

Valoración de la producción de madera en predios pertenecientes a la zona alta de la Unidad de Manejo Forestal de la Asociación Agroforestal del Chucurí (ASAFCH) en Santander

Nury Yolanda Rangel Melgarejo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Forestal

Director

Ronald Alfonso Montañez Valencia

M.Sc. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales

Codirector

Sandra Milena Díaz López

M.Sc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección regional y educación a distancia IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A mis padres Evelio Rangel y Yolanda Melgarejo, por su esfuerzo, apoyo incondicional y ejemplo. A mis hermanos por estar presente en todo mi proceso de aprendizaje, por la motivación y cariño.

Agradecimientos

A Dios por ser guía y fortaleza de mi vida.

A mi familia por su sacrificio y apoyo durante toda mi formación académica y crecimiento personal.

A la Universidad Industrial de Santander, por suministrarme las bases necesarias para el desarrollo de la profesión de Ingeniería Forestal y la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos.

A la Asociación Agroforestal del Chucurí, por permitir ampliar mi conocimiento en campo y suministrar los datos necesarios para la realización de los objetivos propuestos.

A mi director Ronald Alfonso Montañez Valencia, por su disposición, dedicación, guía en el desarrollo de este trabajo y el aporte de sus conocimientos.

A mi codirectora Sandra Milena Díaz López, por su participación y ayuda a enriquecer la información presentada.

Finalmente, a mis compañeros Vanessa Hernández, Diego Carrillo y Carol Buitrago, por la información aportada desde sus fortalezas y conocimiento, y ser apoyo incondicional durante el desarrollo del trabajo.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	15
1. Objetivos.....	18
1.1 Objetivo General.....	18
1.2 Objetivos Específicos.....	18
2. Marco referencial.....	19
2.1 Marco teórico.....	19
2.2 Marco legal.....	21
2.2.1 Ley 2 de 1959.....	21
2.2.2 Ley 99 de 1993.....	21
2.2.2.1 Artículo 5.....	21
2.2.3 Decreto 2811 de 1974.....	21
2.2.3.1 Artículo 55.....	21
2.2.4 Decreto 1791 de 1996.....	22
2.2.5 Decreto 1076 de 2015.....	22
2.2.5.1 Artículo 2.2.1.1.1.....	22
2.2.6 Resolución DGL No. 00188 del 14 de mayo de 2020.....	23
2.2.7 Resolución DGL No. 0000384 del 22 de junio de 2022.....	23
2.2.8 Resolución DGL No. 000289 de 08 de mayo de 2023.....	24
3. Metodología.....	24
3.1 Área de estudio.....	24

3.2 Recopilación de información	26
3.2.1 Plan de Manejo Forestal Comunitario Núcleo Forestal	26
3.2.2 Fase de campo	27
3.2.3 Disponibilidad de materia prima	27
3.2.3.1 Selección de individuos.	29
3.2.3.2 Distribución diamétrica.....	29
3.2.3.3 Volumen de madera en pie	30
3.2.4 Registro de datos en Green Value	31
3.2.4.1 Metodología simplificada de la Green Value.	31
3.2.4.2 Clasificación de la información en la Green Value.....	32
3.3 Rendimientos operativos de la producción maderera	32
3.3.1 Indicadores del rendimiento operativo	33
3.4 Información de la proyección financiera	34
3.4.1 Indicadores financieros.....	34
3.4.1.1 Costos.	34
3.4.1.2 Ingresos.	35
3.4.2 Análisis de los indicadores financieros	35
4. Resultados.....	36
4.1 Clasificación de la información	36
4.1.1 Revisión del inventario forestal	36
4.1.1.1 Composición florística y categorías de amenaza del bosque natural.	36

4.1.1.2 Composición florística y categoría de amenaza de los árboles aislados de los sistemas agroforestales.....	37
4.1.2 Individuos aprovechables	38
4.1.3 Distribución diamétrica de individuos aprovechables.....	40
4.1.4 Área y volumen aprovechable por predio.....	42
4.1.5 Especies aprovechables por predio.....	43
4.2 Rendimientos operativos	45
4.3 Proyección financiera	48
4.3.1 Análisis de los indicadores financieros para bosque natural	48
4.3.1.1 Análisis general de sensibilidad.	50
5. Discusión	57
6. Conclusiones.....	59
7. Recomendaciones.....	61
Referencias bibliográficas	62

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Información de los predios con coordenadas geográficas</i>	26
Tabla 2 <i>Pasos de la herramienta Green Value para realizar el análisis financiero</i>	31
Tabla 3 <i>Características de las actividades e insumos para el registro de datos</i>	32
Tabla 4 <i>Rendimientos operativos por actividad</i>	45
Tabla 5 <i>Valoración económica por especie para Bosque Natural</i>	47
Tabla 6 <i>Valoración económica por especie para Sistema Agroforestal</i>	47
Tabla 7 <i>Costos por actividad y tipo de insumo para Bosque Natural</i>	49
Tabla 8 <i>Ingreso, costo, utilidad y tasa de rentabilidad para Bosque natural</i>	49
Tabla 9 <i>Análisis general de sensibilidad para Bosque natural</i>	50
Tabla 10 <i>Costos por actividad y tipo de insumo para Sistema Agroforestal</i>	53
Tabla 11 <i>Ingreso, costo, utilidad y tasa de rentabilidad para Sistema Agroforestal</i>	54
Tabla 12 <i>Análisis general de sensibilidad para Sistema Agroforestal</i>	55

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Área de estudio San Vicente de Chucurí y el Carmen de Chucurí</i>	25
Figura 2 <i>Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN</i>	28
Figura 3. <i>Categoría de amenaza de la totalidad especies arbóreas de bosque natural</i>	37
Figura 4 <i>Categoría de amenaza de la totalidad de especies arbóreas de sistema agroforestal</i> ...	38
Figura 5. <i>Especies aprovechables para bosque natural</i>	39
Figura 6 <i>Especies aprovechables para árboles aislados y de sombrío en sistemas agroforestales</i>	40
Figura 7 <i>Clases diamétricas para bosque natural</i>	41
Figura 8 <i>Clases diamétricas para sistema agroforestal</i>	41
Figura 9 <i>Área y volumen aprovechable de cada predio</i>	42
Figura 10 <i>Cantidad de volumen por especie en cada predio para bosque natural</i>	43
Figura 11 <i>Cantidad de volumen por especie en cada predio para sistema agroforestal</i>	44
Figura 12 <i>Equivalencia volumétrica entre madera aserrada y rolliza</i>	46
Figura 13 <i>Sensibilidad con el costo variable real para bosque natural</i>	52
Figura 14 <i>Sensibilidad con aumento del 50 % en el costo variable para bosque natural</i>	52
Figura 15 <i>Sensibilidad con el costo variable real para sistema agroforestal</i>	56
Figura 16 <i>Sensibilidad con aumento del 50 % en el costo variable para sistema agroforestal</i> ...	56

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Composición florística bosque natural	70
Apéndice B: Composición florística sistema agroforestal	73

Glosario

Análisis de precio unitario: proceso que determina los costos de cada unidad específica, elemento y actividad relacionados con la extracción, transformación y comercialización de los productos forestales con se respectiva medida específica (Taye et al., 2021). Incluye costes de mano de obra, equipos, maquinaria, procesamiento en aserrío, secado, transporte, almacenamiento, comercialización. Además, costos indirectos, los administrativos, mantenimiento de equipos, seguros de los trabajadores (Vizcaíno et al., 2018).

Análisis financiero: proceso de evaluación del estado financiero, viabilidad, estabilidad y rentabilidad de un proyecto, empresa o inversión con el uso de herramientas, que incluye diversos indicadores financieros (Mora & Tamayo, 2023).

Análisis de viabilidad financiera: evalúa los ingresos, costos, gastos y flujos de efectivo, para identificar los riesgos financieros y la capacidad del proyecto para producir beneficios a largo plazo y optimizar el uso de los recursos (Guamán et al., 2020).

Aprovechamiento de impacto reducido: operaciones de aprovechamiento de recursos maderables y no maderables basadas en garantizar la preservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas. Se planifica cuidadosamente las actividades de aprovechamiento y extracción, con métodos acorde a las condiciones físicas del área de trabajo. Además de monitorear y controlar, el cumplimiento de la practica responsable que minimizan el impacto negativo sobre el bosque remanente y el suelo (Valdivia et al., 2020).

Aprovechamiento forestal: obtención de productos de un bosque, desde el derribo o recolección hasta su transformación de forma sostenible. Mediante la aplicación de técnicas silvícolas que permiten la renovación y persistencia del recurso (Moreno et al., 2019)

Asociación Agroforestal de Chucurí (ASAFCH): asociación comunitaria sin ánimo de lucro, ubicada entre los municipios de San Vicente de Chucurí y Carmen de Chucurí del departamento de Santander, con fines de interés social, cuyos asociados son personas naturales inspiradas en el cuidado, protección y producción forestal sostenible de los recursos naturales del departamento de Santander (Minambiente, 2023).

Costos: es la inversión realizada en los procesos productivos o explotación de los recursos naturales, incluye el equivalente efectivo, relaciona materia prima, mano de obra, esfuerzos y actividades directas para activar la producción, para obtener bienes y servicios desde la empresa (Casanova et al., 2021).

Gastos: son las erogaciones en bienes y servicios consumidos completamente durante el periodo productivo, en relación al funcionamiento general y administración, no directamente en relación a la labor de producción. Incluyen remuneraciones, depreciación y amortización de bienes, egresos de impuestos necesarios, provisiones y reservas técnicas (Crucianelli, 2017).

Green Value: A partir de la investigación del Servicio Forestal de los Estados Unidos sobre el manejo forestal comunitario (MFC), aportaron la herramienta de análisis financiero, denominada Green Value (Valor Verde). Es un método consistente y replicable para organizar, comprender y presentar la información financiera necesaria, en hojas de cálculo interconectadas que permiten registrar y analizar datos de costos e ingresos financieros. Dirige las operaciones de monitoreo y análisis de costos de producción e ingresos por ventas de las iniciativas forestales en su periodo productivo (Humphries et al., 2020).

Ingresos: son los montos de dinero recibidos por la venta de un producto y/o servicio, y de otras fuentes, relacionados con la gestión de los recursos forestales. Importantes para la viabilidad económica y la sostenibilidad de las operaciones forestales (Portilla, 2024).

Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal: formulación y descripción de los sistemas y labores silviculturales a aplicar en el bosque sujeto a aprovechamiento forestal persistente, con el objeto de asegurar su sostenibilidad ecológica, económica y social, de esta manera, se usa el bosque sin destruirlo. Incluye la ciencia de las técnicas de extracción de los bienes que ofrece el bosque, sin disminuir su productividad se obtiene el uso del patrimonio forestal, de acuerdo con las exigencias legales (Dourojeanni, 2020).

Rendimiento de labores forestales: es la eficiencia y productividad con la que se realizan las operaciones forestales se relaciona con los recursos, actividades y productos, los cuales, están interconectados en el espacio y en el tiempo (FEDEMADERAS, 2023).

Silvicultura comunitaria: estrategia en la cual, las comunidades asumen cierta responsabilidad por el manejo forestal, con enfoque participativo que promueve el uso sostenible de los recursos forestales (Bohnett et al., 2023). Esta es un requisito previo para la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos, como la producción de madera, el secuestro de carbono, la distribución natural del recurso hídrico, la protección y mitigación contra fenómenos naturales, las dinámicas ecológicas y el turismo de naturaleza, entre otros (Baciu et al., 2021).

Resumen

Título: Valoración de la producción de maderera en predios pertenecientes a la zona alta de la Unidad de Manejo Forestal de la Asociación Agroforestal del Chucurí (ASAFCH) en Santander*

Autor: Nury Yolanda Rangel Melgarejo**

Palabras Clave: Bosque Natural, Sistema Agroforestal, Madera Legal, Volumen, Green Value, Rentabilidad, Análisis de Sensibilidad.

Descripción: En Colombia, casi la mitad de la madera comercializada es ilegal, para abordar esta situación, se ejecutan acciones estratégicas como capacitación técnica, promoción de la comercialización legal y fortalecimiento de la gobernanza forestal. El presente estudio, se centró en analizar la productividad económica forestal para sistemas agroforestales y bosque natural, al identificar factores que determinan el rendimiento operativo y el potencial de análisis financiero para mejorar los escenarios productivos en la Asociación Agroforestal del Chucurí ASAFCH. Del censo forestal realizado en ASAFCH, se clasificaron los datos para 8 fincas, en las que predominan coberturas de bosque natural y sistema agroforestal, en las cuales, se determinaron las especies aprovechables, con su respectivo volumen, el cálculo de los rendimientos operativos, y con la herramienta Green Value, el análisis financiero de los predios. Se obtuvo como resultado, el aprovechamiento forestal de 17 especies, con un volumen total de 2,038.44 m³ y aprovechable de 986.80 m³. Una tasa de rentabilidad de 22 % para bosque natural y 23 % para sistema agroforestal. Además de indicar que no es viable el aumento de los costos, pues no existiría ganancia en ninguno de los casos, aun si bajo esta condición, se aumentara el volumen aprovechable en un 50 %.

* Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Ronald Alfonso Montañez Valencia. M.Sc. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. Codirector: Sandra Milena Díaz López. M.Sc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque

Abstract

Title: Assessment of wood production on properties belonging to the upper zone of the Forest Management Unit of the Agroforestry Association of Chucurí (ASAFCH) in Santander*

Author: Nury Yolanda Rangel Melgarejo**

Key Words: Natural Forest, Agroforestry System, Legal Timber, Volume, Green Value, Profitability, Sensitivity Analysis.

Description: In Colombia, almost half of the wood sold is illegal. To address this situation, strategic actions are carried out such as technical training, promotion of legal marketing and strengthening of forest governance. The present study focused on analyzing forest economic productivity for agroforestry systems and natural forest, by identifying factors that determine operational performance and the potential of financial analysis to improve productive scenarios in the Chucuri Agroforestry Association ASAFCH. From the forest census carried out in ASAFCH, the data were classified for 8 farms, in which natural forest coverage and agroforestry system predominate, in which the usable species were determined, with their respective volume, the calculation of operational yields, and with the Green Value tool, the financial analysis of the properties. As a result, the forest exploitation of 17 species was obtained, with a total volume of 2,038.44 m³ and usable volume of 986.80 m³. A profitability rate of 22% for natural forest and 23% for agroforestry system. In addition to indicating that the increase in costs is not viable, since there would be no profit in any of the cases, even if under this condition, the usable volume was increased by 50%.

* Degree Work

**

Institute of Regional Projection and Distance Education. Forest Engineering Program Director: Ronald Alfonso Montañez Valencia. M.Sc. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. Codirector: Sandra Milena Díaz López. M.Sc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque

Introducción

La ilegalidad del tráfico de madera en Suramérica, representa casi la mitad de las ganancias anuales en actividades contra los ecosistemas naturales (152,000 millones de dólares estadounidenses) (Suarez, 2023). La corta y extracción sin planificación, permisos o monitoreos, repercuten en las dinámicas ecológicas, la diversidad biológica y los renglones económicos estatales y comunitarios (Morales, 2017). Los países de la región suramericana con mayor afectación por el tráfico de madera y productos forestales no maderables son: Brasil, Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador, esto generó alteraciones del ambiente, deforestación, degradación y fragmentación de los bosques (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2020)

El 65% de la madera transformada y comercializada por la industria forestal legalmente registrada en productos manufacturados, proviene de los bosques naturales y, en Colombia, el 47% de la madera comercializada es ilegal y representa el 10% de afectación a las coberturas vegetales, a causa de deforestación en el país (Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], 2023). Además, no se dispone de registros temporales y físicos de cada actividad, valoración social y económica del aprovechamiento *in situ* por parte de los aserradores, propietarios de la madera o asociaciones dedicadas al manejo y aprovechamiento forestal con fines de producción (Federación Nacional de Industriales de la Madera [FEDEMADERAS], 2023)

El Pacto Intersectorial por la Madera Legal en Colombia, implementa acciones estratégicas como la capacitación técnica y financiera a sus asociados, el fortalecimiento de la oferta y demanda de la misma y el monitoreo de las acciones de gobernanza forestal en el país, con la participación

de voluntades públicas, privadas y sociedad civil, con el fin de controlar la movilización de maderas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2022).

Los aprovechamientos forestales legales con especies maderables comerciales requieren de manera continua el acompañamiento en procesos de capacitación técnica, social, financiera y la gestión silvicultural para las comunidades dedicadas a la actividad (Basnyat, 2020). Así como, el cumplimiento normativo y registros actualizados frente al transporte menor y dimensionamientos de la cubicación exigida (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MinAgricultura], 2021). Por ende, el registro de tiempos de apeo, desrame, troceado, aserrado y cuantificación en términos de costo de la producción maderable en cada etapa de transformación primaria y comercialización, interesa para la valoración en rendimiento operativo y financiero (Antonínová et al., 2020).

El proceso de la producción maderable, exige información específica de las actividades forestales de extracción, transporte y comercialización del producto. Para esto, reevaluar el mercado entre comprador y oferente es uno de los retos más importantes (MinAgricultura, 2021). Los procesos administrativos y jurídicos en el marco ambiental, limitan la gestión silvicultural en regiones distantes de la urbe político-administrativa de la entidad ambiental, responsable del recurso forestal (Basnyat, 2020). Esto genera problemáticas en el cumplimiento de la normatividad requerida, según el permiso de aprovechamiento forestal exigido.

La sinergia entre la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) y la Asociación Agroforestal del Chucurí (ASAFCH), ubicada entre los municipios de San Vicente de Chucurí y el Carmen de Chucuri, permitió ajustar el permiso de aprovechamiento forestal persistente, según la normatividad vigente y las prácticas silviculturales del aserradero. ASAFCH enfoca su actividad

en la obtención de productos maderables, transformación primaria y comercialización, con el fin de abrir paso a mercados selectivos (Sanabria & Asprilla, 2023b).

Finalmente, este trabajo de grado apoyó la recolección y análisis de datos de la productividad económica forestal, en el marco de la investigación científica. Se plantearon los siguientes cuestionamientos: 1. ¿Existen diferencias significativas entre la producción forestal maderera entre sistemas agroforestales y bosque natural?, 2. ¿Cuáles factores inciden en el rendimiento operativo de los aprovechamientos forestales? y 3. ¿Permiten los análisis financieros mejorar los escenarios productivos forestales en ASAFCH?

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Valorar la producción maderera en predios pertenecientes a la zona alta de la Unidad de Manejo forestal de la Asociación Agroforestal del Chucurí (ASAFCH) en Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Clasificar la información e insumos de la línea concerniente al aprovechamiento forestal, según las condiciones operativas de la producción maderera de ASAFCH.

Estimar los rendimientos operativos teóricos del aprovechamiento forestal para la producción maderera en sistemas agroforestales y bosques naturales.

Analizar la proyección financiera para la producción maderera en bosques naturales y sistemas agroforestales.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

Los servicios ecosistémicos del bosque natural, se ven seriamente afectados tras el aprovechamiento maderero, proyectar Planes de Manejo Forestal, reduce y permite mitigar los impactos generados (Malleux et al., 2021). Además, las dificultades para combatir la informalidad, incluye el desconocimiento de la operación adecuada para el aprovechamiento forestal, falencias en la preparación del plan de manejo, la oferta y los cuidados silviculturales requeridos por la ley, que disminuye el aprovechamiento forestal lícito y ocasiona su baja rentabilidad (Dourojeanni, 2022).

Sevinç. (2023) considera los delitos forestales como una de las amenazas más graves, respecto a la destrucción de los bosques. Propone como alternativa, la investigación respecto a los apoyos financieros forestales a las comunidades aledañas a los bosques, para disminuir la tala ilegal. La sensibilización de las comunidades locales, basado en las leyes establecidas, ocasiona un efecto positivo en las mismas, en relación con el incremento en sus ingresos económicos (Maldonado, 2023)

Según Saal et al. (2019) en las últimas décadas, el incremento de la demanda de madera como materia prima aumentó debido a la variedad en sus productos. Además, incrementó el interés de las industrias, tanto en el producto principal, como en los residuos obtenidos del procesamiento para la transformación en materiales y empleo en energías alternativas no convencionales.

El crecimiento de la producción maderera plantada como los sistemas agroforestales (si para esto han sido establecidos) y las no plantadas como los bosques naturales, se generó con el

fin de satisfacer las necesidades futuras de producción (Schulze et al., 2020). Proporcionar madera plantada, reduce la perturbación del bosque natural, y la amenaza contra el hábitat de las especies terrestres de flora y fauna silvestre y/o domesticada (Lara, 2023).

Usman et al., (2024), están de acuerdo en que incrementar razonablemente la plantación de especies maderables en sistemas agroforestales, impulsa los propósitos socioeconómicos y hace frente a los problemas de deforestación. Recomendar la promoción de proyectos con incentivos económicos, que mejoren las condiciones ecológicas de las regiones, garantiza y facilita la mayor participación y fortalecimiento de la gobernanza forestal.

Según la (FAO, 2020) las corporaciones autónomas, las autoridades ambientales y locales y los diferentes actores que intervienen en el mercado de la madera y la industria forestal, tienen un papel importante al incentivar la forestería comunitaria como una fuente de empleo y seguridad alimentaria en las regiones.

Analizar el desarrollo adecuado de la economía forestal comunitaria, abarca las barreras técnicas, institucionales, legales y financieras. Incluir el estudio de los costos reales de la producción maderable desde los procedimientos establecidos por la autoridad ambiental, procesos de tala, troceado, aserrado y transporte, permite estimar la rentabilidad, la información sobre costos de producción y precios de venta que incentivan los planes de negocio en cada iniciativa, para que el manejo forestal sea factible y sostenible (Quintero et al., 2020).

2.2 Marco legal

2.2.1 Ley 2 de 1959

Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables (Ministerio de Justicia y del Derecho, 1959)

2.2.2 Ley 99 de 1993

“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones” (Congreso de Colombia, 1993)

2.2.2.1 Artículo 5. Funciones del Ministerio. Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales.

Aprobar los estatutos de las Corporaciones Autónomas Regionales y las reformas que los modifiquen o adicionen y ejercer sobre ellas la debida inspección y vigilancia (Congreso de Colombia, 1993)

2.2.3 Decreto 2811 de 1974

“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”(Presidencia de la República, 1974)

2.2.3.1 Artículo 55. “La duración del permiso será fijada de acuerdo con la naturaleza del recurso, de su disponibilidad, de la necesidad de restricciones o limitaciones para su conservación y de la cuantía y clase de las inversiones, sin exceder de diez años. Los permisos por lapsos

menores de diez años, serán prorrogables siempre que no sobrepasen, en total, el referido máximo”

(Presidencia de la República, 1974)

2.2.4 Decreto 1791 de 1996

Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

Define el aprovechamiento forestal como la extracción de productos de un bosque y comprende desde la obtención hasta el momento de su transformación.

El artículo 5 dicta varias clases de aprovechamiento forestal que dependen de la clase de propiedad sobre los bosques naturales en los que se autoriza la extracción de madera y su tipo de uso (Ministerio del Medio Ambiente, 1996).

2.2.5 Decreto 1076 de 2015

Por medio del cual se expide el Decreto Único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente, 2015)

2.2.5.1 Artículo 2.2.1.1.1.1. Definiciones. Para efectos de la presente sección se adoptan las siguientes definiciones:

- **Aprovechamiento:** Es el uso, por parte del hombre, de los recursos maderables y no maderables provenientes de la flora silvestre y de las plantaciones forestales.
- **Aprovechamiento forestal:** Es la extracción de productos de un bosque y comprende desde la obtención hasta el momento de su transformación.
- **Aprovechamiento sostenible:** Es el uso de los recursos maderables y no maderables del bosque que se efectúa manteniendo el rendimiento normal del bosque mediante la aplicación de técnicas silvícolas que permiten la renovación y persistencia del recurso.

- Productos forestales de transformación primaria: Son los productos obtenidos directamente a partir de las trozas como bloques, bancos, tablones, tablas y además chapas y astillas, entre otros.
- Productos forestales grado transformación terminados: Son los productos de la madera obtenidos mediante diferentes procesos y grados de elaboración y de acabado industrial con mayor valor agregado (Minambiente, 2015).

2.2.6 Resolución DGL No. 00188 del 14 de mayo de 2020

“Por la cual se establece veda para el aprovechamiento forestal en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS”

2.2.7 Resolución DGL No. 0000384 del 22 de junio de 2022

"Por la cual se autoriza un aprovechamiento forestal persistente y se dictan otras disposiciones"

Que mediante **radicado CAS No. 80.30.16954.2021 de 01 de octubre de 2021**, la Asociación Agroforestal de Chucurí – ASAFCH, identificada con NIT. 901.496.643-2, mediante su representante legal el señor Jesús Díaz Silva, identificado con cedula de ciudadanía No. 5.641.452 expedida en Carmen del Chucurí, solicitó a la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, permiso de aprovechamiento forestal sostenible en un total de 876,24 hectáreas, distribuidas en 9 Unidades de Corta Anual – UCAS, tanto en bosque natural con la cantidad de 1.430,94 m³, como en sistemas agroforestales con un volumen total de 2.986,95 m³, en predios ubicados en los municipios de San Vicente de Chucurí y Carmen de Chucurí (CAS, 2022).

2.2.8 Resolución DGL No. 000289 de 08 de mayo de 2023

"Por la cual se modifica la Resolución DGL No. 0000384 de fecha 22 de junio de 2022, y se dictan otras disposiciones" (CAS, 2023).

3. Metodología

3.1 Área de estudio

El área de estudio está ubicada entre los municipios de San Vicente de Chucurí y el Carmen de Chucurí en el departamento de Santander, inscrita dentro de la Unidad de Manejo Forestal (UMF), jurisdicción de la Asociación Agroforestal del Chucurí (ASAFCH), conformada por un área total de 876,24 ha. La UMF, se divide en zona alta y zona baja. Los ocho predios motivo de estudio corresponden a la zona alta de la UMF, donde predominan coberturas vegetales de bosques naturales y sistemas agroforestales.

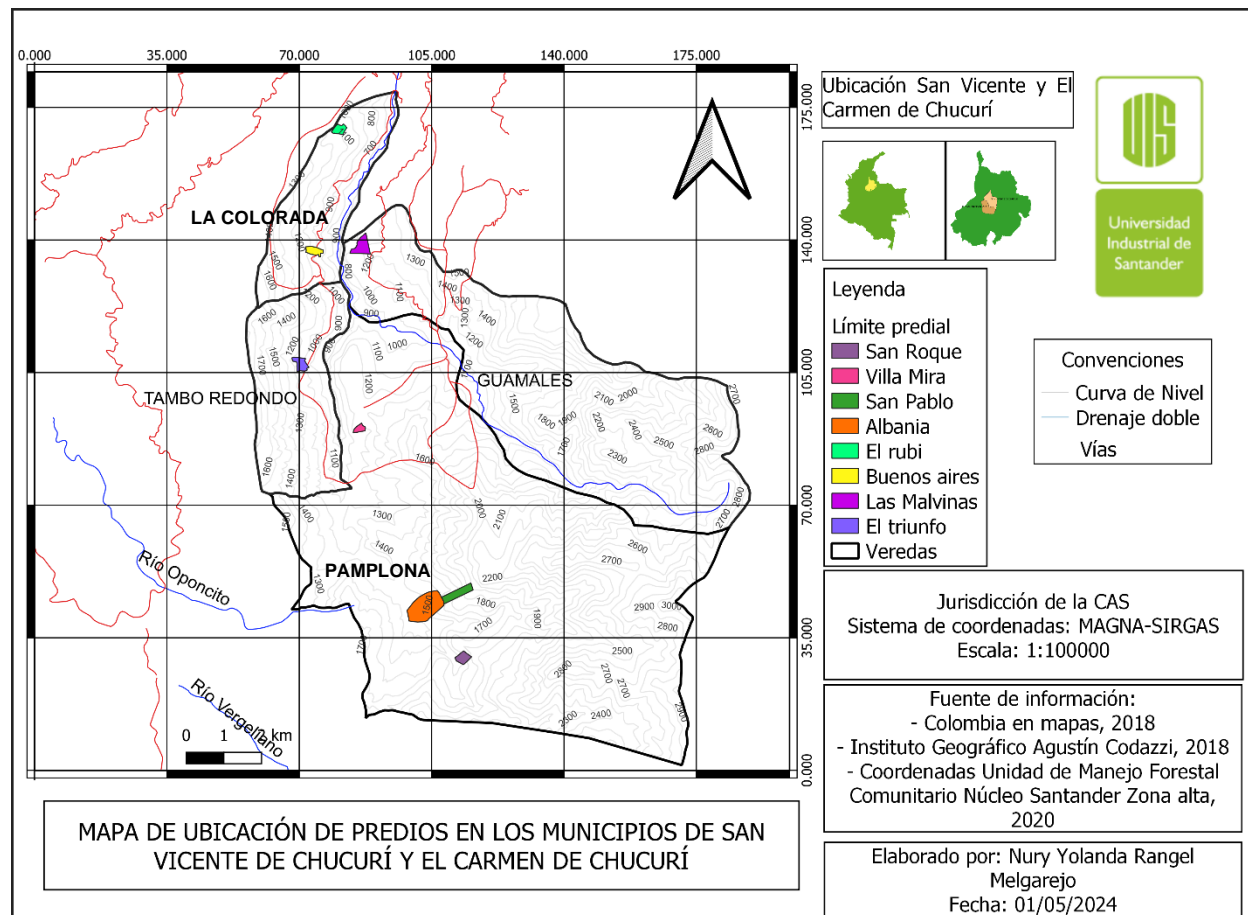
El rango altitudinal correspondiente es de 800 - 2000 m s.n.m., con precipitaciones anuales desde los 2000 hasta 2500 mm (régimen bimodal con máximas entre marzo a mayo y octubre a noviembre); una temperatura que oscila entre los 18°C y 24°C, con humedad relativa de 80- 85%. Los predios se clasifican como Bosque muy Húmedo premontano (bmh-PM) (IDEAM, 2011).

Para el estudio las fincas seleccionadas Villa Mira, Albania, San Roque, San Pablo, Las Malbinas, El Rubí, Buenos Aires, El Triunfo, pertenecen a las veredas Tambo Redondo del municipio de El Carmen de Chucurí; La Colorada, Guamales y Pamplona, al municipio de San Vicente de Chucurí respectivamente (ver Tabla 1).

De la Resolución DGL No. 0000384 del 22 de junio de 2022, expedida por la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS, se obtuvo la información predial y del permiso de aprovechamiento forestal persistente para 1031,01 m³ en madera de bosque natural y 2955,47 m³ en madera de sistemas agroforestales ubicados en la zona alta de la UCA 1.

Figura 1

Área de estudio San Vicente de Chucurí y el Carmen de Chucurí



Nota: Coordenadas de los predios, tomadas del Plan de Manejo Forestal Comunitario Núcleo Santander.

Tabla 1*Información de los predios con coordenadas geográficas*

Nombre del predio	Propietario	Municipio	Vereda	Coordenadas	
				X	Y
Villa Mira	Edelmira Sánchez	San Vicente de Chucurí	Pamplona	-73.45998264510	6.74330614754
Albania	Pedro Jaimes	San Vicente de Chucurí	Pamplona	-73.43846537130	6.71022391244
San Roque	Temistocles Jaimes	San Vicente de Chucurí	Pamplona	-73.43490229230	6.69865667497
San Pablo	Viviana González	San Vicente de Chucurí	Pamplona	-73.43272873320	6.70410997690
Las Malbinas	Gumercindo Arenas	San Vicente de Chucurí	Guamales	-73.46087112700	6.78511788684
El Rubi	Rodrigo Lozada	San Vicente de Chucurí	La colorada	-73.46307178140	6.81355982182
Buenos Aires	Rosa Oliveros	San Vicente de Chucurí	La colorada	-73.47165197210	6.78679273918
El Triunfo	Gerardo González	El Carmen de Chucurí	Tambo Redondo	-73.47376692710	6.76005375641

Nota. Información adaptada del Plan de Manejo Forestal Comunitario Núcleo Santander

3.2 Recopilación de información

3.2.1 Plan de Manejo Forestal Comunitario Núcleo Forestal

La información que se empleó pertenece a ASAFCH y se registró, según la caracterización florística del Plan de Manejo Forestal Comunitario Núcleo Forestal del año 2021 en el marco del Proyecto de fortalecimiento de la gobernanza forestal en Colombia. Esta base de datos incluye la

identificación de especies, diámetro a la altura del pecho (DAP), medición de alturas, ubicación geográfica y la distribución de cada individuo por predio.

Para este estudio, se tuvo en cuenta únicamente los individuos con DAP mayor o igual a 40 cm, diámetro mínimo de corta establecido por la CAS para este proyecto.

3.2.2 Fase de campo

Se realizó acompañamiento a las asambleas programadas por ASAFCH, de las cuales, se identificó su conformación, actividades de producción y rendición de cuentas. Además, se encuestó a los propietarios de los predios seleccionados sobre las labores de la comunidad pertenecientes a ASAFCH, en relación con el aprovechamiento forestal.

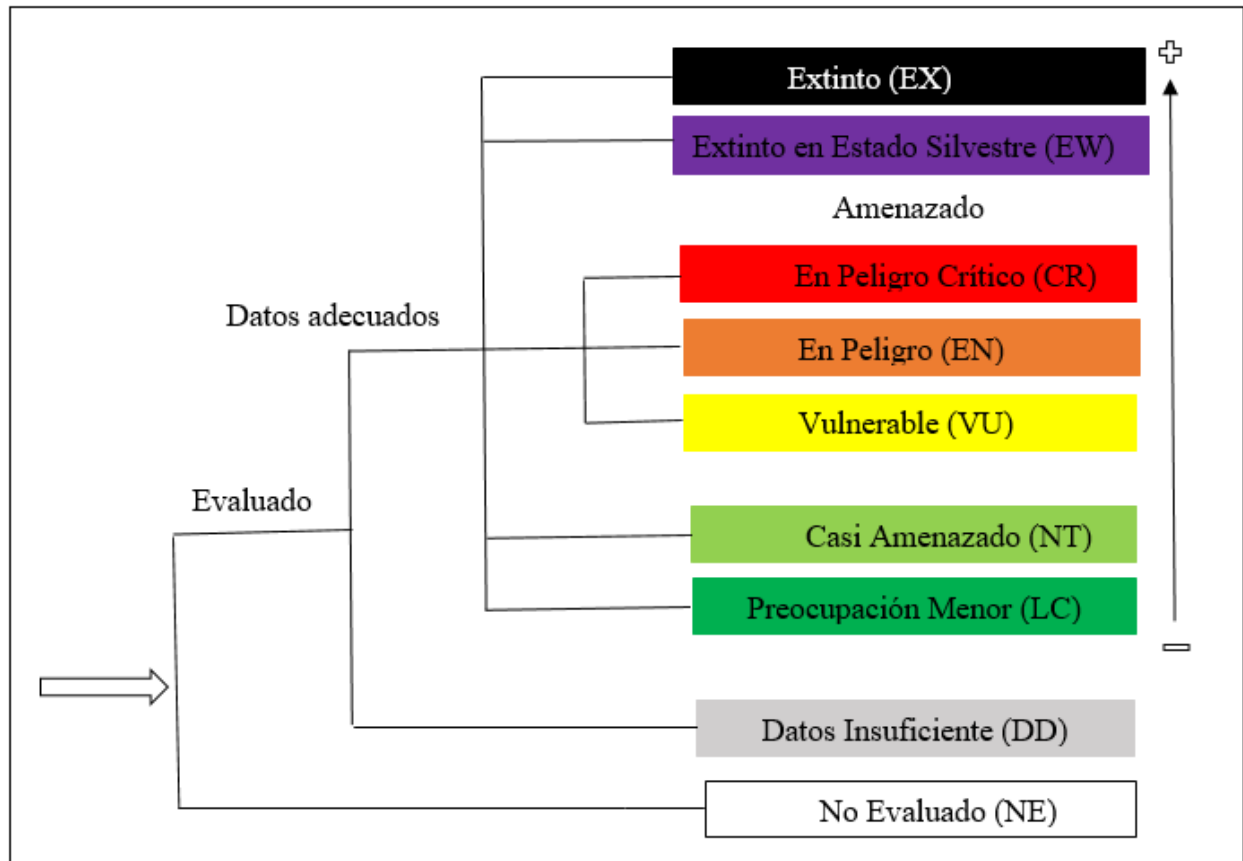
Se tomaron datos, a través de una encuesta semiestructurada, que indica en detalle, las tareas de extracción de la madera (Guardia et al., 2015), realizada a partir de los requerimientos de la herramienta Green Value, según la actividad que se realiza y los tipos de insumos usados.

3.2.3 Disponibilidad de materia prima

De los datos registrados en el Censo Forestal, se seleccionaron únicamente los pertenecientes a los predios de estudio.

En el programa Microsoft Excel se registró la familia, especie y cantidad de individuos pertenecientes a cada una.

Se clasificaron las especies objeto de estudio según las categorías y criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y se determinaron las especies con posible grado de riesgo a extinción, respecto a lo siguiente:

Figura 2*Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN*

Nota. Adaptada de la UICN (2012)

Según la UICN (2012), las categorías se definen así:

- Extinto (EX): Un taxón está extinto cuando está demostrado que el último individuo existente ha muerto.

- Extinto en Estado Silvestre (EW): El taxón sólo sobrevive en cultivo, cautiverio o como población naturalizada completamente fuera de su distribución original. Las prospecciones exhaustivas de sus hábitats, a lo largo de su distribución histórica, no se han detectado individuos.

- En Peligro Crítico (CR): El taxón se enfrenta a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.
- En Peligro (EN): El taxón se enfrenta a un riesgo muy alto de extinción en estado de vida silvestre.
- Vulnerable (VU): El taxón se enfrenta a un riesgo alto de extinción en estado de vida silvestre.
- Casi Amenazado (NT): El taxón no satisface las características de CR, EN, VU, sin embargo, está próximo a encontrarse en estas categorías.
- Preocupación menor (LC): Se incluyen los taxones abundantes y de amplia distribución.
- Datos Insuficientes (DD): Los taxones no presenta la información adecuada para evaluarlos directa o indirectamente, de su riesgo de extinción. Carece de datos respecto a su abundancia y distribución.
- No Evaluado (NE): El taxón no ha sido clasificado en relación a ningún criterio.

3.2.3.1 Selección de individuos. Se filtraron las especies autorizadas en la RESOLUCIÓN DGL No. 0000384 del 22 de junio de 2022. De las cuales se tomaron los individuos correspondientes sus respectivas variables: diámetro a la altura del pecho (m) y altura comercial (m).

3.2.3.2 Distribución diamétrica. Se siguió la Regla de Sturges con los datos del diámetro a la altura de pecho (DAP) de los individuos para determinar las clases diamétricas con la siguiente fórmula (Torres et al., 2021):

- Rango (R) =

$$R = DAP_{\text{máx}} - DAP_{\text{mín}} \text{ (Ecuación 1)}$$

- Amplitud de clase (C) =

$$C = \frac{R}{K} \text{ (Ecuación 2)}$$

- Número de intervalos acerca del número de clases que deben considerarse al elaborarse un histograma (K):

$$K = 1 + 3,322 \log_{10}(N) \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

N = Número total de datos

3.2.3.3 Volumen de madera en pie. El aprovechamiento forestal se analizó según el volumen total de madera aprovechada comercialmente durante la extracción maderera del año 2024, conforme a lo establecido en la resolución.

Según el factor de forma de 0,75 establecido por la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. Se estableció el volumen comercial con corteza, de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi}{4} \times DAP^2 \times hc \times ff \text{ (Ecuación 4)}$$

DAP (m) = Diámetro a la altura del pecho

hc (m) = Altura comercial

ff = Factor de forma

3.2.4 Registro de datos en Green Value

Se registró la información en las hojas pre-formateadas de la herramienta Green Value, desarrolladas en Microsoft Excel. Para su uso, se hizo parte de una capacitación con uno de sus creadores, Shoana Humphries, respecto al manejo adecuado de la misma, además de contar con la guía del usuario de la herramienta.

Las técnicas financieras que se tuvieron en cuenta incluyen: costos y gastos operativos asociados a la producción maderera, ingresos brutos, ingresos netos y aplicaron estructuras financieras como el presupuesto e indicadores financieros (Agudelo et al., 2022).

3.2.4.1 Metodología simplificada de la Green Value. Para obtener el análisis financiero se siguieron los siguientes pasos (ver Tabla 2) (Humphries et al., 2020):

Tabla 2

Pasos de la herramienta Green Value para realizar el análisis financiero

	Pasos	Descripción
1	Planificar el monitoreo	Definir el plan de monitoreo (actividades principales, metas, responsabilidades) en un periodo de tiempo específico, en este caso para un (1) año.
2	Recolectar datos	Registrar en campo la información. Recopilación de datos en cuanto a costos e ingresos.
3	Introducir los datos	Transcribir y clasificar los datos en las hojas de trabajo en el formato digital en Microsoft Excel.
4	Compilar los datos	Calcular los subtotales de costos e ingresos por actividad.
5	Analizar y resumir datos	Presentar el costo e ingreso final con resumen gráfico y análisis de sensibilidad.

6	Discutir los resultados	Identificar si la iniciativa forestal ha cumplido con las metas y objetivos
----------	-------------------------	---

3.2.4.2 Clasificación de la información en la Green Value. Se organizaron los costos por tipo de actividad e insumos de la siguiente manera (ver Tabla 3) (Nhiuane et al., 2024):

Tabla 3

Características de las actividades e insumos para el registro de datos

Tipos de actividad	
Productivas	Toda actividad necesaria para terminar un periodo productivo o ciclo de producción.
Administrativas	Toda actividad para mantener la iniciativa en operación.
Tipos de insumos	
Mano de obra	El trabajo medido en tiempo o producción, por trabajador.
Materiales y servicios	Aquellos artículos que se gastan rápidamente; usualmente no duran más de un año o periodo productivo.
Maquinaria y equipos	Aquellos artículos que normalmente duran más de un año o periodo productivo.

3.3 Rendimientos operativos de la producción maderera

Los rendimientos operativos fueron medidos según cantidad de volumen comercial por unidad de tiempo, mano de obra y costos, tanto para bosque natural, como para sistema agroforestal.

3.3.1 Indicadores del rendimiento operativo

Con los datos del tiempo y volumen, se estimaron los rendimientos en m³ por hora de trabajo en cada una de las etapas del aprovechamiento con la siguiente ecuación (Nájera et al., 2011b):

$$R(m^3h) = \frac{v}{t} \text{ (Ecuación 5)}$$

Donde:

$R(m^3h^{-1})$ = Rendimiento expresado en m³ por hora de trabajo

v =Volumen unitario del fuste (m³)

t =Tiempo de trabajo (h)

- La productividad laboral, se expresa en m³/h/trabajador.

$$\text{Productividad laboral} = \frac{v}{t \times n} \text{ (Ecuación 6)}$$

Para este caso:

v = Volumen total extraído (m³)

t = Tiempo invertido (h)

n = Número de trabajadores

El rendimiento en volumen de madera en pie a madera aserrada se obtuvo al seguir la metodología usada por Coronel et al. (2012), para hallar la cantidad de materia prima transformada, denominado rendimiento del aserrado con corteza, con la siguiente formula:

$$R\% = \frac{V_A}{V_T} \times 100 \text{ (Ecuación 7)}$$

R = Rendimiento del aserrado con corteza

V_T = Volumen de materia prima con corteza.

V_A = Volumen de las tablas obtenidas de las trozas

Para la productividad del aserradero se obtuvo de la siguiente manera:

$$P = \frac{V_A}{T_{OP}} \text{ (Ecuación 8)}$$

P = Productividad de asierre (m^3/h)

V_A = Volumen de las tablas obtenidas de las trozas (m^3)

T_{OP} = Tiempo operativo o tiempo total de asierre (horas)

El tiempo necesario para aserrar 1000 pt, se tiene la siguiente ecuación (Nájera, 2010):

$$T = \frac{1000 \times T_t}{V_a} \text{ (Ecuación 9)}$$

T = Tiempo para aserrar 1000 pt (h)

T_t = Tiempo total de asierre (h)

V_a = Volumen aserrado (pt)

Tiempo de cosecha por árbol: (Tiempo total de cosecha / número de árboles cosechados)

tiempo promedio que se tarda en talar, desramar y aserrar el árbol

3.4 Información de la proyección financiera

Se resumieron los costos totales por tipo, actividad y los ingresos totales relacionados con las ventas de la madera.

3.4.1 Indicadores financieros

3.4.1.1 Costos.

$$\text{Costo total} = \text{Costo variable total} - \text{Costo fijo total} \text{ (Ecuación 10)}$$

El costo variable total cambia respecto al nivel de producción, es decir, según la cantidad de volumen comercial maderable a aprovechar. Mientras que, el costo fijo total no cambia durante

el periodo productivo, ya que, es independiente de la cantidad de producción, por ejemplo, la administración, infraestructura, depreciación de maquinarias y equipos.

$$\mathbf{Costo\ promedio\ total} = \frac{\mathbf{Costo\ total}}{\mathbf{Cantidad\ producida}} \text{ (Ecuación 11)}$$

Resume lo que cuesta producir cada unidad que se vende en m³ y pt.

$$\mathbf{Depreciación} = \frac{\mathbf{Precio\ de\ compra - Valor\ de\ reventa}}{\mathbf{Vida\ útil}} \text{ (Ecuación 12)}$$

Con este método, se calculó la proporción del precio de compra de la maquinaria y equipos para el periodo productivo. Para este caso, se otorga un valor de reventa nulo, ya que, se espera utilizarlos hasta cumplir el total de su vida útil.

$$\mathbf{Punto\ de\ equilibrio\ (volumen)} = \frac{\mathbf{Costo\ fijo}}{\mathbf{Precio\ promedio - Costo\ variable\ promedio}} \text{ (Ecuación 13)}$$

Es el volumen de madera que se debe vender, para que los costos totales, sean igual a los ingresos totales.

3.4.1.2 Ingresos.

$$\mathbf{Ingresos} = \frac{\mathbf{Precio(\$)}}{\mathbf{Unidad\ (m^3)}} \times \mathbf{Cantidad\ vendida(m^3)} \text{ (Ecuación 14)}$$

$$\mathbf{Ingreso\ neto} = \mathbf{Ingreso\ total} - \mathbf{Costo\ total} \text{ (Ecuación 15)}$$

El ingreso neto indica si existe ganancia o pérdida con la iniciativa forestal al final del periodo productivo. Si es positivo, se cuenta con fondos excedentes. Si es negativo, no se tienen recursos disponibles para costear los insumos necesarios.

3.4.2 Análisis de los indicadores financieros

Se obtuvo una evaluación rápida de la diferencia entre los ingresos y los costos de producción con los siguientes indicadores (Nhiuane et al., 2024):

$$\mathbf{Utilidad\ total\ (ganancias)} = \mathbf{Ingreso\ total} - \mathbf{Costo\ total} \text{ (Ecuación 16)}$$

$$\textit{Tasa de rentabilidad}(\%) = \frac{\textit{Utilidad total}}{\textit{Costo total}} \text{ (Ecuación 17)}$$

(Sanabria & Asprilla, 2023a)

Nota: Todos los cálculos y análisis se realizaron tanto bosque natural, como para sistema agroforestal.

4. Resultados

4.1 Clasificación de la información

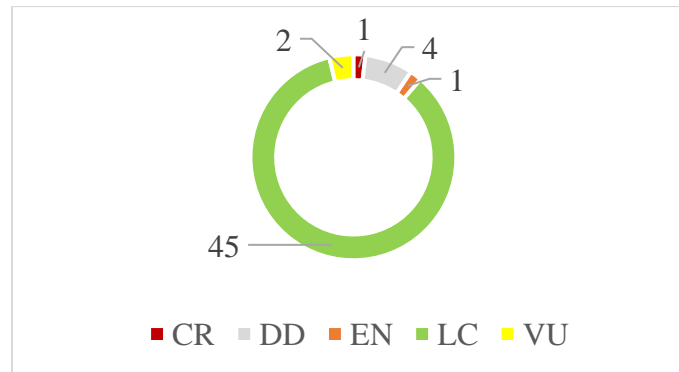
4.1.1 Revisión del inventario forestal

4.1.1.1 Composición florística y categorías de amenaza del bosque natural. Para los predios San Pablo, San Roque y Albania, se registraron 772 individuos pertenecientes a 31 familias, con 53 especies. Las familias con mayor riqueza fueron: Fabaceae y Lauraceae con cuatro (4) especies cada una; seguidas de Clusiaceae, Meliaceae, Moraceae y Myristicaceae, representadas por tres (3) especies. Burseraceae presentó 257 individuos, a esta familia, pertenece la especie más abundante *Dacryodes colombiana* y *Trattinnickia aspera*. Anacardiaceae, Bignoniaceae, Cannabaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Myrsinaceae, Peraceae, Phyllanthaceae, Primulaceae, Salicaceae, son familias con menos de cinco (5) individuos.

El 84,91 %, de las especies arbóreas, se encuentran en la categoría LC, no tienen amenazas. El 7,55 % de las especies registradas, corresponden a la categoría de datos insuficientes a nivel de amenaza, *Graffenrieda sp.*, *Hyeronima oblonga*, *Mayna sp.*, *Trichilia sp.* Por el contrario, el 7,55% restante de las especies, presentan criterios con grado de amenaza, VU, *Cedrela odorata* y *Quercus humboldtii*. EN *Dacryodes colombiana* y CR *Geissanthus sessiliflorus*.

Figura 3.

Categoría de amenaza de la totalidad especies arbóreas de bosque natural



Nota. (DD) Datos Insuficientes. (LC) Preocupación Menor. (VU) Vulnerable. (EN) En Peligro. (CR) En Peligro Crítico.

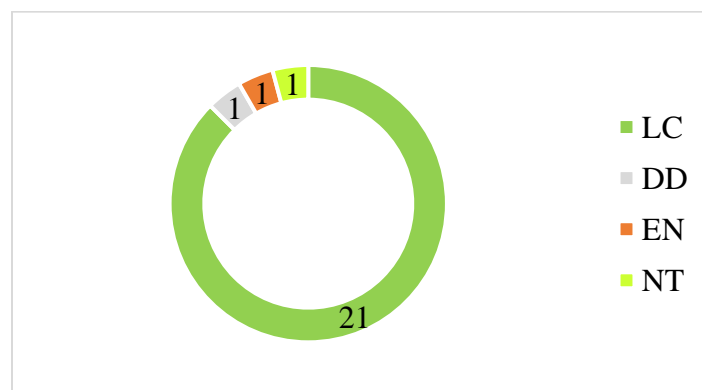
4.1.1.2 Composición florística y categoría de amenaza de los árboles aislados de los sistemas agroforestales. para los predios El triunfo, las Malbinas, Buenos Aires, Villa Mira y El Rubí, se registraron 15 familias distribuidas en 24 especies arbóreas. Las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae y Anacardiaceae, con cuatro (4) y tres (3) especies respectivamente. Las demás familias registraron entre una (1) y dos (2) especies; Meliaceae presentó 198 individuos de los cuales, 197 pertenecen a la especie *Cedrela odorata*. Seguida por 85 individuos de *Erythrina poeppigiana*, y 44 individuos de *Cordia alliodora*. Por el contrario, las especies *Alchornea latifolia*, *Myrcia popayanensis*, *Pera arborea*, *Persea mutisii*, *Spondias mombin*, *Trichilia* sp., *Triplaris americana*, *Uribea tamarindoides*, registraron un (1) solo individuo.

El 87,50% son consideradas de preocupación menor, el 8,34% fueron registradas en amenaza, EN *Cedrela odorata*, NT *Uribea tamarindoides* y el 4,17% presentan datos insuficientes *Trichilia* sp.

El Apéndice A, contiene la composición florística del bosque natural para los predios registrados con esta cobertura. El Apéndice B la composición florística para los predios registrados como sistemas agroforestales. Incluyen la familia, con sus respectivas especies, categoría de amenaza y cantidad de individuos registrados.

Figura 4

Categoría de amenaza de la totalidad de especies arbóreas de sistema agroforestal



Nota. El número representa la cantidad de especies clasificadas por grado de amenaza

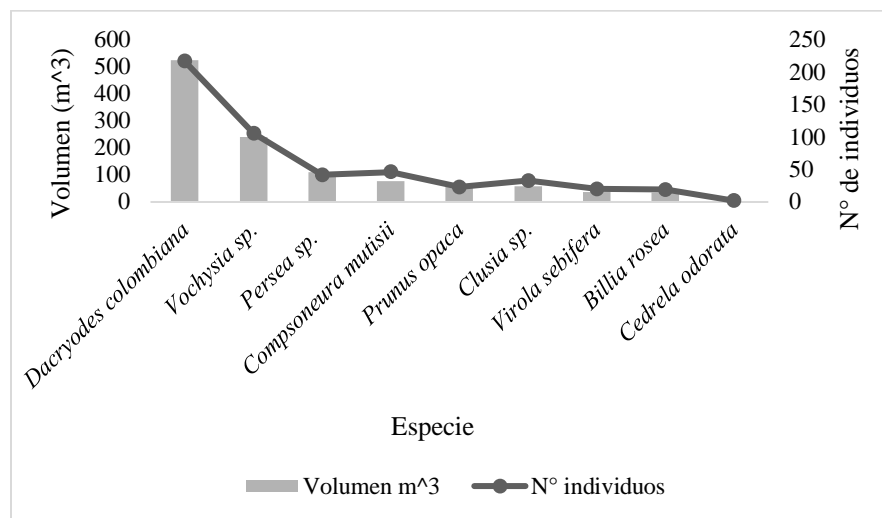
4.1.2 Individuos aprovechables

Según la Resolución 00188 de 2020 de la CAS, ninguna de las especies se encuentra dentro de las categorías de amenaza a nivel regional, por lo tanto, el aprovechamiento forestal persistente en Bosque Natural, fue aprobado para las nueve (9) especies representadas en 377 individuos, con un volumen comercial de 1147,69 m³ (Figura 5). La especie *Dacryodes colombiana* representó el 38,97 % de los individuos, y 524,32 m³ en volumen comercial. Así mismo, *Vochysia* sp. registró

106 individuos y 241 m³ de volumen comercial. Finalmente, *Cedrela odorata* registró la menor cantidad de individuos (2), por ende, menor volumen (3,17 m³).

Figura 5.

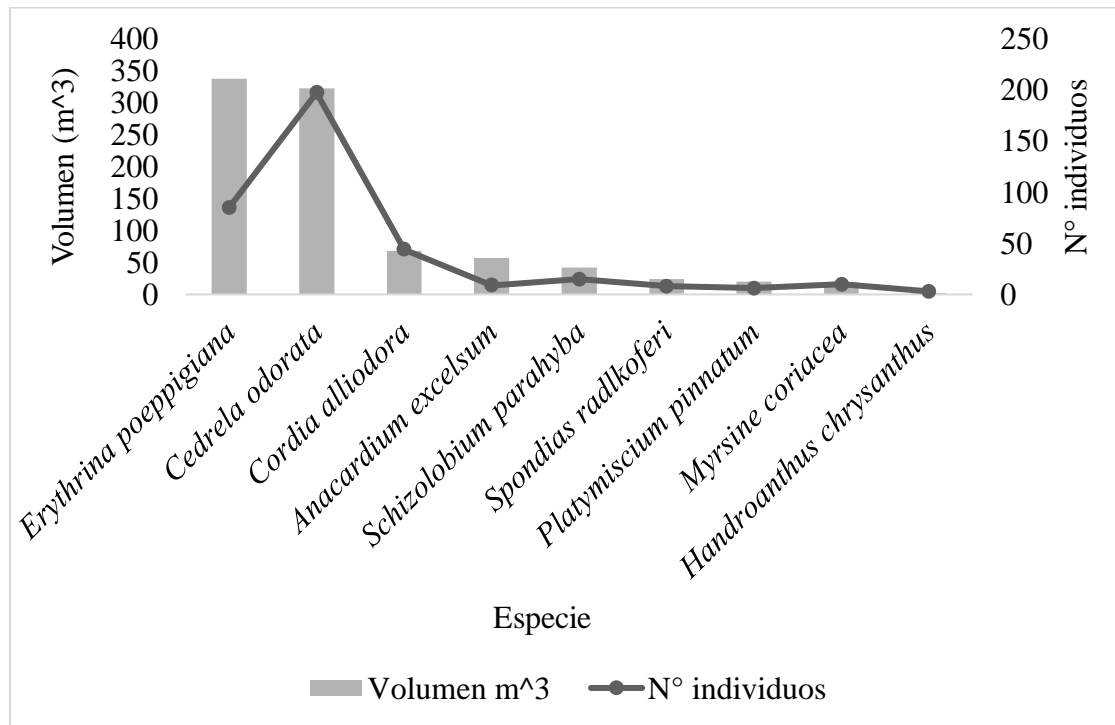
Especies aprovechables para bosque natural



El aprovechamiento forestal para árboles aislados y de sombrío en sistemas agroforestales, se realizó para nueve (9) especies representadas en 377 individuos con volumen comercial estimado en 891,15 m³. *Erythrina poeppigiana* presentó el mayor volumen comercial 337,63 m³ con 85 individuos, sin embargo, *Cedrela odorata* con 197 individuos presentó un volumen de 321,94 m³. La menor cantidad, la representa *Handroanthus chrysanthus* con dos (2) individuos y 2,29 m³.

Figura 6

Especies aprovechables para árboles aislados y de sombrío en sistemas agroforestales

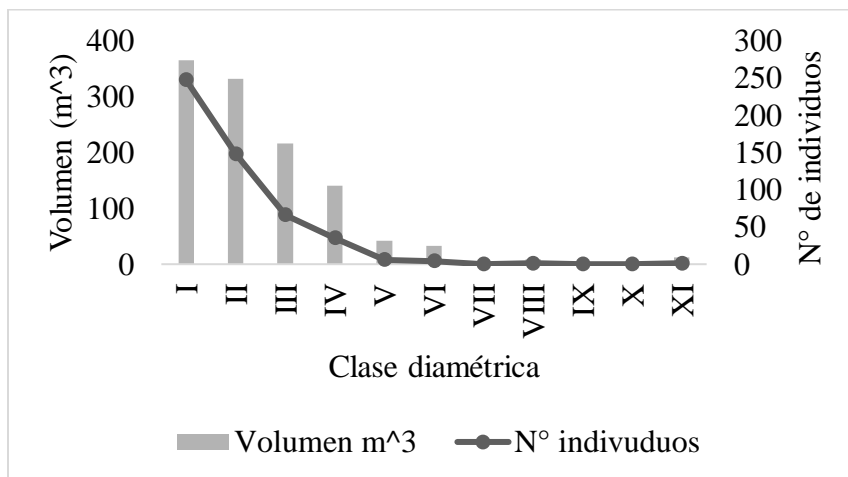


4.1.3 Distribución diamétrica de individuos aprovechables

Para el bosque natural, se establecieron 11 clases diamétricas, con amplitud de siete (7) cm, límite inferior de 40 cm y superior de 116 cm. Respecto al número de individuos, se asemeja a una J invertida, es decir, presentó disminución en el número de individuos a mayor clase diamétrica (Figura 7).

Figura 7

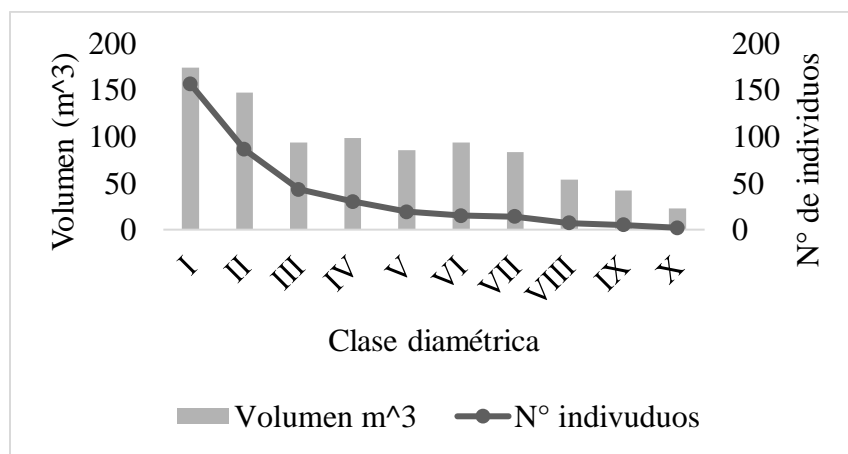
Clases diamétricas para bosque natural



En el sistema agroforestal, los individuos se clasifican en 10 clases diamétricas, con amplitud de siete (7) cm, límite inferior de 40 cm y superior de 109 cm. La distribución del número de individuos mantiene tendencia de J invertida, aunque, no existe una orientación descendente definida en relación con el volumen.

Figura 8

Clases diamétricas para sistema agroforestal

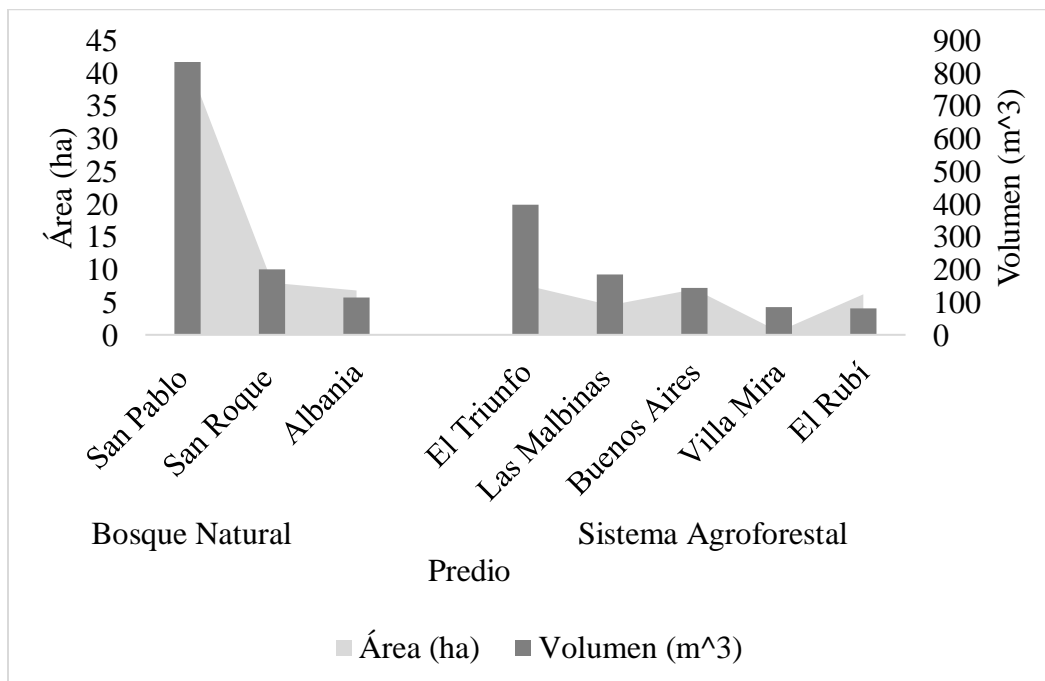


4.1.4 Área y volumen aprovechable por predio

El área total de estudio fue de 82,29 ha, el 68,67% del área perteneció a bosque natural. San Pablo es el predio que presenta mayor área (41,75 ha) y volumen (834,1 m³) en el bosque natural, representa el 73,46 % del volumen total comercial. En los sistemas agroforestales, el 44,63% del volumen es del predio el Triunfo, además de presentar la mayor área (7,58 ha). Las Malbinas reportó el 20,79% del volumen en un área de 4,54 ha mientras que, en un área de 6,95 Buenos Aires tiene el 16,03% del volumen comercial. La menor área es de 0,53 ha en Villa María con el 9,56% del volumen.

Figura 9

Área y volumen aprovechable de cada predio

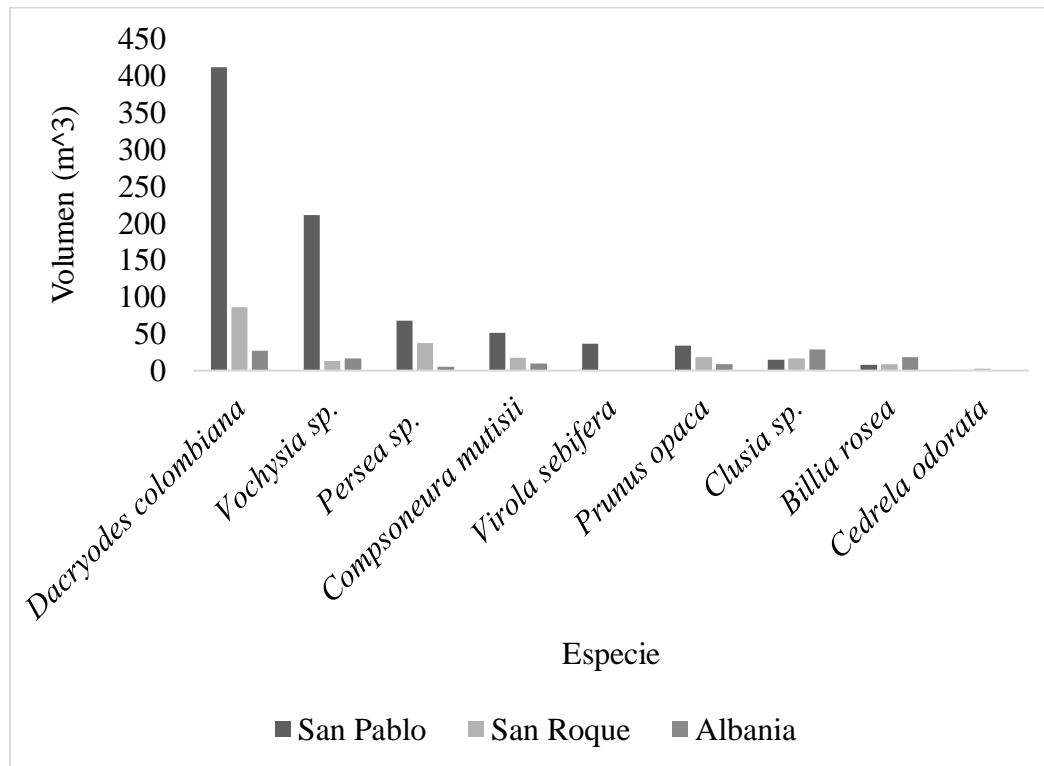


4.1.5 Especies aprovechables por predio

La especie más abundante es *Dacryodes colombiana*, con un volumen total de 524,32 m³, seguida de *Vochysia* sp. que representa el 21 % del volumen total, *Persea* sp el 9,59 %, además, existen individuos en todos los predios. El predio San Pablo, es el único que presenta las nueve (9) especies y *Virola sebifera* se registra únicamente en este predio.

Figura 10

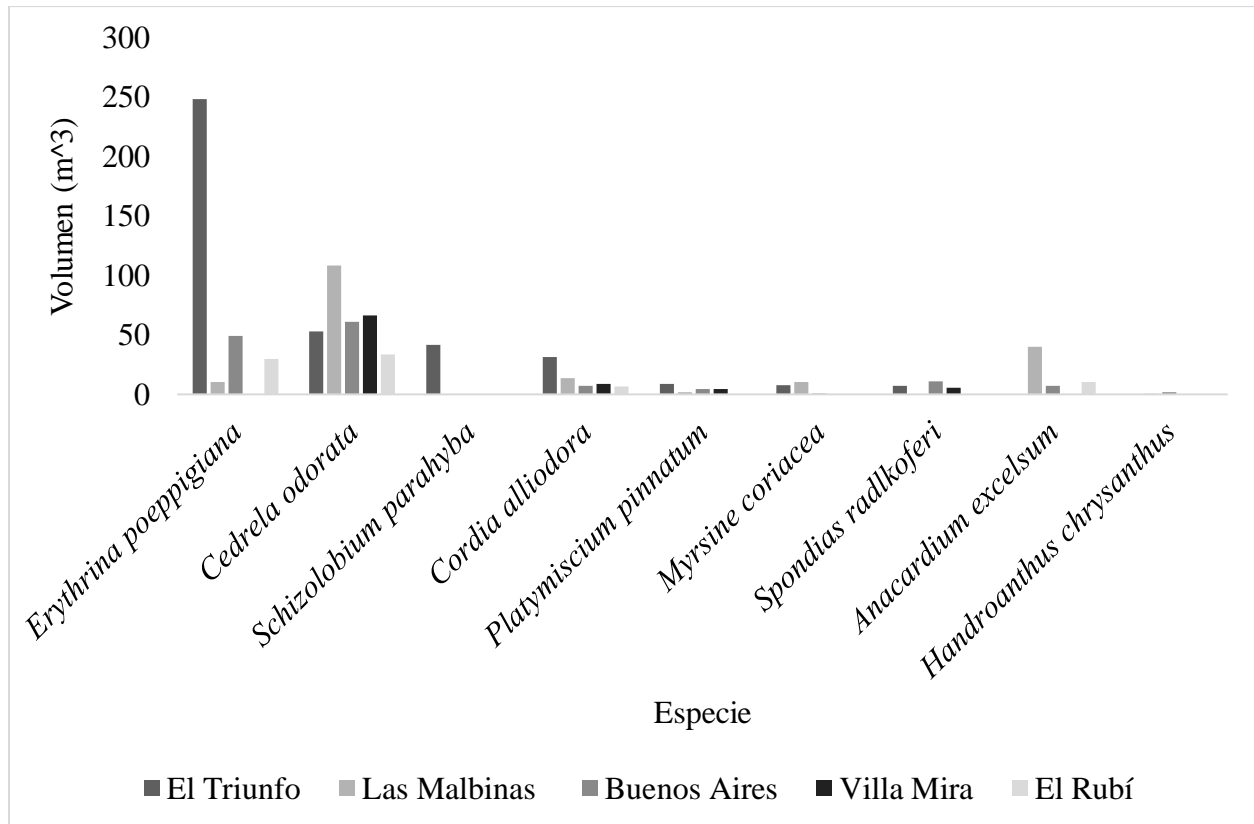
Cantidad de volumen por especie en cada predio para bosque natural



Cedrela odorata y *Cordia alliodora* están presentes en los cinco predios. *Schizolobium parahyba* se encuentra sólo en El Triunfo, al que hacen parte siete (7) de las nueve (9) especies, Buenos Aires es el predio que reportó mayor riqueza (8 especies).

Figura 11

Cantidad de volumen por especie en cada predio para sistema agroforestal



4.2 Rendimientos operativos

Tabla 4

Rendimientos operativos por actividad

Actividad	Cantidad producida (m ³)/día	hora /día	Trabajadores y especificaciones	Rendimiento por hora (m ³ /h/trabajador)
Apeo, desrame y troceado	5	8	1 Aserrador 1 Ayudante	0.313
Transporte menor por tracción animal	3	8	2 arrieros 4 mulas	0.188
Transporte menor por sistema de cable aéreo en distancia promedio de 500 m	10.9	8	4 operarios	0.34
Dimensionado con aserrío portátil Lucas Mill	3	7	2 operarios	0.21

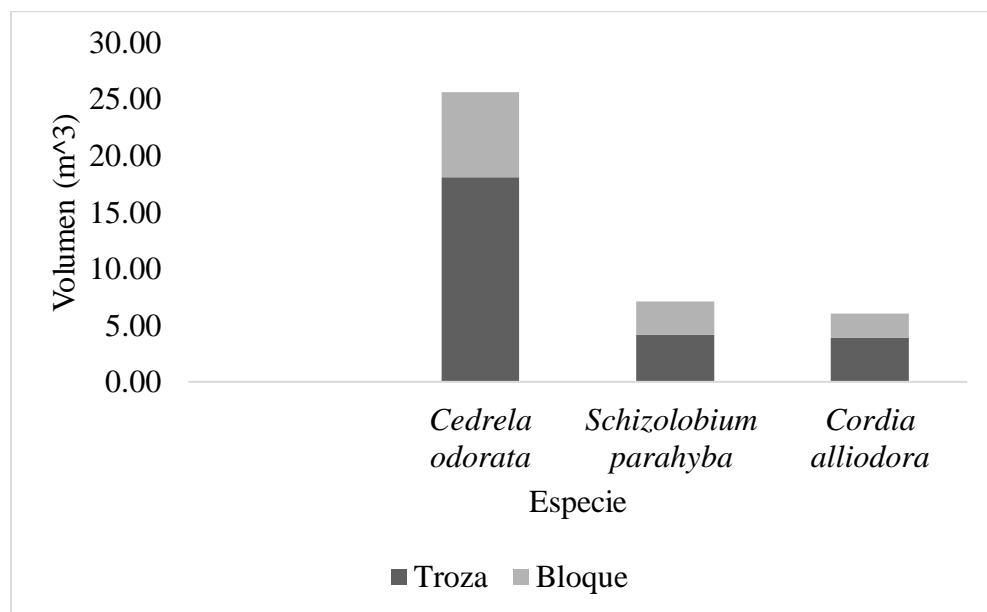
Respecto a los rendimientos como se puede observar en la Tabla 4, existe un mayor rendimiento en el transporte menor de madera por sistema de cable aéreo, en comparación con el transporte menor por tracción animal.

El cálculo del rendimiento del aserrado con corteza, se realizó para 26.10 m³ de madera en pie, de las únicas especies que se aprovecharon durante la toma de datos, *Cedrela odorata*, *Schizolobium parahyba* y *Cordia alliodora*. Se encontró un rendimiento del 48.40 % al transformar

10 trozas de madera a 149 bloques, de 2.5 m en promedio de largo. El tiempo de cosecha por árbol es de: 2.42 individuos/ h /trabajador (ver Figura 12)

Figura 12

Equivalencia volumétrica entre madera aserrada y rolliza



Con el porcentaje de rendimiento obtenido, se estimó el volumen de madera comercial aserrada para las especies autorizadas para el aprovechamiento, datos con los cuales, se cotizó el precio de venta por especie (ver Tabla 5 y Tabla 6).

Tabla 5*Valoración económica por especie para Bosque Natural*

Especie BN	Volumen de madera aserrada (m³)	\$/m³/especie
<i>Erythrina poeppigiana</i>	163.41	\$ 508 800
<i>Cedrela odorata</i>	155.82	\$ 848 000
<i>Cordia alliodora</i>	32.73	\$ 763 200
<i>Anacardium excelsum</i>	27.74	\$ 678 400
<i>Schizolobium parahyba</i>	20.18	\$ 551 200
<i>Spondias radlkoferi</i>	11.56	\$ 551 200
<i>Platymiscium pinnatum</i>	9.58	\$ 763 200
<i>Myrsine coriacea</i>	9.20	\$ 508 800
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1.11	\$ 848 000

Nota. El volumen de madera aserrado se estimó según el rendimiento del aserrado con corteza de 48.40 %. Los precios de venta fueron corroborados en la empresa SURMADERAS JAFE.

Tabla 6*Valoración económica por especie para Sistema Agroforestal*

Especies SAF	Volumen de madera aserrada (m³)	\$/m³/especie
<i>Dacryodes colombiana</i>	253.77	\$ 763 200
<i>Vochysia sp.</i>	116.64	\$ 763 200
<i>Persea sp.</i>	53.25	\$ 763 200
<i>Compsonaura mutisii</i>	37.69	\$ 763 200
<i>Virola sebifera</i>	29.66	\$ 763 200
<i>Prunus opaca</i>	28.64	\$ 763 200
<i>Clusia sp.</i>	17.54	\$ 763 200

<i>Billia rosea</i>	16.77	\$ 763 200
<i>Cedrela odorata</i>	1.53	\$ 848 000

Nota. El volumen de madera aserrado se estimó según el rendimiento del aserrado con corteza de 48.40 %. Los precios de venta son establecidos respecto a las ventas realizadas por la comunidad.

4.3 Proyección financiera

4.3.1 Análisis de los indicadores financieros para bosque natural

Se encontró una cantidad promedio vendida de 9.83 m³/ha. El costo total para producir 555.48 m³ de madera en bloque es de \$ 352,019,014. El 63% del costo total, está destinado a los materiales y servicios, dentro del cual, se incluye el censo forestal realizado en la planificación. Un 35 % a la mano de obra y 2 % que incluye únicamente el costo de depreciación de la maquinaria y los equipos, que seguirán en uso para las actividades en cada uno de los predios. La actividad con mayor porcentaje (38 %) es el transporte mayor, con valores promedio, desde los predios hasta el municipio de Girón, Santander. El 24 % en aprovechamiento y transformación primaria, el cual incluye el pago en mano de obra por producción de 148,000 por m³ aserrado, además incluye los elementos de protección y los equipos para el apeo de los individuos. Un 22 % son gastos de administración, con un pago de un salario mínimo al representante de ASAFCH, encargado de la comercialización de las maderas, servicios públicos, gastos en materiales para el registro de datos (papelería, impresora, computador) y un aporte de \$ 100 por m³ a ASAFCH. El costo promedio por unidad (m³) vendida es de \$ 643,310/m³ (ver Tabla 7).

Tabla 7*Costos por actividad y tipo de insumo para Bosque Natural*

Actividad	Mano de Obra	Materiales y Servicios	Maquinaria y Equipo	Costo Subtotal (\$)
(1) Planificación	0	33 648 300	1 175 000	34 823 300
(2) Aprovechamiento y transformación primaria	82 288 000	1 614 148	109 390	84 011 538
(3) Transporte menor	9 563 275	6 924 435	2 304 675	18 792 385
(5) Transporte mayor	11 776 176	120 189 459	0	131 965 635
Administración	19 344 000	55 392 816	2 462 061	77 198 877
Costo Subtotal	\$ 122 971 451	\$ 217 769 158	\$ 6 051 126	\$ 346 791 735

Para este caso el ingreso total supera al costo total, por lo cual el aprovechamiento maderable es rentable y genera un beneficio del 22 % respecto a los costos totales, esto indica que por cada \$1 desembolsado para la producción maderera, la venta de los bloques de madera genera un ingreso de aproximadamente \$ 1.22, o una utilidad de \$ 0,22 (ver Tabla 8).

Tabla 8*Ingreso, costo, utilidad y tasa de rentabilidad para Bosque natural*

Indicador Financiero	Valor
Ingreso Total	\$ 424 074 883
Costo Total	\$ 346 791 735
Utilidad Total	\$ 77 283 148
Tasa de Rentabilidad	22%

4.3.1.1 Análisis general de sensibilidad. Además de revisar la situación actual, se tienen 3 escenarios con variaciones de los indicadores de la siguiente forma: Para el primer escenario, se plantea un aumento en un 10 % del precio promedio, es decir, el volumen de madera que se debe vender para que el costo total sea igual al ingreso total, disminuye a 224 m³, y aumenta \$ 42,407,489 los ingresos respecto a la situación actual. Para el segundo escenario, se aumentó 5 % el volumen de madera vendido, con lo cual, disminuye 4.76 % el costo fijo promedio, respecto al actual. Sin embargo, el costo variable total aumenta junto con el ingreso total, para este caso, la utilidad aumentó \$ 7,903,555 y 2 % la tasa de viabilidad. Caso contrario ocurrió al aumentar 50 % (\$ 133,001,870) el costo variable, de igual forma, aumentó el costo variable promedio. Si así se presentara la situación actual, aumentaría 1,506 m³ el punto de equilibrio y no existiría, ganancias, por lo tanto, no existe rentabilidad (ver Tabla 9)

Tabla 9

Análisis general de sensibilidad para Bosque natural

Indicadores	Situación actual	Escenarios		
		Precio promedio	Cantidad vendida	Costo variable
		10%	5%	50%
Cantidad vendida	555.48	555.48	583.25	555.48
Costo fijo total ¹	\$ 80 787 942	\$ 80 787 942	\$ 80 787 942	\$ 80 787 942
Costo fijo promedio ²	\$ 145 438	\$ 145 438	\$ 138 512	\$ 145 438
Costo variable total ³	\$ 266 003 793	\$ 266 003 793	\$ 279 303 982	\$ 399 005 689
Costo variable promedio ⁴	\$ 478 872	\$ 478 872	\$ 478 872	\$ 718 308
Costo total ⁵	\$ 346 791 735	\$ 346 791 735	\$ 360 091 925	\$ 479 793 631
Ingreso total	\$ 424 074 883	\$ 466 482 372	\$ 445 278 627	\$ 424 074 883
Precio promedio ⁶	\$ 763 439	\$ 839 782	\$ 763 439	\$ 763 439

Punto de equilibrio (volumen) ⁷	284	224	284	1 790
Utilidad total	\$ 77 283 148	\$ 119 690 637	\$ 85 186 703	-\$ 55 718 748
Tasa de rentabilidad	22%	35%	24%	-12%

La Figura 13 muestra la variación en el volumen (m^3) vendidos, si es 50 % menos del volumen actual ($555,48 m^3$) y aumentar este valor 50 % más, al mantener el costo fijo total. La Figura 14, adicional a la variación anterior, se aumenta en un 50% el costo variable total.

Se encontró, para el primer caso (Figura 13), que al vender $277.74 m^3$, así como disminuye el costo variable total y el costo total (\$ 213,789,839), también lo hace el ingreso total un 50 % (\$ 212,037,442), es decir, no existe ganancia, ni tasa de rentabilidad positiva, que para este caso fue de -1%. Al aumentar el volumen vendido a 833.22, aun cuando los costos también aumentaron, el ingreso total es mayor, con una tasa de rentabilidad que aumenta en un 11 %, respecto a la tasa de rentabilidad de la situación actual, y se obtuvo una ganancia de \$ 79,035,545.

La Figura 14, muestra como al aumentar los costos en un 50%, no existe ganancia en ninguna de las 3 situaciones, aún si se aumentaran los m^3 , la tasa de rentabilidad es negativa (-6 %), por lo que, el proyecto no sería rentable.

Figura 13

Sensibilidad con el costo variable real para bosque natural

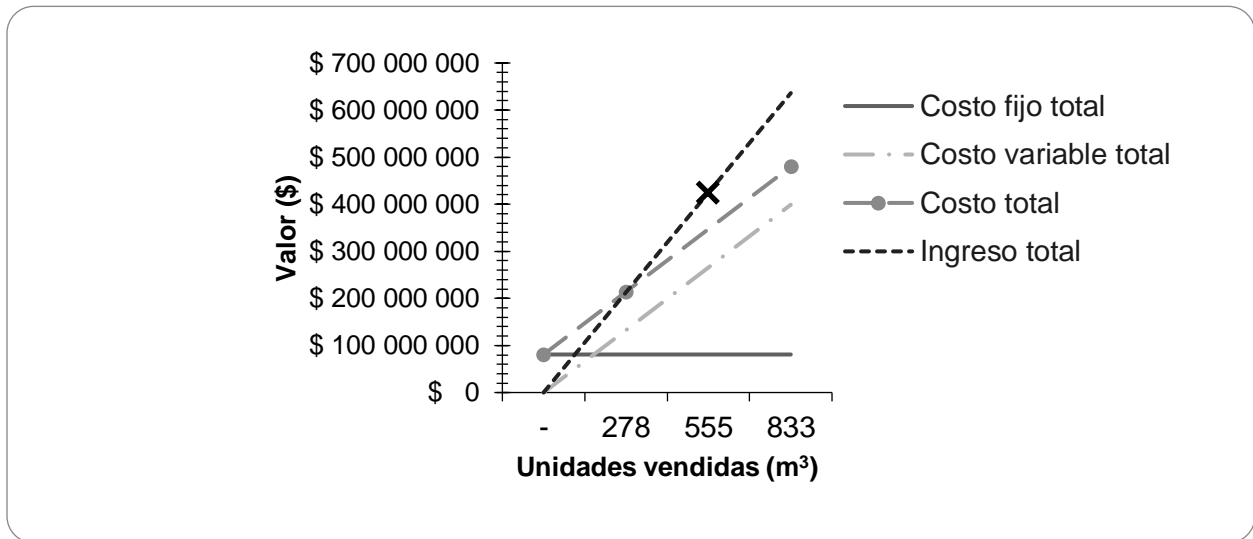
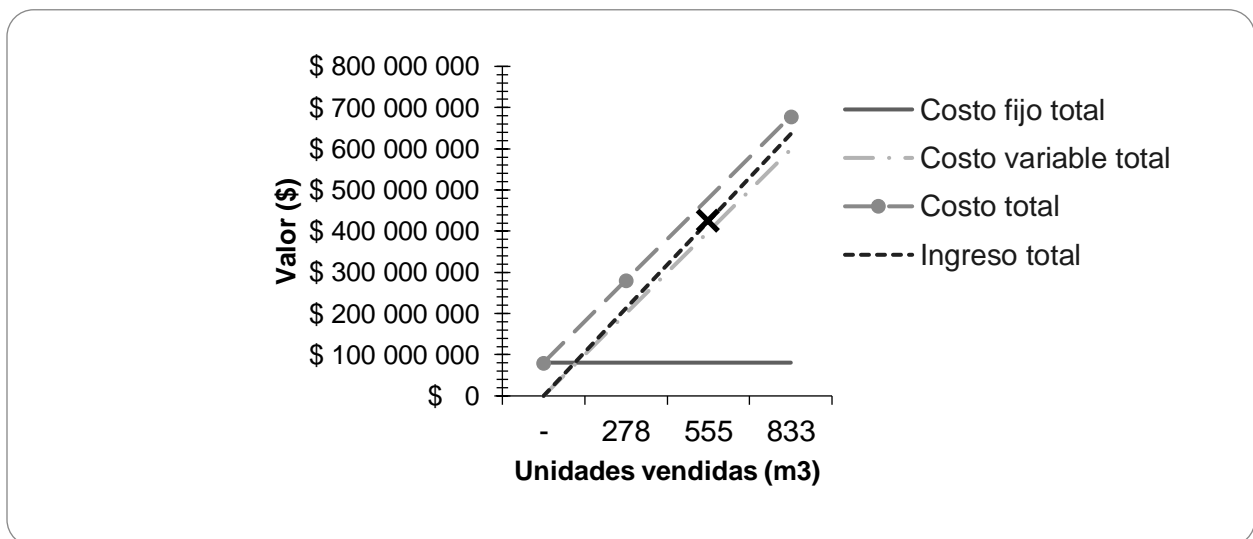


Figura 14

Sensibilidad con aumento del 50 % en el costo variable para bosque natural



Respecto a las operaciones en los sistemas agroforestales, se encontró una cantidad promedio vendida de 16.73 m³/ha y un costo por unidad vendida de \$ 546,121. Del total de costos,

para los insumos, de distribuye el 55 % en mano de obra, 43 % en materiales y servicios y el 2 % en maquinaria y equipos. La actividad de mayor proporción es el transporte mayor (38 %), seguido del aprovechamiento y transformación primaria (28 %), 16 % es destinado al transporte menor, por medio de tracción animal, el 10 % en gastos de administración y en menor proporción la planificación (7 %) (ver Tabla 10).

Tabla 10

Costos por actividad y tipo de insumo para Sistema Agroforestal

Actividad	Mano de Obra	Materiales y Servicios	y Maquinaria y Equipo	Costo (\$)	Subtotal
(1) Planificación	0	15 351 700	1 175 000	16 526 700	
(2) Aprovechamiento y transformación primaria	63 936 000	1 546 850	72 900	65 555 750	
(3) Transporte menor	37 680 000	737 578	97 950	38 515 528	
(5) Transporte mayor	9 144 620	81 375 718	0	90 520 338	
Administración	19 344 000	2 627 400	2 462 061	24 433 461	
Costo Subtotal	\$ 130 104 620	\$ 101 639 246	\$ 3 807 911	\$ 235 551 777	

Se obtuvo una tasa de viabilidad positiva, con valores que indican la rentabilidad en el aprovechamiento. Por cada \$1 desembolsado para la producción maderera, la venta de los bloques de madera genera un ingreso de aproximadamente \$ 1.23, o una utilidad de \$ 0.23 (ver Tabla 11).

Tabla 11*Ingreso, costo, utilidad y tasa de rentabilidad para Sistema Agroforestal*

Indicador Financiero	Valor
Ingreso Total	\$ 289 493 683
Costo Total	\$ 235 551 777
Utilidad Total	\$ 53 941 905
Tasa de Rentabilidad	23%

En el primer escenario al aumentar un 10 % el ingreso total, aumentó \$ 28,949,368 la ganancia y 12 % la tasa de viabilidad. El volumen de madera que se debe vender para que el costo total sea igual al ingreso total, disminuye a 102 m³. En el escenario en el cual se aumenta un 5 % el volumen vendido, disminuye el costo fijo promedio y aumenta el costo variable total, el costo total y el ingreso. El punto de equilibrio permanece constante respecto a la situación actual, aumenta solo 1 % la tasa de viabilidad y las ganancias aumentan \$ 3,986,061. El escenario tres en el cual se aumentan \$ 104,886,233 el costo variable total, de la misma manera, aumenta el costo variable promedio y el costo total. Como el ingreso permanece constante, no es rentable el escenario, sin ganancias y tasa de rentabilidad negativa (ver Tabla 12).

Tabla 12*Análisis general de sensibilidad para Sistema Agroforestal*

Indicadores	Situación actual	Escenarios		
		Precio promedio	Cantidad vendida	Costo variable
		10%	5%	50%
Cantidad vendida	431.31	431.31	452.88	431.31
Costo fijo total ¹	\$ 25 775 042	\$ 25 775 042	\$ 25 775 042	\$ 25 775 042
Costo fijo promedio ²	\$ 59 760	\$ 59 760	\$ 56 914	\$ 59 760
Costo variable total ³	\$ 209 772 466	\$ 209 772 466	\$ 220 261 090	\$ 314 658 700
Costo variable promedio ⁴	\$ 486 361	\$ 486 361	\$ 486 361	\$ 729 542
Costo total ⁵	\$ 235 547 508	\$ 235 547 508	\$ 246 036 132	\$ 340 433 742
Ingreso total	\$ 289 493 683	\$ 318 443 051	\$ 303 968 367	\$ 289 493 683
Precio promedio ⁶	\$ 671 196	\$ 738 316	\$ 671 196	\$ 671 196
Punto de equilibrio (volumen) ⁷	139	102	139	- 442
Utilidad total	\$ 53 946 174	\$ 82 895 543	\$ 57 932 235	-\$ 50 940 059
Tasa de rentabilidad	23%	35%	24%	-15%

Al mantener el costo fijo total igual a la condición actual, si se disminuye la cantidad (m³) un 50 % y, también disminuyen el costo total, el costo variable total y el ingreso total. Aun así, existe una ganancia de \$ 14,085,566, es decir, disminuyó \$ 39,860,608 la ganancia y un 13 % la tasa de rentabilidad, respecto a la situación actual, no obstante, permanece rentable. En caso de aumentar la cantidad vendida (m³) un 50 %, por ende, los indicadores de costo total, costo variable total y el ingreso total. Lo que disminuyó en ganancia, respecto a la situación anterior, en este caso lo aumentó, pero la tasa de rentabilidad aumentó sólo 5 %, respecto al 23 % de la actual (ver Figura

15). Para las mismas condiciones anteriores de cantidades vendidas (m^3), los costos fijos totales, pero con un aumento del 50 % en los costos variables, como se muestra en el gráfico 2, no es rentable en ninguno de los escenarios, ya que el costo total siempre fue mayor que los ingresos. Si se disminuye 50 % la cantidad vendida, la tasa de rentabilidad fue de -21 %, al mantener la cantidad vendida actual, con la condición de aumento de los costos, la tasa de rentabilidad disminuyó a -15 %, y aun si se aumentara la cantidad vendida al 50 %, la tasa de rentabilidad es negativa (-13 %)

Figura 15

Sensibilidad con el costo variable real para sistema agroforestal

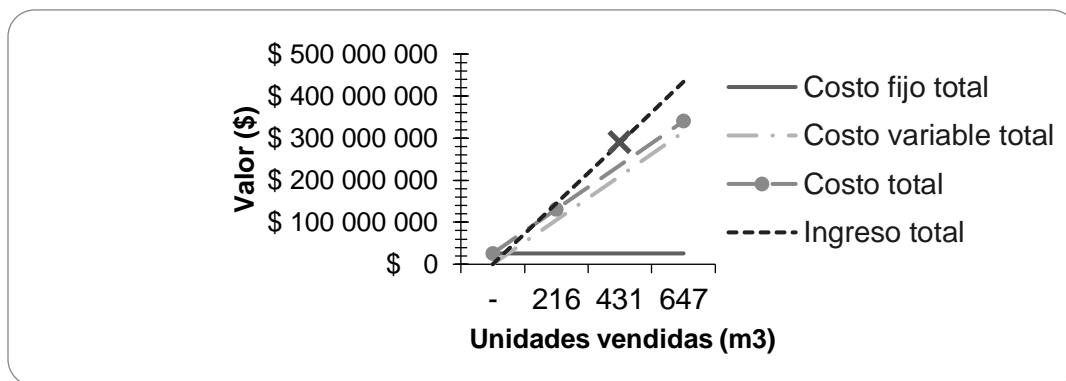
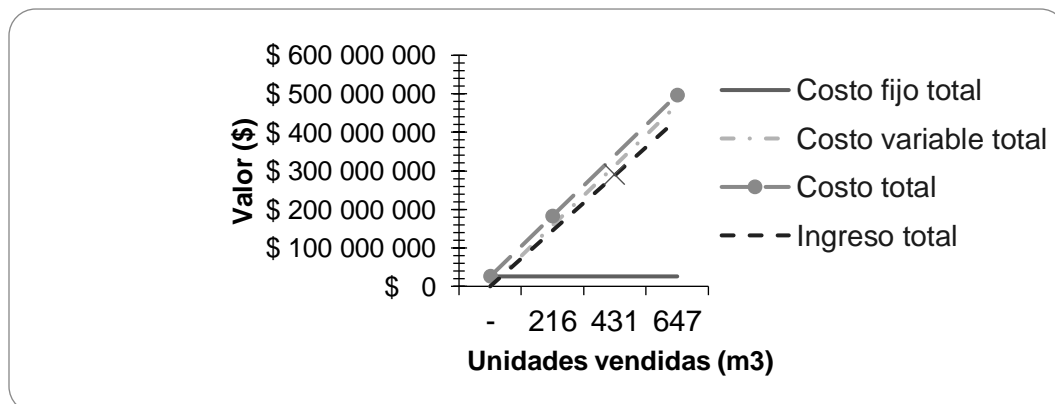


Figura 16

Sensibilidad con aumento del 50 % en el costo variable para sistema agroforestal



5. Discusión

La familia Fabaceae presentó la mayor riqueza tanto en bosque natural, como en el sistema agroforestal, dato que coincide para sistema agroforestal con lo encontrado por Arenas. (2020), Lauraceae, también es una de las familias más abundantes en la caracterización florística realizada por Hernández. (2022) en la zona norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués. La composición florística para ambas coberturas, indicó que las especies más abundantes, son de uso maderable y la mayor cantidad de especies están en categoría de preocupación menor, información que concuerda con los resultados encontrados por Jimenez et al. (2023), no obstante, se difiere con este autor en la categoría de amenaza de la especie *Handroanthus chrysanthus*, quienes la clasifican como categoría como especie vulnerable, mientras que en este estudio y en lo descrito por Valderrama et al. (2006), se afirma, que ésta es una especie de preocupación menor.

Aunque se encontraron especies en categorías de amenaza de estado crítico, en peligro y vulnerables a nivel global por la UICN, de las especies autorizadas para el aprovechamiento maderable, según la Resolución DGL No. 00188 del 14 de mayo de 2020 la única especie que se encuentra en estado vulnerable es *Cedrela odorata* a nivel regional, aún, encontrándose en peligro a nivel global. Caso similar ocurre con el estudio realizado por Ruiz et al. (2018) quienes indicaron que esta especie no cumple con un criterio significativo para incluirse en su área de estudio como especie en categoría de riesgo. Además, Romo et al. (2017) consideraron el valor maderable de esta especie con la evaluación del volumen maderable proveniente de bosque natural, el costo para su extracción y precio de venta, de lo cual, determinaron que el precio de la madera es el factor determinante en el valor maderable de la especie.

Para Navarro (2016) también es importante en el servicio de aprovisionamiento del recurso maderable definir las especies que se pueden aprovechar legalmente con fines maderables, principalmente en bosque natural, lo que garantiza un impacto en la economía, y en el medio natural, al disminuir el impacto en la deforestación y las especies amenazadas. Según la FAO et al. (2019) el plan de manejo proporciona la base para estimar los costos de tala y extracción, tal cual se realizó en este estudio, con la finalidad de establecer si el manejo forestal comunitario es rentable y en el bosque nativo se realiza aprovechamiento sostenible. Además, se confirma con este estudio, que este es uno de los casos en el cual, la venta de madera a precios de mercado permitió recuperar la inversión hecha por parte de ASAFCH.

El rendimiento que se obtuvo de apeo, desrame y troceado, difiere con los resultados encontrados en bosque natural por Nájera et al. (2011) quienes establecieron un rendimiento mínimo de $0.89 \text{ m}^3/\text{h}$, es decir, $0.577 \text{ m}^3/\text{h}$ más, que el resultado que se encontró en este estudio. En relación al transporte menor Brumer et al. (2006) afirman que, se extraen menos de 2 m^3 de madera, por tracción animal, complementada con carga por el hombre, en este caso, se extraen sólo $0,188 \text{ m}^3/\text{h}$, sólo con tracción animal (mulas), resultado que varía según las condiciones topográficas del sitio.

También indican Brumer et al. (2006) que fue factible establecer transporte menor por sistema de cable aéreo, en una producción de $30 \text{ m}^3/\text{ha}$, en este caso, la producción es menor, $20.31 \text{ m}^3/\text{ha}$ en bosque natural, aun así, es factible establecer el sistema. Además, se encontró un porcentaje de transformación del 48.40 %, resultado muy similar a lo determinado por Gutierrez et al. (2012), quienes determinaron que 0.50 m^3 de madera aserrada, equivale a 1 m^3 de madera rolliza, es decir, se pierde el 50 % del volumen estipulado de madera en pie.

En comparación a lo encontrado por Agudelo et al., (2022), se afirmó, que tiene mayor costo el transporte menor por tracción animal y se confirma, la importancia de diversificar el mercado, en el cual se dé ingreso a variedad de especies maderables, que garantice a las comunidades rurales que el asumir los costos de aprovechamiento será viable, en comparación con los ingresos a obtener.

Para Agudelo et al. (2022) el costo promedio del aprovechamiento hasta el sitio de transformación fue de \$ 552,854.98/m³, la diferencia con este estudio para bosque natural es de solo \$ 71,455.05/m³ y \$ 1,098,976.12/m³ más, que lo encontrado en este estudio, esta variación dada, por las condiciones particulares de cada sitio.

6. Conclusiones

La planificación del aprovechamiento es de las etapas más importantes, que garantiza el buen desarrollo de las actividades antes, durante y después del aprovechamiento. Fundamental para la toma de decisiones.

En el análisis realizado, si bien, existe información por detallar para cada uno de los predios, evidencia la importancia de contribuir con herramientas técnicas para ofrecer nuevas alternativas de ingreso a las familias, desde una perspectiva de sostenibilidad.

Una tasa de rentabilidad alta es una señal positiva de que el aprovechamiento maderable está generando beneficios significativos en relación con los costos.

Los indicadores financieros de las iniciativas forestales, se relacionan directamente con las especies maderables, área, volumen y finalmente con las autorizaciones de las autoridades ambientales.

Los bosques naturales abarcan mayor área que, en este caso, los sistemas agroforestales, y contiene gran variedad de especies que pueden ser poco valoradas en la comercialización, razón por la cual, su aprovechamiento no ha sido llamativo para los propietarios de los predios.

Se considera importante la apertura hacia nuevos mercados, que garantice la viabilidad en el aprovechamiento y la apertura a la producción y comercialización de nuevos productos, en aras de mejorar los resultados obtenidos y considerar las condiciones de cada uno de los predios pertenecientes a ASAFCH.

7. Recomendaciones

Es importante realizar una evaluación continua y comparativa de la utilidad generada en las actividades, optimizar las operaciones para asegurar la sostenibilidad a largo plazo, para la toma de decisiones informadas y estratégicas para el futuro de los proyectos forestales.

La rentabilidad calculada es genérica, con base en las características promedio de la zona de estudio, por lo cual es importante la revisión y anexo de las condiciones específicas de cada uno de los predios.

Es importante considerar estrategias productivas que mejoren los indicadores financieros, no solo con el aprovechamiento del recurso maderable, también del no maderable, pues uno de los objetivos principales es hacer sostenibles las iniciativas forestales desde los puntos de vista económico, social, ambiental y garantizar el futuro de los bosques.

Utilizar información confiable del sitio específico de estudio, con la respectiva asistencia técnica, que transmita información verídica, con el adecuado entendimiento.

Referencias bibliográficas

- Agudelo, M., Gonzalez, C., Yepes, A., Mora, E., Chaux, M., Santos, L., & Fernandez, J. (2022a). Costs of Community Forest Management in Colombia: Impacts, Lessons Learned, and Challenges. *Colombia Forestal*, 25(2), 104–119. <https://doi.org/10.14483/2256201X.18723>
- Agudelo, M., Gonzalez, C., Yepes, A., Mora, E., Chaux, M., Santos, L., & Fernandez, J. (2022b). Costs of Community Forest Management in Colombia: Impacts, Lessons Learned, and Challenges. *Colombia Forestal*, 25(2), 104–119. <https://doi.org/10.14483/2256201X.18723>
- Antonínová, M., Ochieng, M., & Kanundu, J. (2020). *Friends of Arabuko-Sokoke forest exploitation report Arabuko-Sokoke forest 2018-2020*.
- Arenas, J. (2020). *Caracterización del Sistema Agroforestal de Cacao en 3 Fincas del Municipio del Carmen de Chucuri*.
- Baciu, G. E., Dobrotă, C. E., & Apostol, E. N. (2021). Valuing forest ecosystem services. Why is an integrative approach needed? In *Forests* (Vol. 12, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/f12060677>
- Basnyat, B. (2020). Commodifying the community forestry: a case from scientific forestry practices in Western Hills of Nepal. *Journal of Forest Research*, 25(2), 69–75. <https://doi.org/10.1080/13416979.2020.1743406>
- Bohnett, E., Lamichhane, S., Liu, Y., Yabiku, S., Dahal, D., Mammo, S., Fandjinou, K., Ahmad, B., & An, L. (2023). The Implications of Community Forest Income on Social and Environmental Sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/su15086603>

- Brumer, C., Orozco, L., Quiros, D., & Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza (Turrialba Costa Rica). (2006). *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales*. CATIE.
- CAS. (2022). *Resolución DGL No. 0000384 del 22 de junio de 2022*.
- CAS. (2023). *Resolución DGL No. 000289 de 08 de mayo de 2023*.
- Casanova, C., Núñez, R., Navarrete, C., & Proaño, E. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVII(1), 302–314. <https://orcid.org/0000-0001-6486-1334>
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley_99_de_1993*.
- Coronel, M., Díaz, F., Cardona, G., & Ruiz, A. (2012). Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*, 20. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48126071002>
- Crucianelli, L. (2017). *Erogaciones en bienes de consumo : ¿gasto versus activo?*
- Dourojeanni, M. (2020). ¿Es sostenible el aprovechamiento maderero de bosques naturales en el Perú? *Revista Forestal Del Perú*, 35(2), 80–93. <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1577>
- Dourojeanni, M. (2022). To democratize and strengthen forest utilization in Peru. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 2022(10). <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202202.010>
- FAO. (2020). *Aprovechamiento forestal sostenible: la mejor protección del bosque*.
- FAO, ONFA, & EFI. (2019). *Caracterizacion-economica-del-manejo-forestal-sostenible-en-Colombia-WEB*.

- Federación Nacional de Industriales de la Madera [FEDEMADERAS]. (2023). *07_Boletin_forestal_diciembre_2022_web-comprimido*.
- Fondo Mundial para la Naturaleza WWF. (2023). *Madera legal: un mercado lleno de oportunidades para Colombia*.
- Guamán, C., Bonilla, S., & Moreno, V. (2020). Incidencia del flujo de efectivo en las decisiones empresariales de las estaciones de servicio. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(4), 357. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i4.963>
- Guardia, M. M., Jerley, J., Torres, T., Hernan, H., & Arroyo, M. (2015). *Aprovechamiento forestal maderable en cuatro municipios del departamento de Chocó, Colombia Timber forestry in four municipalities in the department of Chocó, Colombia Exploração madeireira em quatro municípios no departamento de Chocó, Colômbia* melidamaguar@yahoo.es.
- Gutierrez, E., Moreno, R., & Villota, N. (2012). *Guía de cubicación de madera*.
- Hernández, M. (2022). *Caracterización florística del “camino de lenguerke”, en la zona norte del parque nacional natural Serranía de los Yariguíes. Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes*.
- Humphries, S., Holmes, T., Andrade, D. F. C. de, McGrath, D., & Dantas, J. B. (2020). Searching for win-win forest outcomes: Learning-by-doing, financial viability, and income growth for a community-based forest management cooperative in the Brazilian Amazon. *World Development*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.06.005>
- IDEAM. (2011). *Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales* .
- Jimenez, A., Carvajal, R., Ponce, J., Cabrera, C., & Pinargote, J. (2023). *Floristic inventory in two agroforestry systems of the San Francisco enclosure of the El Anegado parish*.

- Lara, A. (2023). *Diseño e implementación de un Sistema Inteligente de Soporte a la Toma de Decisiones en Sostenibilidad (ISDSS) para lograr la deforestación cero en la selva amazónica brasileña.*
- Maldonado, E. (2023). *Antropología Jurídica sobre el turismo y el derecho al desarrollo de las comunidades locales en dos áreas naturales protegidas.* <https://orcid.org/0000-0003-1871-0118>
- Malleux, J., Dourojeanni, M. J., Sabogal, C., Lombardi, I., Tarazona, R., Rincón, C., Scheuch, H., & Barriga, C. A. (2021). Fundamentos de una nueva política forestal para el Perú. *Revista Forestal Del Perú*, 36(2), 118–179. <https://doi.org/10.21704/rfp.v36i2.1796>
- Minambiente. (2015). *Decreto-1076-de-2015.*
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Boletín estadístico forestal septiembre 2021.*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Pacto intersectorial por la madera legal en Colombia-Fase 2.0 WWF.*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Informe de rendición de cuentas 2022-2023.*
- Ministerio de Justicia y del Derecho. (1959). *Ley 2 de 1959.*
- Ministerio del Medio Ambiente. (1996). *Decreto 1791 de1996.*
- Mora, J., & Tamayo, L. (2023). *Diseño de herramienta financiera en hoja de cálculo para evaluar la viabilidad en los proyectos de la facultad de ciencias económicas y administrativas de la Universitaria Agustiniana.*
- Morales, L. (2017). *La paz y la protección ambiental en Colombia: Propuestas para un desarrollo rural sostenible.*

- Moreno, R., Villota, N., & Gutiérrez, E. (2019). *Protocolo para seguimiento y control a los aprovechamientos forestales en bosque natural*.
- Nájera, J. (2010). *Evaluación del proceso productivo maderable en la región del Salto, Durango, México*.
- Nájera, J., Aguirre, O., Treviño, E., Jiménez, J., & Jurado, E. (2011). Tiempos y rendimientos del aprovechamiento forestal en el Salto, Durango, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XVII(1), 49–58. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.05.031>
- Navarro, J. (2016). *Método de actualización de la tasa compensatoria por aprovechamiento forestal maderable en bosques naturales de Colombia*.
- Nhiuane, O., Lisboa, S. N., Popat, M., & Siteo, A. (2024). Quantifying the costs and benefits of forest conversion through slash-and-burn cultivation and conventional logging. In *Trees, Forests and People* (Vol. 15). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100504>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. In *El estado de los bosques del mundo 2020*. FAO and UNEP. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Portilla, E. (2024). *Propuesta de inversión de los recursos económicos otorgados por el Programa Socio Bosque en la Comuna la Esperanza*.
- Presidencia de la República. (1974). *Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*.

- Quintero, A., González, C., Agudelo, M., Santos, L., & Fernández, J. (2020). *Manejo forestal comunitario en Colombia: lecciones aprendidas, avances y desafíos*.
- Romo, J., Vargas, J., López, J., & Ávila, M. (2017). Estimación del valor financiero de las existencias maderables de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en México. *Madera Bosques*, 23(1), 111–120. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.231473>
- Ruiz, C., De Los Santos, H., Parraguirre, J., & Saavedra, F. (2018). Assessment of the extinction risk category of the red cedar (*Cedrela odorata*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3), 938–949. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2192>
- Saal, U., Weimar, H., & Mantau, U. (2019). Wood processing residues. In *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* (Vol. 166, pp. 27–41). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/10_2016_69
- Sanabria, J., & Asprilla, J. (2023a). Causal importance of local contextual factors for collective forest resources management and control in northwestern Colombia. *Ciencia Florestal*, 33(2). <https://doi.org/10.5902/1980509870115>
- Sanabria, J., & Asprilla, J. (2023b). Importancia causal de factores del contexto local en el manejo y control de recursos forestales colectivos al noroeste de Colombia. *Ciência Florestal*, 33(2), e70115. <https://doi.org/10.5902/1980509870115>
- Schulze, K., Malek, Ž., & Verburg, P. (2020). The Impact of Accounting for Future Wood Production in Global Vertebrate Biodiversity Assessments. *Environmental Management*, 66(3), 460–475. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01322-4>

- Sevinç, V. (2023). Analysis of the Relations Between Forestry Financial Supports and Forest Crimes. *Environmental Management*, 71(4), 704–717. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01765-x>
- Suarez, C. (2023). *Tráfico de madera desgracia geosocial en Suramérica facultad de relaciones internacionales, estrategia y seguridad programa de alta gerencia de seguridad y defensa.*
- Taye, F. A., Folkersen, M. V., Fleming, C. M., Buckwell, A., Mackey, B., Diwakar, K. C., Le, D., Hasan, S., & Ange, C. Saint. (2021). The economic values of global forest ecosystem services: A meta-analysis. *Ecological Economics*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107145>
- Torres, C., Rey, O., & Lezcano, C. (2021). *Distribución diamétrica de Pinus taeda en Bella Vista (Corrientes, Arentina) tipo y comportamiento temporal.*
- UICN. (2012). *Categorías y criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.* UICN.
- Usman, N., Hussain, M., Akram, S., Majeed, M., Shah, S., Rehman, F., Yousaf, A., Shaukat, S., Shah, S. W. A., Mishr, R. S., Shrestha, S., Saddiqa, A., Room, S. A., & Ali, A. (2024). Yield, carbon stock, and price dynamics of agroforestry tree species in district Mardan, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 84. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.262662>
- Valderrama, N., Gil, P., Gil, J., & Morales, M. (2006). *Capítulo VII Fitofenología y Estrategias Reproductivas. La vida en un fragmento de bosque en las rocas: Una muestra de diversidad andina en Bolívar, Santander .*

Valdivia, L., Gonzalez, T., & Julca, A. (2020). Environmental sustainability of forestal concessions in huanuco department, Peru. *Madera y Bosques*, 26(3), 1–17. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632062>

Vizcaíno, M., Navarro, G., & Orozco, L. (2018). *Propuesta metodológica para el desarrollo de cadenas de valor de productos forestales a partir de la experiencia del proyecto CATIE/Finnfor II en Centroamérica*. www.catie.ac.cr

Apéndices

Apéndice A. Composición florística bosque natural

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza	Nº Especies	Nº de Individuos
1	Achariaceae	<i>Mayna sp.</i>	Guacharaco Blanco (Tuno)	DD	1	8
2	Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	LC	2	1
3		<i>Spondias mombin</i>	Guayacán Hobo / Jobo	LC		2
4	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	Copillo	LC	1	11
5	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i>	Oreja Mico	LC	1	10
6	Bignoniaceae	<i>Jacaranda hesperia</i>	Gualanday Cafetero	LC	1	3
7	Burseraceae	<i>Dacryodes colombiana</i>	Anime	EN	2	217
8		<i>Trattinnickia aspera</i>	Caraño	LC		2
9	Cannabaceae	<i>Celtis sp.</i>	Cafecito	LC	1	4
10	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp.</i>	Cacao	LC	3	1
		<i>Chrysochlamys colombiana</i>	Gucharaco	LC		3
13		<i>Clusia sp.</i>	Manzano	LC		33
14	Escalloniaceae	<i>Escallonia pendula</i>	Loqueto	LC	1	11
15	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	Arenillo	LC	1	5

16	Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Amarillo De Peña / Angelino	LC	4	1
17		<i>Albizia niopoides</i>	Guacamayo	LC		2
18		<i>Inga alba</i>	Guamo De Montaña	LC		5
28		<i>Inga sp.</i>	Guamo	LC		6
19	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	VU	1	45
20	Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i>	Punte / Manchador	LC	1	6
21	Juglandaceae	<i>Alfaroa williamsii</i>	Zapaton	LC	1	11
22	Lamiaceae	<i>Aegiphila sp.</i>	Chicharro	LC	1	2
23	Lauraceae	<i>Persea mutisii</i>	Amarillo	LC	4	6
24		<i>Persea caerulea</i>	Curumacho	LC		10
25		<i>Persea sp.</i>	Guacharaco Amarillo	LC		42
26		<i>Aniba sp.</i>	Punte Comino	LC		1
29	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	LC	3	2
30		<i>Heliocarpus americanus</i>	Balso Sarnoso	LC		2
31		<i>Spirotheca sp.</i>	Yuco	LC		1
32	Melastomataceae	<i>Graffenrieda sp.</i>	Tuno	DD	2	2

33		<i>Miconia sp.</i>	Tuno Montañero	LC		8
34	Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Cedrillo	LC	3	11
35		<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	VU		2
36		<i>Trichilia sp.</i>	Cedro Wino	DD		5
38	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Higueron	LC	2	6
39		<i>Sorocea affinis</i>	Leche Perra	LC		4
43	Myristicaceae	<i>Compsonera mutisii</i>	Otobo	LC	3	46
40		<i>Virola sebifera</i>	Sangre De Toro	LC		20
41		<i>Virola elongata</i>	Virola	LC		14
42	Myrsinaceae	<i>Myrsine sp.</i>	Mantequillo	LC	1	4
44	Peraceae	<i>Pera arborea</i>	Carne Gallina	LC	1	2
45	Phyllanthaceae	<i>Hyeronima oblonga</i>	Chaparro	DD	1	3
46	Primulaceae	<i>Geissanthus sessiliflorus</i>	Rayado	CR	1	2
47	Rosaceae	<i>Prunus integrifolia</i>	Aceite Maria	LC	2	11
48		<i>Prunus opaca</i>	Lizcano	LC		23
49	Rubiaceae	<i>Simira cordifolia</i>	Brasil	LC	2	1

50		<i>Guettarda crispiflora</i>	Perillo	LC		10
51	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	Elemento	LC	1	3
52	Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>	Bucha Pardo	LC	1	19
53	Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	Caimo	LC	2	5
54		<i>Pouteria sp.</i>	Cauchona	LC		5
55	Vochysiaceae	<i>Vochysia megalophylla</i>	Achapo	LC	2	7
56		<i>Vochysia sp.</i>	Mayo	LC		106

Apéndice B: Composición florística sistema agroforestal

No	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de amenaza	Nº Especies	Nº Individuos
1	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Guayacan Hobo / Jobo	LC	3	1
2		<i>Spondias radlkoferi</i>	Galapo	LC		8
3		<i>Anacardium excelsum</i>	Caracoli	LC		9
5	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacan Amarillo	LC	1	3
6	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Moncoro	LC	1	44
7	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	Arenoso	LC	1	1
9	Fabaceae	<i>Uribea tamarindoides</i>	Tamarindo	NT	4	1

10		<i>Schizolobium parahyba</i>	Frijolito	LC		15
11		<i>Platymiscium pinnatum</i>	Amarillo De Peña / Angelino	LC		6
12		<i>Erythrina poeppigiana</i>	Anaco	LC		85
13	Lauraceae	<i>Persea mutisii</i>	Amarillo	LC	2	1
14		<i>Persea sp.</i>	Guacharaco	LC		7
16	Malvaceae	<i>Trichospermum mexicanum</i>	Cedrillo	LC	2	6
17		<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	LC		4
18	Meliaceae	<i>Trichilia sp.</i>	Cedro Huino	DD	2	1
19		<i>Cedrela odorata</i>	Cedro /Dulce / Rosado Hembra	EN		197
20	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	Sangre Toro	LC	1	4
21	Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i>	Arrayan	LC	1	1
22	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Higueron	LC	1	4
23	Peraceae	<i>Pera arborea</i>	Carne De Gallina	LC	1	1
24	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Vara Santa - Tibigaro	LC	1	1
25	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Cucharó	LC	1	10
26	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo	LC	1	4
27	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo / Urumo	LC	1	11
