4	<i>Persea americana</i> Mill.	12,50	12,24	2,78	27,52	9,17
5	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	2,89	3,12	8,33	14,34	4,78
6	<i>Matisia cordata</i> Bonpl	1,92	9,39	2,78	14,09	4,70
7	<i>Mangifera indica</i> Mart	1,92	7,67	2,78	12,37	4,12
8	<i>Sapindus saponaria</i> L.	0,96	1,01	8,33	10,30	3,43
9	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	3,85	1,90	2,78	8,52	2,84
10	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	4,81	0,63	2,78	8,22	2,74
11	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	2,89	1,89	2,78	7,55	2,52
12	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	1,92	2,79	2,78	7,49	2,50
13	<i>Cocos nucifera</i> L.	0,96	0,69	5,56	7,21	2,40
14	<i>Bixa orellana</i> L.	3,85	0,34	2,78	6,96	2,32
15	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	0,96	0,22	5,56	6,74	2,25
16	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	0,96	0,12	5,56	6,63	2,21
17	<i>Citrus limetta</i> Risso	0,96	0,08	5,56	6,60	2,20
18	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	0,96	1,75	2,78	5,49	1,83
19	<i>Averrhoa carambola</i> L.	0,96	1,72	2,78	5,46	1,82
20	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad.	1,92	0,66	2,78	5,37	1,79
21	<i>Spondias purpurea</i> L.	0,96	0,45	2,78	4,19	1,40
22	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	0,96	0,40	2,78	4,14	1,38
23	<i>Calophyllum brasiliense</i> Kunth.	0,96	0,22	2,78	3,96	1,32
24	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	0,96	0,03	2,78	3,77	1,26
TOTAL		100	100	100	300	100

En este nivel altitudinal, se registraron 24 especies en total, de las cuales 4 sobresalen obtener un IVI más alto: *Inga edulis* L. (18,87 %), *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. (12,86 %), *Cedrela odorata* L. (9,30 %) y *Persea americana* Mill. (9,17 %). Son especies que tienen a tener un mayor diámetro y altura, lo que incrementa su dominancia en estos ecosistemas, así mismo puede estar asociado a interacciones ecológicas.

4.1.2. Diversidad florística asociada a los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes altitudes en las provincias de Jaén y San Ignacio

En los sistemas agroforestales de cacao evaluados de los tres pisos altitudinales se registraron un total de 270 individuos, distribuidos en 47 especies, 38 géneros y 25 familias. Las familias más abundantes fueron Fabaceae y Rutaceae con 59 y 38 individuos respectivamente, las menos abundantes Annonaceae, Calophyllaceae, Moraceae, Oxiladaceae, Sapindaceae y Verbenaceae con 1 individuo cada una; las familias con mayor número de especies fueron Rutaceae con 7 especies; Fabaceae con 5 especies; Anacardaceae y Myrtaceae con 3 especies, y el resto de las familias con 1 y 2 especies; la familia con más géneros fue Fabaceae con 5 géneros, el resto de familias con 1 y 2 géneros.

Tabla 10 a

Composición florística de los SAFs cacao en Jaén y San Ignacio

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia	Hábito
1	Cedro Rosado	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn	Fabaceae	Árbol
2	Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae	Arbusto
3	Chonta	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Arecaceae	Palmera
4	Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixáceas	Arbusto
5	Cansa Boca	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	Malpighiaceae	Árbol
6	Caracucho	<i>Calophyllum brasiliense</i> Kunth.	Calophyllaceae	Árbol
7	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae	Árbol
8	Guanábana	<i>Annona muricata</i> <i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C.	Annonaceae	Árbol
9	Alheña	Nielsen	Fabaceae	Árbol
10	Pan de árbol Cedro	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	Moraceae	Árbol
11	Americano	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Árbol
12	Limón Real	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	Rutaceae	Arbusto
13	Lima	<i>Citrus limetta</i> Risso	Rutaceae	Arbusto
14	Limón Ácido	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	Rutaceae	Arbusto
15	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco.	Rutaceae	Arbusto
16	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	Rutaceae	Arbusto
17	Toronja	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad.	Rutaceae	Arbusto

Tabla 11 b*Composición florística de los SAFs cacao en Jaén y San Ignacio*

18	Naranja Tanjelo	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	Rutaceae	Arbusto
19	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Palmera
20	Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	Rhamnaceae	Árbol
21	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Boraginaceae	Árbol
22	Sangre de grado	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Árbol
23	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Mart.	Fabaceae	Árbol
24	Pajuro	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Fabaceae	Árbol
25	Eucalipto	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	Myrtaceae	Árbol
26	Arcoiris Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Myrtaceae	Árbol
27	Algodón	<i>Gossypium peruvianum</i>	Malvaceae	Arbusto
28	Bolaina	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Sterculiaceae	Árbol
29	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Árbol
30	Catagua	<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae	Árbol
31	Guaba	<i>Inga edulis</i> L.	Fabaceae	Árbol
32	Cerezo	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	Arbusto
33	Mango	<i>Mangifera indica</i> Mart.	Anacardiaceae	Arbusto
34	Michino	<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	Sapotaceae	Árbol
35	Zapote	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl	Bombacaceae	Árbol
36	Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae	Arbusto
37	Toche	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	Myrsinaceae	Árbol
38	Palta	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Árbol
39	Caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae	Árbol
40	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Arbusto
41	Choloque	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	Árbol
42	Berenjena	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Solanaceae	Arbusto
43	Chinchin	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	Solanaceae	Arbusto
44	Mango Ciruelo	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Anacardiaceae	Árbol
45	Ciruela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Árbol
46	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meliaceae	Árbol
47	Teca	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Verbenaceae	Árbol

De acuerdo con los índices de diversidad alfa y beta, el primero indica que la diversidad florística es mayor en la zona baja (< 800 m s.n.m), además hay mejor equidad de distribución de especies. A continuación, se muestran los resultados de la diversidad alfa y beta.

Diversidad alfa

Los valores de diversidad alfa, según las altitudes: Menor a 800 m s.n.m, de 800 a 1200 m s.n.m, y mayor a 1200 m s.n.m, variaron de 0,92 – 0,87 según el índice de Simpson; de las cuales indica que en los tres niveles tienen alta diversidad, aunque tiende a disminuir ligeramente con la con la altitud. El índice de Shannon-Wiener muestra una tendencia decreciente, lo que implica que el primer nivel sea más diverso y las especies estén más equilibradas en términos de abundancia, por tanto, el último nivel con 2,50 tiene menos equidad en la distribución de las especies.

Según el índice de Margalef es mayor en altitud 1 (6,24), disminuye en altitud 2 (4,67), y aumenta ligeramente en altitud 3 (4,95); por tanto, la zona de menor elevación es más rica en especies.

El valor más alto del índice de Chao1 fue en la altitud 1 (37,43), indicando que esta zona probablemente haya más especies no observadas, sugiriendo una comunidad más diversa. La disminución en la altitud 2 (31,33) muestra una menor riqueza potencial; pero en la altitud 3 aumenta a 35, indicando que puede haber una riqueza oculta a mayor altitud.

Tabla 12

Índices de diversidad florística según la gradiente altitudinal

índices de diversidad	< 800 m s.n.m	800 - 1200 m s.n.m	> 1200 m s.n.m
Individuos	76	90	104
Especies	28	22	24
Ind. Diversidad de Simpson	0,93	0,92	0,87
Ind. Diversidad de Shannon-Wiener	3,01	2,77	2,50
Ind. Diversidad de Margalef	6,24	4,67	4,95
Ind. Diversidad de Chao-1	37,43	31,33	35

Según el índice de Simpson la parcela con una diversidad alta y dónde las especies están distribuidas de una manera más equitativa es la parcela 5 (0,90), y la de diversidad baja es la parcela 13 (0,55) indicando que algunas especies en esta parcela están más representadas en términos de individuos.

En el índice de Shannon-Wiener los valores más altos están en la parcela 5 (2,43) indicando que la distribución equilibrada de individuos entre las especies es mayor que otras parcelas, en contraste el valor más bajo está en la parcela 13 (1,07), es decir no hay equidad entre el número de especie e individuos.

El valor más alto en el índice de Margalef está en la parcela 5 con 3,94, por lo que la riqueza de especies es alta, mientras que la parcela 2 con 1.14 su riqueza es baja en comparación de las otras. Así mismo la parcela 5 tiene el valor más alto en el índice de Chao 1 con 20 y la parcela 14 y 2 con 4, siendo los valores más bajos. Por tanto, la parcela 5 tiene mayor diversidad, y la 14 y 2 son menos diversas.

Tabla 13

Índices de diversidad florística por parcela

Índices de diversidad / Parcelas	< 800 m.s.n.m					800 – 1200 m.s.n.m					>1200 m.s.n.m				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Individuos	13	14	11	17	21	30	24	7	16	13	13	36	21	13	21
Especies	7	4	9	8	13	8	9	6	9	6	8	8	5	4	6
Ind. Diversidad de Simpson	0,78	0,61	0,88	0,83	0,90	0,83	0,80	0,82	0,85	0,79	0,84	0,71	0,55	0,71	0,72
Ind. Diversidad de Shannon-Wiener	1,73	1,09	2,15	1,92	2,43	1,93	1,91	1,75	2,05	1,67	1,95	1,53	1,07	1,31	1,46
Ind. Diversidad de Margalef	2,34	1,14	3,34	2,47	3,94	2,06	2,52	2,57	2,89	1,95	2,73	1,95	1,31	1,17	1,64
Ind. Diversidad de Chao-1	9	5	16	8,75	20	8	9,75	11	12,33	6,33	13	11	8	4	9

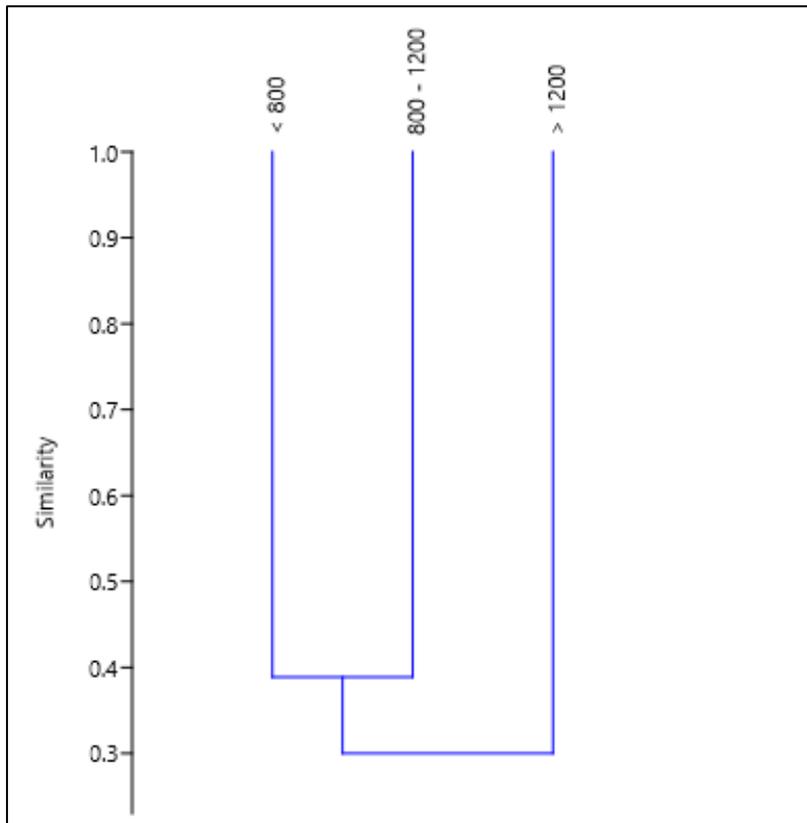
Diversidad beta

La similitud de especies forestales evaluada en las tres altitudes mediante el índice o coeficiente de similitud de Jaccard, que varía entre 0 y 1, donde 0 indica que no se comparte

ninguna especie y 1 si la misma especie se comparte en todos los sitios (también expresable en porcentajes), muestra los siguientes resultados: Existe un 39 % de similitud entre las altitudes <800 m s.n.m y 800 – 1200 m s.n.m; y un 30 % de similitud entre <800 m s.n.m y >1200 m s.n.m. Además, hay un 28 % de similitud entre las altitudes 800 – 1200 m s.n.m y >1200 m s.n.m. Estos resultados sugieren que la similitud de especie entre diferentes altitudes es baja.

Figura 6

Índice de similitud de Jaccard entre altitudes



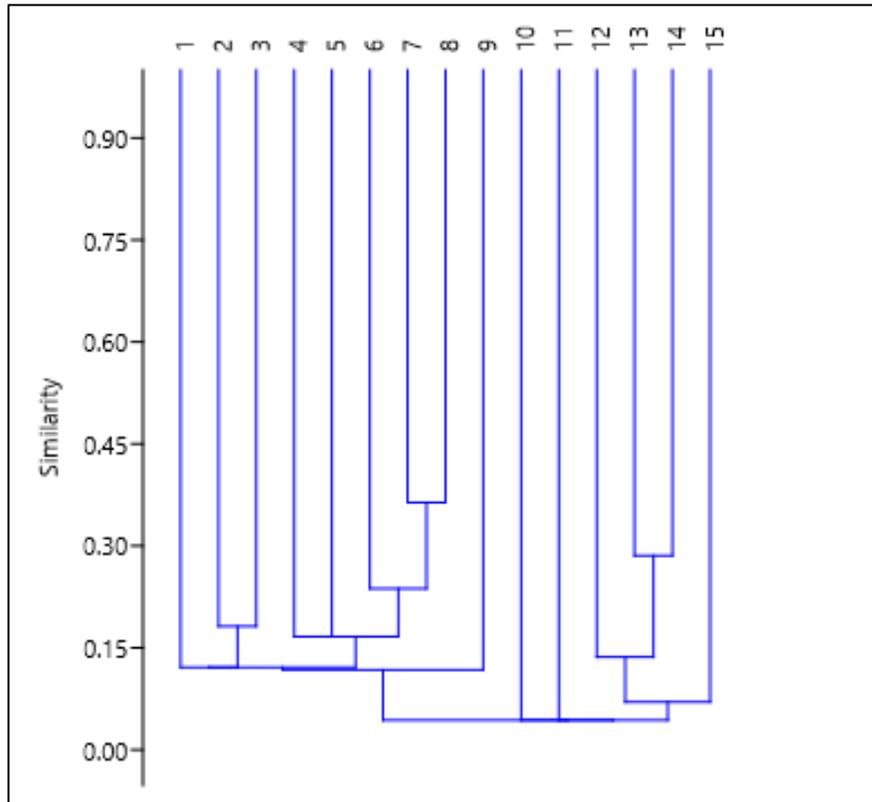
Nota. El grafico fue procesado en el software Past3.

Además, la similitud entre las parcelas, según el índice de Jaccard, es baja en la mayoría de los casos, con valores inferiores al 40 %. Las similitudes más elevadas se dan entre las parcelas 6 y 1, y entre las parcelas 7 y 8, con un 36 % de coincidencia de especies y un 28 % entre las parcelas 13 y 14. Por otro lado, la parcela 11 y la parcela 2 no comparten ninguna especie, mostrando una similitud nula, mientras que entre la parcela 1 y la 2 la similitud es del 10 %, lo que indica que comparten un número muy reducido de especies. Además, el dendrograma

revela la formación de dos grupos principales, el primero incluye las parcelas de la 1 a la 9 y el segundo de la 10 a 15, con baja similitud entre ellos.

Figura 7

Índice de similitud de Jaccard entre parcelas

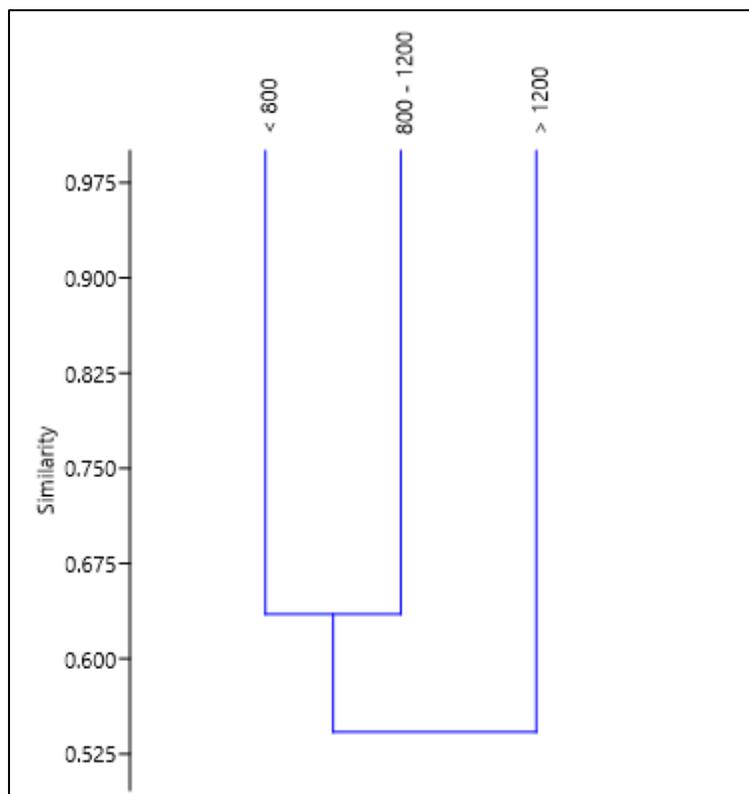


Nota. El grafico fue procesado en el software Past3.

El índice de Morisita-Horn al igual que el de Jaccard mide la similitud de abundancia entre dos comunidades, pero se enfoca en la abundancia relativa de las especies, dando mayor peso a las especies dominantes; ya que minimiza el efecto de especies raras y se ve influenciada por el tamaño de la muestra. Los resultados de este índice muestran que entre las altitudes < 800 m s.n.m y 800 – 1200 m s.n.m, el valor es del 64 %, lo que indica una similitud moderada en la composición y abundancia entre estos rangos altitudinales. Sin embargo, entre las altitudes de < 800 m s.n.m y > 1200 m s.n.m, la similitud desciende al 37 % reflejando que ambos niveles tienen composiciones bastante diferentes. Finalmente, entre las latitudes de 800 – 1200 m s.n.m y > 1200 m s.n.m el índice es del 54 %, lo que también indica una similitud moderada. Esto muestra que mientras aumenta la altitud las comunidades de especies dominantes son más disímiles.

Figura 8

Índice de diversidad de Morisita-Horn entre pisos altitudinales

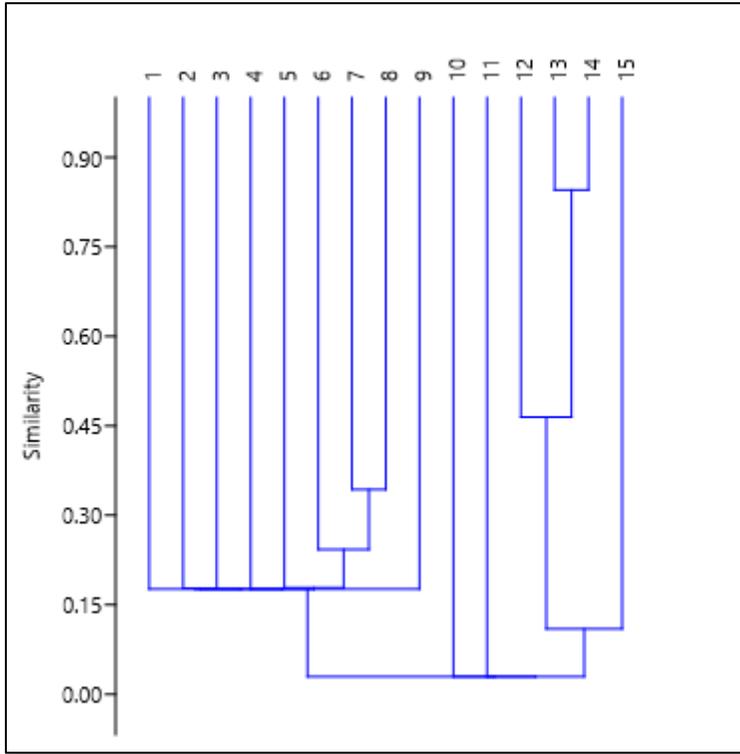


Nota. El grafico fue procesado en el software Past3.

A nivel de parcelas, el índice de Morisita-Horn indica una alta similitud entre las parcelas 13 y 14, con un valor del 85%, lo que sugiere que comparten una composición muy similar de especies dominantes, como *Inga edulis* L. y *Persea americana* Mill. Otras similitudes significativas incluyen la parcela 10 con la 13 (69 %) y la parcela 10 con la 14 (67 %). Por otro lado, se observan similitudes moderadas entre la parcela 1 y la 4 (65 %) y entre la parcela 3 y la 10 (59 %). En contraste, las parcelas 2 y 11, y las parcelas 3 y 11, muestran un 0 % de similitud en las especies dominantes. Un patrón notable es la parcela 11, que destaca por tener valores cercanos a cero con la mayoría de las demás parcelas, como la 2, 3 y 9. En cambio, las parcelas 13 y 14 están fuertemente relacionadas entre sí y con otras parcelas, como la 10 y 12, lo que sugiere una composición de especies más homogénea, además de compartir el mismo piso altitudinal (>1200 m s.n.m.). Así mismo, se puede identificar dos grupos en el dendrograma, el grupo que abarca las nueve primeras parcelas es más heterogéneo en abundancia, y las otras parcelas (10 – 15) tienen una mayor similitud.

Figura 9

Índice de diversidad de Morisita-Horn entre parcelas



Nota. El grafico fue procesado en el software Past3.

El índice de diversidad de Cody mide el recambio de especies entre diferentes zonas, donde valores más altos reflejan un mayor recambio de especies. Según los resultados, entre las altitudes de menos de 800 m s.n.m. y entre 800 y 1200 m s.n.m., el valor es 11, lo que sugiere un recambio moderado de especies. Esto indica que, aunque existen algunas especies en común, también hay una diferencia significativa en la composición de especies entre estos dos rangos altitudinales. Entre las altitudes de menos de 800 m s.n.m. y más de 1200 m s.n.m., el valor asciende a 14, lo que refleja un recambio de especies aún mayor, evidenciando una notable diferencia en la composición. Por último, entre las altitudes de 800-1200 m s.n.m. y más de 1200 m s.n.m., el valor es de 13, lo que también indica un alto recambio de especies entre estos dos niveles altitudinales.

Tabla 14*Índice de Cody entre piso altitudinales*

	< 800	800 – 1200	>1200
< 800	0	11	14
800 – 1200		0	13
>1200			0

Los resultados del índice de Cody entre las parcelas de estudio muestran que el mayor recambio de especies ocurre entre parcelas 3 y 5 (valor igual a 9), seguido por otras parcelas como 5 y 9, y 5 y 15, lo que indica que estas parcelas tienen comunidades de especies muy diferentes. Por otro lado, las parcelas 13 y 14 representa el valor más bajo (2,5), lo que sugiere que comparten muchas especies, posiblemente debido a las condiciones ecológicas similares. En general, la mayoría de las parcelas muestran un recambio moderado (valores entre 4,5 y 6,5), lo que indica una mezcla de especies compartidas y distintas, reflejando en la composición de especies entre las distintas parcelas evaluadas, tal como se muestra en el Anexo 12.

4.1.3. Beneficios asociados a los sistemas agroforestales de cacao y su relación con sus condiciones climáticas en las provincias de Jaén y San Ignacio

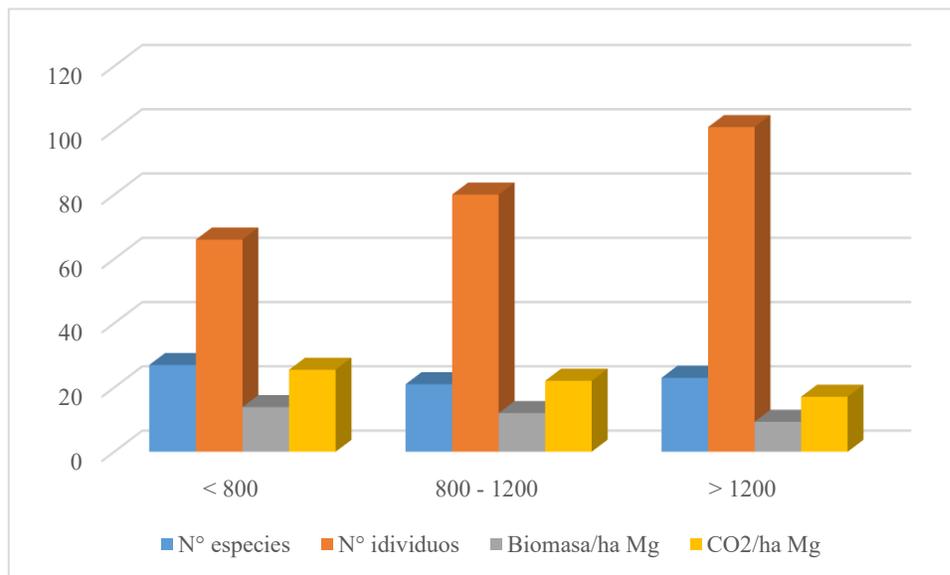
Captura de carbono

En este estudio se determinó el carbono almacenado en el componente forestal de los sistemas agroforestales de cacao y su relación con sus condiciones climáticas en las provincias de Jaén y San Ignacio. Esto se logró mediante la cuantificación de biomasa del fuste de los árboles presentes en las parcelas. Para determinar la biomasa área total del árbol, se aplicó un factor de expansión de biomasa (FEB) de 2,03, valor determinado por Cuenca et al. (2014), lo que permitió obtener una estimación más precisa del carbono acumulado en los SAF de cacao. Así mismo la densidad básica de cada especie fue tomada de fuentes secundarias tipo tesis, artículos científicos, entre otros (Anexo 16), la cual facilitó determinar la biomasa del fuste.

A continuación, se presenta los resultados de la cantidad de carbono almacenado en el componente forestal de los SAF de cacao en los tres niveles altitudinales evaluados. El cálculo detallado de la biomasa y carbono de cada nivel altitudinal puede consultarse en el Anexo 13, Anexo 14 y Anexo 15, dónde se encuentra los datos específicos de cada nivel.

Tabla 15*Biomasa y carbono almacenado en los SAF de cacao*

Altitud (m s.n.m.)	N° especies	N° individuos	Biomasa/ha Mg	CO ₂ /ha Mg
< 800	27	66	13,896	25,500
800 - 1200	21	80	12,034	22,083
> 1200	23	101	9,324	17,110

Figura 10*Biomasa y carbono almacenado en los SAF de cacao*

Según la tabla 14 y figura 10, en las zonas de menor altitud (< 800 m s.n.m) se registra el mayor almacenamiento de biomasa y carbono, con 13,896 Mg y 25,500 Mg por hectárea, respectivamente. Este resultado está directamente relacionado con el mayor número de especies y el mayor desarrollo de los árboles en términos de volumen. Entre las especies, *Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn presenta mayor almacenamiento de CO₂/ha con 12,948 Mg, seguida de *Mangifera indica* Mart. que acumula 2,986 Mg de CO₂ por hectárea (Anexo 13).

En el rango altitudinal de 800 – 1200 m s.n.m, a pesar de tener más individuos que la altitud anterior, la biomasa disminuyen ligeramente a 12,034 Mg por hectárea y el almacenamiento de CO₂ a 22,083 Mg, debido a menor cantidad de especies y volumen de los

árboles. Entre las especies, *Colubrina glandulosa* Rich. ex Brongn. y *Guazuma crinita* Mart. presentan mayor almacenamiento de CO₂/ha con 5,363 Mg y 4,606 Mg respectivamente (Anexo 14).

En el nivel más alto (>1200 m s.n.m), aunque el número de individuos es mayor (101), se registra la menor biomasa (9,324 Mg) y cantidad de carbono almacenado (17,110 Mg) por hectárea; ya que el volumen es inferior a los otros niveles. Las especies con mayor almacenamiento de CO₂/ha es *Inga edulis* L. con 3,551 Mg, seguida de *Persea americana* con 2,474 Mg (Anexo 15).

Rentabilidad

Los sistemas agroforestales de cacao en Jaén y San Ignacio han demostrado potencial en términos de rentabilidad, pero su aprovechamiento aún es limitado. Aunque hay una diversidad de especies forestales en estos sistemas, con 47 especies identificadas en los tres niveles altitudinales, solo 19 son maderables. Aunque más limitado es el hecho de que únicamente 10 de estas especies, con un total de 14 individuos se encuentran en una fase aprovechable. Además hay 15 especies con 71 individuos que aún no alcanzan su diámetro mínimo de corta, lo que los coloca dentro de la valoración potencial, más que la real (Anexo 17 y Anexo 18). Se consideró un diámetro mínimo de corta es 30 cm para todas las especies, excepto para *Cedrela odorata* L. y *Swietenia macrophylla* King. que es 40 cm, al igual que Pérez (2016).

Valoración real desde el punto de vista maderables

En la Tabla 15 y Anexo 20 se muestra la valoración real de los SAF de cacao evaluados, donde se determinó que el volumen total aprovechable es 16.59 m³. Las especies más importantes en términos de volumen y valor neto es *Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn, *Cedrela odorata* L. y *Manilkara bidentata subsp. surinamensis* (Miq.) T.D. Penn; siendo *Acrocarpus fraxinifolius* la de mayor volumen con 8,86 m³, y *Cedrela odorata* la de mayor valor neto por árbol con S/. 1,358.45. Además, el total de ingresos bruto suma S/.1,3467.85, mientras que los egresos S/.10,281.86, quedando un valor neto total de S/. 3,185.99; y el valor neto por hectárea es de S/. 2,654.99, lo que refleja una rentabilidad moderada.

Tabla 16*Valoración real de los SAF de cacao*

Espece	Diámetro corta (cm)	Nº Árboles	Vol (m ³)	Total ingresos (S/.)	Total egresos (S/.)	Valor neto, árbol en pie (S/.)	Valor neto por parcela (S/.)	Valor neto por ha (S/.)
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn	30	2	8,86	6107,78	5493,47	614,31	40,95	511.92
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	30	1	0,20	141,13	126,94	14,19	0,95	11.83
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex. Schum.	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	1	1,31	2172,68	814,23	1358,45	90,56	1132.04
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	30	2	0,95	786,28	589,33	196,95	13,13	164.12
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	30	1	0,31	256,60	192,33	64,27	4,28	53.56
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	30	1	0,40	275,04	247,38	27,66	1,84	23.05
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	30	1	0,41	335,32	251,33	83,99	5,60	69.99
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	30	3	2,94	2185,95	1820,45	365,49	24,37	304.58
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Hura crepitans</i> L.	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Malpighia glabra</i> L.	30	1	0,29	201,20	180,96	20,24	1,35	16.86
<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	30	1	0,91	1005,87	565,44	440,43	29,36	367.03
<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Sapindus saponaria</i> L.	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	40	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<i>Tectona grandis</i> L. f.	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
Total		14	16,59	13,467.85	10,281.86	3,185.99	212.40	2,654.99

Valoración potencial desde el punto de vista maderable

Para determinar la valoración potencial desde el punto de vista maderable se debe conocer de cada árbol su Incremento Medio Anual (IMA) y su diámetro de corta, lo que permite tener el turno de corta, la cual los datos no fueron suficientes para calcularlo por eso tomó datos de fuentes bibliográficas científicas, así para los árboles que se cosecharan a los 30 cm de DAP, se estableció un turno de 18 años y para el caso de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) un turno de 25 años. Además, los resultados de volumen de la valoración real de las especies, se determinó el volumen del árbol en pie: *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg (0,20 m³), *Cedrela odorata* L. (1,31 m³), *Colubrina glandulosa* Rich. ex Brongn. (0,95 m³), *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. (0,31 m³), *Eucalyptus deglupta* Blume. (0,41 m³), *Guazuma crinita* Mart. (2,94 m³) y *Malpighia glabra* L. (0,29 m³). Para las otras especies, se determina a través de un Diámetro mínimo de corta de 35 cm y una altura comercial de 10 m, propios de sistemas agroforestales, para obtener el volumen de cada uno.

En la tabla 16 y el Anexo 21 se presenta la valoración potencial de los sistemas agroforestales (SAF) de cacao, en los que se identificaron 71 árboles distribuidos en 15 especies, con un volumen total de 69,74 m³. Entre las especies más valiosas destacan *Cedrela odorata* con 17,08 m³ y *Cordia alliodora* con 18,28 m³, que aportan significativamente al volumen total. Los ingresos totales generados por todas las especies alcanzan los S/. 103,211.55, mientras que los egresos suman S/. 32,922.60, resultando en un valor neto total de S/. 70,288.94, lo que evidencia una rentabilidad considerable de los SAF. La especie *Swietenia macrophylla* genera el mayor ingreso neto individual con S/. 35,232.11, seguida por *Cedrela odorata* con S/. 20,181.72. Además, los valores potenciales por árbol en pie más altos corresponden a *Swietenia macrophylla* (S/. 2,072.47) y *Cedrela odorata* (S/. 1,187.17). Finalmente, el valor neto por hectárea es de S/. 4,328.32.

Tanto el valor real y potencial de los SAF de cacao en las Provincias de Jaén y San Ignacio resaltan una buena rentabilidad de este tipo de sistemas agroforestales, especialmente la potencial.

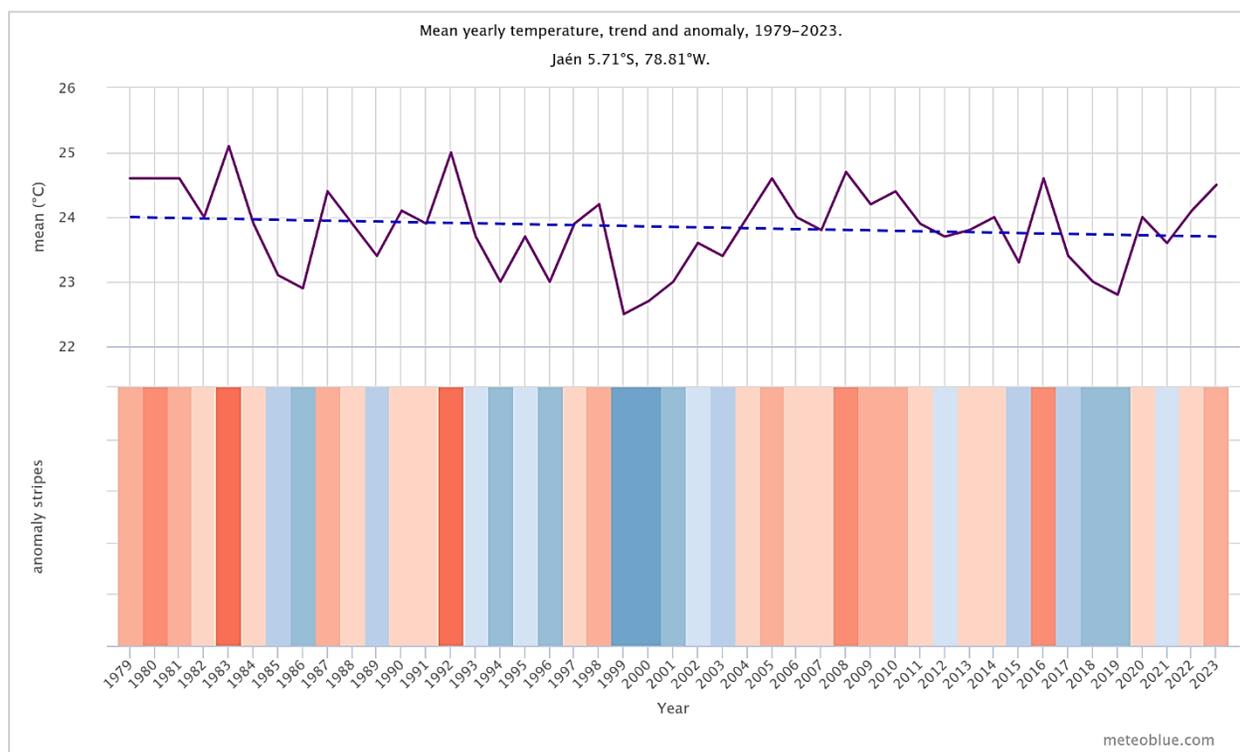
Tabla 17*Valoración potencial de los SAF de cacao*

Especie	Diámetro corta (cm)	Nº Árboles	Vol. (m ³)	Total ingresos (S/.)	Total egresos (S/.)	Valor neto, árbol en pie (S/.)	Valor potencial árbol en pie (S/.)	Valor neto por parcela (S/.)	Valor neto por ha (S/.)
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex. Schum.	30	4	3,85	4242,54	1816,69	2425,85	315,46	21,03	262,88
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	13	17,08	28244,82	8063,10	20181,72	1187,16	79,14	989,30
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	30	3	1,43	1179,42	673,38	506,04	65,80	4,39	54,84
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	30	19	18,28	15114,06	8629,27	6484,78	843,28	56,22	702,73
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	30	3	2,89	1988,69	1362,52	626,17	81,43	5,43	67,86
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	30	2	0,81	670,65	382,90	287,75	37,42	2,49	31,18
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	30	1	0,96	795,48	454,17	341,30	44,38	2,96	36,99
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	30	6	5,88	4371,89	2773,45	1598,44	207,86	13,86	173,22
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	30	1	0,96	662,90	454,17	208,72	27,14	1,81	22,62
<i>Hura crepitans</i> L.	30	1	0,96	928,06	454,17	473,88	61,62	4,11	51,35
<i>Malpighia glabra</i> L.	30	1	0,29	201,20	137,85	63,35	8,24	0,55	6,86
<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	30	5	4,81	3314,49	2270,86	1043,62	135,71	9,05	113,09
<i>Sapindus saponaria</i> L.	30	1	0,96	662,90	454,17	208,72	27,14	1,81	22,62
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	40	10	9,62	39773,83	4541,72	35232,11	2072,47	138,16	1727,06
<i>Tectona grandis</i> L. f.	30	1	0,96	1060,64	454,17	606,46	78,86	5,26	65,72
Total		71	69,74	103,211.55	32,922.60	70,288.94	5,193.98	346.27	4,328.32

4.1.4. *Influencia del cambio climático en las parcelas agroforestales en su crecimiento diamétrico con su estructura y composición florística en los tres niveles altitudinales*

Los efectos del cambio climático ya son evidentes con el cambio de temperatura. El derretimiento de los glaciares, el aumento del nivel de mar, al aumento de la desertificación, y el aumento de fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor, sequías inundaciones y tormentas. El cambio climático no es uniforme en todo el mundo y afecta a algunas zonas más que a otras. En las siguientes figuras se muestra como el cambio climático ha afectado a la Provincia de Jaén y San Ignacio durante los últimos 40 años. La fuente de datos utilizada es el Análisis Atmosférico y Climático Global ERA5 de Quinta Generación del ECMWF, que cubre el período 1979 a 2023.

Figura 11
Cambio anual de temperatura en la provincia de Jaén



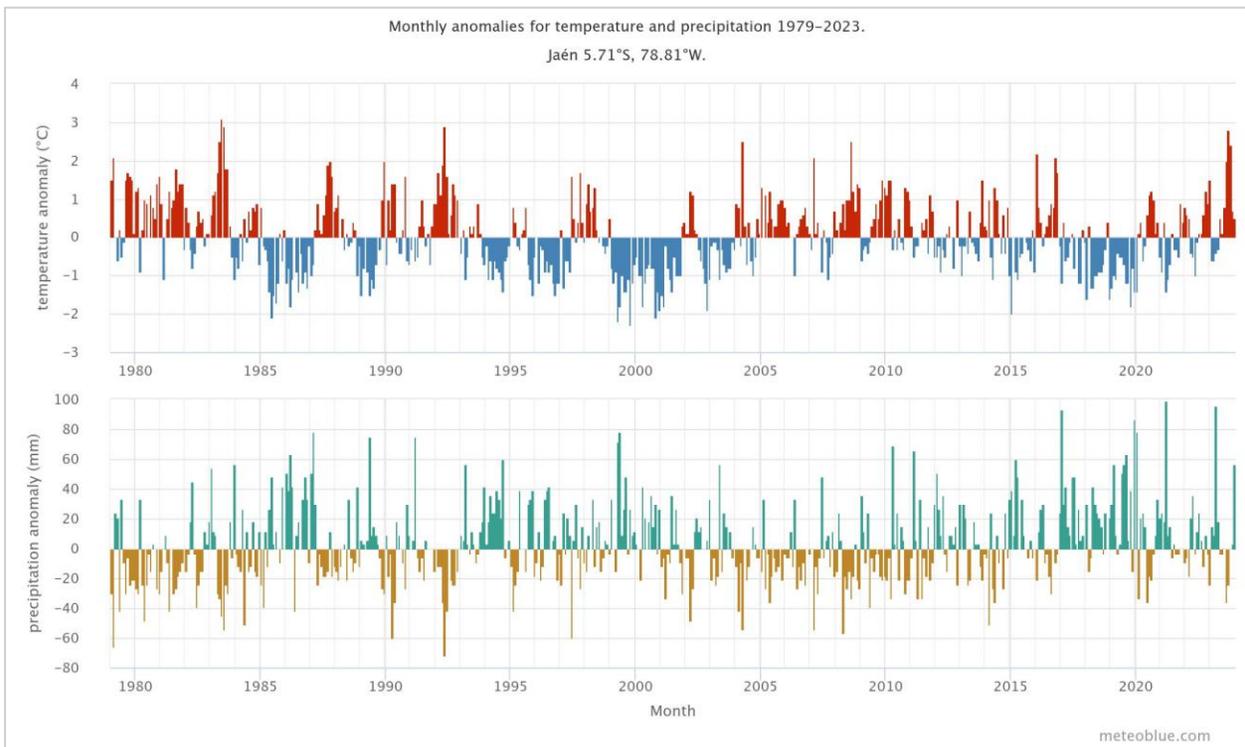
Nota. Variaciones mensuales y tendencia a lo largo de los años de la temperatura.

La figura 11, muestra la estimación media anual de la temperatura para la provincia de Jaén, la línea azul discontinua indica la tendencia lineal del cambio climático. Si esta línea se

inclina hacia arriba, de izquierda a derecha, indica un aumento de temperatura, lo que sugiere las condiciones de Jaén se están calentando debido al cambio climático. Si la línea es horizontal, no se observa una tendencia clara, mientras que si desciende, sugiere un enfriamiento de la región con el paso del tiempo. La parte inferior de la figura se muestra las llamadas “franjas de calentamiento”, cada franja de color corresponde a la temperatura media de un año: el azul representa los años más fríos y el rojo los más cálidos.

Figura 12

Cambio climático Jaén



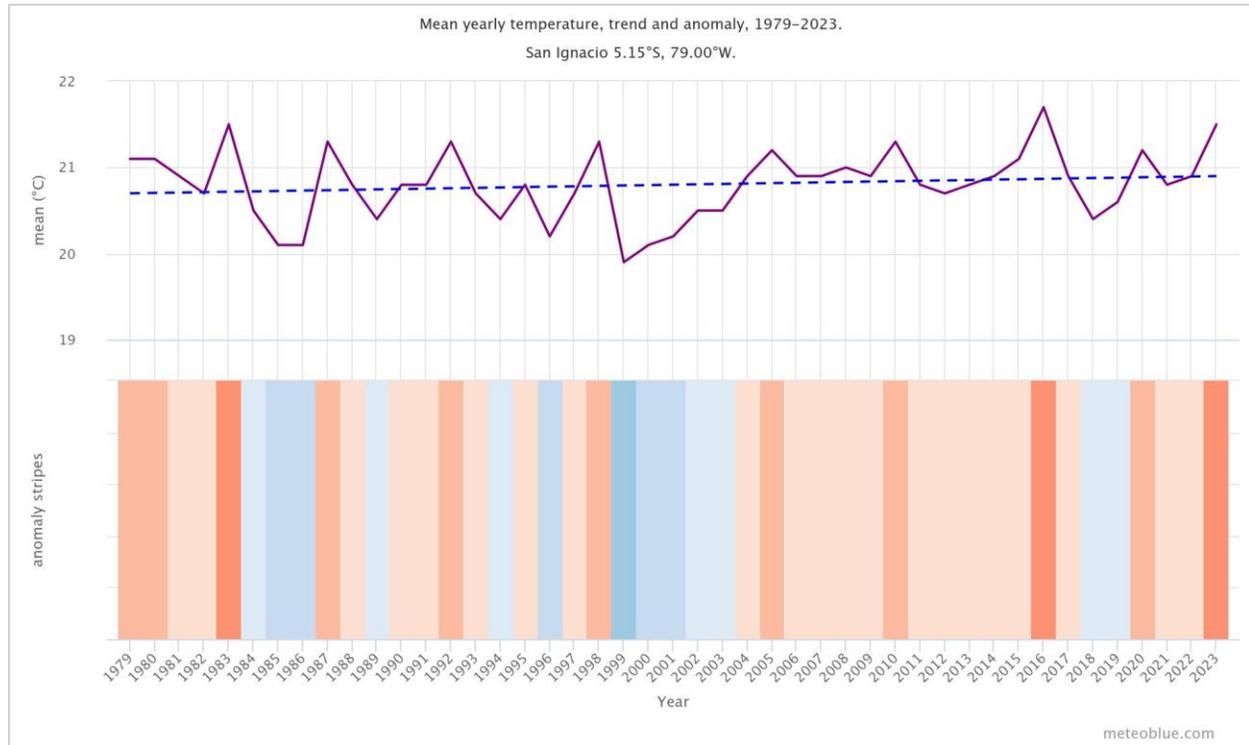
Nota. Anomalías de temperatura y precipitación

La figura 12, muestra las anomalías mensuales de temperatura desde 1979 hasta la actualidad. Los meses en rojo representan temperaturas más cálidas de lo normal, lo que refleja el calentamiento global asociado al cambio climático. En julio de 1983 se observa un aumento de 3.1 °C, siendo el valor más alto registrado, en comparación con octubre de 2023, que muestra un incremento de 2.8 °C. Por otro lado, el período en el que la temperatura descendió más, alcanzando una disminución de hasta 2,3 °C, se produjo entre los años 1999 y 2001.

Además, en cuanto a las precipitaciones, el color verde en la figura representa los meses más húmedos, mientras que el marrón indica los meses más secos de lo normal. En marzo de 2021, se registró un aumento de 99 mm, convirtiéndose en el mes más húmedo del período analizado, seguido de marzo de 2023, con un incremento de 96 mm.

Figura 13

Cambio anual de temperatura en la provincia de San Ignacio



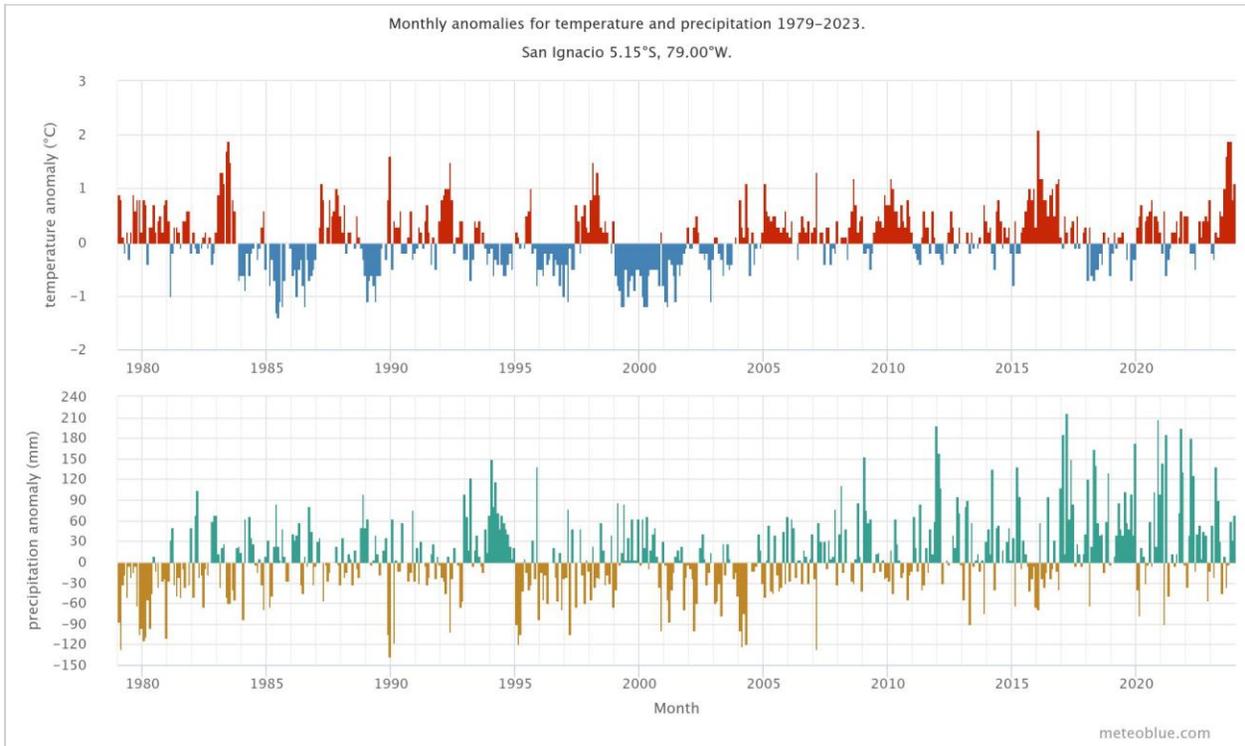
Nota. Variaciones mensuales y tendencia a lo largo de los años de la temperatura.

En la figura 13, nos muestra las variaciones de temperatura de los últimos 40 años de la provincia de San Ignacio, al igual que la figura 11 de la provincia de Jaén. Esta figura revela un aumento significativo de 1,6 °C en la temperatura media, que coincide con un incremento similar registrado en 1983, lo que sugiere un calentamiento en la Provincia.

En la parte inferior de la figura, se presentan las "franjitas de calentamiento", que facilitan la visualización de las fluctuaciones anuales en la temperatura. Cada franja de color está diseñada para representar la temperatura media de un año específico, donde el azul se utiliza para identificar los años más fríos y el rojo para aquellos más cálidos.

Figura 14

Cambio climático San Ignacio



Nota. Anomalías de temperatura y precipitación

La figura 14, muestra las anomalías de temperatura mensuales desde 1979 hasta la actualidad. Los meses destacados en rojo reflejan temperaturas superiores a lo habitual, lo que evidencia el calentamiento global relacionado con el cambio climático. En San Ignacio, se registró una anomalía de temperatura de 2,1 °C en febrero de 2016, seguida por una anomalía de 1,9 °C en octubre de 2023. Desde marzo de 2023, no se han registrado meses con anomalías negativas ni temperaturas frías. Además, es notable que las precipitaciones han mostrado una tendencia negativa.

Estos datos climáticos indican que, a mayor altitud, el calentamiento es más pronunciado, lo que sugiere que las especies forestales de las zonas altas comenzarán a adaptarse a las condiciones de las zonas bajas, y viceversa. Este fenómeno tiene importantes implicaciones para la composición florística y la estructura de los ecosistemas en diferentes altitudes. Por ejemplo, el cultivo de cacao, que es una especie de gran relevancia económica, podría expandirse hacia zonas más elevadas, donde antes no se cultivaba, facilitando así su desarrollo en nuevas áreas.

4.2. Discusiones

Tras la implementación y el análisis de los resultados, se logró responder a la pregunta planteada, se determinó cuál es la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático en las provincias de Jaén y San Ignacio. También, se cumplieron con los objetivos específicos propuestos. De forma general, se obtuvo la composición estructural de los sistemas agroforestales de cacao, así como su diversidad florística a nivel de altitudes y parcelas; asimismo los beneficios asociados a estos como la captura de carbono y su rentabilidad; y su relación con el cambio climático a través del análisis de la data climática, específicamente de los parámetros de temperatura y precipitación registrados en los últimos 40 años. Durante el desarrollo de este estudio, los instrumentos facilitaron la recolección y procesamiento de la información, asimismo se superaron obstáculos y limitaciones identificadas en la planificación. Los resultados obtenidos, alineados con los objetivos específicos, se analizan a continuación en relación con investigaciones previas sobre esta problemática.

Respecto al primer objetivo planteado, se obtuvo en la estructura vertical que las alturas de los árboles varían en función de los pisos altitudinales, lo cual es congruente con lo planteado en estudios previos. En los tres pisos altitudinales evaluados, la mayoría de las especies se encuentran en la clase de alturas entre 5 y 10 m, aunque cada piso muestra una especie dominante con alturas máximas específicas; *Acrocarpus fraxinifolius* en el primer piso (20 m), *Guazuma crinita* y *Manilkara bidentata* en el segundo (20 m), y *Bactris gasipaes* en el tercero (14 m). Sin embargo, en el primer piso altitudinal, solo un árbol alcanza los 20 m y el resto no supera los 11 m, mostrando una variabilidad mayor en comparación con los otros pisos, donde las alturas son más uniformes. Esto afirma que las condiciones edafoclimáticas de cada piso altitudinal influyen en el crecimiento de los árboles. Al comparar estos resultados por otros autores, se coincide con Ordoñez & Rangel-Ch (2021), quienes estudiaron sistemas agroforestales de cacao a una altitud de 610 m s.n.m y encontraron alturas que oscilan entre 3 y 21 m y la más frecuente es de 8 m y pocos individuos sobrepasan los 10 m; al igual que este estudio se evidencia una estructura vertical dominada por alturas relativamente bajas, y son pocas las especies que alcanzan alturas superiores. En contraste, Ebratt-Matute (2022) reportó sistemas agroforestales de Colombia un rango de alturas dominantes entre 12 y 15 m en parcelas

a una altitud de 900-1000 m s.n.m; esta discrepancia se atribuye a la diferencias de manejo, composición de los SAF, y no solo de las condiciones altitudinales. Por otro lado, el índice de Valor de Importancia (IVI) revela que el primer y segundo piso altitudinal la especie más dominante es *Cocos nucifera*, con un 14,21 % y un 10,13 % respectivamente, mientras que en el tercer piso es *Inga edulis* la especie dominante con un 18,87 %, seguida de *Cordia alliodora* (12,86 %), *Cedrela odorata* (9,30 %) y *Persea americana* (9,17 %). Estas especies muestran una alta adaptabilidad y predominio, la cual se atribuye a la calidad de sitio de cada altitud, que favorece su crecimiento y desarrollo. De igual manera, estudios realizados por Ruiz-Russi et al. (2023), Morán-Villa et al. (2022) también identifican a *Cedrela odorata* y *Persea americana* como especies dominantes en altitudes de entre 900 y 1500 m s.n.m. Por otro lado, Celi-Delgado y Aguirre-Mendoza (2022), junto con Ordoñez y Rangel-Ch (2021), señalan a *Cordia alliodora* como la especie dominante en los SAF de cacao, tanto en zonas bajas como medias y altas, desde los 697 hasta 3555 m s.n.m, coincidiendo con los resultados de Cruz (2022), quien obtuvo un IVI de hasta 26,71 % para esta especie con altitudes de 800 a 1300 m s.n.m. Estas especies han sido frecuentemente identificadas en otros estudios de SAF de cacao como las más dominantes. Sin embargo, otros autores, como Suarez-Venero et al. (2019), Gonzales & Vera (2019), han identificado especies similares a las de este estudio, incluyendo caoba, teca, cítricos y algunas leguminosas como la guaba, lo que sugiere una coincidencia en la estructura horizontal de especies dominantes en diversas investigaciones de SAF de cacao en distintas altitudes.

En cuanto al segundo objetivo, se registraron 270 individuos de 47 especies, 38 géneros y 25 familias, siendo fabaceae y Rutaceae las más abundantes. La diversidad alfa en nivel de pisos altitudinales muestra que el índice de Simpson varía entre 0,92 – 0,87, mientras que el índice de Shannon disminuye con la altitud (de 3,01 en zonas bajas a 2,50 en zonas altas), indicando mayor equidad en la distribución de especies en las zonas bajas, donde también se observa mayor riqueza de especies (Margalef con 6,24 y el de Chao-1 con 37,7). Estos resultados son consistentes con estudios con los de Morán-Villa et al. (2022) y Cruz (2022), aunque en sus casos el índice de Shannon aumenta con la altitud, posiblemente debido a diferencias ambientales o de especies estudiadas. Otros estudios, como Ruiz-Russi et al. (2023) y Ebratt-Matute (2022), reportan diversidad baja en SAF de cacao, reflejando índices de Simpson inferiores a 0,63 y de Shannon de 1,34; lo que sugiere una composición más homogénea en ese tipo de sistemas. Por su parte, Goñas (2023) obtuvo un índice de Chao de 17,33; bajo en

comparación al presente estudio, sugiriendo menos diversidad observada, posiblemente por especies no registradas y el área de estudio es menor por cada parcela. En general, las diferencias en la diversidad se atribuyen a variaciones en tipo de especies forestales, manejo de sistemas y condiciones específicas de cada estudio. La diversidad beta indica que las altitudes 1 y 2 representan mayor similitud en la composición de especies, y las parcelas en la altitud 1 son más similares entre sí que las de los otros dos pisos altitudinales. Por el contrario, en la altitud 3, aunque los valores de similitud entre algunas parcelas son altos, la variabilidad general es mayor. Esto indica que a medida que incrementa la altitud, las comunidades dominantes de especies se vuelven más disímiles, lo cual se relaciona a las condiciones de cada sitio, que influyen en la cantidad de especies que pueden adaptarse. Esto coincide con los resultados de Ruiz-Russi et al. (2023) donde obtienen una similitud de 33 % entre las parcelas estudiadas; resaltando que la diversidad beta entre SAF de cacao es baja a medida que se incrementa con la altitud.

Los beneficios asociados a sistemas agroforestales de cacao, enmarcados en el tercer objetivo, incluyen la captura de carbono y la rentabilidad respecto a una valoración real y potencial del componente arbóreo. Los resultados muestran que, con el aumento de altitud, la biomasa y el CO₂ almacenado por hectárea disminuyen, aunque el número de individuos y especies no siguen una tendencia claramente decreciente. En la altitud 1, la biomasa por hectárea es mayor (13,896 Mg) y la captura de CO₂ es de 25,5 Mg, a pesar de tener un menor número de individuos, sin embargo estos resultados se atribuyen a que una especie representada por un solo individuo que aporta más de la mitad de biomasa y CO₂ de este nivel, así como al mayor número de especies. En la altitud 2, la biomasa disminuye a 12,034 Mg y el CO₂ a 22,083 Mg, aunque el número de individuos es mayor que en la altitud 1. En la altitud máxima la biomasa y la captura de CO₂ es baja, lo que podría deberse a que, en este nivel, predominan especies de densidad básica baja y de más individuos. Esto es consistente con Valverde (2019), quien encontró que la captura de carbono en parcelas de cacao se incrementa con una mayor diversidad de especies; al igual que en esta investigación los altitudes con más especies, almacenan más biomasa y capturan más CO₂, y con Salvador-morales et al. (2019), quienes reportan que los sistemas agroforestales almacenan un 75 % del carbono de la biomasa aérea en cultivos de cacao, frente al 25 % del cacao en sí, destacando la importancia del componente forestal integrados con cultivo de cacao.

En la valoración económica de los SAF de cacao evaluados, muestran a menos de la mitad del total de especies identificadas con potencial maderable, de las cuales 10 están en la edad de aprovechamiento y 15 aún no alcanzan su DMC. El valor neto por hectárea en la valoración real, considerando únicamente los aprovechables maderables, fue de S/. 2654,99; mientras que por parcela fue S/.212,40; y *Acrocarpus fraxinifolius* y *Cedrela odorata* destacaron con los mayores valores neto. En cuanto a la valoración potencial, el valor neto por hectárea alcanzó S/. 4328,32 y por parcela fue de S/.346,27; siendo *cedrela odorata* y *Cordia alliodora* las especies de mayor aporte en volumen comercial. Ambas valoraciones muestran una rentabilidad moderada, ya que incluyen todos los costos de aprovechamiento, transformación, comercialización, administrativos, legales, representación, y de capital. Esto es importante, pues muchas valoraciones económicas de SAF tienen valores más altos, ya que suelen omitir estos costos. La variación del valor neto entre las valoraciones se debe a la cantidad de número de árboles, el número especies y el valor potencial de cada árbol en pie. Esto concuerda con Vasques-Tarrillo et al. (2021), quienes estimaron un valor económico arbóreo que sobrepasa los S/. 1,343.63 por hectárea, y con Zumaeta & Díaz (2021), quienes afirman que los SAF de cacao son más rentables que el cultivo de cacao puro, ya que se puede lograr generar ingresos de hasta S/. 72,444.67 al año por hectárea.

En cuanto al último objetivo sobre la influencia del cambio climático en los sistemas agroforestales de cacao, los datos muestran que en la provincia de Jaén, las temperaturas y precipitaciones han aumentado en los últimos 40 años, pero es muy poco; mientras que en San Ignacio, donde las altitudes son mayores, las temperaturas van en aumento, pero las precipitaciones han disminuido, provocando sequías y afectando la vegetación local. Este cambio climático puede favorecer a las especies forestales de las zonas altas para que se adapten y migren a las zonas bajas y viceversa, lo cual favorecería una mayor diversidad florísticas en cada área. Asimismo, el cultivo de cacao podría expandir sus zonas de aptitud óptima, lo que incrementaría la captura de carbono y, en consecuencia, su valor real y potencial de su componente arbóreo. Sin embargo, es probable que algunas especies no se adapten y se vean afectadas negativamente por estos cambios ambientales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó la composición estructural de los sistemas agroforestales de cacao en las provincias de Jaén y San Ignacio; encontrándose que en la estructura vertical la mayoría de las especies se encuentra entre 5 a 10 m, con pocas superando este rango. En la estructura horizontal, el Índice de Valor de Importancia (IVI) identifica a *Cocos nucifera* como la especie más dominante en la altitud 1 y 2 con un 14,21 % y un 10,13 %, respectivamente; mientras que en la altitud 3 son *Inga edulis* con un 18,87 %, seguida de *Cordia alliodora* (12,86 %), *Cedrela odorata* (9,30 %) y *Persea americana* (9,17 %).

Se estimó la diversidad florística de los sistemas agroforestales de cacao, dónde se registraron un total de 270 individuos, distribuidos en 47 especies; indicando una alta diversidad florística. La diversidad alfa, medida por el índice de Simpson (0,92 y 0,97), confirman esta alta diversidad, especialmente en la altitud baja, donde las especies están más equilibradas según el índice de Shannon (3,01). La diversidad beta revela que las altitudes 1 y 2 presentan una mayor similitud en la composición de especies, con un 39 % de similitud, lo que indica una composición más homogénea entre estas altitudes.

Se identificaron los beneficios asociados los sistemas agroforestales de cacao, evidenciando un mayor contenido biomas de 13,896 Mg y captura de CO₂ con 25,5 Mg por hectárea en la altitud baja, debido a la mayor diversidad de especies. Además los SAF de cacao poseen una rentabilidad moderada, ya que en la valoración económica real, el valor neto por hectárea fue de S/. 2654,99, mientras que por parcela fue S/.212,40, y *Acrocarpus fraxinifolius* y *Cedrela odorata* las de mayor valor. Mientras que en la valoración potencial, el valor neto por hectárea alcanzó S/. 4328,32 y por parcela fue de S/.346,27, siendo *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora* las especies de mayor aporte en volumen comercial.

Se determinó la influencia del cambio climático en las especies forestales que conforman los SAF de cacao en Jaén y San Ignacio, lo que indica que en las zonas altas están siendo más

afectadas que las bajas, por tanto las especies de zonas altas pueden adaptarse a las zonas bajas y viceversa, así como el cacao puede expandir sus zonas de aptitud óptima, lo que incrementaría la captura de carbono y, en consecuencia, su valor real y potencial se su componente arbóreo. Aunque algunas especies podrías no adaptarse.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca, a través de la Escuela de Ingeniería Forestal, instalar parcelas agroforestales de cacao para muestreo permanente donde se pueda estudiar de manera longitudinal el impacto del cambio climático en la estructura y diversidad florísticas de estos en Jaén y San Ignacio; esto permitirá evaluar cuales son los factores climáticos que tienen mayor influencia en la distribución y dominancia de las especies, y promover el desarrollo de estrategias sostenibles de los sistemas agroforestales.

Se recomienda a las instituciones públicas y privadas, relacionadas con el desarrollo de la agricultura sostenible a través de la agroforestería, implementar programas de apoyo técnico y financiero a los propietarios de los SAF de cacao, para que la producción de este cultivo se incremente y alcance la importancia del cultivo de café.

Se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca que promueva a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal, seguir estudiando la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales asociados a diversos productos agrícolas de la provincia de Jaén y San Ignacio, con miras a su aprovechamiento futuro.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Aguirre, N. (2016). Estructura y dinámica del ecosistema forestal. *Centro de Investigación Tropicales Del Ambiente y Biodiversidad*. <https://nikolayaguirre.com/wp-content/uploads/2013/04/4-estructura-y-dinamica-de-bosques.pdf>
- Aguirre, Z. (2019). Métodos para medir la biodiversidad. In Universidad Nacional de Loja (Ed.), *M&T – Manuales y Tesis SEA* (Primera). https://www.academia.edu/43784264/MÉTODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDA
- Alfaro, F. M., & Pizarro-Araya, J. (2017). Estimación de la riqueza de coleópteros epigeos de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Regiones de Atacama y Coquimbo, Chile). *Gayana (Concepción)*, 81(2), 39–51. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382017000200039>
- Ali, M. M., Ahmad, B., Bari, M. S., Pal, A. C., Rahman, M. L., & Sarmin, I. J. (2024). An assessment of agroforestry as a climate-smart practice: Evidences from farmers of northwestern region of Bangladesh. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 7(2). <https://doi.org/10.1002/agg2.20501>
- Almeyda, R. (2023). *Sistemas Agroforestales* [Universidad Nacional de Ucayali]. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6685/B10_2023_UNU_AGRONOMIA_2023_M_RICHARD-ALMEYDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alvis, J. (2009). Structural analysis of a natural forest area located in the rural municipality of Popayán. *Universidad Del Cauca*.
- Ballesteros-Possú, W., Valencia, J. C., & Navia-Estrada, J. F. (2022). Assessment of a Cocoa-Based Agroforestry System in the Southwest of Colombia. *Sustainability*, 14(15), 9447. <https://doi.org/10.3390/su14159447>
- Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V, Wkh, R. Q., ... فاطمی, ح (2015). Diseño no experimental. *Syria Studies*, 7(1).

- Bentrup, G., Cernusca, I., & Gold, M. (2018). Apoyo a los paisajes agrícolas estadounidenses en condiciones cambiantes mediante la agroforestería: una bibliografía comentada. *Bibliografías y Literatura de Agricultura 137*. Washington, DC: Servicio Forestal Del Departamento de Agricultura de Los EE. UU., 63 p.
<https://research.fs.usda.gov/treesearch/56389>
- Castro, J. J., Gómez, L. K., & Camargo, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140–174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Celi-Delgado, L., & Aguirre-Mendoza, Z. (2022). Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2626
- Chao, A. (1984). Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11(4), 265–270. <http://www.jstor.org/stable/4615964>
- CONAFOR. (2012). *Glosario*.
[https://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?page_id=436#:~:text=Arboreo \(estrato\)%3A Porción de,superior%2C constituida principalmente por árboles.](https://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?page_id=436#:~:text=Arboreo%20constituida%20principalmente%20por%20arboles)
- Cruz, K. R. (2022). *Diversidad de especies arbóreas en sistemas agroforestales con cacao (Theobroma cacao L.) fino aroma en el distrito de Cajaruro, provincia Utcubamba*.
<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>
- Cuenca, M. E., Jadán, O., Cueva, K., & Aguirre, C. (2014). Carbon Storage and allometric equations for species groups and lowland forest, Ecuadorian Amazon. *Cedamaz*, 4(1), 21–31.
- Dávila, T. (2019). *Diferencia de la estructura horizontal y estructura vertical de un bosque seco y húmedo pre montano en concesiones para la conservación, San Martín, 2019* [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6418/Tania_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ebratt Matute, D. (2022). Composición florística y estructura de las especies de sombrío en los sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la subregión de los Montes de María, Bolívar-Colombia. *Intropica*, 47–60. <https://doi.org/10.21676/23897864.4495>
- FAO. (2017). *Monitoreo forestal nacional*.
- FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. <https://www.fao.org/3/i9535es/i9535es.pdf>
- FAO. (2023, September 11). *Reduciendo emisiones a través de la agroforestería climáticamente inteligente en Viet Nam*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/support-to-investment/our-work/success-story-detail/es/c/1650177/>
- Fernández-Henarejos, A. del C. T. (2024). La dimensión social y la Educación en los planes de sostenibilidad de la empresa: estudio de un caso único. *Brazilian Journal of Business*, 6(1), 229–240. <https://doi.org/10.34140/bjbv6n1-018>
- Gonzáles, V. J., & Vera, L. Ú. (2019). *Efecto de los sistemas agroforestales en el desarrollo sostenible del ámbito de influencia de la Interoceánica Sur en el distrito de Tambopata, Madre de Dios, Perú, 2018*.
- Holguín-Estrada, V. A., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O. A., Yerena-Yamallel, J. I., & Pequeño-Ledezma, M. Á. (2021). Estructura vertical de un bosque de galería en un gradiente altitudinal en el noroeste de México. *Polibotánica*, 51. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.4>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *RESUMEN DE LOS CENTROS POBLADOS*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1541/resumen.pdf
- IPCC. (2008). *Cambio climático 2007: informe de síntesis*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf

- Jara, R. A. (2016). *Almacenamiento de carbono en el suelo en dos tipos de sistemas agroforestales cacao (Theobroma cacao L.) y café (Coffea arábica L.) en Hermilio Valdizan*.
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1363/JSRA_2016.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- López, A. (2018). *El sistema agroforestal de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio de Acacoyagua, Chiapas, México*.
- López, F. J. (2018, June 8). *Beneficio*. Economipedia.
<https://economipedia.com/definiciones/beneficio.html>
- Margalef, R. (1973). *Information theory in ecology*.
- Mathews, L. J. (2019). *Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono de especies maderables en un bosque de colina baja en la provincia Tahuamanu - Madre de Dios*. <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6325>
- Mena-Mosquera, V. E., & Andrade, H. (2021). Potencial de reducción de emisiones y captura de carbono en bosques y sistemas agroforestales con cacao en el Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 69(4), 1252–1263. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i4.45927>
- MIDAGRI. (2024). *Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector*. SIAE - Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias.
https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2021). *Lineamientos para la valoración económica de la diversidad forestal y fauna silvestre* (p. 52).
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1980114/Lineamientos de VEDFFS %28MINAM%29.pdf.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1980114/Lineamientos%20de%20VEDFFS%20MINAM%29.pdf.pdf)
- Molina, A. (2023, March 28). *Producción sostenible de cacao: Cómo los sistemas agroforestales son clave para lograr nuestro modelo de triple impacto*. Luker Chocolate.
- Morán-Villa, V. L., Monterroso-Rivas, A. I., Gómez-Díaz, J. D., Márquez-Berber, S. R., &

- Valdes-Velarde, E. (2022). Composición florística y arreglo de sistemas agroforestales de cacao en Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(2).
<https://doi.org/10.56369/tsaes.3840>
- Moreno, C. E. (2001). *M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Primera Edición: 2001 Título del volumen: Métodos para medir la biodiversidad*. <http://entomologia.rediris.es/sea>
- Muthee, K., Duguma, L., Majale, C., Mucheru-Muna, M., Wainaina, P., & Minang, P. (2022). A quantitative appraisal of selected agroforestry studies in the Sub-Saharan Africa. In *Heliyon* (Vol. 8, Issue 9, p. e10670). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10670>
- Núñez, I., Gonzáles_Glaudino, E., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *INCI [Online]*, 28, 387–393.
- Ordoñez, C. M., & Rangel-Ch, J. O. (2021). Floristic composition and aspects of the structure of the vegetation in agroforestry systems with cocoa (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) in the department of Huila, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(173), 1033–1046. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1183>
- Orozco, L. (2019). *Directrices Técnicas para diseñar SAF-Cacao Climáticamente Inteligentes-El Salvador*. http://cci.alianza-cac.net/media/archivosCuadernos/Directrices_Técnicas_para_diseñar_SAF-Cacao_Climáticamente_Inteligente_NrCCb9n.pdf
- OSINFOR. (2021). *Estudio ecológico de la estructura vertical de las principales especies forestales maderables en la amazonía peruana* (Primera ed).
<https://www.gob.pe/institucion/osinfor/informes-publicaciones/2059520-estudio-ecologico-de-la-estructura-vertical-de-las-principales-especies-forestales-maderables-en-la-amazonia-peruana>
- Osorio, U. (2022, February 15). *Qué es la biodiversidad*. Ecologiaverde.Com.
<https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/5pSm4P9eC6YXNUuTQ385DY/lists/2qj6jJSqrzR3iJGY9GiZqJ/>
- Palma, J. M., Torres, J. A., & Valdés, E. (2022). Tecnologías agroforestales para la adaptación y

mitigación al cambio climático. In *Tecnologías agroforestales para la adaptación y mitigación al cambio climático*. Universidad de Colima.

<https://doi.org/10.53897/LI.2022.0011.UCOL>

Pérez, I. (2016). *Potencial maderero de un bosque natural de terraza baja, con fines de manejo, Cuenca del Río Itaya, Loreto, Perú*.

https://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4473/Jose_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Piña, M., & Márquez, E. (2019). EVALUACIÓN INTEGRAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO EN DOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE. In *Universidad de Sucre* (Vol. 45, Issue 45).

Piñeros, K. (2018, November 7). *Clasificación y estructura interna del bosque*.

<https://es.slideshare.net/kimberlynveronica/clasificacion-y-estructura-interna-del-bosque>

Quijada, G. E. M., Balderas, J. M. M., Garza, E. J. T., Calderón, Ó. A. A., Rodríguez, E. A., & Yamallel, J. I. Y. (2020). Diversity, structure and floristic composition of temperate forests of southern Nuevo León state. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(61).

<https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i61.703>

Raneri, J. E., Oliveira, S., Demers, N. R., Asare, R., Nuamah, S., Dalaa, M. A., & Weise, S. (2021). A rapid tree diversity assessment method for cocoa agroforestry systems.

Ecological Indicators, 130, 107993. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107993>

Revilla-Chávez, J. M., López-Galan, E. E., Gonzales-Alvarado, A. C., Manturano-Perez, R. D., Sáenz-Ramírez, L. H., Guerra-Arevalo, H., Rojas, K. C., & Mori-Vásquez, J. A. (2022). Valoración económica de plantaciones de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en Ucayali, Perú. *Folia Amazon*, 31(2), 243–257. <http://www.scielo.org.pe/pdf/fa/v31n2/1018-5674-fa-31-02-243.pdf>

Rojas-Briceño, N. B., García, L., Cotrina-Sánchez, A., Goñas, M., Salas López, R., Silva López, J. O., & Oliva-Cruz, M. (2022). Land Suitability for Cocoa Cultivation in Peru: AHP and MaxEnt Modeling in a GIS Environment. *Agronomy*, 12(12), 2930.

<https://doi.org/10.3390/agronomy12122930>

- Ruiz-Russi, D. A., Escobar-Pachajoa, L. D., Montealegre Bustos, F., Galvis Neira, D. A., Camacho Diaz, J. E., Jaimes Suarez, Y. Y., & Rojas Molina, J. (2023). Caracterización de sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L) en tres municipios del departamento de Boyacá, Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.4801>
- Salgado-Mora, M., Interciencia, G. I.-N.-, & 2007, undefined. (2007). Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Ve.Scielo.OrgMG Salgado-Mora, G Ibarra-Núñez, JE Macías-Sámamo, O López-Báez Interciencia, 2007•ve.Scielo.Org, 33(11), 763–768. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001100009*
- Salvador-Morales, P., Cámara-Cabrales, L. del C., Martínez-Sánchez, J. L., Sánchez-Hernandez, R., & Valdés-Velarde, E. (2019). Diversity, structure and carbon of the arboreal vegetation on cocoa agroforestry systems. *Madera y Bosques*, 25(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511638>
- SERFOR. (2021). Sistemas Agorforestales. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2057503/Sistemas_Agroforestales.pdf.pdf
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163(4148), 688–688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Suarez-Venero, G. M., Avendaño-Arrazate, C. H., Ruiz-Cruz, P. A., & Estrada-de-los-Santos, P. (2019). Estructura e impacto de la diversidad taxonómica en cacao del Soconusco, Chiapas, México. *Agronomía Mesoamericana*. <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34032>
- USDA. (2020). *¿Cómo puede la agroforestería apoyar la mitigación del cambio climático en el Nordeste?* <https://www.climatehubs.usda.gov/hubs/northeast/como-puede-la-agroforesteria-apoyar-la-mitigacion-del-cambio-climatico-en-el>

- USDA OCE. (2016). U . S . Agriculture and forestry Greenhouse Gas Inventory 1990–2013. In *United States Department of Agriculture* (Issue 1943).
https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/USDA_GHG_Inventory_1990-2013_9_19_16_reduced.pdf
- Valdez, M. C. G., Guzmán, L. M. A., Valdés, G. A., Forougbakhch, P. R., Alvarado, V. M. A., & Rocha, E. A. (2018). Structure and diversity of the vegetation of pristine scrubland in Tamaulipas, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Valencia, X. G., Rosero, E. G., Yépez, E. S., & Jaramillo, J. R. (2023). Inventario de recursos forestales del área de intervención de la concesión minera no metálica en Otavalo, provincia Imbabura. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e144. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e144>
- Valenzuela, J. F. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao sistemas agroforestales sostenibles*. www.chocolates.com.co
- Valverde, J. (2019). Captura de carbono y diversidad florística en la dinámica del cambio de uso de la tierra. In *Universidad Nacional Agraria la Molina*.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4203/valverde-quiros-jean-carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vásquez-Tarrillo, R. W., Salinas, A. J. C., Chávez, M. L. D., & Berrocal, M. M. (2021). Caracterización de los sistemas de producción bajo un enfoque de sistemas agroforestales de la cuenca media margen derecha del río Huallaga - Aucayacu. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 4581–4595. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-139>
- Zumaeta, S., & Díaz, A. S. (2021). Caracterización y valoración económica en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) en los departamentos de Amazonas y San Martín. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(3).
<https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.602>

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Escala
Estructura	Forma como están dispuestos los árboles que constituyen un bosque (Piñeros, 2018, p. 4)	Estructura vertical Estructura horizontal	Alturas Índice de valor de importancia (IVI)	Formato digital	De razón
Diversidad florística	Variedad de especies de plantas presentes en un determinado ecosistema y es esencial para su funcionamiento (Quijada et al., 2020).	Diversidad alfa Diversidad beta	Riqueza de especies Índice de Margalef Índice de heterogeneidad de Shanon-Winer Índice de uniformidad de Simpson Índice de Chao-1 Índice de Jaccard Índice de Morisita-Horn Índice de Cody	Formato digital	De razón
Beneficios asociados	Se refiere a cualquier bien, utilidad y ganancia, ya sea tangible o intangible, que se genera como resultado de una acción (F. J. López, 2018)	Ambiental Económico	Captura de carbono Rentabilidad	Formato digital	De razón
Cambio climático	Cambios a largo plazo del clima, que se presenta como una amenaza para la humanidad (Fernández-Henarejos, 2024, p. 1).	Temperatura Precipitación	C° mm	Registros	De razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
	GENERAL			
	<p>Evaluar la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024</p>		Estructura	<p>Tipo y diseño: Aplicativa, no experimental</p>
	ESPECÍFICOS			
<p>¿Cuál es la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024?</p>	<p>Determinar la composición estructural de los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes condiciones climáticas por altitud en las provincias de Jaén y San Ignacio.</p>	<p>Es posible evaluar la estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024</p>	Diversidad florística	<p>Población: Parcelas agroforestales de cacao</p> <p>Muestreo: Aleatorio estratificado</p> <p>Muestra: 15 parcelas distribuidas en 3 pisos altitudinales</p>
	<p>Estimar la diversidad florística asociada a los sistemas agroforestales de cacao ubicadas en tres diferentes condiciones climáticas por altitud en las provincias de Jaén y San Ignacio</p>		Beneficios asociados	<p>Técnica: Observación</p>
	<p>Identificar los beneficios asociados a los sistemas agroforestales de cacao y su relación con sus condiciones climáticas en las provincias de Jaén y San Ignacio</p>			
	<p>Determinar de la influencia del cambio climático en las parcelas agroforestales en su crecimiento diamétrico con su estructura y composición florística en los tres niveles altitudinales</p>		Cambio climático	<p>Instrumentos: Formato digital Registros</p>

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL - FILIAL JAÉN



PROYECTO:
"Estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024"

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

"Estructura y diversidad florística"
 (Software QField)
 (Creado por OPENGIS.ch LLC - 2024)

N°	Parcela	Código	Familia	Especie	Este	Norte	Altitud	CAP (cm)	DAP (m)	HC (m)	HT (m)	Edad	Volumen (m³)	Observaciones

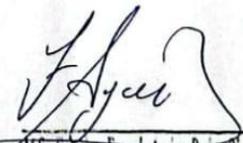
Software



BY: QField

OBSERVACIONES:

- Se ha creado la información del proyecto en QGIS, la cual fue exportada y transferida a QField para su uso en campo. Con esta herramienta, se registrarán datos directamente desde el terreno, integrándolos en tiempo real al proyecto inicial, facilitando la recolección y actualización.


M.Sc. Fernando Aguayo De Los Rios
INGENIERO FORESTAL
REG. CIP 79150



PROYECTO:
"Estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024"

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

"Beneficios asociados"
 (Elaboración propia)

Biomasa y carbono para especies forestales

N°	Especie	Volumen comercial (m³)	Densidad (g/cm³) *	Biomasa fuste (Mg)	FEB**	Biomasa total (Mg)	Carbono total (Mg)	C02 total (Mg)	Área (ha)	C02 total/ha (Mg)
Biomasa y carbono total										

Valoración económica

Valor Real									
Especie	Diámetro corta (cm)	N° Árboles	Vol (m³)	Cálculo de los ingresos (I)	Cálculo de egresos (E)	Valor neto, árbol en pie (S/.)	valor real árbol en pie (S/.)	valor neto por parcela (S/.)	valor neto por ha (S/.)
Total									

Valor Potencial									
Especie	Diámetro corta (cm)	N° Árboles	Vol (m³)	Cálculo de los ingresos (I)	Cálculo de egresos (E)	Valor neto, árbol en pie (S/.)	valor potencial árbol en pie (S/.)	valor neto por parcela (S/.)	valor neto por ha (S/.)
Total									

*Densidad de la madera tomada de fuentes secundarias tipo tesis o artículos científicos.

**Factor de Expansión de Biomasa, según Cuenca et al. (2014)¹; para estimar la biomasa aérea total del árbol.

- Cuenca, M. E., Jadán, O., Cueva, K., & Aguirre, C. (2014). Carbon Storage and allometric equations for species groups and lowland forest, Ecuadorian Amazon. *Cedamaz*, 4(1), 21-31.

• Valoración de árbol en pie

$$V_{ap} = I - E$$

$$I = Q \cdot P$$

$$E = C_0 + C_s + C_k + MBR$$

• Valor futuro

$$VA = \frac{VF}{(1+r)^n}$$


 M.Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Rios
 INGENIERO FORESTAL
 REG. CIP 79150



PROYECTO:
"Estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024"

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

"Cambio climático"
 (Elaboración propia)

Fecha	Ubicación (Provincia)	Temperatura media anual (°C)	Temperatura Anomalía (°C)	Precipitación media anual (mm)	Precipitación - Anomalía (mm)

OBSERVACIONES:

- Los datos climáticos históricos del periodo 1979 a 2023 se extraerán de Meteoblue, un servicio meteorológico desarrollado por la Universidad de Basilea, que utiliza información proporcionada por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú).


 M.Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Rios
 INGENIERO FORESTAL
 REG. CIP 79150

Anexo 4. Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL - FILIAL JAÉN



PROYECTO:
"Estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024"

Ficha de validación (juicio de expertos)

FICHA DE VALIDACIÓN				
TÍTULO			AUTORES:	
Estructura y diversidad florística de sistemas agroforestales de cacao en el marco del cambio climático, Jaén y San Ignacio 2024			Eva Yanela Alberca Cruz	
VARIABLES EMPLEADAS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS
				EXPERTO 1
Estructura	Estructura Vertical	Estrato	Formato digital	0.90
	Estructura Horizontal	Índice de Valor de Importancia (IVI)		
Diversidad florística	Diversidad alfa	Riqueza de especies	Formato digital	0.90
		Índice de Margalef		
		Índice de heterogeneidad de Shanon-Winer		
		Índice de uniformidad de Simpson		
	Diversidad beta	Índice de Chao-1		
		Índice de Jaccard		
Beneficios asociados	Ambiental	Captura de carbono (Mg)	Formato digital	0.90
	Económico	Rentabilidad (\$/.)		
Cambio climático	Temperatura	°C	Registros	0.90
	Precipitación	mm		
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (según Hernández, 2014)			Sumatoria	3.60
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria/(n° de instrumentos)	
De 0 a 0.60		Inaceptable		
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente		
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable		
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena	Promedio de la validez obtenida	
Mayor a 0.90		Excelente		
EXPERTO 1				

Fuente: Elaboración Propia

M.Sc. *[Firma]*
 INGENIERO FORESTAL
 REG. CIP 79150



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL - FILIAL JAÉN



Validación de instrumento – experto 1

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulada con lenguaje comprensible													X
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos													X
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación													X
4. Organización	Existe una organización lógica													X
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis													X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													X
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													X
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

Promedio de valoración	<input type="text" value="99"/>	Nombre del especialista: ING. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre de los Rios
Luego de revisar el instrumento:		Nº CIP: 79150
procede su aplicación	<input checked="" type="checkbox"/>	Firma y sello:
debe corregir:	<input type="checkbox"/>	
Poner unidades en cuanto a indicadores de variables de beneficios asociados		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Inventario del piso altitudinal < 800 m s.n.m

Nº	Parcela	Código	Familia	Especie	Nombre común	Este	Norte	Altitud	CAP (cm)	DAP (m)	HC (m)	HT (m)	Volumen comercial (m³)	Edad
1	1	P1_01	Bombacaceae	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Zapote	744009	9401159	1	116	0,37	11	15	0,763	12
2	1	P1_02	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	743969	9401221	1	37	0,12	1	5	0,007	8
3	1	P1_03	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	743977	9401204	1	57	0,18	1	5	0,017	8
4	1	P1_04	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	744019	9401128	1	85	0,27	3	9	0,112	18
5	1	P1_05	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	744028	9401141	1	72	0,23	2	8,5	0,053	11
6	1	P1_06	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	744021	9401138	1	27	0,08	2,5	5	0,009	5
7	1	P1_07	Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima	744024	9401133	1	66	0,21	2	5	0,045	10
8	1	P1_08	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	744031	9401131	1	68	0,22	2	4,5	0,048	8
9	1	P1_09	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	744028	9401137	1	176	0,56	2	10	0,320	11
10	1	P1_10	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	744003	9401166	1	120	0,38	2	8	0,149	10
11	1	P1_11	Rutaceae	<i>Citrus</i> × <i>tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	Naranja Tanjelo	743992	9401181	1	55	0,17	3	3	0,046	8
12	1	P1_12	Rutaceae	<i>Citrus</i> × <i>tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore,	Naranja Tanjelo	743963	9401209	1	62	0,20	1	7	0,020	8
13	1	P1_13	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	743997	9401124	1	92	0,29	1	9	0,044	18
14	2	P2_01	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759701	9374769	1	18,5	0,06	1	3	0,002	2
15	2	P2_02	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759697	9374778	1	16,3	0,05	1	3	0,001	2
16	2	P2_03	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759697	9374778	1	15,5	0,05	1	3	0,001	2
17	2	P2_04	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759690	9374778	1	12,8	0,04	1	3	0,001	2
18	2	P2_05	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759718	9374790	1	15,8	0,05	1	3	0,001	2
19	2	P2_06	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759717	9374791	1	13,5	0,04	1	3	0,001	2
20	2	P2_07	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	759717	9374792	1	13	0,04	1	3	0,001	2
21	2	P2_08	Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	759717	9374792	1	28,2	0,09	1	3	0,004	8
22	2	P2_09	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	759717	9374792	1	132,5	0,42	3	5	0,272	12
23	2	P2_10	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	759698	9374837	1	114	0,36	2,5	5	0,168	10
24	2	P2_11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	759731	9374815	1	120	0,38	3	4	0,223	12
25	2	P2_12	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	759727	9374819	1	126	0,40	2	4	0,164	12

26	2	P2_13	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	759727	9374819	1	161	0,51	3	5	0,402	12
27	2	P2_14	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	759727	9374819	1	125,4	0,40	3	6	0,244	12
28	3	P3_01	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	743384	9413510	1	195	0,62	3	6	0,590	50
29	3	P3_02	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	743395	9413515	1	70,7	0,23	5	8	0,129	20
30	3	P3_03	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	743402	9413505	1	109	0,35	3	8	0,184	20
31	3	P3_04	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásima	743388	9413509	1	78,6	0,25	3	6	0,096	35
32	3	P3_05	Fabaceae	<i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C. Nielsen	Alheña	743401	9413514	1	110	0,35	4	7	0,250	40
33	3	P3_06	Fabaceae	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	Cedro Rosado	743411	9413517	1	300	0,95	16	20	7,448	50
34	3	P3_07	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	743375	9413466	1	56	0,18	2	4	0,032	10
35	3	P3_08	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	743375	9413465	1	240	0,76	4,5	7	1,341	55
36	3	P3_09	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	743371	9413456	1	108	0,34	3	5	0,181	10
37	3	P3_10	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	743359	9413452	1	105	0,33	7	10	0,399	40
38	3	P3_11	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	743358	9413420	1	80,4	0,26	2	5	0,067	10
39	4	P4_01	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	745205	9369574	1	108	0,34	4	7	0,241	10
40	4	P4_02	Myrtaceae	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Eucalipto Saligna	745205	9369574	1	30,4	0,10	7	10	0,033	10
41	4	P4_03	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	745214	9369527	1	108	0,34	4	7	0,241	10
42	4	P4_04	Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	Limón Ácido	745211	9369529	1	23	0,07	1	2,5	0,003	8
43	4	P4_05	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	745211	9369529	1	86,2	0,27	2	3,5	0,077	8
44	4	P4_06	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	745225	9369497	1	27	0,09	2	3,5	0,008	8
45	4	P4_07	Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	Limón Ácido	745229	9369495	1	13,5	0,04	1	2,5	0,001	8
46	4	P4_08	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	745229	9369495	1	19,5	0,06	2	3,5	0,004	8
47	4	P4_09	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	745229	9369499	1	24,5	0,08	2	3,5	0,006	8
48	4	P4_10	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	745226	9369498	1	16,5	0,05	2	3,5	0,003	8
49	4	P4_11	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	745228	9369495	1	63,6	0,20	3	4	0,063	8
50	4	P4_13	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Americano	745228	9369478	1	40,3	0,13	3	5	0,025	8
51	4	P4_14	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Americano	745228	9369478	1	25,5	0,08	2	4	0,007	8

52	4	P4_15	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Americano	745228	9369478	1	66,5	0,21	4	6	0,091	8
53	4	P4_16	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	745229	9369481	1	72,6	0,23	4	5	0,109	6
54	4	P4_17	Bombacaceae	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Zapote	745229	9369481	1	129,4	0,41	3	6	0,260	15
55	4	P4_18	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	745229	9369481	1	68,5	0,22	4	5	0,097	6
56	5	P5_01	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	738013	9399757	1	122	0,39	5	10	0,385	12
57	5	P5_02	Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima	738017	9399764	1	50	0,16	6	4	0,078	8
58	5	P5_03	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	738005	9399765	1	78,7	0,25	7	10	0,224	16
59	5	P5_04	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	738000	9399761	1	78	0,25	7	10	0,220	16
60	5	P5_05	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	738001	9399760	1	37	0,12	7	10	0,050	16
61	5	P5_06	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	738001	9399759	1	53	0,17	7	10	0,102	16
62	5	P5_07	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	738039	9399740	1	71,5	0,23	3	5	0,079	8
63	5	P5_08	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	738038	9399741	1	100,5	0,32	4	7	0,209	8
64	5	P5_09	Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	Limón Ácido	738063	9399744	1	16,5	0,05	1	2,5	0,001	8
65	5	P5_10	Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	Sangre de grado	738068	9399741	1	49	0,16	3	6	0,037	14
66	5	P5_11	Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	Sangre de grado	738067	9399741	1	29,5	0,09	3	6	0,014	14
67	5	P5_12	Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	Sangre de grado	738070	9399745	1	49,5	0,16	4	7	0,051	14
68	5	P5_13	Bombacaceae	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Zapote	738071	9399749	1	35,6	0,11	2	4	0,013	12
69	5	P5_14	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	738080	9399752	1	186	0,59	5	10	0,895	12
70	5	P5_15	Rutaceae	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	Limón Real	738076	9399722	1	67	0,21	2	4	0,046	8
71	5	P5_16	Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	Limón Ácido	738074	9399716	1	10,5	0,03	1	2	0,001	8
72	5	P5_17	Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Pan de arbol	738068	9399727	1	99,5	0,32	4	7	0,205	14
73	5	P5_18	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L.	Catagua	738073	9399719	1	77	0,25	5	8	0,153	25
74	5	P5_19	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Cerezo	738071	9399720	1	91	0,29	8	12	0,343	12
75	5	P5_20	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Cerezo	738071	9399723	1	97	0,31	6	10	0,292	12
76	5	P5_21	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	738069	9399722	1	68,5	0,22	2	5	0,049	8

Anexo 6. Inventario del piso altitudinal 800 m s.n.m – 1200 m s.n.m

N°	Parcela	Código	Familia	Especie	Nombre común	Este	Norte	Altitud	CAP (cm)	DAP (m)	HC (m)	HT (m)	Volumen comercial (m ³)	Edad
1	6	P6_01	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	696593	9344347	2	41	0,13	3	5	0,026	5
2	6	P6_02	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696603	9344303	2	56	0,18	1	4	0,016	8
3	6	P6_03	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	696605	9344308	2	12	0,04	2	4	0,001	5
4	6	P6_04	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	696606	9344308	2	41	0,13	2	5	0,017	5
5	6	P6_05	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696625	9344269	2	56	0,18	1	3	0,016	8
6	6	P6_06	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	696628	9344262	2	73	0,23	2	5	0,055	7
7	6	P6_07	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	696628	9344261	2	18	0,06	1	3	0,002	5
8	6	P6_08	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	696648	9344290	2	45	0,14	1	4	0,010	5
9	6	P6_09	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696648	9344290	2	61	0,19	1	4	0,019	8
10	6	P6_10	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696650	9344287	2	40	0,13	1	4	0,008	8
11	6	P6_11	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	696656	9344273	2	22	0,07	1	3	0,003	5
12	6	P6_12	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	696596	9344355	2	16	0,05	5	5	0,007	1
13	6	P6_13	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	696599	9344359	2	31,5	0,10	3	7	0,015	2
14	6	P6_14	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	696603	9344359	2	87,8	0,28	2	8	0,080	5
15	6	P6_15	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	696605	9344362	2	108,5	0,35	2	5	0,122	5
16	6	P6_16	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	696610	9344365	2	95	0,30	1	5	0,047	5
17	6	P6_17	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	696608	9344359	2	103	0,33	1	3	0,055	5
18	6	P6_18	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696606	9344299	2	53,5	0,17	3	7	0,044	5
19	6	P6_19	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	696595	9344297	2	47,8	0,15	2	7	0,024	5
20	6	P6_20	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696599	9344303	2	75	0,24	3	8	0,087	5

21	6	P6_21	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	696594	9344306	2	11,5	0,04	2	5	0,001	5
22	6	P6_22	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	696599	9344310	2	40	0,13	2	9	0,017	5
23	6	P6_23	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696619	9344263	2	85,6	0,27	3	8	0,114	5
24	6	P6_24	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	696629	9344259	2	65	0,21	2	4	0,044	5
25	6	P6_25	Rutaceae	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	Naranja Tanjelo	696627	9344255	2	34	0,11	1	3	0,006	5
26	6	P6_26	Rutaceae	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	Naranja Tanjelo	696628	9344256	2	24	0,08	1	3	0,003	5
27	6	P6_27	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	696657	9344294	2	22	0,07	1	3	0,003	5
28	6	P6_28	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Pajuro	696653	9344293	2	74	0,24	3	6	0,085	5
29	6	P6_29	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	696662	9344281	2	112	0,36	4	8	0,260	8
30	6	P6_30	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	696660	9344280	2	90	0,29	4	8	0,168	8
31	7	P7_01	Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima	737536	9405760	2	63,5	0,20	1	4	0,021	12
32	7	P7_02	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	737528	9405757	2	117	0,37	3	7	0,212	12
33	7	P7_03	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	Shaina	737521	9405753	2	103,7	0,33	7	10	0,389	14
34	7	P7_04	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	Shaina	737515	9405763	2	116,5	0,37	8	11	0,562	14
35	7	P7_05	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	737515	9405763	2	100,5	0,32	2	5	0,104	12
36	7	P7_06	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	737620	9405822	2	39,5	0,13	2	4	0,016	12
37	7	P7_07	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737619	9405830	2	132	0,42	16	22	1,442	14
38	7	P7_08	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737621	9405831	2	104,5	0,33	17	22	0,960	25
39	7	P7_09	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	737616	9405834	2	95	0,30	2	5	0,093	12
40	7	P7_10	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	737610	9405833	2	58	0,18	2	5	0,035	12
41	7	P7_11	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737616	9405831	2	75	0,24	14	18	0,407	22
42	7	P7_12	Myrtaceae	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto Arcoiris	737613	9405830	2	71	0,23	3,5	6	0,091	14
43	7	P7_13	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737589	9405871	2	38	0,12	3,5	6	0,026	14
44	7	P7_14	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737589	9405871	2	32	0,10	3,5	6	0,019	14

45	7	P7_15	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737589	9405871	2	31,5	0,10	3,5	6	0,018	14
46	7	P7_16	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737591	9405870	2	34,5	0,11	3	5	0,018	14
47	7	P7_17	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737589	9405872	2	37	0,12	3,5	6	0,025	14
48	7	P7_18	Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina	737589	9405872	2	97	0,31	11	15	0,535	14
49	7	P7_19	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	737579	9405832	2	63,7	0,20	2	5	0,042	12
50	7	P7_20	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	737574	9405836	2	52,3	0,17	2	4	0,028	12
51	7	P7_21	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	737572	9405837	2	68	0,22	2	4	0,048	12
52	7	P7_22	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	737568	9405823	2	53	0,17	2	4	0,029	12
53	7	P7_23	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	737564	9405824	2	65,5	0,21	1	2	0,022	12
54	7	P7_24	Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima	737564	9405825	2	52,7	0,17	2	4	0,029	12
55	8	P8_01	Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima	747830	9421097	2	43,5	0,14	2	4	0,020	10
56	8	P8_02	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	747823	9421105	2	121,5	0,39	12	16	0,916	50
57	8	P8_03	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	Shaina	747781	9421125	2	77	0,25	12	16	0,368	12
58	8	P8_04	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	747786	9421114	2	97	0,31	4	8	0,195	10
59	8	P8_05	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	747767	9421105	2	77,5	0,25	3	5	0,093	12
60	8	P8_06	Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	747763	9421124	2	58	0,18	4	7	0,070	12
61	8	P8_07	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	747758	9421121	2	83	0,26	3	5	0,107	12
62	9	P9_01	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	731140	9434486	2	29,5	0,09	1	4	0,005	6
63	9	P9_02	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	731149	9434480	2	74,3	0,24	1	4	0,029	6
64	9	P9_03	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	731142	9434479	2	115,5	0,37	2	6	0,138	5
65	9	P9_04	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum.	Capirona	731156	9434476	2	13	0,04	2	3,5	0,002	2
66	9	P9_05	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum.	Capirona	731156	9434476	2	14,8	0,05	2	3,5	0,002	2
67	9	P9_06	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum.	Capirona	731150	9434472	2	16,5	0,05	2	3,5	0,003	2
68	9	P9_07	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum.	Capirona	731150	9434472	2	16,5	0,05	2	3	0,003	2

69	9	P9_08	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	Shaina	731185	9434484	2	85	0,27	13	17	0,486	10
70	9	P9_09	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	Shaina	731186	9434482	2	90	0,29	15	19	0,628	10
71	9	P9_10	Malvaceae	<i>Gossypium peruvianum</i> L.	Algodón	731186	9434482	2	24	0,08	2	4	0,006	5
72	9	P9_11	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	731181	9434493	2	56,7	0,18	3	5	0,050	5
73	9	P9_12	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	731255	9434468	2	22,5	0,07	3	5	0,008	2
74	9	P9_13	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba	731254	9434465	2	24,6	0,08	3	5	0,009	2
75	9	P9_14	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	731312	9434518	2	77,5	0,25	4	10	0,124	6
76	9	P9_15	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i> subsp. surinamensis (Miq.) T.D. Penn.	Michino	731314	9434539	2	105	0,33	16	20	0,912	8
77	9	P9_16	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	731321	9434536	2	50	0,16	12	16	0,155	10
78	10	P10_01	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	739756	9388960	2	55	0,18	2	5	0,031	5
79	10	P10_02	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	739770	9388952	2	30	0,10	1,5	4	0,007	13
80	10	P10_03	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	739750	9389021	2	47	0,15	2	4	0,023	3
81	10	P10_04	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	739750	9389021	2	57,7	0,18	2	5	0,034	13
82	10	P10_05	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	739807	9389030	2	110,8	0,35	3	5	0,191	13
83	10	P10_06	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	739807	9389030	2	28,3	0,09	1,5	4	0,006	13
84	10	P10_07	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	739793	9389024	2	56,2	0,18	2	4	0,033	13
85	10	P10_08	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	739791	9389024	2	78,7	0,25	2	4	0,064	13
86	10	P10_09	Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Teca	739809	9389050	2	76	0,24	4	7	0,120	13
87	10	P10_10	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	739814	9389050	2	27	0,09	1	3	0,004	13
88	10	P10_11	Fabaceae	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Teijsm. & Binn.	Cedro rosado	739814	9389050	2	185	0,59	8	12	1,416	17
89	10	P10_12	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	739815	9389053	2	168	0,53	9	13	1,314	17
90	10	P10_13	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	739815	9389053	2	32,5	0,10	9	13	0,049	17

Anexo 7. Inventario del piso altitudinal >1200 m s.n.m

N°	Parcela	Código	Familia	Especie	Nombre común	Este	Norte	Altitud	CAP (cm)	DAP (m)	HC (m)	HT (m)	Volumen comercial (m ³)	Edad
1	11	P11_01	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	717826	9438533	3	50,2	0,16	2	5	0,026	0
2	11	P11_02	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Jaimito	717830	9438580	3	61,9	0,20	3	7	0,059	10
3	11	P11_03	Rutaceae	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	Limón Real	717827	9438534	3	35	0,11	2	5	0,013	7
4	11	P11_04	Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	Cansa Boca	717827	9438544	3	69	0,22	3,5	10	0,086	7
5	11	P11_05	Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	Cansa Boca	717831	9438542	3	43	0,14	2	7	0,019	7
6	11	P11_06	Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	Cansa Boca	717833	9438548	3	62,8	0,20	4	8,5	0,082	7
7	11	P11_07	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	717832	9438544	3	97,3	0,31	4	14	0,196	10
8	11	P11_08	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	717832	9438544	3	77	0,25	3	8	0,092	10
9	11	P11_09	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Mango Ciruelo	717832	9438544	3	45	0,14	5	12	0,052	10
10	11	P11_10	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	717832	9438544	3	46,3	0,15	4	12	0,044	10
11	11	P11_11	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	717832	9438544	3	45,5	0,14	2	5	0,021	10
12	11	P11_12	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Chonta	717839	9438582	3	47	0,15	9	14	0,103	10
13	11	P11_13	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	717839	9438582	3	53	0,17	3	8,5	0,044	10
14	12	P12_01	Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Caracucho	695374	9339975	3	35	0,11	1	2	0,006	4
15	12	P12_02	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695355	9340013	3	33	0,11	2	6	0,011	12
16	12	P12_03	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695357	9339996	3	49	0,16	2	6	0,025	12
17	12	P12_04	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695359	9340012	3	59	0,19	3	8	0,054	12
18	12	P12_05	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695317	9339991	3	62	0,20	3	8	0,060	12
19	12	P12_06	Bixáceas	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	695310	9339951	3	19	0,06	0,3	1,5	0,001	4
20	12	P12_07	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695320	9339955	3	73	0,23	3	7	0,083	12
21	12	P12_08	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695381	9339973	3	42	0,13	5	10	0,046	12

22	12	P12_09	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695378	9339972	3	64	0,20	8	14	0,169	12
23	12	P12_10	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695375	9339975	3	45,5	0,14	8	12	0,086	12
24	12	P12_11	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695374	9339979	3	60	0,19	8	14	0,149	12
25	12	P12_12	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695373	9339983	3	47,5	0,15	3,5	10	0,041	12
26	12	P12_13	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695371	9339985	3	39	0,12	7	14	0,055	12
27	12	P12_14	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695371	9339985	3	79	0,25	5	15	0,161	12
28	12	P12_15	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695368	9339985	3	59,3	0,19	9	15	0,164	12
29	12	P12_16	Bombacaceae	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Zapote	695361	9339985	3	139	0,44	5	10	0,500	30
30	12	P12_17	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695355	9340015	3	76	0,24	5	15	0,149	12
31	12	P12_18	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695357	9340013	3	41	0,13	4	9	0,035	12
32	12	P12_19	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695356	9340018	3	56	0,18	2	10	0,032	12
33	12	P12_20	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695355	9340011	3	48,5	0,15	1,5	12	0,018	12
34	12	P12_21	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695357	9340012	3	41,2	0,13	3	8	0,026	12
35	12	P12_22	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695358	9340011	3	84,5	0,27	6	12	0,222	12
36	12	P12_23	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695358	9340006	3	100	0,32	6	12	0,310	12
37	12	P12_24	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695359	9340004	3	59,7	0,19	7	12	0,129	12
38	12	P12_25	Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Chinchin	695357	9340004	3	25,5	0,08	2	6	0,007	4
39	12	P12_26	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695357	9340004	3	28	0,09	2	6	0,008	12
40	12	P12_27	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695357	9340004	3	60,8	0,19	7	14	0,134	12
41	12	P12_28	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	695361	9340000	3	70,8	0,23	8	13	0,207	12
42	12	P12_29	Rutaceae	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad	Toronja	695326	9340005	3	41	0,13	2	10	0,017	10
43	12	P12_30	Rutaceae	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad	Toronja	695326	9340005	3	45	0,14	2	8	0,021	10
44	12	P12_31	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695326	9340005	3	170	0,54	1	12	0,149	12
45	12	P12_32	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695323	9340004	3	92,5	0,29	3	12	0,133	12

46	12	P12_33	Bixáceas	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	695326	9340011	3	25	0,08	1,5	6	0,005	4
47	12	P12_34	Bixáceas	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	695323	9339958	3	26	0,08	1,5	4	0,005	4
48	12	P12_35	Bixáceas	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	695318	9339952	3	15	0,05	1,8	4	0,002	4
49	12	P12_36	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	695316	9339953	3	62	0,20	6	8	0,119	10
50	13	P13_01	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	695433	9338983	3	76	0,24	2	7	0,060	10
51	13	P13_02	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	695434	9338983	3	200	0,64	2	7	0,414	12
52	13	P13_03	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695451	9338945	3	72	0,23	5	12	0,134	20
53	13	P13_04	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695409	9338905	3	56	0,18	4	10	0,065	20
54	13	P13_05	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695412	9338904	3	51	0,16	4	10	0,054	20
55	13	P13_06	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695407	9338909	3	27	0,09	4	10	0,015	20
56	13	P13_07	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695408	9338915	3	53	0,17	1	5	0,015	20
57	13	P13_08	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695400	9338913	3	61	0,19	1	5	0,019	20
58	13	P13_09	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	695479	9339015	3	117,5	0,37	7	10	0,500	10
59	13	P13_10	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	695485	9339005	3	79	0,25	5	10	0,161	10
60	13	P13_11	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	695429	9338996	3	73,7	0,23	4	9	0,112	10
61	13	P13_12	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	695430	9338994	3	64,5	0,21	4	9	0,086	10
62	13	P13_13	Bombacaceae	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Zapote	695425	9338984	3	182	0,58	2,5	12	0,428	10
63	13	P13_14	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695434	9338938	3	63,5	0,20	5	9	0,104	20
64	13	P13_15	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695442	9338948	3	112	0,36	4	12	0,260	20
65	13	P13_16	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695447	9338948	3	90,5	0,29	4,5	12	0,191	20
66	13	P13_17	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695405	9338897	3	65,8	0,21	3	10	0,067	20
67	13	P13_18	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695400	9338904	3	39,5	0,13	5	12	0,040	20
68	13	P13_19	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695401	9338903	3	31,8	0,10	2	8	0,010	10
69	13	P13_20	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	695396	9338904	3	81	0,26	5	12	0,170	10
70	13	P13_21	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Choloque	695389	9338906	3	75	0,24	6	11	0,175	5
71	14	P14_01	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	720605	9425681	3	62	0,20	4	7	0,080	10
72	14	P14_02	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	720542	9425711	3	101,4	0,32	7	9	0,372	10
73	14	P14_03	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	720546	9425711	3	76,3	0,24	7	9	0,211	10
74	14	P14_04	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	720542	9425708	3	71,4	0,23	1	5	0,026	10
75	14	P14_05	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	720533	9425696	3	47,5	0,15	5	7,6	0,058	10
76	14	P14_06	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	720576	9425663	3	61,9	0,20	2	10	0,040	10
77	14	P14_07	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	720578	9425665	3	89,9	0,29	2	11	0,084	10
78	14	P14_08	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	720609	9425673	3	38	0,12	1,4	6	0,010	5
79	14	P14_09	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	720517	9425685	3	39,5	0,13	2	4	0,016	10

80	14	P14_10	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	720582	9425649	3	63	0,20	3	9	0,062	10
81	14	P14_11	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	720582	9425649	3	49	0,16	3	9	0,037	10
82	14	P14_12	Myrtaceae	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto Arcoiris	720574	9425672	3	99	0,32	8	12	0,406	10
83	14	P14_13	Myrtaceae	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto Arcoiris	720616	9425665	3	76	0,24	6	12	0,179	10
84	15	P15_01	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	716485	9337490	3	27	0,09	1	3	0,004	4
85	15	P15_02	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716467	9337499	3	124	0,39	4	7	0,318	8
86	15	P15_03	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716460	9337502	3	113	0,36	5	8	0,330	13
87	15	P15_04	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716462	9337447	3	119	0,38	5	8	0,366	8
88	15	P15_05	Myrsinaceae	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	Toche	716387	9337283	3	15	0,05	3	5	0,003	5
89	15	P15_06	Myrsinaceae	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	Toche	716389	9337282	3	27	0,09	3	5	0,011	5
90	15	P15_07	Myrsinaceae	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	Toche	716390	9337279	3	15	0,05	3	5	0,003	5
91	15	P15_08	Myrsinaceae	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	Toche	716387	9337281	3	26	0,08	3	5	0,010	5
92	15	P15_09	Myrsinaceae	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	Toche	716390	9337276	3	41	0,13	3	5	0,026	5
93	15	P15_10	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716489	9337490	3	111	0,35	5	10	0,319	6
94	15	P15_11	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716491	9337495	3	52,3	0,17	4	12	0,057	8
95	15	P15_12	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716485	9337492	3	124	0,39	8	14	0,636	14
96	15	P15_13	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	716479	9337490	3	98	0,31	2	8	0,099	12
97	15	P15_14	Solanaceae	<i>Solanum betaceum</i> (Cav), Sendt.	Berenjena	716475	9337495	3	12	0,04	1	2	0,001	12
98	15	P15_15	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716466	9337516	3	92	0,29	5	13	0,219	14
99	15	P15_16	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	716458	9337508	3	50	0,16	3	8	0,039	20
100	15	P15_17	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716462	9337504	3	77	0,25	7	14	0,215	14
101	15	P15_18	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	716471	9337462	3	47	0,15	3	8	0,034	20
102	15	P15_19	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro Rojo	716471	9337462	3	69,8	0,22	7	14	0,176	8
103	15	P15_20	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Palta	716467	9337464	3	87	0,28	3	8	0,117	20
104	15	P15_21	Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima	716382	9337279	3	21,6	0,07	1	5	0,002	3

Anexo 8. Individuos por especie identificados los SAFs de cacao

Familia	Género	Especie	PARCELAS															T 1	T 2	T 3	TOTAL	N° OCUR
			< 800					800 - 1200					>1200									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Fabaceae	Acrocarpus	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2
Oxalidaceae	Averrhoa	<i>Averrhoa carambola</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
Arecaceae	Bactris	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Bixáceas	Bixa	<i>Bixa orellana</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	1
Malpighiaceae	Bunchosia	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	3	1
Calophyllaceae	Calophyllum	<i>Calophyllum brasiliense</i> Kunth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Rubiaceae	Calycophyllum	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	1
Annonaceae	Annona	<i>Annona muricata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Fabaceae	Archidendron	<i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C. Nielsen	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Moraceae	Artocarpus	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i> L.	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	3	2	9	14	3
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	2
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus limetta</i> Risso	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	6	5
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	2	2
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus reticulata</i> Blanco.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	5	0	0	5	0	2	0	0	3	0	2	0	0	2	0	10	5	4	19	6
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	1
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	2	2
Arecaceae	Cocos	<i>Cocos nucifera</i> L.	1	5	1	2	1	2	3	2	0	3	0	1	0	0	0	10	10	1	21	10
Rhamnaceae	Colubrina	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	3
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	15	0	0	0	4	1	15	20	3
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	1

Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Mart.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	0	0	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	10	2	
Myrtaceae	Eucalyptus	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	3	2	
Myrtaceae	Eucalyptus	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
Malvaceae	Gossypium	<i>Gossypium peruvianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Sterculiaceae	Guazuma	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	1	
Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
Euphorbiaceae	Hura	<i>Hura crepitans</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
Fabaceae	Inga	<i>Inga edulis</i> L.	0	1	2	0	1	6	1	1	0	4	0	11	13	5	0	4	12	29	45	10
Malpighiaceae	Malpighia	<i>Malpighia glabra</i> L.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	
Anacardiaceae	Mangifera	<i>Mangifera indica</i> Mart.	2	0	0	0	2	5	2	0	1	0	1	0	1	0	4	8	2	14	7	
Sapotaceae	Manilkara	<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Bombacaceae	Matisia	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0	2	5	5	
Rubiaceae	Morinda	<i>Morinda citrifolia</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Myrsinaceae	Myrsine	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	5	1	
Lauraceae	Persea	<i>Persea americana</i> Mill.	0	0	1	0	0	3	0	0	1	2	0	0	5	4	4	1	6	13	20	7
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i> L.	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	3	
Sapindaceae	Sapindus	<i>Sapindus saponaria</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	0	0	0	2	0	2	3	0	0	0	3	0	0	0	2	5	3	10	4	
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias purpurea</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	2	
Meliaceae	Swietenia	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	0	7	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	7	3	0	10	3	
Verbenaceae	Tectona	<i>Tectona grandis</i> L. f.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Total			13	14	11	17	21	30	24	7	16	13	13	36	21	13	21	76	90	104	270	

Anexo 9. Índices de similitud entre altitudes

índices de diversidad / Altitudes				
(m s.n.m)		< 800	800 – 1200	>1200
Ind. Diversidad de Cody	< 800	0	11	14
	800 – 1200	11	0	13
	>1200	14	13	0
Ind. Diversidad de Morisita - Horn	< 800	1	0,64	0,37
	801 – 1200	0,64	1	0,54
	>1200	0,37	0,54	1
Ind. Diversidad de Jaccard	< 800	1	0,39	0,3
	802 – 1200	0,39	1	0,28
	>1200	0,30	0,28	1

Anexo 10. Índice de similitud de Jaccard entre parcelas

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1														
2	0,10	1													
3	0,14	0,18	1												
4	0,25	0,09	0,06	1											
5	0,25	0,13	0,10	0,17	1										
6	0,36	0,20	0,31	0,23	0,17	1									
7	0,33	0,18	0,20	0,13	0,22	0,31	1								
8	0,18	0,43	0,15	0,08	0,19	0,17	0,36	1							
9	0,14	0,08	0,06	0,06	0,10	0,21	0,13	0,15	1						
10	0,08	0,25	0,36	0,17	0,12	0,27	0,15	0,20	0,07	1					
11	0,15	0,00	0,00	0,23	0,11	0,23	0,13	0,00	0,13	0,00	1				
12	0,15	0,20	0,13	0,14	0,24	0,14	0,13	0,17	0,06	0,17	0,00	1			
13	0,20	0,13	0,17	0,08	0,20	0,30	0,17	0,10	0,17	0,22	0,08	0,18	1		
14	0,10	0,14	0,18	0,09	0,06	0,33	0,18	0,11	0,18	0,25	0,09	0,09	0,29	1	
15	0,08	0	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,09	0,07	0,20	0	0	0,10	0,11	1

Anexo 11. Índice de diversidad de Morisita-Horn entre parcelas

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1														
2	0,09	1													
3	0,08	0,18	1												
4	0,65	0,15	0,07	1											
5	0,16	0,08	0,11	0,14	1										
6	0,35	0,14	0,69	0,21	0,21	1									
7	0,15	0,16	0,14	0,16	0,13	0,21	1								
8	0,16	0,64	0,34	0,19	0,19	0,27	0,34	1							
9	0,44	0,23	0,04	0,35	0,14	0,19	0,09	0,22	1						
10	0,08	0,35	0,59	0,29	0,17	0,49	0,21	0,56	0,05	1					
11	0,38	0,00	0	0,47	0,08	0,24	0,20	0	0,22	0	1				
12	0,02	0,09	0,28	0,02	0,50	0,28	0,07	0,22	0,12	0,41	0	1			
13	0,03	0,11	0,47	0,01	0,13	0,51	0,09	0,28	0,06	0,69	0,01	0,52	1		
14	0,23	0,08	0,47	0,20	0,09	0,52	0,09	0,23	0,22	0,67	0,11	0,41	0,85	1	
15	0,015	0	0,09	0,33	0,01	0,08	0,02	0,03	0,06	0,39	0	0	0,12	0,20	1

Anexo 12. Índice de diversidad de Cody entre parcelas

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0														
2	4,5	0													
3	6	4,5	0												
4	4,5	5	7,5	0											
5	6	6,5	9	7,5	0										
6	3,5	4	4,5	5	7,5	0									
7	4	4,5	6	6,5	7	4,5	0								
8	4,5	2	5,5	6	6,5	5	3,5	0							
9	6	5,5	8	7,5	9	5,5	7	5,5	0						
10	5,5	3	3,5	5	7,5	4	5,5	4	6,5	0					
11	5,5	6	8,5	5	8,5	5	6,5	7	6,5	7	0				
12	5,5	4	6,5	6	6,5	6	6,5	5	7,5	5	8	0			
13	4	3,5	5	5,5	6	3,5	5	4,5	5	3,5	5,5	4,5	0		
14	4,5	3	4,5	5	7,5	3	4,5	4	4,5	3	5	5	2,5	0	
15	5,5	5	6,5	6	8,5	6	6,5	5	6,5	4	7	7	4,5	4	0

Anexo 13. Cálculo de biomasa y carbono para especies forestales < 800 m s.n.m

N°	Especie	Volumen comercial (m ³)	Densidad (g/cm ³) *	Biomasa fuste (Mg)	FEB* *	Biomasa total (Mg)	Carbono total (Mg)	C02 total (Mg)	Área	C02 total/ha (Mg)
1	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn	7,448	0,56	4,171	2,030	8,467	4,234	15,538	1,20	12,948
2	<i>Annona muricata</i>	0,004	0,32	0,001	2,030	0,003	0,001	0,005	1,20	0,004
3	<i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C. Nielsen	0,250	0,45	0,113	2,030	0,229	0,114	0,420	1,20	0,350
4	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	0,205	0,43	0,088	2,030	0,179	0,089	0,328	1,20	0,273
5	<i>Cedrela odorata</i> L.	0,123	0,42	0,052	2,030	0,105	0,053	0,193	1,20	0,161
6	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	0,066	0,51	0,034	2,030	0,068	0,034	0,125	1,20	0,104
7	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	0,046	0,51	0,024	2,030	0,048	0,024	0,088	1,20	0,074
8	<i>Citrus limetta</i> Risso	0,123	0,51	0,063	2,030	0,127	0,063	0,233	1,20	0,194
9	<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	0,006	0,51	0,003	2,030	0,006	0,003	0,011	1,20	0,009
10	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	0,049	0,51	0,025	2,030	0,050	0,025	0,092	1,20	0,077
11	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	0,325	0,51	0,166	2,030	0,336	0,168	0,617	1,20	0,514
12	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	0,596	0,46	0,274	2,030	0,556	0,278	1,021	1,20	0,851
13	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	0,101	0,40	0,041	2,030	0,082	0,041	0,151	1,20	0,126
14	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Mart.	0,399	0,46	0,184	2,030	0,373	0,186	0,684	1,20	0,570
15	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	1,931	0,29	0,560	2,030	1,137	0,568	2,086	1,20	1,738
16	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	0,033	0,56	0,019	2,030	0,038	0,019	0,070	1,20	0,058
17	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0,096	0,48	0,046	2,030	0,093	0,047	0,171	1,20	0,143
18	<i>Hura crepitans</i> L.	0,153	0,41	0,063	2,030	0,128	0,064	0,234	1,20	0,195
19	<i>Inga edulis</i> L.	0,625	0,54	0,337	2,030	0,685	0,343	1,257	1,20	1,048
20	<i>Malpighia glabra</i> L.	0,635	0,37	0,235	2,030	0,477	0,238	0,875	1,20	0,729
21	<i>Mangifera indica</i> Mart.	1,749	0,55	0,962	2,030	1,953	0,976	3,584	1,20	2,986
22	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl	1,036	0,43	0,445	2,030	0,904	0,452	1,659	1,20	1,383
23	<i>Persea americana</i> Mill	0,184	0,45	0,083	2,030	0,168	0,084	0,309	1,20	0,258
24	<i>Psidium guajava</i> L.	0,042	0,65	0,027	2,030	0,055	0,027	0,101	1,20	0,084
25	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	0,483	0,36	0,174	2,030	0,353	0,176	0,647	1,20	0,539
26	<i>Spondias purpurea</i> L.	0,063	0,36	0,023	2,030	0,046	0,023	0,084	1,20	0,070
27	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	0,008	0,54	0,005	2,030	0,009	0,005	0,017	1,20	0,014
Biomasa y carbono total						16,676	8,338	30,600	1,20	25,500

Anexo 14. Cálculo de biomasa y carbono para especies forestales 800 – 1200 m s.n.m

Nº	Especie	Volumen comercial (m ³)	Densidad (g/cm ³) *	Biomasa fuste (Mg)	FEB**	Biomasa total (Mg)	Carbono total (Mg)	C0 ₂ total (Mg)	Área	C0 ₂ total/ha (Mg)
1	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn	1,416	0,56	0,7931	2,03	1,6100	0,8050	2,9543	1,20	2,462
2	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,010	0,76	0,0073	2,03	0,0149	0,0074	0,0273	1,20	0,023
3	<i>Cedrela odorata</i> L.	1,363	0,42	0,5725	2,03	1,1622	0,5811	2,1326	1,20	1,777
4	<i>Citrus limetta</i> Risso	0,069	0,51	0,0353	2,03	0,0716	0,0358	0,1314	1,20	0,109
5	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	0,162	0,51	0,0824	2,03	0,1672	0,0836	0,3068	1,20	0,256
6	<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	0,009	0,51	0,0046	2,03	0,0093	0,0046	0,0170	1,20	0,014
7	<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	2,433	0,71	1,7276	2,03	3,5071	1,7536	6,4356	1,20	5,363
8	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	0,155	0,46	0,0714	2,03	0,1449	0,0725	0,2659	1,20	0,222
9	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	0,390	0,29	0,1132	2,03	0,2298	0,1149	0,4217	1,20	0,351
10	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	0,091	0,56	0,0511	2,03	0,1037	0,0519	0,1904	1,20	0,159
11	<i>Gossypium peruvianum</i>	0,006	0,37	0,0022	2,03	0,0045	0,0022	0,0082	1,20	0,007
12	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	3,451	0,43	1,4839	2,03	3,0123	1,5061	5,5275	1,20	4,606
13	<i>Inga edulis</i> L.	0,596	0,54	0,3218	2,03	0,6533	0,3266	1,1987	1,20	0,999
14	<i>Mangifera indica</i> Mart.	0,942	0,55	0,5179	2,03	1,0513	0,5256	1,9291	1,20	1,608
15	<i>Manilkara bidentata subsp. surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn	0,912	0,68	0,6205	2,03	1,2595	0,6298	2,3112	1,20	1,926
16	<i>Morinda citrifolia</i> L.	0,070	0,34	0,0237	2,03	0,0480	0,0240	0,0882	1,20	0,073
17	<i>Persea americana</i> Mill.	0,121	0,45	0,0544	2,03	0,1105	0,0553	0,2028	1,20	0,169
18	<i>Psidium guajava</i> L.	0,016	0,65	0,0105	2,03	0,0213	0,0106	0,0391	1,20	0,033
19	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	0,128	0,36	0,0460	2,03	0,0934	0,0467	0,1715	1,20	0,143
20	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	0,934	0,54	0,5041	2,03	1,0234	0,5117	1,8779	1,20	1,565
21	<i>Tectona grandis</i> L. f.	0,120	0,59	0,0705	2,03	0,1431	0,0716	0,2626	1,20	0,219
Biomasa y carbono total						14,4412	7,2206	26,4997	1,20	22,0831

Anexo 15. Cálculo de biomasa y carbono para especies forestales > 1200 m s.n.m

Nº	Especie	Volumen comercial (m³)	Densidad (g/cm³) *	Biomasa fuste (Mg)	FEB**	Biomasa total (Mg)	Carbono total (Mg)	C0 ₂ total (Mg)	Área	C0 ₂ total/ha (Mg)
1	<i>Averrhoa carambola</i> L.	0,099	0,37	0,0368	2,03	0,0746	0,0373	0,1369	1,20	0,114
3	<i>Averrhoa carambola</i> L.	0,013	0,36	0,0046	2,03	0,0093	0,0047	0,0171	1,20	0,014
4	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	0,187	0,72	0,1346	2,03	0,2732	0,1366	0,5013	1,20	0,418
5	<i>Calophyllum brasiliense</i> Kunth.	0,006	0,50	0,0032	2,03	0,0064	0,0032	0,0118	1,20	0,010
6	<i>Cedrela odorata</i> L.	2,636	0,42	1,1072	2,03	2,2475	1,1238	4,1242	1,20	3,437
7	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad.	0,038	0,51	0,0196	2,03	0,0397	0,0198	0,0728	1,20	0,061
8	<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	0,013	0,51	0,0065	2,03	0,0131	0,0066	0,0241	1,20	0,020
9	<i>Citrus limetta</i> Risso	0,002	0,51	0,0012	2,03	0,0025	0,0012	0,0046	1,20	0,004
10	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	0,165	0,51	0,0840	2,03	0,1704	0,0852	0,3127	1,20	0,261
11	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	1,922	0,46	0,8842	2,03	1,7949	0,8975	3,2936	1,20	2,745
12	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	0,585	0,56	0,3275	2,03	0,6648	0,3324	1,2200	1,20	1,017
13	<i>Inga edulis</i> L.	2,118	0,54	1,1439	2,03	2,3221	1,1611	4,2611	1,20	3,551
14	<i>Mangifera indica</i> Mart.	0,457	0,55	0,2516	2,03	0,5107	0,2553	0,9371	1,20	0,781
15	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl	0,928	0,43	0,3991	2,03	0,8101	0,4050	1,4865	1,20	1,239
16	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	0,055	0,63	0,0346	2,03	0,0702	0,0351	0,1288	1,20	0,107
17	<i>Persea americana</i> Mill.	1,771	0,45	0,7971	2,03	1,6182	0,8091	2,9693	1,20	2,474
18	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	0,059	0,74	0,0440	2,03	0,0893	0,0447	0,1639	1,20	0,137
19	<i>Sapindus saponaria</i> L.	0,175	0,56	0,0978	2,03	0,1985	0,0992	0,3642	1,20	0,303
20	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	0,001	0,37	0,0003	2,03	0,0006	0,0003	0,0010	1,20	0,001
21	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	0,007	0,37	0,0025	2,03	0,0051	0,0025	0,0093	1,20	0,008
22	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	0,340	0,36	0,1225	2,03	0,2487	0,1243	0,4563	1,20	0,380
23	<i>Spondias purpurea</i> L.	0,026	0,36	0,0094	2,03	0,0191	0,0095	0,0350	1,20	0,029
Biomasa y carbono total						11,1889	5,5944	20,5316	1,20	17,110

Anexo 16. Densidad básica de las especies forestales obtenida de fuentes secundarias

Especie	Fuente
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn.	http://www.tropicaltimber.info/es/specie/pink-cedar-acrocarpus-fraxinifolius/
<i>Annona muricata</i>	https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/3
<i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C. Nielsen	https://restor.eco/es/platform/sites/5251c389-080f-41a6-8450-fbbd9d4efbd9/biodiversity/trees/
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/68
<i>Bixa orellana</i> L.	https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/15
<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	https://restor.eco/es/platform/sites/72c73fa3-614d-4850-8e41-58cef3a676e9/biodiversity/trees/?group=COMMON
<i>Calophyllum brasiliense</i> Kunth.	https://www.deltaintkey.com/wood/es/www/gutcabra.htm#:~:text=Duramen%20rojizo%20a%20amarillo%20(marr%C3%B3n,%20C65%20g%20Fcm3.
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CDinvestigacion/INIA/inia-p4/inia-p4-22.htm
<i>Cedrela odorata</i> L.	https://maderasdemadrededios.blogspot.com/2010/
<i>Citrus ×tangelo</i> J.W. Ingram & H.E. Moore	https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-limonero/
<i>Citrus Jambhiri</i> Lushington	https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-limonero/
<i>Citrus limetta</i> Risso	https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-limonero/
<i>Citrus limon</i> (L.) Brum. f.	https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-limonero/
<i>Citrus reticulata</i> Blanco.	https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-limonero/
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-limonero/
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	https://www.researchgate.net/publication/373923984_Evaluacion_de_la_trabajabilidad_de_la_madera_de_Columbrina_glandulosa
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/110
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v17n40/2215-2504-kuru-17-40-33.pdf
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Mart.	https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4866018.pdf
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000200005#:~:text=Miconia%20amazonica%20denalidad%20b%C3%A1sica%20y,especies%20presentan%20madera%20muy%20estable.
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10310/1/Tesis%20Tatiana%20Cecibel%20Juela%20Quizhpe.pdf
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6280/T%20010-46646894-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	https://www.deltaintkey.com/wood/es/www/steguulm.htm#:~:text=Densidad%20%2C48%E2%80%93%2C65%20g%2Fcm3 .
<i>Hura crepitans</i> L.	http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/inia/inia-p4/inia-p4-18.htm#:~:text=Densidad%20b%C3%A1sica%200.41%20g%2Fcm3 .
<i>Inga edulis</i> Mart.	https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Fruitiers/FICHES_ARBRES/pois-doux_Inga/Inga%20edulis%20Nota%20tecnica.odf.PDF
<i>Malpighia glabra</i> L. - <i>Gossypium peruvianum</i> - <i>Averrhoa carambola</i> L.- <i>Solanum betaceum</i> Cav.	https://dialnet.unirioja.es › descarga › articulo
<i>Mangifera indica</i> Mart.	https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/2
<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1269#:~:text=De%20acuerdo%20a%20los%20resultados,010 .
<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl	http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/cdinvestigacion/inia/inia-p4/inia-p4-11.htm
<i>Morinda citrifolia</i> L.	https://www.academia.edu/64646539/Caracterizaci%C3%B3n_microroestructural_de_cenizas_de_Morinda_citrifolia_Linneo_Noni
<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/406/K50.P46-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
<i>Persea americana</i> Mill	https://www.redalyc.org/pdf/617/61750106.pdf
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/CATALOGO%20DE%20MADERAS%20-%20espa%C3%B1ol.pdf
<i>Psidium guajava</i> L.	https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/77#:~:text=Densidad%20madera,%28g%2Fcm%C2%B3%29%200.65
<i>Sapindus saponaria</i> L.	https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712019000200205
<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	https://catalogodebiodiversidad.epacartagena.gov.co/?especies=ciruela
<i>Spondias purpurea</i> L.	https://catalogodebiodiversidad.epacartagena.gov.co/?especies=ciruela
<i>Swietenia macrophylla</i> King	https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1458588/1.%20%20Compendio%20de%20informaci%C3%B3n%20tecnica%20de%2032%20especies%20Forestales%20Tomo%20I.pdf.pdf
<i>Tectona grandis</i> L. f.	https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711322017000200037#:~:text=grandis%20tiene%20una%20densidad%20b%C3%A1sica,la%20clasifican%20como%20madera%20es table .

Anexo 17. Clases diamétricas de árboles maderables para la valoración real

Especies	Variables	Clases diamétricas				TOTAL
		30-40	40-50	50-60	60 a +	
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight et Arn.	N°			1	1	2
	AB			0,272	0,716	0,989
	Vol			1,416	7,448	8,865
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	N°	1				1
	AB	0,079				0,079
	Vol	0,205				0,205
<i>Cedrela odorata</i> L.	N°			1		1
	AB			0,225		0,225
	Vol			1,314		1,314
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	N°	2				2
	AB	0,194				0,194
	Vol	0,951				0,951
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	N°	1				1
	AB	0,080				0,080
	Vol	0,310				0,310
<i>Enterolobium</i> <i>cyclocarpum</i>	N°	1				1
	AB	0,088				0,088
	Vol	0,399				0,399
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	N°	1				1
	AB	0,078				0,078
	Vol	0,406				0,406
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	N°	2	1			3
	AB	0,162	0,139			0,300
	Vol	1,496	1,442			2,938
<i>Malpighia glabra</i> L.	N°	1				1
	AB	0,075				0,075
	Vol	0,292				0,292
<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	N°	1				1
	AB	0,088				0,088
	Vol	0,912				0,912
TOTAL	N°	10	1	2	1	14
	AB	0,842	0,139	0,497	0,716	2,194
	Vol	4,971	1,442	2,730	7,448	16,592

Anexo 18. Clases diamétricas de árboles maderables para la valoración potencial

Especies	Variables	Clases Diamétricas				TOTAL	IMA	Vol. Arbol en pie	Diámetro corta	Turno (n)
		0-10	10 - 20	20-30	30-40					
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum.	N°		4			4				
	AB		0,007			0,007	0,024	0,96	0,3	13
	Vol		0,010			0,010				
<i>Cedrela odorata</i> L.	N°	2	2	4	5	13				
	AB	0,014	0,035	0,188	0,557	0,794	0,028	1,31	0,4	14
	Vol	0,056	0,082	0,701	1,970	2,809				
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	N°			3		3				
	AB			0,169		0,169	0,025	0,48	0,3	12
	Vol			1,482		1,482				
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	N°		14	5		19				
	AB		0,288	0,240		0,528	0,015	0,96	0,3	20
	Vol		1,340	1,023		2,363				
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	N°	1	2			3				
	AB	0,007	0,039			0,046	0,01	0,96	0,3	30
	Vol	0,014	0,314			0,327				
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	N°			2		2				
	AB			0,086		0,086	0,024	0,41	0,3	13
	Vol			0,271		0,271				
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	N°	1				1				
	AB	0,007				0,007	0,01	0,96	0,3	30
	Vol	0,033				0,033				
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	N°	2	3	1		6				
	AB	0,016	0,032	0,045		0,093	0,013	0,98	0,3	23
	Vol	0,037	0,069	0,407		0,513				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	N°			1		1				
	AB			0,049		0,049	0,007	0,96	0,3	43
	Vol			0,096		0,096				
<i>Hura crepitans</i> L.	N°			1		1				
	AB			0,047		0,047	0,01	0,96	0,3	30
	Vol			0,153		0,153				
<i>Malpighia glabra</i> L.	N°			1		1				
	AB			0,066		0,066	0,025	0,29	0,3	12
	Vol			0,343		0,343				
<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruck	N°	4	1			5				
	AB	0,015	0,013			0,028	0,016	0,96	0,3	19
	Vol	0,029	0,131			0,159				
<i>Sapindus saponaria</i> L.	N°			1		1				
	AB			0,045		0,045	0,048	0,96	0,3	6
	Vol			0,175		0,175				
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	N°	9			1	10				
	AB	0,022			0,117	0,139	0,025	0,96	0,4	16
	Vol	0,026			0,916	0,942				
<i>Tectona grandis</i> L. f.	N°			1		1				
	AB			0,046		0,046	0,019	0,96	0,3	16
	Vol			0,120		0,120				
TOTAL	N°	20	28	20	6	74				
	AB	0,080	0,414	0,916	0,675	2,084				
	Vol	0,194	1,945	4,771	2,886	9,795				

Anexo 19. Costos de aprovechamiento

Costos de aprovechamiento		
Ítem	General	Total (S. / pt)
Costo aprovechamiento		0,30
- Costo corta		0,30
- Costo arrastre		0,00
Costo de transformación		0,50
- Costo aserrío in situ		0,50
Costo comercialización		0,35
- Costo estibas		0,10
- Costo transporte		0,25
Gastos administrativos		0,03
- Costo autorizaciones	S/, 500	0,03
- Costo guías	S/, 100	0,01
Gastos legales		0,04
- Pago impuestos	S/, 691,64	0,04
Gastos de representación		0,06
- Planificación	S/, 500	0,03
- Supervisión, monitoreo	S/, 400	0,02
- Coordinaciones	S/, 200	0,01
Costo de capital		
Tasa de interés	12%	
MBR		
Riesgo	20%	

Anexo 20. Valoración real de los SAF de cacao

Especie	Diámetro corta (cm)	N° Árboles	Vol (m3)	Cálculo de los ingresos (I)		Total ingresos	Cálculo de egresos (E) en soles								Total egresos	Valor neto, árbol en pie	valor neto por parcela	valor neto por ha
				Vol. (pt)	Precio (soles/pt)		Costo aprovechamiento	Costo aserrió	Costo comercialización	Gastos administrativos	Gastos legales	Gastos representación	Costo capital	MBR				
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Teijsm. & Binn.	30	2	8,86	2443	2,50	6107,78	732,93	1221,56	855,09	320,57	369,54	587,72	490,49	915,58	5493,47	614,31	40,95	511,92
<i>Artocarpus atilis</i> (Parkinson) Fosberg	30	1	0,20	56	2,50	141,13	16,94	28,23	19,76	7,41	8,54	13,58	11,33	21,16	126,94	14,19	0,95	11,83
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	1	1,31	362	6,00	2172,68	108,63	181,06	126,74	47,51	54,77	87,11	72,70	135,71	814,23	1358,45	90,56	1132,04
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	30	2	0,95	262	3,00	786,28	78,63	131,05	91,73	34,39	39,64	63,05	52,62	98,22	589,33	196,95	13,13	164,12
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	30	1	0,31	86	3,00	256,60	25,66	42,77	29,94	11,22	12,94	20,58	17,17	32,05	192,33	64,27	4,28	53,56
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	30	1	0,40	110	2,50	275,04	33,01	55,01	38,51	14,44	16,64	26,47	22,09	41,23	247,38	27,66	1,84	23,05
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.	30	1	0,41	112	3,00	335,32	33,53	55,89	39,12	14,67	16,91	26,89	22,44	41,89	251,33	83,99	5,60	69,99
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	30	3	2,94	810	2,70	2185,95	242,88	404,80	283,36	106,23	122,46	194,76	162,54	303,41	1820,45	365,49	24,37	304,58
<i>Malpighia glabra</i> L.	30	1	0,29	80	2,50	201,20	24,14	40,24	28,17	10,56	12,17	19,36	16,16	30,16	180,96	20,24	1,35	16,86
<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	30	1	0,91	251	4,00	1005,87	75,44	125,73	88,01	33,00	38,04	60,49	50,49	94,24	565,44	440,43	29,36	367,03
Total		14	16,59	4573		13467,85	1371,80	2286,33	1600,43	600,00	691,64	1100	918,02	1713,64	10281,86	3185,99	212,40	2654,99

Anexo 21. Valoración potencial de los SAF de cacao

Especie	Diámetro corta (cm)	Nº Árboles	Vol (m3)	Cálculo de los ingresos (I)			Cálculo de egresos (E) en soles									Valor neto, árbol en pie	valor potencial árbol en pie	valor neto por parcela	valor neto por ha
				Vol. (pt)	Precio (soles /pt)	Total ingresos	Costo aprovechamiento	Costo aserrío	costo comercialización	Gastos administrativos	gastos legales	Gastos representación	costo capital	MBR	Total egresos				
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum.	30	4	3,85	1061	4,00	4242,54	318,19	530,32	371,22	33,11	38,17	60,70	162,20	302,78	1816,69	2425,85	315,46	21,03	262,88
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	13	17,08	4707	6,00	28244,82	1412,24	2353,73	1647,61	146,95	169,4	269,4	719,92	1343,85	8063,10	20181,72	1187,16	79,14	989,30
<i>Colubrina glandulosa</i> Rich. ex Brongn.	30	3	1,43	393	3,00	1179,42	117,94	196,57	137,60	12,27	14,15	22,50	60,12	112,23	673,38	506,04	65,80	4,39	54,84
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	30	19	18,28	5038	3,00	15114,06	1511,41	2519,01	1763,31	157,26	181,3	288,3	770,47	1438,21	8629,27	6484,78	843,28	56,22	702,73
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	30	3	2,89	795	2,50	1988,69	238,64	397,74	278,42	24,83	28,62	45,52	121,65	227,09	1362,52	626,17	81,43	5,43	67,86
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	30	2	0,81	224	3,00	670,65	67,06	111,77	78,24	6,98	8,04	12,79	34,19	63,82	382,90	287,75	37,42	2,49	31,18
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	30	1	0,96	265	3,00	795,48	79,55	132,58	92,81	8,28	9,54	15,17	40,55	75,70	454,17	341,30	44,38	2,96	36,99
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	30	6	5,88	1619	2,70	4371,89	485,77	809,61	566,73	50,54	58,27	92,67	247,63	462,24	2773,45	1598,44	207,86	13,86	173,22
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	30	1	0,96	265	2,50	662,90	79,55	132,58	92,81	8,28	9,54	15,17	40,55	75,70	454,17	208,72	27,14	1,81	22,62

<i>Hura crepitans</i> L.	30	1,00	0,96	265	3,50	928,06	79,55	132,58	92,81	8,28	9,54	15,17	40,55	75,70	454,17	473,88	61,62	4,11	51,35
<i>Malpighia glabra</i> L.	30	1	0,29	80	2,50	201,20	24,14	40,24	28,17	2,51	2,90	4,61	12,31	22,97	137,85	63,35	8,24	0,55	6,86
<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruc k	30	5	4,81	1326	2,50	3314,49	397,74	662,90	464,03	41,39	47,71	75,87	202,76	378,48	2270,86	1043,62	135,71	9,05	113,09
<i>Sapindus saponaria</i> L.	30	1	0,96	265	2,50	662,90	79,55	132,58	92,81	8,28	9,54	15,17	40,55	75,70	454,17	208,72	27,14	1,81	22,62
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	40	10	9,62	2652	15,00	39773,83	795,48	1325,79	928,06	82,77	95,41	151,8	405,51	756,95	4541,72	35232,11	2072,47	138,2	1727,06
<i>Tectona grandis</i> L. f.	30	1	0,96	265	4,00	1060,64	79,55	132,58	92,81	8,28	9,54	15,17	40,55	75,70	454,17	606,46	78,86	5,26	65,72
Total		71	69,74	19221		103211,55	5766,35	9610,58	6727,41	600	691,64	1100	2939,52	5487,10	32922,60	70288,94	5193,98	346,27	4328,32

Anexo 22. Panel fotográfico

Delimitación de parcelas



Medición de altura con hipsómetro y diámetro de las especies forestales



Sistemas agroforestales de cacao



