



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
MENCIÓN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

TEMA:

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE
MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA
PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA.**

Estudio de caso previo a la obtención del título de Magister en Gestión Ambiental
Mención Planificación Ambiental.

Autor:

Morillo Medina Paul Alejandro

Tutor:

Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

QUITO – ECUADOR

2022

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN

Yo, Paul Alejandro Morillo Medina, declaro ser autor del Trabajo de Investigación con el nombre “EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA”, como requisito para optar al grado de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental, y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 18 días del mes de abril de 2022 firmo conforme:

Autor: Paul Alejandro Morillo Medina



Firmado electrónicamente por:
**PAUL ALEJANDRO
MORILLO MEDINA**

Firma.....

Número de Cédula: 1713637013

Dirección: Pichincha, Quito, Chimbacalle, Luluncoto.

Correo Electrónico: paulmorillo@hotmail.com

Teléfono: 0992589665

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA**” presentado por Paul Alejandro Morillo Medina, para optar por el Título de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 18 de abril de 2022



Firmado electrónicamente por:

**JOSE RAUL
GUZMAN PAZ**

.....

Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 18 de abril de 2022



Firmado electrónicamente por:
**PAUL ALEJANDRO
MORILLO MEDINA**

.....
Paul Alejandro Morillo Medina
1713637013

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA” previo a la obtención del Título de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 18 de abril de 2022

.....

Bonilla Bedoya Santiago Patricio, Dr.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**DAVID ANDRES
DONOSO VARGAS**

.....

Donoso Vargas David Andrés, Dr.
EXAMINADOR



Firmado electrónicamente por:
**JOSE RAUL
GUZMAN PAZ**

.....

Guzmán Paz José Raúl, Ing. MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico en primer lugar a mis padres, por su amor, apoyo y sacrificio en todo momento; gracias por sembrar en mí el mejor ejemplo de valentía y responsabilidad, por darme la dicha de una vida llena de cariño y amor, gracias a ustedes ahora más que en lo profesional, me he formado como un mejor ser humano.

A toda mi familia por el ejemplo y apoyo brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser quien me ha dado la fortaleza en cada paso de este proceso para obtener un logro más en mi vida.

A mi profesor tutor Ing. José Guzmán quien con su experiencia supo guiarme en el desarrollo de la presente investigación.

Extiendo un agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte por su colaboración en la realización de este trabajo, al proporcionar sus instalaciones y equipamiento para el análisis necesario.

A la Ing. María Vizcaíno por su valiosa colaboración y enseñanza durante el tiempo que duró esta investigación.

A mis amigos y equipo de campo, por su colaboración, por su tiempo y esfuerzo en cada viaje realizado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
Importancia y actualidad	1
Justificación.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO	5
Antecedentes de la investigación (estado del arte).....	5
Desarrollo teórico del objeto y campo	5
La deforestación	5
Ciclo del carbono	6
Sumideros de carbono	6
Carbono en ecosistemas forestales.....	7
Mecanismos para determinación de carbono almacenado	7
▪ Método tradicional.....	7

▪ Método destructivo o directo	7
▪ Método no destructivo o indirecto	7
Conglomerados o parcelas superpuestas de muestreo.....	7
Bosques en el Ecuador	8
Bosques secundarios	9
Estructura de los bosques	9
▪ Densidad o Abundancia.....	10
▪ Dominancia.....	10
▪ Frecuencia.....	10
Índices de diversidad.....	10
▪ Índice de Shannon	10
▪ Índice de Simpson	10
CAPÍTULO II.....	11
DISEÑO METODOLÓGICO.....	11
Paradigma y tipo de investigación	11
Área de Estudio	11
▪ Ubicación.....	11
▪ Tipo de suelo	12
▪ Clima	12
▪ Precipitación	12
▪ Ecosistema	12
Levantamiento, procesamiento y análisis de información	13
▪ Procedimiento para la determinación de la composición florística y diversidad arbórea.....	14
▪ Procedimiento para la estimación de biomasa y contenido de carbono. 16	
▪ Procedimiento para la comparación de biomasa y contenido de carbono. 19	
▪ Procedimiento para la determinación de formas y estrategias actuales de manejo.....	19
▪ Procedimiento para el diseño de estrategias de manejo sostenible considerando las necesidades de la población y requerimientos del sistema natural.	20
CAPÍTULO III.....	22

RESULTADOS.....	22
1. Composición florística y niveles de diversidad arbórea.....	22
Índices de Biodiversidad.....	25
▪ Índice de Shannon	25
▪ Índice de Simpson	27
2. Estimación de biomasa y contenido de carbono.....	28
Estudios y resultados sobre estimación de carbono	31
3. Comparación de biomasa y contenido de carbono	33
▪ Similitud entre parcelas	34
▪ Número de especies e individuos	35
▪ Tipo de iluminación.....	35
4. Estrategias actuales de manejo que la comunidad efectúa en los bosques.....	37
▪ Actividades de propietarios	37
▪ Productos del bosque	38
▪ Capacitaciones e intereses de propietarios	39
▪ Manejo Actual de la Comunidad	40
5. Estrategias de manejo sostenible considerando las necesidades de la población y los requerimientos del sistema natural.	42
Propuesta de Manejo del Bosque Secundario de la Parroquia Fátima.....	42
▪ Antecedentes.....	42
▪ Introducción.....	43
▪ Justificación.....	44
▪ Priorización Territorial de las Estrategias de Manejo del Bosque de Fátima	44
○ Actores privados (empresas forestales).....	44
▪ Plan Estratégico de Conservación	45
○ Programa de trabajo	45
1. Manejo y conservación de especies de alto valor comercial en los bosques secundarios de la parroquia Fátima.....	46
2. Incorporación al mercado de venta de bonos de carbono	48
3. Fomento del uso de productos forestales no maderables de los bosques secundarios de la parroquia Fátima.....	50
4. Generación de conocimiento y conciencia social sobre la conservación	

de especies forestales encontradas en los bosques secundarios de la parroquia de Fátima.	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.	Estimadores estadísticos.....	19
Tabla N° 2.	Resumen del inventario forestal por tipo de bosque	22
Tabla N° 3.	Inventario Forestal total	23
Tabla N° 4.	Resultados - Índice de Shannon.	25
Tabla N° 5.	Resultados - Índice de Simpson.	27
Tabla N° 6.	Estimación de Biomasa y Necromasa por tipo de bosque	29
Tabla N° 7.	Estimación de Carbono y necromasa por tipo de bosque	30
Tabla N° 8.	Prueba T para biomasa, necromasa y carbono	34
Tabla N° 9.	Análisis Clúster para el número de especies.	34
Tabla N° 10.	Similitud entre parcelas.	35
Tabla N° 11.	Tipo de iluminación.....	36
Tabla N° 12.	Metas y actividades por resultado (manejo y conservación de especies).....	47
Tabla N° 13.	Metas y actividades por resultado (venta de bonos de carbono)... ..	49
Tabla N° 14.	Metas y actividades por resultado (uso de productos forestales). .	50
Tabla N° 15.	Metas y actividades por resultado (generación de conocimiento). .	51
Tabla N° 16.	Metas y actividades por resultado (educación ambiental).....	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.	Ubicación de áreas de estudio y parcelas.	13
Gráfico N° 2.	Esquema de subparcelas.....	14
Gráfico N° 3.	Esquema de parcelas y subparcelas.....	17
Gráfico N° 4.	Resultados - Índice de Shannon.	26
Gráfico N° 5.	Resultados - Índice de Simpson.	27
Gráfico N° 6.	Estimación de carbono, necromasa y suelo.....	30
Gráfico N° 7.	Análisis Clúster de especies e individuos	35
Gráfico N° 8.	Actividades realizadas en los bosques.	38
Gráfico N° 9.	Actividades y productos de los bosques.....	39
Gráfico N° 10.	Interés sobre el manejo de los bosques.	40
Gráfico N° 11.	Índice de Valor de Importancia Etnobotánica Relativa por especies	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1.	Matriz de operacionalización de variables.	66
Anexo N° 2.	Hoja de campo.....	68
Anexo N° 3.	Encuesta sobre las formas de manejo de bosques secundarios. ...	69
Anexo N° 4.	Encuesta sobre el uso de las especies registradas en inventario.	71
Anexo N° 5.	Número de especies por tipo bosque.....	72
Anexo N° 6.	Densidad, biomasa y carbono por especie	73
Anexo N° 7.	Índice de Valor de Importancia Etnobotánica Relativa	75
Anexo N° 8.	Ingreso a la zona de estudio.	76
Anexo N° 9.	Trazado de parcelas.....	76
Anexo N° 10.	Toma de medidas del DAP (Diámetro a la altura del pecho).....	76
Anexo N° 11.	Prensado de muestras botánicas.	77
Anexo N° 12.	Toma de muestras de barreno.	77
Anexo N° 13.	Toma de muestras de suelo.	78
Anexo N° 14.	Socialización de la propuesta con la comunidad.....	78
Anexo N° 15.	Resultados del análisis de suelo (INIAP).	79

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
MENCIÓN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

TEMA: EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR: Lcdo. Paul Alejandro Morillo Medina

TUTOR: Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

RESUMEN EJECUTIVO

Con la decadencia de los bosques húmedos tropicales en el país, estas áreas boscosas de la región amazónica convertidos en bosques secundarios, contribuyen con el ambiente como sumideros de carbono y otros servicios ecosistémicos. La presente investigación se enfoca en la evaluación del contenido de carbono de bosques húmedos tropicales en la parroquia Fátima, provincia de Pastaza. Se analizó la composición florística de la zona, la estimación de biomasa y contenido de carbono de tres bosques sucesionales; además, se determinaron estrategias de manejo de los bosques considerando las necesidades de la comunidad. El estudio se aplicó en tres bosques secundarios con edades entre 5 y 40 años, se instauraron tres parcelas de 3600m² por cada formación boscosa, y subparcelas anidadas de 400m² y 0.25m². En el inventario florístico se identificaron 57 especies cuyas familias representativas fueron: Fabaceae, Melastomataceae, Urticaceae, Moraceae y Meliaceae. En la estimación de biomasa se obtuvo 42.3 ton/ha. para el Bosque B1; 74.1 ton/ha. para el Bosque B2 y 199.7 ton/ha. para el Bosque B3. En captura de carbono se determinó 140.84 ton/ha para el Bosque B3, 58.05 ton/ha. para el Bosque B2 y 29.35 ton/ha. para el Bosque B1. Por otro lado, la comunidad de Fátima desconoce de los beneficios de los bosques en la zona, muestra poco interés en el manejo de estos, pues no reciben capacitaciones por parte de la empresa pública o privada; los propietarios en su mayoría realizan actividades de tala por necesidad económica y enfocan su accionar en el turismo comunitario. Alrededor de la tercera parte de los encuestados usa los productos del bosque para comercializar sus especies forestales y usarlas en construcción de sus viviendas, en lo artesanal y medicinal. Dentro del Plan de manejo de estos bosques, se plantea la ejecución de convenios entre el GAD parroquial y empresas u organizaciones internacionales de la zona, para apoyar proyectos de desarrollo forestal comunitario; además, se propone un Plan estratégico enfocado en la conservación de especies de gran valor e importancia, la incorporación al mercado de carbono, uso de productos forestales no maderables y la generación de una conciencia social de conservación de especies forestales de los bosques.

DESCRIPTORES: Amazonía, Biomasa, Bosque secundario, Carbono, Manejo.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
MENCIÓN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

TEMA: EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR: Lcdo. Paul Alejandro Morillo Medina

TUTOR: Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

ABSTRACT

With the decline of the tropical rainforests in the country, these forested areas of the Amazon region, converted into secondary forests, contribute to the environment as carbon sinks and other ecosystem services. The present investigation focuses on the evaluation of the carbon content of tropical humid forests in the Fátima parish, Pastaza province. The floristic composition of the area, the estimation of biomass and carbon content of three successional forests were analyzed; In addition, forest management strategies were determined considering the needs of the community. The study was applied in three secondary forests with ages between 5 and 40 years, three plots of 3600m² were established for each forest formation, and nested subplots of 400m² and 0.25m². In the floristic inventory, 57 species were identified whose representative families were: Fabaceae, Melastomataceae, Urticaceae, Moraceae and Meliaceae. In the estimation of biomass, 42.3 ton/ha was obtained. for Forest B1; 74.1 tons/ha. for Forest B2 and 199.7 ton/ha. for Forest B3. In carbon capture, 140.84 ton/ha was determined for Forest B3, 58.05 ton/ha. for Forest B2 and 29.35 ton/ha. for Forest B1. On the other hand, the community of Fátima is unaware of the benefits of the forests in the area, shows little interest in their management, since they do not receive training from the public or private company; Most of the owners carry out logging activities out of economic necessity and focus their actions on community tourism. About a third of those surveyed use forest products to market their forest species and use them in the construction of their homes, in crafts and medicine. Within the Management Plan for these forests, the execution of agreements between the parish GAD and companies or international organizations in the area is proposed, to support community forestry development projects; In addition, a Strategic Plan is proposed focused on the conservation of species of great value and importance, the incorporation into the carbon market, the use of non-timber forest products and the generation of a social awareness of conservation of forest species of the forests.

KEYWORDS: Amazon, Biomass, Secondary forest, Carbon, Management.

INTRODUCCIÓN

El aumento de las actividades antropogénicas generadas en la historia del Ecuador entre los 90's y 2000's, como la revolución agraria y la deforestación, provocaron la expansión de la frontera agrícola con los monocultivos y ganadería intensiva lo que alteró el suelo y los procesos ecológicos del bosque.

Gran cantidad de los bosques de la parroquia Fátima son caracterizados como secundarios, que crecieron por remanentes después de ser talados en su totalidad; estos bosques son de una gran importancia ecológica debido a que sus procesos de regeneración contribuyen a mejorar el ámbito socioeconómico y cultural de estas zonas (RainForest (2010).

La presente investigación aborda la evaluación del contenido de carbono y las estrategias de manejo en bosques húmedos tropicales en la parroquia Fátima, provincia de Pastaza. Se determinó la composición florística en tres bosques húmedos tropicales con diferentes estados sucesionales. Se estimó y comparó la biomasa y el contenido de carbono; y con ello, se diseñaron estrategias de manejo sostenible para estos ambientes boscosos, considerando las necesidades de la población aledaña y los requerimientos del sistema natural.

Importancia y actualidad

Los bosques secundarios tropicales procesan grandes cantidades de carbono, poseen aproximadamente el 60% del total de especies en el mundo y cubren hasta el 10% de la superficie terrestre (Cayuela & Cerda, 2012). Los estudios sobre estos bosques dan cuenta de la importancia que tienen en cuanto a protección y conservación de la biodiversidad; en estudios se detalla que los bosques jóvenes presentan índices de diversidad de hasta el 68% del que podría tener un bosque primario (Fiedler, 1996).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se conocen como bosques secundarios aquellos que nacen de manera natural, después de producirse una afectación en la vegetación forestal originaria causada por una acción natural o antrópica (FAO, 2014).

Para el periodo 2014-2016 el Ministerio del Ambiente (2017) calcula una deforestación promedio de 94353 ha/año, con una regeneración promedio de 33241 ha/año.

Recientes estudios publicados en la revista Science de la Universidad de Boston, manifiestan que los bosques han perdido su capacidad de absorber carbono debido a su mal manejo, con la falsa creencia de que entre más viejos e intocables son, el beneficio para el ecosistema sería mayor (Factor CO₂, 2021).

Según el Proyecto de Evaluación Nacional Forestal, la región amazónica posee el 85% del carbono del Ecuador continental, pues en esta región las cantidades de carbono por hectárea capturados son superiores al resto del país (MAE – FAO, 2014).

Justificación

Los bosques secundarios adquieren gran importancia por su aporte para contrarrestar las emisiones de CO₂ en la atmósfera. Estos ecosistemas almacenan más del 80% del total del carbono por sobre la superficie de la tierra, y más del 70% del carbono orgánico en el sustrato (Isaza & Campos, 2007); en este sentido, es necesario determinar el contenido de carbono y proponer metodologías de manejo viables como base para la conservación de los bosques en ecosistemas naturales (López et al., 2002).

La biomasa aérea de los bosques secundarios representa en Carbono el 60% del contenido de la vegetación terrestre; por ello es importante su monitoreo y determinar el comportamiento del carbono y los impactos causados por el cambio climático (Yepes et al., 2015). El carbono orgánico del suelo (COS) y la biomasa aérea son los principales elementos donde se almacena el carbono; en algunos estudios el carbono en la biomasa de los bosques primarios y secundarios oscila entre 60 y 230 ton/ha; y, entre 25 y 190 ton/ha respectivamente; mientras que el carbono en el suelo varía entre 60 y 115 ton/ha (Brown, 1997).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Fátima (GAD Fátima, 2015), el sector posee abundantes bosques tropicales secundarios, donde se pretende

disminuir la deforestación y fomentar la regeneración de los bosques como principales proveedores de servicios ambientales (GAD Fátima, 2015).

La presente investigación brinda información técnico - científica sobre bosques secundarios de la parroquia Fátima, en función de su diversidad, contenido de carbono y el uso de sus especies; se presenta también una estrategia de manejo en ecosistemas naturales del estrato ecológico de bosque húmedo tropical, con base en la cuantificación del carbono.

Planteamiento del problema

La principal amenaza de los bosques corresponde al cambio de uso del suelo y otras actividades que contribuyen a la degradación de los bosques, como el aprovechamiento no sustentable de productos forestales madereros, ganadería extensiva, incendios forestales y en aquel tiempo la revolución agraria, con lo cual aumentó la expansión urbana reduciendo las áreas boscosas en la amazonia.

La concentración de gases de efecto invernadero son producto de actividades antropogénicas; en este sentido, es importante profundizar en investigaciones sobre secuestro de carbono en bosques tropicales secundarios e incursionar en el mercado de carbono como opción viable en la reducción de estos gases (Farley, 2007).

Cuantificar el carbono almacenado en bosques secundarios tropicales, representa un tema de gran relevancia (MAE, 2012); para ello es necesario conocer la información completa del contenido de carbono en cualquier tipo de ecosistema (Ordóñez, 1998).

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el contenido de carbono en biomasa aérea y suelo en tres bosques húmedos tropicales secundarios de la parroquia Fátima, provincia de Pastaza, para el diseño de estrategias de manejo sostenible en estos sistemas boscosos.

Objetivos Específicos

- Determinar la composición florística y los niveles de diversidad arbórea en tres bosques húmedos tropicales de diferente estado sucesional.
- Estimar la biomasa y el contenido de carbono en los tres estados sucesionales de bosque.
- Comparar la biomasa y el contenido de carbono de estos bosques secundarios.
- Determinar estrategias de manejo actuales que la comunidad local efectúa en estos ambientes boscosos.
- Diseñar estrategias de manejo sostenible para estos ambientes, considerando las necesidades de la población y los requerimientos del sistema natural.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación (estado del arte)

Una de las zonas más afectadas por la deforestación en el Ecuador son los bosques orientales, esto debido al aumento de la frontera agrícola por parte de los colonos que llegaron a poblar estas tierras, el boom petrolero en los años 70's, y la tala ilegal de madera, lo cual ha afectado el desarrollo de estas tierras.

En el Chocó colombiano, Torres, Mena y Álvarez (2016), realizaron una investigación similar en tres bosques húmedos tropicales de diferentes edades, enfatizan que las comunidades de la zona buscan estrategias de manejo que les permitan conservar la diversidad que existe en los sistemas boscosos de su zona.

Asimismo, se realizó un estudio de cambio de uso del suelo, de bosque a ganadería y, posteriormente a bosque secundario. Mena (2010) utilizó en su metodología parcelas temporales de muestreo de 1000 m² (20 × 50m), con subparcelas de 25 m² y 100 m² para el inventario de brinzales y latizales, calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), dominancia y composición florística, con lo cual determinó que existe diversidad con dominancia de una o dos especies, dejando su índice de diversidad con 3; 3.28 y 3.24 para los bosques de 12; 30 y 40 años respectivamente.

Desarrollo teórico del objeto y campo

La deforestación

Es considerada como la principal amenaza del patrimonio natural del Ecuador, lo que afecta su conservación. Según el proyecto evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente, el país cuenta con una tasa de deforestación

aproximada de 70000 ha. (FAO, 2014), lo que afecta la biodiversidad, los recursos hídricos y el suelo; generando un alto riesgo a deslaves e inundaciones (MAE, 2013). Como respuesta a este problema se plantea en el país implementar políticas que promuevan el aprovechamiento sustentable y sostenible de los bosques; con lo cual se conserva las áreas forestales afectadas en un inicio (MAE - FAO, 2014).

Ciclo del carbono

Este ciclo comienza con la fijación del dióxido de carbono atmosférico a través de la fotosíntesis que realizan las plantas y algunos microorganismos. En este ciclo, el CO_2 y el H_2O reaccionan para formar carbohidratos y a la vez liberar oxígeno que se expulsa a la atmósfera. Una parte de los carbohidratos se consumen y brindan energía a la planta, y el anhídrido carbónico es liberado por sus hojas y raíces; otra parte es consumida por los animales, que también liberan dióxido de carbono en sus procesos metabólicos. Al final las plantas y animales muertos son descompuestos por microorganismos del suelo, el carbono de sus tejidos se oxida y regresa a la atmósfera (Orellana, Sandoval, Linares, & Tmariz, 2012).

Sumideros de carbono

Se considera sumidero al área por donde se canaliza el agua, los nutrientes o cualquier tipo de compuesto, físico o químico; o que sirve de almacén de estos. Este término se aplica en la actualidad a los bosques para significar su papel en la absorción del CO_2 de la atmósfera. El concepto de sumidero, en relación con el cambio climático, fue adoptado en la Convención Marco de Cambio Climático de 1992 (Naciones Unidas 1992).

Según la Convención, un sumidero es cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera los gases precursores del efecto invernadero. En el ámbito del Protocolo de Kioto, la definición se limita a determinadas actividades de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, que se traducen en una captura del CO_2 presente en la atmósfera y su almacenamiento en forma de materia vegetal (Naciones Unidas 1992).

Carbono en ecosistemas forestales

Los bosques poseen un rol crucial en la sostenibilidad de la sociedad, cumplen un papel relevante como sumideros de carbono debido a que lo almacena de diferentes formas debido al proceso del ciclo de carbono. El 80% del carbono que proviene del suelo, de la vegetación y del intercambio con la atmósfera, corresponde a los bosques; al ser parte importante del crecimiento propio de los árboles, estos adquieren un papel importante en el equilibrio del carbono, reduciendo a la vez grandes cantidades de CO₂ en la atmósfera (Chimbo, 2016).

Mecanismos para determinación de carbono almacenado

- **Método tradicional:** Se basa en los datos del volumen comercial (a partir de información básica de inventarios), la densidad básica de la madera y el factor de expansión de biomasa (FEB). Este método se sugiere para bosques densos, secundarios o maduros que se encuentran en climas húmedos y semiáridos (Brown, 1997).
- **Método destructivo o directo:** Se lo utiliza para la aplicación de la medición de la cantidad de biomasa aérea en cualquier componente de un ecosistema (Brown, Gillespe y Lugo, 1989, citado por Návar, González, N, y Graciano, 2001). Proporciona un valor exacto de la biomasa puesto que se genera la destrucción total de los árboles para calcular su peso en seco o biomasa.
- **Método no destructivo o indirecto:** Consiste en cubicar los árboles y estimar volúmenes de la madera mediante la toma de muestras, para esto se toman parámetros necesarios como el peso en seco y la densidad de la madera, necesarios para estimar la biomasa total (Andrade y Segura, 2008).

Conglomerados o parcelas superpuestas de muestreo

Según Aguirre y Vizcaíno (2009) la determinación del área de las parcelas muestrales debe ser sub múltiplo de la unidad de la medida hectárea (m²). En el caso de bosques naturales con espaciamiento variable, se recomienda realizar parcelas rectangulares, cuadradas o circulares; no obstante, al momento de realizar

la evaluación de regeneración vegetativa, es práctico utilizar parcelas superpuestas denominadas conglomerados; por ejemplo, el espaciamiento de 2×2 (4 m^2) si se desea medir brinzales; y de 5×5 (25 m^2) para la determinación de latizales; por último, para valorar el proceso de crecimiento de árboles aprovechables, la parcela es mucho más extensa de 25×40 (1000 m^2).

El muestreo por conglomerados es utilizado para minimizar la logística en áreas extensas; sin embargo, en varios estudios se utiliza este muestreo para evaluaciones forestales de diferente zona (CATIE, 2002). Al igual que en el Ecuador en su proyecto de evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente, en el inventario forestal del ejido Noh Bec en México, el muestreo por conglomerados fue utilizado en su metodología, permitiendo obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal (Del Ángel, 2011).

Para el caso de estudio en la parroquia de Fátima, aunque resulta interesante la utilización del muestreo por conglomerados, en este caso el método se consideró en dos etapas, donde la unidad de muestreo en cada bosque son 3 parcelas de $60 \times 60 \text{ m}$ dispuestas en forma de L; y, en cada una de ellas se incluyen 3 subparcelas internas “anidadas”; una de $20 \times 20 \text{ m}$ (400 m^2) y 2 de $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ ($0,25 \text{ m}^2$).

Bosques en el Ecuador

El Ecuador se ubica en medio de las zonas tropicales del planeta, la presencia de la Cordillera de los Andes y la influencia de las corrientes marinas caracteriza de manera única a todo el país en su topografía y orografía (de la Torre et al., 2008). Estas características son las responsables de la gran diversidad de sus ecosistemas boscosos.

La colonización en la Amazonía ecuatoriana ocasionó por diversos factores, una agricultura de tipo itinerante, acelerando la degradación de los recursos forestales. Esto afectó de igual manera a la Costa del Ecuador desde la expansión de la frontera agrícola.

Bosques secundarios

Según Finegan & Gordon (1993) los bosques secundarios se originan a través de procesos de regeneración natural, constituyen la vegetación leñosa en lugares donde el bosque original fue destruido, abandonado o se dejado en descanso después de un periodo de uso agrícola o ganadero (p. 161). Así también, se puede definir como una vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades humanas (Castillo, 2010, p. 7).

La característica común de los bosques secundarios es su regeneración natural después de producirse daños de tipo antropogénico o condiciones climáticas extremas. La estructura y composición de estos bosques cambia ampliamente respecto al bosque primario, se puede hablar de que la regeneración y crecimiento en estos bosques es relativamente rápida. Aunque los bosques secundarios albergan gran riqueza de plantas, la densidad y la composición de los bosques primarios de epífitas vasculares siempre será mayor a la de los bosques secundarios. (Finegan, 1992, p.29).

Estructura de los bosques

Desde el punto de vista ecológico, es el componente arbóreo que está en directa relación con el clima, la fisiografía y el suelo. Es el componente que regula el clima debajo de su dosel, haciéndolo propicio para el crecimiento y desarrollo de las otras especies, interrelaciona con el suelo a través del aporte de material orgánico y recibe de él sus nutrientes; la estructura de un bosque reduce y amortigua los efectos climáticos sobre el suelo (Acosta, Araujo, Iturre, 2006).

Los parámetros para medir la estructura de un bosque en su mayoría corresponden a la densidad y área basal de sus tallos. Según Faber-Langendoen & Gentry (citados por Aguirre, 2013) la estructura de los bosques se da por la abundancia, distribución y dominancia de las especies con respecto a la masa boscosa total. La suma de estos parámetros relativos nos da el índice de importancia ecológica (Manta, citado por Aguirre, 2013).

- **Densidad o Abundancia.**

El concepto de densidad se asocia al de ocupación de un espacio disponible para crecer; puede existir densidades normales, sobredensos y subdensos (Husch, Miller, & Beers, citado por Aguirre, 2013). La densidad o abundancia mide la participación de las especies en la masa en términos absolutos y relativos (Acosta, Araujo, Iturre. 2006).

- **Dominancia.**

Para expresar la dominancia, un factor importante utilizado como indicador de la potencialidad productiva de una especie corresponde al área basal. Este parámetro brinda una idea de la calidad de sitio (Finol, citado por Aguirre, 2013), así como la influencia de cada especie sobre las demás.

- **Frecuencia.**

Este parámetro revela la distribución espacial o el grado de dispersión de las especies en el territorio. Para determinar la frecuencia se realiza una división de parcelas del inventario en subparcelas de igual tamaño, donde se verifica la presencia o ausencia de especies. Un índice objetivo es la frecuencia absoluta, que se determina por la cantidad de subparcelas en la que una especie se encuentra presente.

Índices de diversidad

- **Índice de Shannon:** Este índice es el más usado, puesto que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; así también, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a que especie pertenece un individuo tomado al azar dentro un área de estudio. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad se representan en la muestra (Aguirre, 2013).
- **Índice de Simpson:** Este índice manifiesta la probabilidad en que dos individuos de una muestra tomados al azar correspondan a la misma especie. Este índice se encuentra determinado por la importancia de las especies dominantes (Aguirre, 2013).

CAPÍTULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

Paradigma y tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló sobre la base del paradigma de investigación, y considera los enfoques cuantitativo y cualitativo.

Cuantitativo, puesto que toma en cuenta la precisión que describe la realidad del objeto de estudio, y se apoya en técnicas estadísticas y matemáticas que analizan los datos obtenidos. En este sentido, se utilizó la información recolectada de los Bosques húmedos tropicales de una sección de la parroquia de Fátima, en la provincia de Pastaza, permitiendo el análisis e interpretación de los resultados.

Cualitativo, al enfocarse en el diseño de instrumentos de recolección de información, análisis y comprensión de las respuestas de los pobladores a las acciones y conductas sociales, dando esparcimiento y riqueza interpretativa al contexto y al entorno.

También se presenta el paradigma crítico - propositivo, crítico al analizar de manera contextual el objeto, y propositivo porque genera una alternativa de solución. El paradigma Crítico - Propositivo incluye una investigación meticulosa y relevante sobre el problema, y tiene como propósito analizar, interpretar y proponer una solución al problema de estudio identificado.

Área de Estudio

- **Ubicación**

Con base en los datos que presenta el Gobierno Autónomo Descentralizado de Fátima GAD (2015), esta parroquia se localiza en la provincia de Pastaza entre

los 890 y 1417 m.s.n.m. y una ubicación de 77° 00' 00'' Longitud Oeste y 01° 24' 40'' de Latitud Sur. Se encuentra a 7,42 Km de la cabecera cantonal (Puyo) y posee una extensión de 71594 Km² (7159,48 ha). Limita al norte con la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, al sur con la Parroquia Puyo, al este se encuentra la Parroquia 10 de agosto y al oeste limita con el Cantón Mera.

- **Tipo de suelo**

Según el GAD Fátima (2015), los suelos en el territorio de la Parroquia Fátima identifican el orden Inceptisol. Este tipo de suelo se origina a partir de materiales resistentes o ceniza volcánica y se caracteriza principalmente por ser suelos inmaduros en su evolución, de textura franco limoso, franco arcilloso limoso de poca profundidad y con un pH ligeramente ácido.

- **Clima**

El clima de la parroquia Fátima integra dos tipos, Megatérmico Lluvioso y Tropical Megatérmico Húmedo, este último es predominante en la parroquia. Este clima presenta una temperatura que oscila entre 18 y 24°C, predominante la mayor parte del año; además, la presencia de lluvias es latente durante todo el año y la humedad relativa es superior al 85 %.

- **Precipitación**

Con base en la información del GAD Fátima (2015), presenta registros pluviométricos siempre superiores a 3000 mm/año, y en ocasiones supera los 5000 mm, siendo los meses de abril, mayo y julio aquellos con mayor precipitación con un promedio de 507,3 mm.

- **Ecosistema**

La parroquia de Fátima posee las siguientes formaciones vegetales: Bosque Siempre Verde Montano Bajo de los Andes Orientales del Norte y Bosque Siempre Verde Piemontano de la Amazonía, que cubre la mayor parte de la parroquia con una superficie de 6857,92 ha. (GAD Fátima, 2015).

Levantamiento, procesamiento y análisis de información

La presente investigación se realizó en la parroquia Fátima, cantón Pastaza, en la provincia de Pastaza; en la parte inicial del trabajo se seleccionó como área de investigación un predio con una extensión aproximada de 60 ha. de bosque secundario. En el área de estudio se seleccionaron tres Bosques Húmedos Tropicales secundarios con diferentes estados sucesionales con rangos de edad basados en lo mencionado por Chamorro y Obando (2015), de esta manera el bosque B1 desde 5 hasta 10 años; el bosque B2 desde 15 hasta 20 años y el bosque B3 desde 30 hasta 40 años (gráfico 1).

El muestreo se realizó en función de la metodología propuesta por el Proyecto Evaluación Nacional Forestal (MAE, 2011), para lo cual se estableció en cada estado sucesional del bosque un área de muestreo de $270\text{ m} \times 270\text{ m}$ (72900 m^2). Dentro de cada tipo de bosque se delimitaron tres parcelas de $60 \times 60\text{ m}$ (3600 m^2) dispuestas en forma de L y separadas entre sí por 150 m (gráfico 2); estas áreas fueron georreferenciado con GPS y marcadas con balizas pintadas de color blanco. Finalmente, dentro de cada parcela se instauraron 3 subparcelas “anidadas”; una de $20 \times 20\text{ m}$ (400 m^2) y dos de $0,5 \times 0,5\text{ m}$ ($0,25\text{ m}^2$).

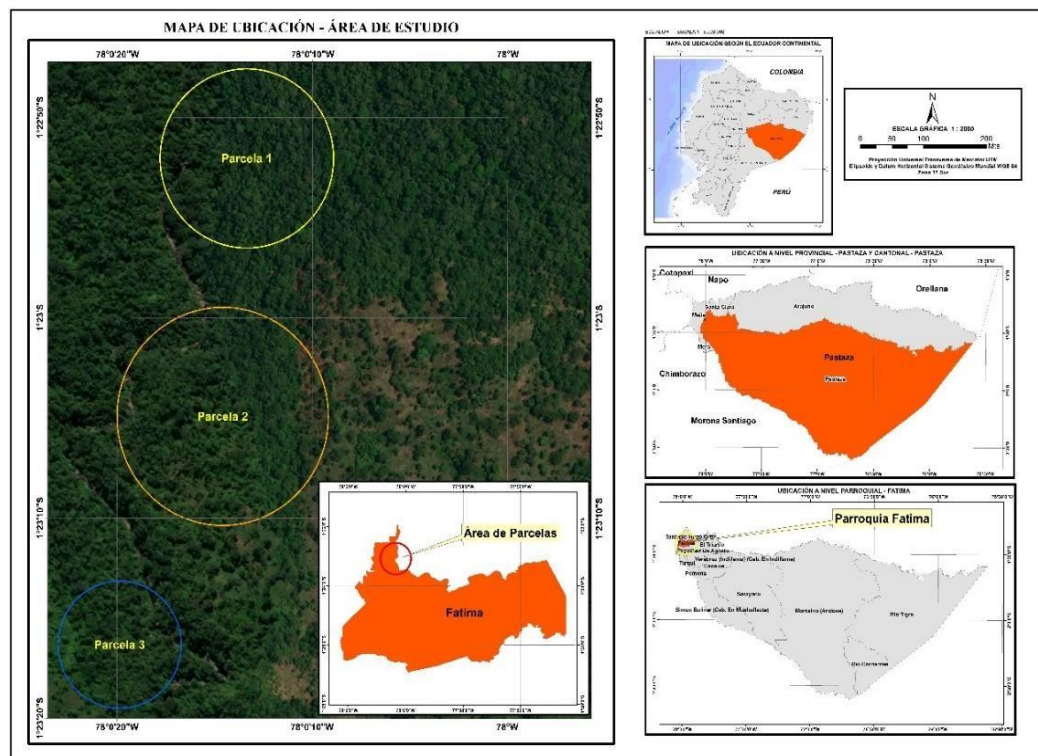


Gráfico N° 1. Ubicación de áreas de estudio y parcelas.

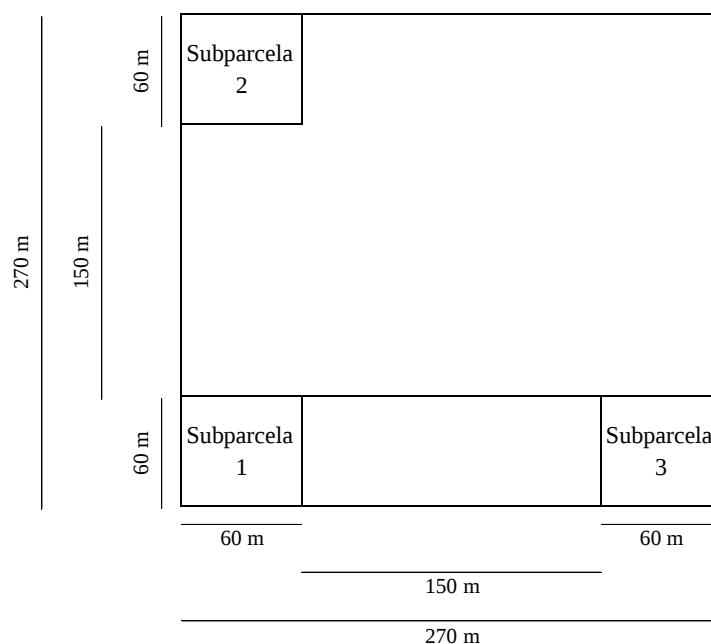


Gráfico N° 2. Esquema de subparcelas.

Fuente: (MAE, 2011).

- **Procedimiento para la determinación de la composición florística y diversidad arbórea.**

En cada subparcela se evaluaron todos los individuos vivos con diámetro igual o mayor a 5cm de DAP (diámetro a la altura del pecho), a cada árbol se asignó un código que identifique la parcela, subparcela y número de árbol.

En la recolección de las muestras se tomó datos del nombre común brindados por el acompañante guía; el nombre científico y la familia en el caso de poder identificadas *in situ*; así también, se registraron las variables dasométricas como el DAP, hc, ht, AB, V, y datos del tipo de iluminación y de lianas (Tabla 3). Una vez tomadas las muestras, fueron ubicadas en hojas de papel periódico, fijadas entre cartones registrando el código de la muestra y la información taxonómica correspondiente (Anexo 11).

Para facilidad en el estudio, se realizó una agrupación por clase diamétrica en cada una de las parcelas en rangos de 10 cm. a partir de la segunda clase así: la primera de 5 a 9,9 cm, la segunda de 10 a 19,9 cm, la tercera de 20 a 29,9 cm, y así sucesivamente; los datos correspondientes al número de árbol, área basal y

volumen, se tomaron en cada parcela con base en la clase diamétrica correspondiente.

Para calcular el área basal de los individuos se tomaron los datos del DAP (1.30 m de altura) mediante la ecuación propuesta por Jaramillo (2002).

$$AB = 0.7854 \times DAP^2$$

Dónde:

AB: área basal (m²).

DAP: diámetro a la altura del pecho (m)

0.7854: constante de transformación resultante de la división del número π (3.14159) entre cuatro (4).

Para determinar el volumen se utilizó un hipsómetro con el cual se midió la altura comercial (hc) y total (ht) de los árboles desde la base hasta el inicio y fin de la copa. Posteriormente se calculó el volumen de acuerdo con la siguiente ecuación (Jaramillo, 2002).

$$V = AB \times h \times f$$

Dónde:

V: Volumen de la muestra.

AB: área basal (m²).

h: altura (m).

f: factor de forma.

Con los datos obtenidos tanto de la composición florística como del área basal se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), índice propuesto por Curtis y McIntosh, citados por Chamorro y Obando (2015), donde se consideran parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia relativa para cada especie, lo que ofrece en cierto sentido un criterio objetivo para determinar la importancia ecológica de las especies.

$$\text{Abundancia (A\%)} = \frac{\text{Número de individuos de la especie (A)}}{\text{Número total de individuos por tipo de bosque (N)}} \times 100$$

$$\text{Dominancia (D\%)} = \frac{\text{Suma de áreas basales de todos los individuos de la especie (D)}}{\text{Suma de áreas basales de todos los individuos por tipo de bosque (G)}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia (F\%)} = \frac{\text{Número de parcelas donde ocurre la especie (F)}}{\text{Número total de parcelas (S)}} \times 100$$

$$\text{IVI especie} = \text{A\%} + \text{D\%} + \text{F\%}$$

Donde:

A% = Abundancia relativa de la especie, calculada como $A/N \times 100$

A = Número de individuos de la especie

N = Número total de individuos

D % = Dominancia relativa de la especie, calculada como $D/G \times 100$

D = Suma de áreas basales de todos los individuos de la especie

G = Suma de áreas basales de todos los individuos por tipo de bosque

F % = Frecuencia relativa de las especies, calculada como $F/S \times 100$

F = Número de parcelas donde ocurre la especie

S = Número total de parcelas

Finalmente, mediante el software BioDiversity Pro se calcularon los índices de Shannon y Simpson, para comparar la diversidad florística de los tres tipos de bosque.

▪ **Procedimiento para la estimación de biomasa y contenido de carbono.**

En cada parcela se establecieron tres subparcelas internas “anidadas”, una de 20×20 (400 m^2), y dos de $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ ($0,25 \text{ m}^2$) (gráfico 3). En la parcela principal se tomaron datos del fuste de todos los individuos con DAP igual o mayor a 5cm mediante la utilización de un barrero o taladro de Pressler (Anexo 12). La longitud de la muestra se calculó con un calibrador o pie de rey, y se guardó en plástico y fundas de papel para evitar la pérdida de humedad (Ramírez y Zamora, 2019).

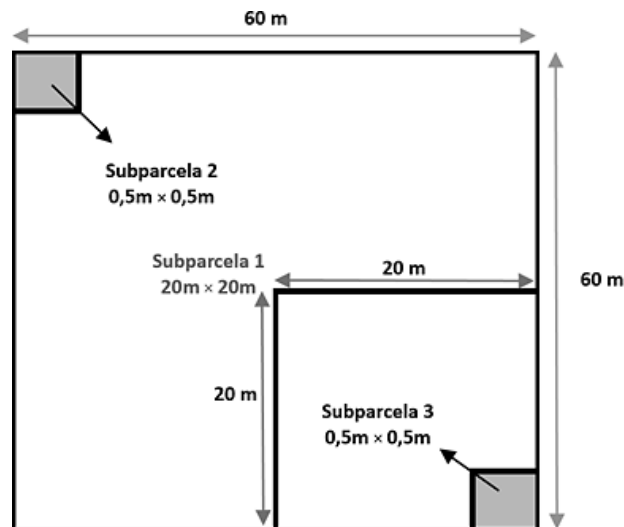


Gráfico N° 3. Esquema de parcelas y subparcelas

Fuente: (MAE, 2011)

En la subparcela de 400 m² se registraron los datos de todos los árboles vivos, muertos, y tocones con un DAP igual o mayor a 5 cm. Posteriormente en las dos subparcelas restantes de 0.25 m² se recolectó la necromasa, así como una muestra de suelo de 0.15 × 0.15 × 0.15 (0.0034 m³).

Las muestras de necromasa y de suelo se ubicaron en fundas tipo ziploc, con su respectiva codificación de tipo de bosque, parcela y subparcela.

Con la utilización de una balanza digital con una precisión de 1 mg, se pesaron las muestras de fuste y de necromasa, se ubicaron en fundas de papel respectivamente codificadas y enviadas al laboratorio para el proceso de secado y registrar su peso en seco.

Con la información del peso en seco de la muestra de la necromasa y del fuste cada individuo se calculó la densidad básica o peso específico de la madera mediante la ecuación propuesta en la Norma COPANT 461 citado por Ruiz (2020).

$$DB = \frac{PSH}{VV} \text{ g/cm}^3$$

Donde:

DB: Densidad básica expresada g/cm³.

PSH: Peso de la muestra en estado anhidro expresado en gramos (g).

VV: Volumen de la muestra en estado verde expresado en cm³.

Es preciso aclarar que el volumen se calculó mediante la ecuación del cilindro, en función del diámetro del barrenado (0.5 cm) y la longitud de la muestra.

Para estimar de la biomasa aérea total de cada uno de los bosques secundarios se empleó la ecuación propuesta por Brown (2002).

$$BT = V \times DB \times FEB$$

Donde:

BT = Biomasa aérea total (Kg).

V = Volumen del árbol (m³).

DB = Densidad básica (Kg/ m³).

FEB = Factor de expansión de biomasa.

Para el caso de la necromasa, el valor del peso en seco se extrapola en primer lugar a la subparcela, y posteriormente a las parcelas.

En lo que respecta a la estimación de carbono en suelo, este se determinó en función de los resultados del análisis de laboratorio, y se procedió a la extrapolación al igual que la necromasa. En cuanto a la estimación del contenido de carbono total, este se determinó según lo que define el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2003), que toma como factor estándar de conversión del material vegetal a contenido de carbono, el cual corresponde a 0,5. En otras palabras, la estimación de carbono capturado corresponde aproximadamente al 50% de la biomasa seca disponible.

Para el análisis se tomaron en cuenta los estimadores estadísticos centrales y de dispersión (media, desviación estándar, error estándar de la media y coeficiente de variación) según las ecuaciones propuestas por Aguirre & Vizcaíno (2010) que se reportan en la Tabla 1.

Tabla N° 1. Estimadores estadísticos

Medida estadística	Ecuación
Media	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coeficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$
Error estándar de la media	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$

▪ **Procedimiento para la comparación de biomasa y contenido de carbono.**

Una vez obtenidos los valores estimados de biomasa y contenido de carbono de los componentes aéreo, necromasa y suelo, tanto a nivel de parcelas como del tipo de bosque, se procedió a comparar los datos mediante análisis estadístico. Se aplicó la prueba de t de Student (Tabla 8), una vez que la normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos se cumplieron; así también, se realizó un análisis Clúster clásico para la clasificación de individuos (Tabla 9).

▪ **Procedimiento para la determinación de formas y estrategias actuales de manejo.**

Para determinar las formas o estrategias actuales de manejo se tuvo un acercamiento con un representante parroquial y con propietarios de los predios, a quienes se les aplicó una encuesta sobre las formas actuales de manejo de los bosques secundarios de la zona (Anexo 3); además, se requirió información sobre el uso de las especies identificadas, que sirvió como base para establecer estrategias que tomen en cuenta el valor de importancia de estas especies (Anexo 4).

Una vez realizada la encuesta, los datos fueron registrados en una matriz de Excel y posteriormente trasladados a programación SPSS para el análisis correspondiente mediante de tablas de frecuencias.

En cuanto al uso de las especies registradas en la composición florística se determinó el Índice de Valor de Importancia Etnobotánica Relativo (IVIER), aplicando la ecuación de Lajones citado por Jima (2017).

$$\text{IVIER} = (\text{CALUSRE} \times 5 + \text{CALTIRE} \times 4 + \text{CALPRORE} \times 3 + \text{CALPARER} \times 2 + \text{CALORE} \times 1) / 15.$$

Dónde:

CALUSRE: Calificación de Uso Relativizado.

$$\text{CALUSRE} = 1000 (\text{medicinal} \times 8 + \text{alimenticia} \times 7 + \text{construcción} \times 6 + \text{artesanal} \times 5 + \text{colorantes} \times 4 + \text{forraje} \times 3 + \text{ornamental} \times 2 + \text{cultura} \times 1) / 36$$

CALTIRE: Calificación por Tipo de Vegetación Relativizado.

$$\text{CALTIRE} = 1000 (\text{árbol} \times 4 + \text{arbusto} \times 3 + \text{hierba} \times 2 + \text{lianas} \times 1) / 10$$

CALPRORE: Calificación del Lugar de Procedencia Relativizado.

$$\text{CALPRORE} = 1000 (\text{bosque primario} \times 2 + \text{bosque secundario} \times 1) / 3$$

CALPARE: Calificación de Partes Relativizada.

$$\text{CALPARE} = 1000 (\text{raíz} \times 7 + \text{tallo} \times 6 + \text{corteza} \times 5 + \text{hojas} \times 4 + \text{fruto} \times 3 + \text{flores} \times 2 + \text{semillas} \times 1) / 28$$

CALORE: Calificación de Origen Relativizado.

$$\text{CALORE} = 1000 (\text{nativa} \times 2 + \text{introducida} \times 1) / 3$$

- **Procedimiento para el diseño de estrategias de manejo sostenible considerando las necesidades de la población y requerimientos del sistema natural.**

La actividad principal realizada en este caso corresponde a una revisión bibliográfica, así como un análisis documental del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia. Se realizó una matriz con diferentes opciones de estrategias de manejo, rescatando las actividades tradicionales empleadas por los propietarios de bosques en la zona, para posteriormente seleccionar aquellas que se ajustan a las condiciones de la parroquia de Fátima.

Se realizó además una matriz de priorización de especies en función de los resultados del IVI e IVIER, donde se identificaron aquellas de mayor importancia ecológica, económica y etnobotánica.

Con un análisis FODA, se determinó las fortalezas, oportunidad, debilidades y amenazas en los bosques secundarios en la zona; así como también, un organizador gráfico con las estrategias seleccionadas.

Al finalizar las actividades descritas se propuso estrategias de manejo sostenible para los bosques húmedos tropicales secundarios de la zona; esta propuesta se encuentra enfocada en los siguientes ejes.

- Producción forestal
- Aprovechamiento de productos forestales no maderables
- Conservación de la biodiversidad
- Educación ambiental

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Una vez realizado los cálculos y análisis correspondiente, se establecieron los siguientes resultados para cada uno de los objetivos específicos.

1. Composición florística y niveles de diversidad arbórea.

Por medio del inventario forestal realizado en los bosques secundarios de la parroquia Fátima, en los tres estados sucesionales analizados se determinó un total de 57 especies pertenecientes a 26 familias (Tabla 2) (Anexo 5).

Tabla N° 2. Resumen del inventario forestal por tipo de bosque.

Bosque	Especies	Géneros	Familias	N° de individuos
(B1) 5 - 10 años	39	35	24	312
(B2) 15 - 20 años	29	27	18	599
(B3) 30 - 40 años	28	25	18	116

Las especies que se destacan en los tres estados sucesionales son: *Dacryodes olivifera*, *Inga ilta*, *Nectandra membranacea*, *Ocotea heterochroma*, *Piptocoma discolor*, *Pourouma bicolor* y *Vismia tomentosa*

Respecto a las familias más representativas en relación con el número de individuos de la misma especie se puede mencionar a Fabaceae, Melastomataceae, Urticaceae, Moraceae y Meliaceae; incluso, así también, Moraceae es aquella que posee variedad de especies a pesar de no estar presente en los tres bosques sucesionales.

Torres, Mena y Álvarez (2016), en su estudio realizado en el área del Chocó, donde se encontraron un total de 83 especies debido al tipo de metodología empleada, se analizó un mayor número de parcelas en cada tipo de bosque aumentando el número de especies; esto difiere con el inventario forestal realizado en la parroquia de Fátima, donde se aplicó una similar metodología; sin embargo, el número de parcelas fue menor, obteniendo un resultado de 57 especies encontradas.

Tabla N° 3. Inventario Forestal total

Nombre científico	Promedio			Suma		
	DAP	hc	ht	AB	VC	VT
	(cm)	(m)	(m)	(m ²)	(m ³)	(m ³)
<i>Brosimun utile</i>	11.46	5.70	7.50	0.0103	0.0411	0.0541
<i>Carapa guianensis</i>	38.20	13.10	16.05	0.2643	31.277	37.050
<i>Caryodendron orinocense</i>	21.33	7.80	8.90	0.0357	0.1950	0.2225
<i>Cecropia máxima</i>	14.78	6.54	8.70	0.9976	51.378	64.357
<i>Cedrela odorata</i>	11.28	7.39	11.04	0.2293	15.471	22.792
<i>Celtis shippi</i>	10.39	10.97	16.01	0.5132	35.325	51.214
<i>Cespedezia spatulata</i>	22.44	6.35	8.15	0.0949	0.4243	0.5241
<i>Clarisia racemosa</i>	23.51	7.21	11.07	0.7367	54.855	71.783
<i>Cordia alliodora</i>	19.13	7.91	12.86	0.5186	36.680	61.729
<i>Crescentia cujete</i>	25.46	9.10	11.20	0.0509	0.3244	0.3993
<i>Croton lechleri</i>	38.99	12.38	17.60	0.4911	41.390	60.543
<i>Cupanea cinérea</i>	16.55	7.40	9.10	0.0215	0.1115	0.1371
<i>Dacryodes olivifera</i>	24.79	9.41	13.68	23.815	183.055	278.964
<i>Duguetia spixiana</i>	27.06	8.40	11.30	0.0575	0.3381	0.4548
<i>Erisma uncinatum</i>	50.93	13.85	18.65	0.4647	53.933	74.254
<i>Ficus insipida</i>	26.10	8.00	10.60	0.1093	0.6669	0.9229
<i>Grias neuberthii</i>	10.66	5.73	9.53	0.2994	13.535	22.236
<i>Guarea kunthiana</i>	10.88	3.44	6.24	0.2447	0.8531	13.525
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	40.21	10.47	14.48	19.591	203.956	274.073
<i>Inga ilta</i>	17.38	6.90	10.57	60.146	382.180	544.485
<i>Iriartea deltoidea</i>	18.94	15.72	18.43	0.1912	22.466	24.279
<i>Jacaranda copaia</i>	42.97	15.77	20.23	0.4763	56.633	74.008
<i>Matisia cordata</i>	23.40	4.45	6.60	0.0933	0.2855	0.4629
<i>Miconia papillosa</i>	12.06	5.99	9.16	0.4720	22.368	31.081
<i>Miconia punctata</i>	10.89	5.46	9.29	52.950	220.495	370.204
<i>Mouriri oligantha</i>	15.60	7.20	7.50	0.0191	0.0963	0.1003

Tabla N° 3. Continuación

<i>Myroxylon balsamum</i>	44.72	11.25	15.75	0.8677	105.926	133.234
<i>Nectandra membranacea</i>	19.32	6.17	10.00	12.349	74.333	111.739
<i>Nectandra reticulata</i>	22.51	5.13	8.19	0.3144	13.070	19.667
<i>Ocotea heterochroma</i>	10.16	9.46	12.86	0.4162	49.629	60.334
<i>Ocotea sericea</i>	12.81	3.68	5.87	0.3295	0.9024	14.435
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	41.38	7.00	19.00	0.1345	0.6590	17.887
<i>Otoba glycyarpa</i>	19.74	4.10	9.30	0.0306	0.0878	0.1991
<i>Otoba novogranatensis</i>	23.55	6.70	11.20	0.0874	0.3882	0.6668
<i>Parkia multijuga</i>	24.67	10.95	13.95	0.0961	0.7340	0.9329
<i>Piptocoma discolor</i>	22.58	6.16	9.75	11.106	63.104	94.635
<i>Pourouma bicolor</i>	25.15	10.59	14.37	33.698	301.701	379.267
<i>Pouteria bangil</i>	22.79	7.86	10.52	0.2462	17.545	23.688
<i>Pouteria caimito</i>	38.67	14.00	19.45	0.2393	25.192	35.147
<i>Pseudolmedia laevis</i>	22.44	4.50	5.90	0.0820	0.2286	0.2793
<i>Ruagea hirsuta</i>	11.67	4.63	7.63	0.0342	0.1009	0.1852
<i>Sapium marmieri</i>	27.15	6.50	8.10	0.0579	0.2635	0.3283
<i>Schefflera morototoni</i>	22.82	5.06	9.84	0.3401	14.060	23.695
<i>Senegalia glomerosa</i>	21.96	6.70	7.90	0.0785	0.3800	0.4339
<i>Socratea exorrhiza</i>	11.71	5.28	6.28	0.0439	0.1546	0.1906
<i>Stryphnodendron porcatum</i>	19.13	3.90	5.20	0.0287	0.0785	0.1046
<i>Swienia macrophylla</i>	8.12	2.75	5.65	0.0104	0.0197	0.0410
<i>Terminalia oblonga</i>	19.15	9.67	12.97	0.2136	18.510	22.388
<i>Trattinickia glaziovii</i>	20.12	5.95	7.55	0.2122	0.9900	12.878
<i>Trema integerrima</i>	12.35	4.86	5.94	0.0628	0.2244	0.2562
<i>Virola duckei</i>	24.50	8.97	12.78	17.153	183.921	237.249
<i>Virola flexuosa</i>	14.19	4.83	7.96	19.335	79.264	137.939
<i>Virola surinamensis</i>	29.28	8.70	10.60	0.0674	0.4102	0.4998
<i>Vismia tomentosa</i>	14.95	5.96	8.95	0.7538	43.075	59.225
<i>Vochysia biloba</i>	44.28	9.97	14.01	19.962	200.439	252.329
<i>Vochysia ferruginea</i>	54.11	18.90	24.80	0.2300	30.426	39.924
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	15.85	6.38	9.39	0.3411	28.058	40.164
<i>Individuos sin identificar (2)</i>	12.65	4.33	5.05	0.0572	0.2077	0.2231
Total general	15,99	6,75	10,30	387.775	2.764,90	3.868,58

Adnel, Loncy y Noé (2017) mencionan que la diversidad de especies se da a partir de una gran afectación que ha sufrido el ecosistema, su estudio fue realizado

en Nicaragua a partir del paso del huracán Félix; en el caso de Fátima las sucesiones de bosque se dieron a partir la expansión de la frontera agrícola.

En ambos casos se identifica que en los bosques jóvenes algunas especies pioneras se repiten, pues son las primeras en aparecer después de la pérdida de cobertura vegetal; esto a diferencia de los bosques con mayor edad como es el caso del bosque B3 entre 30 y 40 años, que muestra menor número de especies, pero de mayor valor comercial.

El comportamiento de estas especies se desarrolló en un ámbito similar al sucedido en la zona del Chocó, el cual pasó de ser de uso ganadero y agrícola, a un bosque secundario tal cual sucede en la parroquia de Fátima.

Índices de Biodiversidad

Corresponden a valores con los que se puede analizar el estado de un bosque; los más conocidos son el de Shannon y Simpson, pues aparte de ser prácticos, otorgan datos reales sobre la biodiversidad.

▪ Índice de Shannon

En la presente investigación se evidencia que estos bosques contienen bajos niveles de diversidad, puesto que no supera el valor de 2; en este sentido, existen muchos individuos de la misma especie que predominan en los tres bosques; en este sentido, el bosque B3 presenta mayor abundancia de individuos y corresponde al bosque padre de los otros bosques. Situación similar sucede en el bosque B2 por cuanto presenta alta abundancia y una diversidad baja puesto que sus valores son muy cercanos a cero.

Tabla N° 4. Resultados - Índice de Shannon.

Índex	B1-P1	B1-P2	B1-P3	B2-P1	B2-P2	B2-P3	B3-P1	B3-P2	B3-P3
Shannon H' Log Base 10.	1.164	1.097	0.847	0.922	0.766	0.903	1.089	1.091	1.163
Shannon Hmax. Log Base 10.	1.431	1.447	0.954	1.342	1.255	1.176	1.204	1.204	1.204
Shannon J'	0.814	0.758	0.887	0.687	0.61	0.768	0.905	0.906	0.966

Respecto a la relación entre parcelas se puede observar que las tres parcelas del bosque B3 presentan iguales valores de diversidad; así también, existe cierta similitud entre las parcelas B1-P1 y B2-P1; puesto que estos bosques se encuentran de manera diagonal, lo que provoca que vectores de dispersión (viento y aves) mejoren el proceso de propagación de las especies encontradas en este estudio.

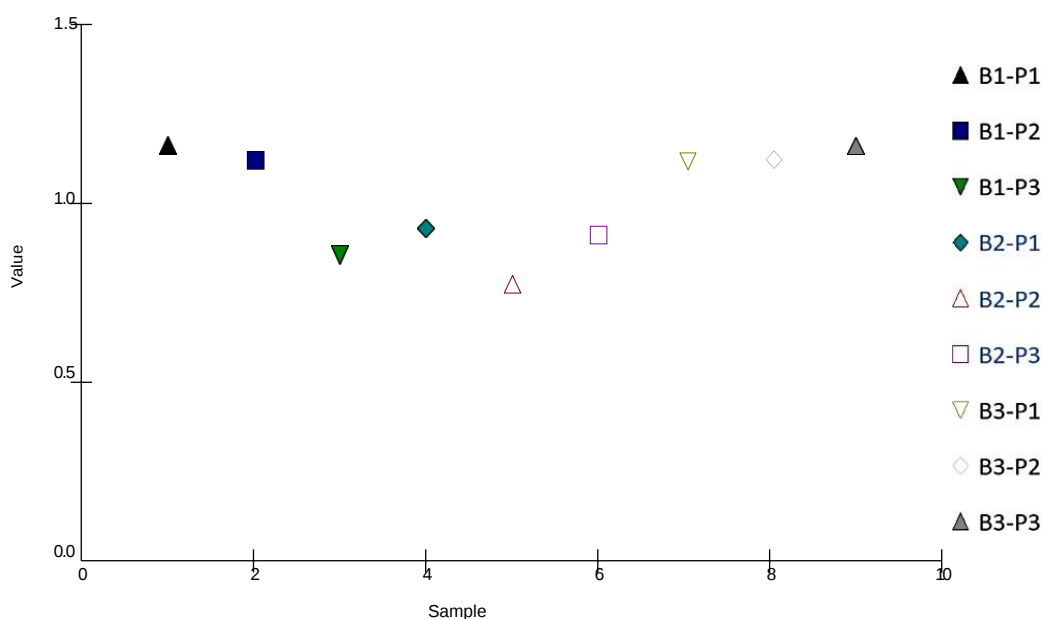


Gráfico N° 4. Resultados - Índice de Shannon.

Yockteng y Cavelier (1997), en su estudio realizado en la isla Gorgona y bosques húmedos tropicales en el pacífico colombiano obtuvo índices superiores a los encontrados en la parroquia de Fátima, debido a la extensión del área de estudio, variación altitudinal y mayor número de parcelas.

Torres, Mena y Álvarez (2016) en su investigación realizada en el Chocó colombiano, detalla valores de diversidad entre 3.24 a 3.28, debido a que los bosques del Chocó son considerados como medianamente diversos.

En los bosques de la parroquia Fátima los valores de diversidad encontrados varían entre 0.95 y 1.44 lo que corresponden a valores bajos no significativos en comparación con los resultados de otras zonas de similares características; esto se debe a la dominancia de familias que se repiten en los tres estados sucesionales como Fabaceae, Melastomataceae, Urticaceae, Moraceae y Meliaceae.

▪ Índice de Simpson

Llamado también índice de diversidad de especies o índice de dominancia, es uno de las herramientas que mide la riqueza de un organismo en un área determinada. En la zona de estudio se determinó que el bosque con mayor diversidad es el más alejado de la zona poblada, es decir el bosque B3, puesto que este bosque presenta una edad entre 30 y 40 años, es dominante y considerado prácticamente como el bosque padre de los dos restantes.

Tabla N° 5. Resultados - Índice de Simpson.

Índex	B1-P1	B1-P2	B1-P3	B2-P1	B2-P2	B2-P3	B3-P1	B3-P2	B3-P3
Simpsons Diversity (D)	0.088	0.153	0.155	0.232	0.341	0.171	0.087	0.083	0.037
Simpsons Diversity (1/D)	11.32	6.515	6.453	4.306	2.929	5.847	11.51	12.08	27.27

Por el contrario, el bosque B2, es considerado como el bosque con menor diversidad; esto se debe a que se encuentra en proceso de regeneración y por ende no existe presencia de especies dominantes más que algunas de origen heliófitas o pioneras debido a su rápido crecimiento lo que influyen en el desarrollo del bosque.

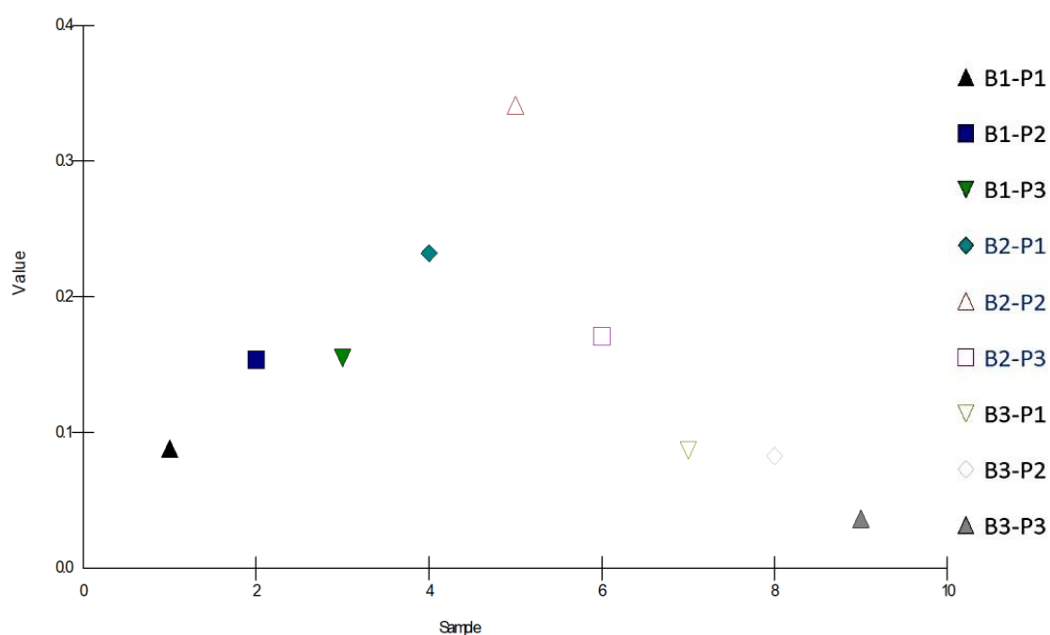


Gráfico N° 5. Resultados - Índice de Simpson.

El estudio de Torres, Mena y Álvarez (2016) menciona que en el Chocó se encontraron algunas especies dominantes a pesar de tener un índice de Simpson bajo, puesto que son las mejor representadas en los tres bosques. En el caso de Fátima, en los tres bosques estudiados existen familias con cierta dominancia como Fabaceae, Melastomataceae, Urticaceae, Moraceae y Meliaceae, las cuales aportan al enriquecimiento de los estados más jóvenes gracias a los vectores de dispersión existentes.

Padilla, Kandler y Guadamuz (2018) mencionan en su estudio realizado en un bosque húmedo en una comunidad del Caribe, que encontró valores bajos en cuanto a diversidad, similar a los resultados encontrados en los bosques de Fátima, que, a más de presentar también una diversidad baja, existe mayor dominancia de especies que contribuyen al desarrollo de los tres bosques.

Quimis (2020), en su estudio realizado en el bosque seco tropical de Manabí, encontró un índice de Simpson de 0.96, valor que hace entender que existe dominancia de especies específicas; situación similar a los presentados en Fátima puesto que se reporta una diversidad baja y existencia de especies específicas en sus bosques.

2. Estimación de biomasa y contenido de carbono.

En el Ecuador los bosques amazónicos son considerados como los sumideros de carbono más grandes en el mundo, debido a la cantidad de especies que se encuentran en estos bosques; muchas de ellas con un alto valor comercial que son madera dura, que necesitan capturar más carbono por su necesidad al lignificar la madera. Los resultados de contenido de biomasa fueron calculados en la zona aérea, radicular y necromasa.

En los bosques estudiados en Fátima se evidencia un contenido de biomasa diferente entre los tres estados sucesionales del bosque, sobresaliendo el bosque B3 con mayor contenido de biomasa, esto debido a las condiciones en las cuales se encuentran los individuos presentes en este tipo del bosque y que son especies de alto valor comercial y de grandes dimensiones, las cuales justifican el valor de la biomasa existente.

Cartín, Toruño, Flores y Sánchez (2019) mencionan que, en un estudio realizado en Costa Rica, encontró valores de necromasa de 6.54 ton/ha, valor que fue el más alto encontrado en este tipo de vegetación.

En el caso del estudio en Fátima, los resultados de necromasa son similares al estudio mencionado, puesto que el valor más alto le corresponde al bosque B3 con 6.43 ton/ha; Así también, el valor estimado de biomasa en sus componentes aéreo y radicular, también se inclina hacia el bosque con mayor edad, con un total de 199.71 ton/ha.

Tabla N° 6. Estimación de Biomasa y Necromasa por tipo de bosque.

Bosque	Biomasa (ton/ha)			Necromasa
	Aérea	Radicular	Total	
(B1) 5 - 10 años	33.85	8.46	42.31	2.12
(B2) 15 - 20 años	59.28	14.82	74.10	5.52
(B3) 30 - 40 años	159.77	39.94	199.71	6.43
Total	252.9	63.22	316.12	14.07

Por otro lado, en cuanto a la estimación de carbono que existe en los bosques de la parroquia Fátima, se mantiene la tendencia observada en los resultados de biomasa; en este caso, el bosque B3 sigue siendo aquel con mayor contenido de carbono con 140.84 ton/ha. valor total entre al carbono aéreo, radicular, necromasa y carbono orgánico del suelo (Tabla 7).

En este bosque se encuentran los individuos de mayor tamaño y que capturan mayor cantidad de carbono; esto se debe particularmente al mayor diámetro de la copa, a su altura y extensión radicular, lo cual provoca una mayor captación de carbono; sin embargo, se ve afectada cuando uno de estos individuos cae por la edad y el carbono almacenado regresa a la atmósfera ocasionando que los denominados gases de efecto invernadero aumenten.

Tabla N° 7. Estimación de Carbono y necromasa por tipo de bosque.

Bosque	Carbono (ton/ha)				Total
	Aéreo	Radicular	Necromasa	COS*	
(B1) 5 - 10 años	16.92	4.23	1.06	7.14	29.35
(B2) 15 - 20 años	29.64	7.41	2.76	18.23	58.05
(B3) 30 - 40 años	79.88	19.97	3.21	37.77	140.84
Total	126.44	31.61	7.03	63.14	228.24

*COS: Carbono orgánico del suelo

Se evidencia que la cantidad de carbono para los dos bosques restantes disminuye conforme la edad y también conforme se acerca a las zonas pobladas. A pesar de ser muchos los individuos presentes en estos estados boscosos, estos aún se encuentran en desarrollo; si bien es cierto, la cantidad de carbono que capturan es alta, aun no se compara con el bosque de mayor edad, por la diferencia que existe en el tamaño de sus individuos.

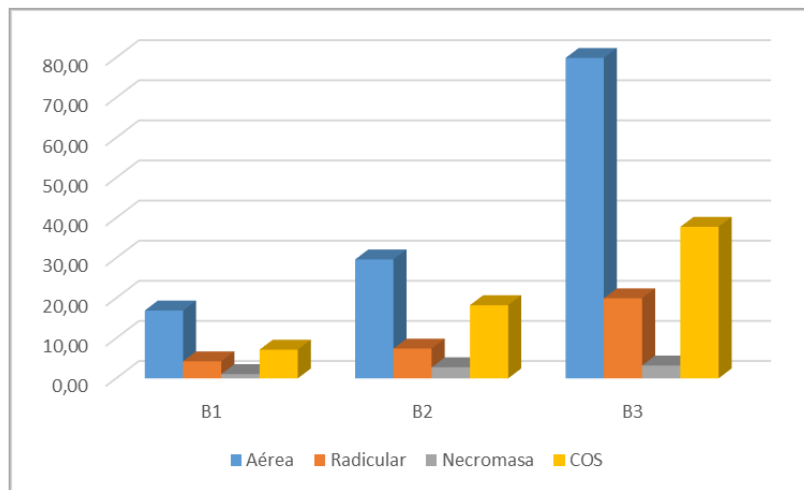


Gráfico N° 6. Estimación de carbono, necromasa y suelo.

Estudios y resultados sobre estimación de carbono.

ESTUDIO – AUTOR	RESULTADO
- Arévalo Delgado, C. D. (2015). - Medición de carbono del estrato arbóreo en un área del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza.	Medición de carbono en estrato arbóreo de 118 ha. Metodología por conglomerados, en 4 parcelas de 60 × 60 m. Método: No destructivo El promedio de carbono almacenado en el área de bosque natural fue 151 ton/ha.
- Inocente, M. Á. M., Luna, J. A. N., Bretado, M. Á. E., Cobos, F. C., Hernández, F. J., & Vargas-Larreta, B. (2020). - Carbono retenido en biomasa y suelo en bosques de El Salto, Durango, México.	Medición en nueve parcelas permanentes de investigación forestal de 2500 m² cada una. 400 m² para muestreo, cuadrantes de 100 m² para biomasa aérea y 25 m² para colección de necromasa. Método: No destructivo Los resultados indican la existencia de 135.95 ton/ha de biomasa aérea equivalente a una retención de carbono de 66.42 ton/ha.
- Managed Forest, E. I. R. L. (2013). - Estimación del carbono almacenado en la biomasa del bosque de las comunidades nativas de Callería, Flor de Ucayali, Buenos Aires, Royá, Curiaca, Pueblo Nuevo del Caco y Puerto Nuevo en la región de Ucayali-Perú	Se realizó un levantamiento de 101 parcelas distribuidas en 8 estratos boscosos. Tipo: Destructivo Los resultados presentan para la biomasa un rango entre 178.4 y 242.74 ton/ha. y un promedio de contenido de carbono de 211.56 ton/ha.
- Sarango Gonzalez, F. A., & Tenempaguay Guncay, W. S. (2020). - Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea, necromasa (hojarasca) y en el suelo en un bosque de Pino en la comuna Paquishapa (Provincia de Loja).	Se utilizaron 30 parcelas de forma circular, de 400 m² cada una y 3 subparcelas internas de 1 m² por cada parcela. Método: No Destructivo Se estimó un total de carbono en biomasa y suelo de 133,37 ton/ha.
- Quiceno, N., Tangarife, G., Álvarez, R. (2016). - Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chigüiro-Chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia)	Se estableció un área efectiva de 1,5 ha, con 6 parcelas cuadrangulares de 50 × 50 m Método: No Destructivo Los valores de biomasa total presentan un promedio de 97 t/ha. en la ecorregión de Transición Chiquitano Amazónica, y hasta 171 t/ha. en la Amazonía. El valor promedio de carbono para este tipo de bosque natural es 130,44 t/ha. Resultados considerados altamente representativos.

▪ Ruano, J. (2019). ▪ Estimación de la captura de carbono en el Ecoparque de Las Garzas, Cali valle del Cauca.	El estudio utilizó como área de muestreo una sección del Eco Parque Lago de las Garzas en un área de 3.9 ha. Se realizó un censo arbóreo con un DAP a partir de 10 cm. Método: No Destructivo La biomasa total da como resultado 470.1 ton/ha. Mientras que la estimación de carbono fue de 179.57 ton/ha.
▪ Rodríguez-Laguna, R. (2008). ▪ Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México	La unidad de muestreo utilizada fue de 1000 m² (20 x 50 m) dividido en cuatro cuadrantes. Método: No Destructivo Se determinó un total de 159.8 ton/ha de biomasa almacenada. En cuanto a la estimación de carbono se obtuvo un total de 94.6 ton/ha.
▪ Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., Treviño-Garza, E. J., Mora-Olivo, A., & Buendía-Rodríguez, E. (2019). ▪ Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono en un bosque de clima templado-frío de Durango, México.	Se establecieron nueve sitios de muestreo de 50 × 50 m y se realizó un censo de todas las especies arbóreas con DAP superior a 10 cm. Método: No Destructivo El bosque presenta una concentración de biomasa total de 130.28 ton/ha. Con relación al carbono, se estimó un total de 65.14 ton/ha.
▪ Ramírez Medina, S. J. (2016). ▪ Contenido de carbono en suelo y biomasa arbórea en el bosque de neblina de Samanga, Ayabaca – Piura.	Se trabajó en 9 cuadrantes continuos de 20 × 20 m. En cada una se trazaron 3 subparcelas internas para las muestras de suelo. Método: No Destructivo Se obtuvo un valor promedio de carbono en biomasa y suelo de 284,78 ton/ha.
▪ Galeana-Pizaña, J. M., Ordóñez-Díaz, J. A. B., & Corona-Romero, N. (2013). ▪ Estimación de contenido de carbono en la cuenca del río Magdalena, México.	Se establecieron 52 sitios de muestreo de 3000 m² cada uno. La cobertura vegetal con mayor cantidad de carbono almacenado corresponde Abies religiosa con 163 ton/ha. en promedio; Abies religiosa – Pinus hartwegii con 107 ton/ha. Abies religiosa abierto con 95 ton/ha.
▪ Yerena-Yamallel, J. I. (2011). ▪ Contenido de carbono en la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de suelo, en el matorral espinoso tamaulipeco.	El estudio se realizó en dos sistemas de estudio fueron matorral primario, agricultura tradicional y matarsa. Para la estimación del contenido de carbono se realizaron cuatro parcelas rectangulares de 250 m² en cada sistema. El matorral primario presentó el mayor contenido de carbono con 11.70 ton/ha. en la biomasa aérea; 4.67 ton/ha. en matarsa y 2.98 ton/ha. en agricultura tradicional.

3. Comparación de biomasa y contenido de carbono.

Con base en los valores estimados de biomasa y contenido de carbono de los componentes aéreo, necromasa y suelo, se comparó los datos mediante análisis estadístico. Se aplicó la prueba de t de Student y un análisis Clúster clásico para la clasificación de individuos y comparación entre bosques.

Se evidenció que los bosques B1 y B3 son estadísticamente diferentes en la estimación de biomasa y contenido de carbono; así también, en cuanto a necromasa, los tres bosques son también estadísticamente diferentes entre ellos.

El estudio de Chinchilla, Cartín, Toruño. Flores y Sánchez (2019) explica que, en un bosque secundario de similares características a las de Fátima, encontró igual variabilidad en el contenido de biomasa y carbono, por lo cual toma como dato referencial para bosques secundarios entre 60 y 115 ton/ha; los autores encontraron en el bosque con mayor un total de 81 ton/ha. en contenido de carbono.

En el estudio en la parroquia Fátima se encontró en contenido de carbono un total de 140.84 ton/ha; lo cual evidencia que en estos bosques existe gran capacidad de captura de carbono. Debido a ello, es importante la implementación de un manejo adecuado en estos bosques de la parroquia, incluso para poder acceder en el mejor de los casos a la venta de bonos de carbono.

Así también, Sánchez y Ramírez (2017) en su estudio realizado en un bosque húmedo tropical en cuatro estratos, mencionan que el bosque más joven es el que menos carbono captura, a diferencia de los valores del bosque de mayor edad.

Los resultados de estos estudios son relativamente similares a los obtenidos en la parroquia Fátima, donde el bosque de mayor edad es aquel que más contenido de carbono captura; y no solo generan un beneficio ecológico para la comunidad, sino también permiten obtener beneficios en ecoturismo o turismo de investigación.

Tabla N° 8. Prueba T para biomasa, necromasa y carbono.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	T	p-valor
Biomasa	{B1}	{B2}	16.45	28.81	-1.00	0.3727
	{B1}	{B3}	16.45	77.65	-2.96	0.0414
	{B2}	{B3}	28.81	77.65	-2.24	0.0881
Necromasa	{B1}	{B2}	0.76	1.99	-23.03	<0.0001
	{B1}	{B3}	0.76	2.31	-33.65	<0.0001
	{B2}	{B3}	1.99	2.31	-5.78	0.0044
Carbono	{B1}	{B2}	11.18	21.96	-1.75	0.1550
	{B1}	{B3}	11.18	53.58	-4.11	0.0148
	{B2}	{B3}	21.96	53.58	-2.90	0.0440

Con el análisis clúster se evidencia que el bosque B1 es aquel que posee mayor diversidad de especies debido a que existe una gran cantidad de especies heliófitas y esciófitas; este valor de diversidad encontrado es alto en comparación a la diversidad del bosque B3, que se diferencia de los demás, puesto que los individuos que lo habitan son de gran tamaño. En este sentido, la distribución de individuos en el terreno es más dispersa debido a la avanzada edad del bosque B3.

Tabla N° 9. Análisis Clúster para el número de especies.

Step	Clústers	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	8	26.653	73.346	4	5
2	7	44.417	55.583	4	6
3	6	46.341	53.658	2	3
4	5	51.021	48.979	7	8
5	4	56.410	43.589	7	9
6	3	60	40	1	2
7	2	66.666	33.333	1	7
8	1	67.839	32.161	1	4

▪ Similitud entre parcelas

El análisis de similitud se realizó de manera individual para especies e individuos, se comparó entre los tres conglomerados estudiados tratando de encontrar alguna semejanza numérica significativa.

Tabla N° 10. Similitud entre parcelas.

	B1-B1	B1-B2	B1-B3	B2-B1	B2-B2	B2-B3	B3-B1	B3-B2	B3-B3
B1-B1	*	40	37.143	24.814	24.044	25.185	21.111	22.340	12.5
B1-B2	*	*	53.659	32.161	28.255	26.415	24	25.137	14.194
B1-B3	*	*	*	30.321	29.412	21.905	33.333	23.438	12
B2-B1	*	*	*	*	73.347	55.583	18.530	15.576	9.556
B2-B2	*	*	*	*	*	43.169	16.667	16.197	7.813
B2-B3	*	*	*	*	*	*	23.333	25.532	15
B3-B1	*	*	*	*	*	*	*	48.979	34.286
B3-B2	*	*	*	*	*	*	*	*	43.589
B3-B3	*	*	*	*	*	*	*	*	*

▪ **Número de especies e individuos**

Se observó similitud entre el conglomerado B3 y la tercera parcela del conglomerado B1, debido a que comparten ciertas especies que se han mantenido hasta edades del bosque B3, lo que aumenta la similitud entre estos sitios.

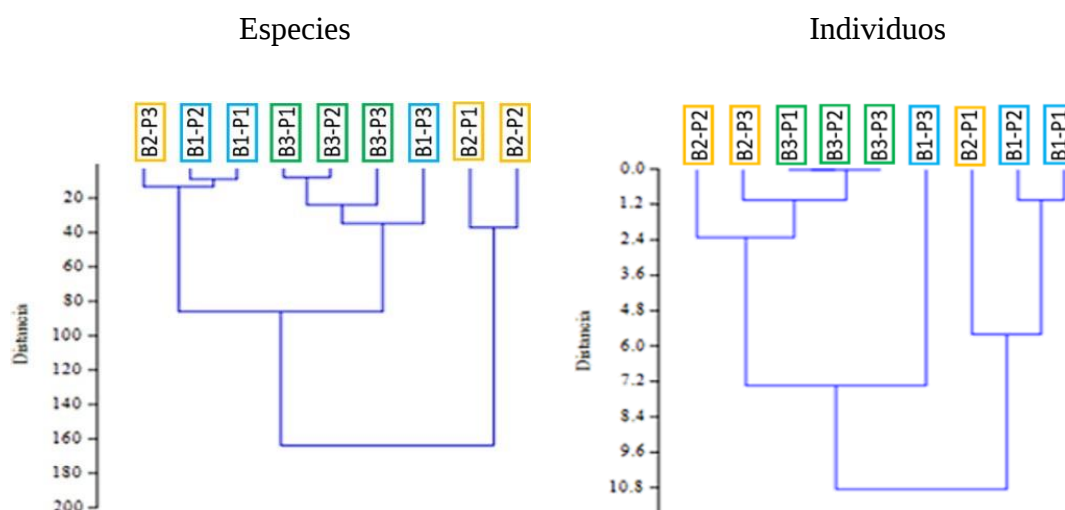


Gráfico N° 7. Análisis Clúster de especies e individuos

▪ **Tipo de iluminación**

Se entiende como tipo de iluminación a la capacidad lumínica que tiene cada individuo en el área de estudio; en este caso, se tomó en cuenta tres clases de

iluminación siendo 1, la iluminación directa total recibida por el individuo; 2, Iluminación parcial y 3, que se entiende como un estado sin iluminación directa.

En los tres bosques analizados en el presente estudio se determinó que las especies encontradas presentan en su mayoría individuos de clase 1, en este caso la iluminación es directa, total y sobresale en los diferentes bosques estudiados; es decir, la iluminación directa total es una característica primordial dentro de los diferentes bosques.

Tabla N° 11. Tipo de iluminación.

Bosque	Clase	FA	FR	FAA	FRA
(B1) 5 - 10 años	1	162	0.52	162	0.52
	2	119	0.38	281	0.91
	3	29	0.09	310	1
(B2) 15 - 20 años	1	348	0.58	348	0.58
	2	187	0.31	535	0.89
	3	64	0.11	599	1
(B3) 30 - 40 años	1	77	0.66	77	0.66
	2	26	0.22	103	0.89
	3	13	0.11	116	1

La iluminación influye directamente con la dinámica y ecología de las especies, con la forma y posición de la copa; en conjunto con otras características, infiere de manera directa con la capacidad de captación de luz. En este estudio, se obtuvo como resultado que la clase 1 (iluminación directa total), sobresale con un 52% en el bosque B1; 58% en el bosque B2 y 66 % en el bosque B3; estos valores altos de iluminación directa se deben a que las especies encontradas en los diferentes estados sucesionales generalmente son dominantes.

Es así como Perla y Torres (2008) concuerdan con los resultados descritos para los bosques de Fátima, pues manifiestan en su estudio realizado en el bosque tropical seco en Nicaragua, que el 40.5 % del total de individuos presentes en el bosque estudiado poseen iluminación completa, lo que impide la entrada directa de luz para el resto de las especies no dominantes. Así también, Zamora (2010) en su estudio realizado en el bosque transicional en Costa Rica, argumenta que el 21.2 %

de individuos estudiados presentan iluminación vertical plena debido a la estructura y tipo de bosque.

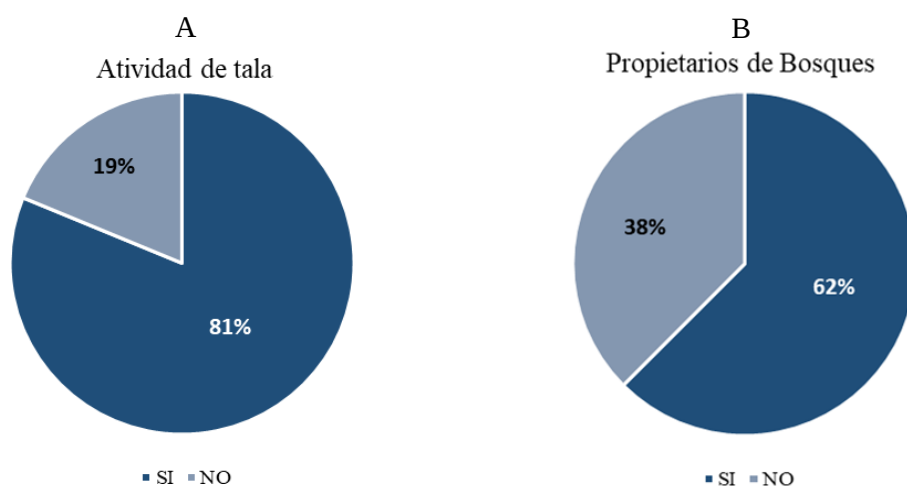
4. Estrategias actuales de manejo que la comunidad efectúa en los bosques.

La implementación de; producto de este trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:

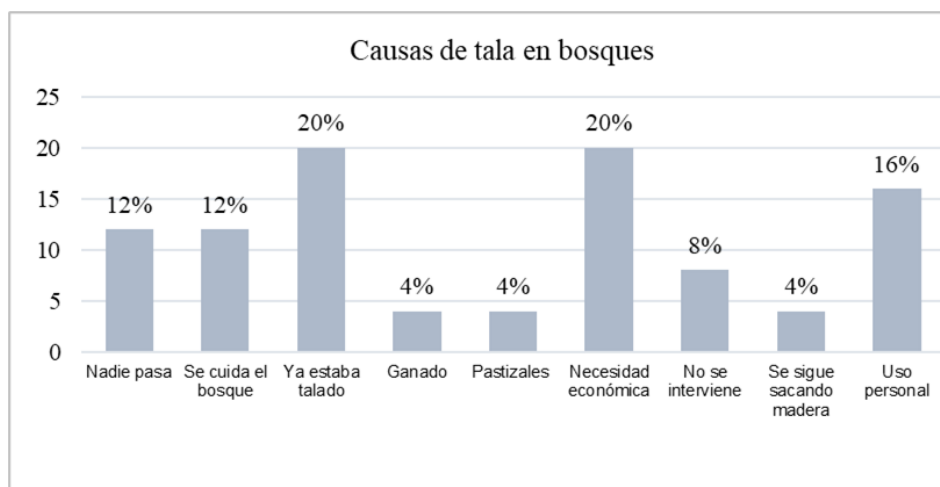
▪ Actividades de propietarios

Entre los resultados obtenidos se muestra que el 62 % de los encuestados son propietarios de predios con masas boscosas y el 38 % únicamente responsables de su cuidado y protección.

En cuanto a la actividad de tala de bosques, el 81 % de los encuestados ha realizado actividad de tala en su propiedad o en los bosques de su responsabilidad. Una de las causas principales de la tala de bosques es la necesidad económica y el uso personal para la construcción de cercas; además, que se efectúan otras actividades como ganadería, cultivo y pastizales.



C



A: Actividad de tala; B: Propietarios de bosques; C: Causas de tala.

Gráfico N° 8. Actividades realizadas en los bosques.

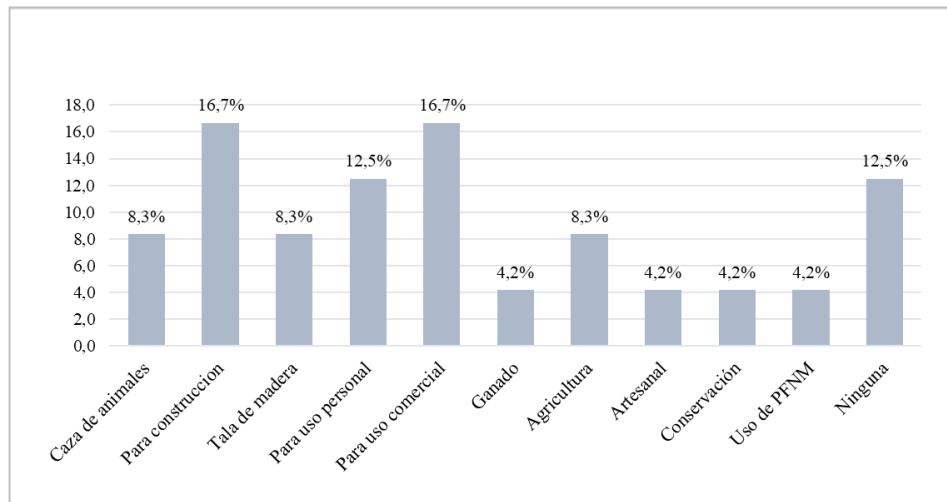
▪ **Productos del bosque**

En cuanto a las actividades dentro el bosque, el 33,4% de los encuestados destinan los productos obtenidos a la construcción de cercas, extracción y comercialización de especies forestales para utilizarlas como madera de encofrado; mientras que el 16,8% los ocupa en otras actividades como la ganadería, conservación, uso de PFNM y actividades artesanales.

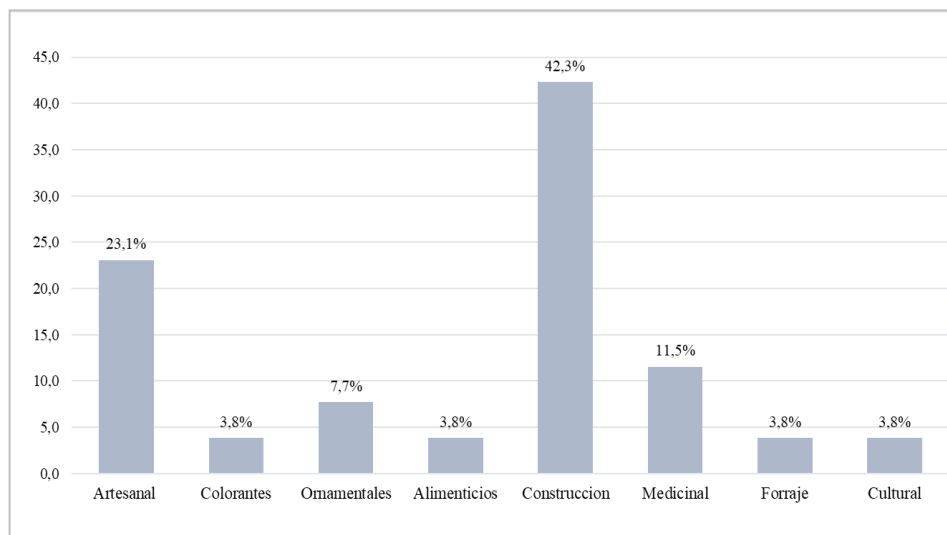
Para el tipo de productos obtenidos del bosque, se destaca que el 42.3% del producto es destinado a la construcción de viviendas, con lo cual se extrae diferentes piezas como tablas, tablones y vigas; el 34.6% del producto es destinado para el uso artesanal y medicinal; y el 12.9% es usado para colorantes, forraje, ornamento y uso alimenticio.

Finalmente, se aprecia en la comunidad aledaña a los bosques un desconocimiento considerable sobre los productos que ofrece el bosque y los beneficios de ciertas especies.

A



B



A: Actividades dentro del bosque; **B:** Tipo de productos.

Gráfico N° 9. Actividades y productos de los bosques.

▪ Capacitaciones e intereses de propietarios

Los encuestados manifiestan que hasta el momento no se ha realizado algún tipo de jornadas de capacitación por parte de alguna entidad pública o privada; al contrario, expresaron la importancia de poder conocer sobre el contexto de los bosques y sus beneficios.

En cuanto al interés en el manejo propio de sus bosques, el 68% expresaron que están muy interesados en esta actividad; por el contrario, el 13% se mantienen en una posición de indiferencia frente a estas acciones.

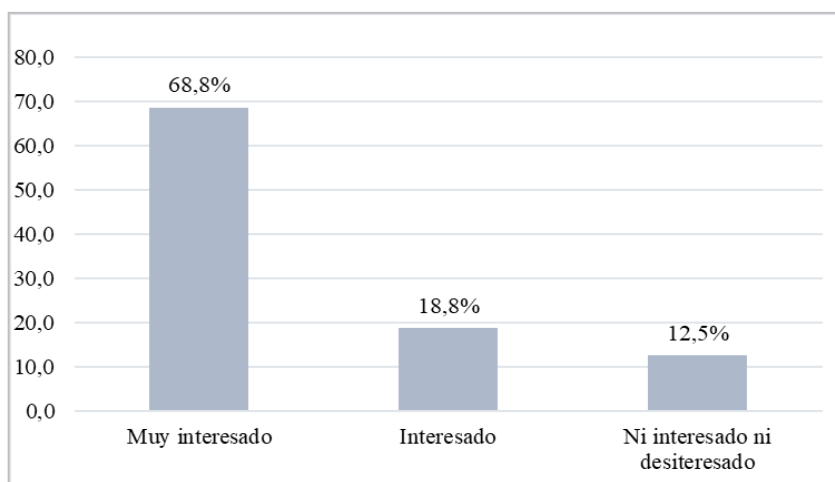


Gráfico N° 10. Interés sobre el manejo de los bosques.

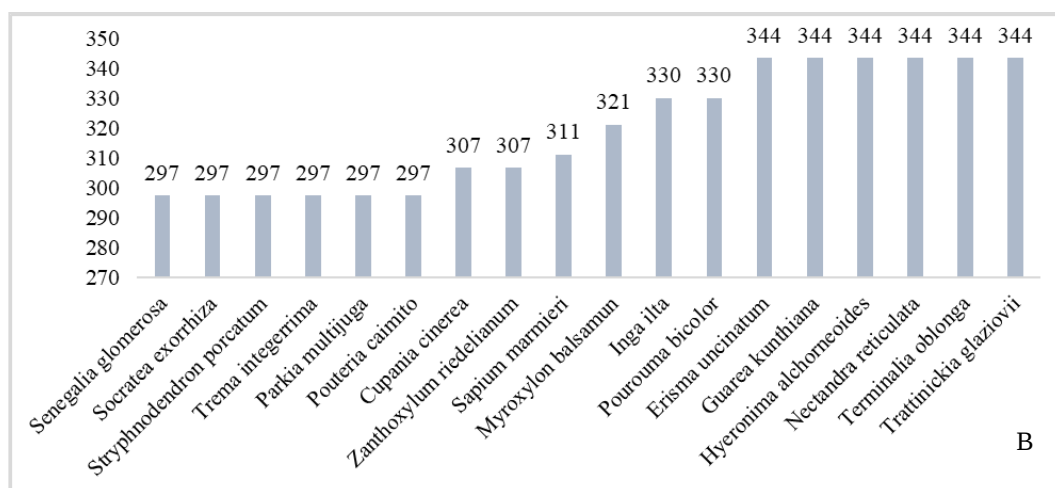
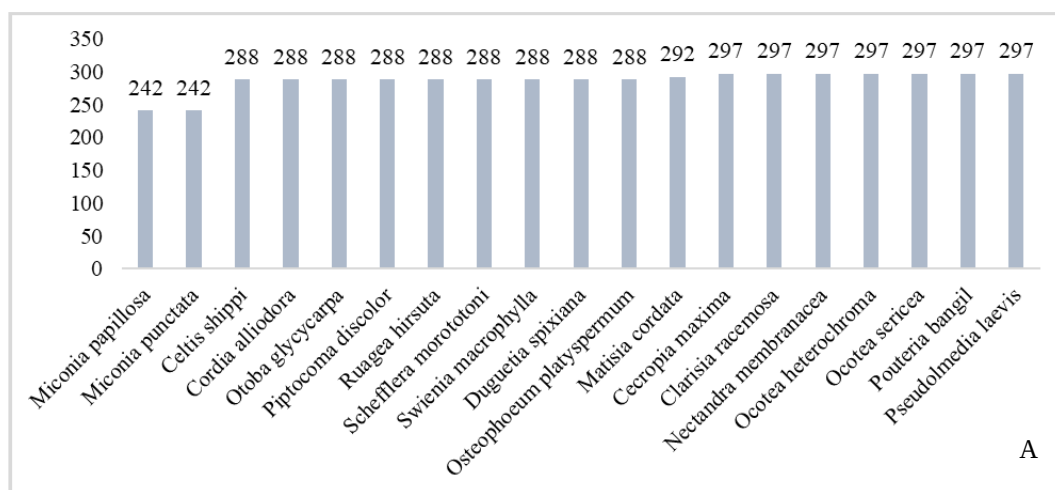
▪ Manejo Actual de la Comunidad

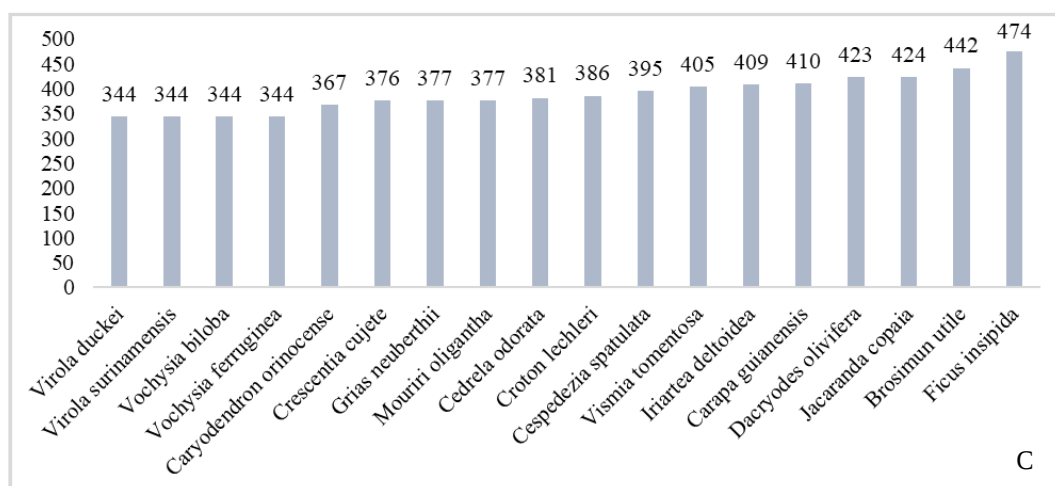
La parroquia de Fátima actualmente no realiza ningún manejo en sus bosques, mucho menos alguno adecuado para el mismo, esto sucede incluso a sabiendas que en su territorio disponen de especies de gran valor e importancia comercial que fueron identificados en esta investigación; a pesar de ello, las personas de la comunidad no muestran un interés considerable sobre la conservación y los beneficios que podrían tener del bosque en cuanto a recursos maderables y no maderables. Las personas de las comunidades aledañas al bosque prácticamente se enfocan en el aprovechamiento de una especie en particular como es el caso *Piptocoma discolor*, especie de preferencia para usarla en la construcción debido a su resistencia y rápido crecimiento.

Es poco común que la comunidad use otras especies en cuanto a madera, ya que no están interesados en su manejo y aprovechamiento; únicamente se dedican pocas veces a la recolección de frutos y en su mayoría a la cacería de sajinos o chanchos de monte, los cuales usan para su alimentación y comercialización.

La comunidad y los propietarios de las fincas enfocan su interés en realizar propuestas de turismo comunitario; sin embargo, el limitante resulta ser el factor económico, que es fundamental en el marco de desarrollo de este tipo de proyectos.

Otro aspecto identificado es el apoyo que tienen de los GAD'S, quienes no solamente brindan oportunidades laborales a las personas, sino también, una serie de ayudas como bonos económicos y canastas de alimento como apoyo por motivo de la crisis sanitaria actual; situación que resulta al momento negativa, puesto que la comunidad al tener estos beneficios, no muestran interés en el desarrollo económico y comunitario, dejando de lado el manejo de los ecosistemas aledaños.





A: Especies 1 - 19; B: Especies 20 - 37;
C: Especies 38 - 55

Gráfico N° 11. Índice de Valor de Importancia Etnobotánica Relativa por especies.

5. Estrategias de manejo sostenible considerando las necesidades de la población y los requerimientos del sistema natural.

Dentro del análisis documental del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia, se registraron en una matriz las diferentes opciones de estrategias de manejo que pueden ejecutarse en la parroquia, rescatando las actividades tradicionales empleadas por los propietarios y encargados de los predios.

Propuesta de Manejo del Bosque Secundario de la Parroquia Fátima

▪ Antecedentes

En el Ecuador se ha tenido una visión muy limitada de los bosques debido a que son vistos como fuente de madera y en algunos casos como un obstáculo en el desarrollo urbano y agropecuario, por lo que son eliminados con el objetivo de aumentar espacios destinados a las actividades antes mencionadas.

La parroquia de Fátima busca es mejorar la situación de estos ecosistemas afectados a lo largo del tiempo. Sus bosques en general corresponden a bosques secundarios producto de la sucesión de procesos regenerativos, tienen una edad

distinta entre zonas como bosques secundarios jóvenes y hasta maduros, en los cuales existe abundancia de especies de alto valor comercial, cultural y medicinal.

Los pisos altitudinales que se encuentran en la parroquia de Fátima van desde los 900 hasta los 2000 m.s.n.m; variable que aporta a la biodiversidad forestal de la zona. A pesar de esto, los propietarios de los predios no observan rentabilidad en el manejo de sus bosques, por lo cual desmontan grandes extensiones de terreno para dedicarse por ejemplo a la producción de papa china o ganadería.

Estas actividades de ganadería o agricultura, además de requerir grandes extensiones de terreno, también necesitan grandes cantidades de abono y cuidados; puesto que el tipo de suelo característico de estas zonas del Ecuador no es apto para estas actividades. Actualmente en la parroquia de Fátima no se toma en cuenta los, ya que se podrían realizar acciones que beneficien a la comunidad y propietarios como las actividades turísticas, investigativas e incluso de recreación.

Para esto es importante determinar acciones que mejoren el estado de los bosques de la Parroquia de Fátima, aumentando el número de especies de alto valor comercial y dando un plus a estos ecosistemas en los que actualmente la presencia de estas especies es menor; en este contexto, se debe potenciar su diversidad y abundancia con una serie de acciones específicas que se detallarán en la presente propuesta de manejo.

▪ **Introducción**

Los bosques secundarios en el Ecuador o que crecieron por remanentes después de que fueron talados ocupan grandes extensiones de territorio, y corresponden a bosques de gran importancia ecológica como lo menciona RainForest (2010), debido a que sus procesos de regeneración contribuyen a mejorar el ámbito socio-económico y cultural de estas zonas, transformándose en importantes sumideros de carbono y zonas de amortiguamiento en las que se pueden realizar un adecuado manejo.

La relevancia de los bosques secundarios yace en los bienes y servicios que proveen, y como mencionan Chamorro y Obando (2014), éstos ecosistemas proveen plantas medicinales, frutas comestibles y leña, que son importantes para la

subsistencia de las personas que viven en áreas aledañas al bosque; sin embargo, las personas de la comunidad no ven a este ecosistema como un punto de subsistencia o como proveedor de servicios ya que se enfocan en el aprovechamiento seleccionado de especies para sacar provecho económico, lo cual no corresponde a un manejo tecnificado que ocasiona más conflictos que beneficios.

- **Justificación**

La parroquia de Fátima se encuentra en miras de lograr un desarrollo forestal diferente enfocado en el manejo sostenible y sustentable por lo que busca la aplicación de proyectos que impulsen este objetivo; pretenden enfocarse al desarrollo turístico y comunitario, además de los atractivos también científicos, ecológicos e investigativos.

Observando el potencial de los bosques secundarios tropicales, gracias a la información existente en el presente estudio sobre biomasa y el carbono almacenado en los bosques del cantón Fátima, cabe la necesidad de instaurar estrategias de conservación y manejo que permitan frenar el deterioro ecológico de los bosques de esta localidad. A continuación, se plantean acciones específicas para manejar y dar un buen uso a los recursos existentes en los ecosistemas forestales de la parroquia.

- **Priorización Territorial de las Estrategias de Manejo del Bosque de Fátima**

- **Actores privados (empresas forestales)**

En la zona de la Amazonía específicamente en la ciudad de Puyo se encuentra la empresa forestal Arboriente, empresa que compra madera para realizar tableros contrachapados, que son comercializados a nivel nacional e internacional, esta empresa es importante en el desarrollo forestal de la zona.

Esta empresa es una de las que compra grandes extensiones de bosques en la zona de influencia, enfocándose en especies que poseen fibra larga, puesto que

ocupan este material en el desarrollo industrial de la zona. Al existir esta empresa, una de las principales acciones se puede enfocar en realizar convenios o alianzas estratégicas con el GAD de la parroquia y con la comunidad; vínculos que aportarán de manera significativa al desarrollo de la zona, en cuanto al aprovechamiento forestal sustentable de los bosques, seleccionando especies de alto valor comercial que se extraerán con cierta periodicidad en la zona.

Aparte de las empresas forestales presentes en la provincia, también se encuentran organizaciones internacionales trabajando en el lugar, estas entre sus actividades, apoyan q , por lo que trabajando en conjunto con la parte política de la parroquia se podrían lograr grandes avances a nivel ecológico, científico, social y económico.

- **Plan Estratégico de Conservación**

- **Programa de trabajo**

El programa de trabajo corresponde a acciones definidas tomando en cuenta las diferentes estrategias establecidas para satisfacer lo planteado dentro de este proyecto de investigación. El programa de trabajo se divide de diferente manera para contemplar diversas acciones dirigidas a las siguientes líneas de acción:

1. Manejo y conservación de especies de alto valor comercial en los bosques secundarios de la parroquia Fátima.
2. Incorporación al mercado de venta de bonos de carbono.
3. Fomento del uso de productos forestales no maderables de los bosques secundarios de la parroquia Fátima
4. Generación de conocimiento y conciencia social sobre la conservación de especies forestales encontradas en los bosques secundarios de la parroquia de Fátima.

- Educación ambiental

Las acciones de estos programas de trabajo se dirigen esencialmente hacia los bosques secundarios que se encuentran en la parroquia Fátima.

1. Manejo y conservación de especies de alto valor comercial en los bosques secundarios de la parroquia Fátima.

El objetivo de este proyecto de trabajo es promover el manejo de especies forestales de alto valor comercial de la parroquia Fátima para la conservación y aprovechamiento sustentable del bosque. En este estudio, se ha podido evidenciar que aquellas especies de gran valor comercial son más vulnerables respecto a la explotación, ya que estas son aprovechadas antes de alcanzar su madurez fisiológica evitando así la propagación de esta para su reproducción.

Los resultados de este programa son:

1. Identificación y georreferenciación de los individuos correspondientes a las especies de alto valor comercial.
2. Aplicación de las técnicas de manejo.

Tabla N° 12. Metas y actividades por resultado (manejo y conservación de especies).

Resultados	Clase de bosque	Metas	Actividades	Actores involucrados	Horizonte de tiempo
Identificación y georreferenciación de los individuos correspondientes a especies de alto valor comercial	Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas de la parroquia Fátima	Todos los individuos mayores a 30 cm. de DAP son georreferenciado y registrados	Censo forestal de las especies superiores a 30 cm. de DAP	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto plazo
		Las superficies de los bosques secundarios de la parroquia Fátima son georreferenciados.	Delimitación de áreas boscosas dentro de la parroquia Fátima	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto plazo
Aplicación de técnicas de manejo	Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas de la parroquia Fátima	Obtención de individuos en condiciones aptas para aprovechamiento	Eliminación de lianas en árboles menores a 10 cm. de DAP	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto y mediano plazo
			Establecimiento de líneas de enriquecimiento en los bosques secundarios	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Largo plazo
			Liberación de árboles para mejorar la iluminación	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto y mediano plazo
			Selección de árboles candidatos	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto y mediano plazo
			Análisis fenotípico de los individuos seleccionados	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto y mediano plazo

2. Incorporación al mercado de venta de bonos de carbono

El objetivo de este programa es Fomentar la apertura al mercado en venta de bonos de carbono para obtener el aprovechamiento sustentable del bosque. Con respecto al análisis de carbono y sus resultados se pudo determinar que el bosque estudiado en esta investigación es un posible candidato para ingresar al mercado de bonos de carbono.

Los resultados de este proyecto son:

1. Postulación a la venta de bonos de carbono
2. Modelo de gestión económica en beneficio de la venta de bonos de carbono.

Tabla N° 13. Metas y actividades por resultado (venta de bonos de carbono).

Resultados	Clase de bosque	Metas	Actividades	Actores involucrados	Horizonte de tiempo
Postulación a la venta de bonos de carbono	Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas de la parroquia Fátima	Aproximación al mercado de bonos de carbono	Realizar el proyecto para postulación	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto plazo
			Tramitación de la validación del proyecto nacional	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
			Registro en el Ministerio del Ambiente	Ministerio del Ambiente	Corto - mediano plazo
			Tramitación de la validación del proyecto internacional	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
			Revisión de proyecto por la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
			Emisión del Certificado de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero	Instituto Internacional para el desarrollo sostenible (IISD)	Mediano - largo plazo
Modelo de gestión económica en beneficio de la venta de bonos de carbono.	Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas de la parroquia Fátima	Reinversión para manejo de los bosques secundarios de la parroquia Fátima	Selección de especies para enriquecimiento	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
			Realización de líneas de enriquecimiento	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
			Aprovechamiento económico por medio de bonos de carbono	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
		Adquisición de nuevas áreas boscosas para manejo	Selección de áreas para adquisición	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Mediano - largo plazo
			Compra de áreas boscosas	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Mediano - largo plazo

3. Fomento del uso de productos forestales no maderables de los bosques secundarios de la parroquia Fátima.

El objetivo de este programa es promover el uso de productos forestales no maderables de los bosques secundarios de la parroquia Fátima para el aprovechamiento sustentable del bosque. En el presente estudio se evidenció que el enfoque brindado a los bosques secundarios es netamente para aprovechamiento maderero y que por el contrario se ha dejado de lado los beneficios alternativos que pueden ofrecer las especies dentro del bosque.

Los resultados de este proyecto son:

1. Elaboración de guía de uso de los productos forestales no maderables encontrados en los bosques secundarios de la parroquia Fátima.

Tabla N° 14. Metas y actividades por resultado (uso de productos forestales).

Resultados	Clase de bosque	Metas	Actividades	Actores involucrados	Horizonte de tiempo
Elaboración de guía de uso de los productos forestales no maderables encontrados en los bosques secundarios de la parroquia Fátima.	Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas de la parroquia Fátima	Contribuir al conocimiento del uso de los recursos forestales no maderables	Identificación de las especies que poseen productos forestales no maderables	Universidad Indoamérica, Sakura Asesores - Serviforest	Corto plazo
			Elaboración de documento donde se explique el uso de los diferentes productos forestales no maderables encontrados en los bosques secundarios de la parroquia Fátima	Universidad Indoamérica, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
			Socialización con el presidente de la junta parroquial para entrega de una Guía Etnobotánica	Universidad Indoamérica,	Corto - mediano plazo

4. Generación de conocimiento y conciencia social sobre la conservación de especies forestales encontradas en los bosques secundarios de la parroquia de Fátima.

El programa de trabajo tiene el objetivo de contribuir al conocimiento de la población en general sobre la conservación de especies forestales encontradas en los bosques secundarios de la parroquia Fátima. En el estudio evidenció que, a pesar de tener conocimiento sobre el uso de ciertos productos forestales no maderables, los habitantes de la parroquia Fátima muestran poco interés en su conservación, quienes observan a los productos forestales no maderables con un enfoque errado; en este sentido, se requiere brindar un enfoque productivo que a futuro contribuya con generación de empleo e ingresos económicos a los pobladores de la parroquia.

Los resultados de este proyecto son:

1. Elaboración del protocolo de técnicas y prácticas para la producción y conservación de las especies prioritarias de los bosques secundarios de la parroquia Fátima.

Tabla N° 15. Metas y actividades por resultado (generación de conocimiento).

Resultados	Clase de bosque	Metas	Actividades	Actores involucrados	Horizonte de tiempo
Elaboración del protocolo de técnicas y prácticas para la producción y conservación de las especies prioritarias de los bosques secundarios de la parroquia Fátima.	Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas de la parroquia Fátima	Determinar el estado de conservación de las especies encontradas en los bosques secundarios de la parroquia Fátima	Monitoreo forestal para especies de alto valor forestal	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
		Elaboración de guías de manejo y conservación de especies de los bosques secundarios de la parroquia Fátima	Monitoreo forestal para especies de alto valor forestal	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Corto - mediano plazo
		Incrementar el conocimiento sobre las técnicas de manejo y conservación de especies de alto valor comercial	Ejecutar jornadas de capacitación dirigida a los dueños de los bosques secundarios de la parroquia Fátima	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Mediano - largo plazo

✓ **Educación ambiental**

Esta línea de acción tiene como propósito “Incrementar el nivel de conocimiento y conciencia sobre la conservación y manejo del bosque secundario de la parroquia de Fátima”.

El resultado de esta línea de acción es:

1. Ejecución de capacitaciones con varios contenidos temáticos con los cuales se otorgue relevancia al manejo y la conservación de los bosques secundarios de la parroquia.

Tabla N° 16. Metas y actividades por resultado (educación ambiental).

Resultados	Metas	Actividades	Actores involucrados	Horizonte de tiempo
Realizar capacitaciones con varios contenidos temáticos de los cuales se tendrá en cuenta el manejo y la conservación de los bosques secundarios de la parroquia Fátima.	Concientización sobre el beneficio económico - ambiental de los bosques secundarios de la parroquia Fátima	Ejecución de programas de educación ambiental dirigido a diferentes segmentos de la población (niños, jóvenes y adultos)	Universidad Indoamérica, GAD - PARROQUIAL Fátima, Sakura Asesores - Serviforest	Mediano - largo plazo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Una vez evaluado el contenido de carbono y biomasa de las especies presentes en los tres bosques secundarios de la parroquia de Fátima, y por medio de la obtención de información pertinente sobre sus usos, se diseñaron diversas estrategias de manejo para los bosques estudiados, con un enfoque holístico en beneficio de las comunidades de la parroquia de Fátima.

- Se determinó que el bosque de B1 con edad entre 5 y 10 años es el que mayor diversidad de especies presenta, mientras que la mayor abundancia de individuos le corresponde al bosque B2 entre 10 y 20 años. Por otro lado, las parcelas con mayor biodiversidad corresponden a la primera del bosque más joven, y a la última del bosque con mayor edad, que también se destaca por su dominancia principalmente por el tamaño de los árboles.
- La biomasa aérea total estimada en los tres tipos de bosques presentan un rango entre 33.85 y 159.77 ton/ha. mientras que el carbono total estimado se encuentra entre 29.35 y 140.84 ton/ha. En relación a otros estudios, los valores encontrados en Fátima son considerados representativos, por cuanto estos bosques pueden ingresar al mercado de bonos de carbono
- En la comparación de los tres estados sucesionales del bosque se evidencia que la biomasa y el contenido de carbono marcan una diferencia significativa entre el bosque de 5 - 10 años y el bosque 30 - 40 años.
- Se evidenció que las personas de la comunidad de Fátima no realizan ningún tipo de manejo en los bosques existentes en la zona, puesto que la principal actividad es el aprovechamiento de árboles específicos para construcción y uso artesanal.
- Existe gran cantidad de especies de interés maderable, no maderable, cultural y social, por cuanto la implementación de un Plan de Manejo para estos bosques secundarios es viable.

RECOMENDACIONES

La metodología empleada en la presente investigación, se recomienda utilizarla en otros ecosistemas forestales y agroforestales dentro de la zona, con la finalidad de conocer el potencial de biomasa y carbono de toda la parroquia y así generar para la comunidad algún beneficio económico a partir de los recursos que el bosque ofrece.

- Generar alianzas estratégicas entre los pobladores de la zona con el sector público y privado, para la implementación de planes de manejo en la parroquia, considerando la importancia y uso que estos planes brindarían a los pobladores de la zona.
- Impulsar el desarrollo forestal en la parroquia Fátima para poder aplicar a la venta de bonos de carbono en los mercados volátiles, accediendo así a nuevas oportunidades internacionales.
- Realizar procesos de enriquecimiento de los bosques secundarios, que mejoraría el estado de las zonas boscosas de la parroquia, donde se prioricen aquellas especies de alto valor comercial, medicinal y cultural.
- Aplicar la propuesta de manejo con un criterio técnico, direccionando de manera correcta las actividades comunitarias dentro de los bosques de la parroquia, con miras a un desarrollo futuro.
- Emplear en estudios similares, herramientas de teledetección para facilitar el monitoreo y manejo de ecosistemas forestales y con ellas establecer estrategias innovadoras de manejo y conservación de los bosques que aporten a las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta. V. Araujo. P. & Iturre. M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas. Serie didáctica*. (2).
- Adnel Padilla Henry 1 Loncy Kandler Bendlis2 Noé Guadamuz (2017) Estructura y composición florística del Bosque Húmedo Tropical de la comunidad de San Jerónimo. *Revista Universitaria del Caribe* [Volumen 19. No 2 Julio-Diciembre 2017] <https://doi.org/10.5377/ruc.v19i2.6474>
- Aguaron. E. & McPherson. G. (2012). *Comparison of Methods for Estimating Carbon dioxide storage by Sacramento's Urban Forest. Carbon sequestration in urban ecosystems*. EUA. 43-71.
- Aguirre, C., & Vizcaíno, M. (2009). Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales.
- Aguirre. C. y Vizcaino. M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Editorial Universitaria. Ibarra.
- Aguirre. Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables*. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 37(6). 82.
- Alva. G. (2019). *El Perú Frente al Cambio Climático y los Tributos Verdes* (Doctoral dissertation. Pontificia Universidad Catolica del Peru-CENTRUM Catolica (Peru)).
- Alvarez. G. (2008). *Allometric models for estimating biomass of two native species in forest plantations in the tropics of Cochabamba*. Turrialba.
- Andrade. H. & Segura. M. (2008). *¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes?* Costa Rica: CATIE.
- Benjamín. J. A. & Masera. O. (2001). *Captura de carbono ante el cambio climático*. Madera y bosques. 7(1). 3-12.

- Berrueto. J. y Jiménez. J. (2017). Situación del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático. Resumen de las Cumbres de París. COP21 y de Marrakech. COP22. Revista de Salud Ambiental. 17(1). 34-39.
- Blundo. C. Malizia. L.R. Blake. J.G. Brown. A.D. 2012. *Tree species distribution in Andean forests: influence of regional and local factors*. Journal of Tropical Ecology 28:83-95.
- Box. E. 1995. Factors determining distributions of tree species and plant functional types. Vegetatio 121:101-116.
- Brown. A.D. Grau. H.R. Malizia. L.R. Grau. A. 2001. Argentina. En: Kappelle. M. Brown. A.D. (eds.). Bosques nublados del geotrópico. pp. 623-659. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José. Costa Rica.
- Brown. A. D. Kappelle. M. 2001. Introducción a los bosques nublados neotropicales. En: Kappelle. M. Brown. A.D. (eds.). Bosques Nublados de Latinoamérica. pp. 25-40. Editorial INBio. Costa Rica.
- Brown. A.D. Pacheco. S. Lomáscolo. T. Malizia. L.R. 2006. Situación ambiental de los Bosques Andinos Yungueños. En: Brown. A. Martínez Ortiz. U. Acerbi. M. Corcuera. J. (eds.). La situación ambiental argentina 2005. pp. 53-61. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. Argentina
- Brown. S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer FAO Forestry Paper - 134*. Illinois. USA: Department of Natural Resources and Environmental Sciences.
- Brown. S. (2002). *Measuring carbon in forest: Current status and future challenges*. Environmental Pollution. 116 (3): 363-372.
- Brown. S. 1997. *Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono*. In actas del XI congreso Mundial Forestal: recursos Forestales y Arbores. Vol 1. Antalya Turkia 13-22 October of 1997.

- Cairns. M.A. Brown. S. Helmer. E.H. & Baumgardner. G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*. 111(1). 1-11.
- Cao. M. & Woodward. F.I. (1998). *Net primary and ecosystem production and carbon stocks of terrestrial ecosystems and their responses to climate change*. *Global Change Biology*. 4(2). 185- (López, 2002)98. doi: 10.1046/j.1365-2486.1998.00125.x
- Castillo. J. (2010). *Estudio económico de dos formas de aprovechamiento forestal del pigue (Pollesta discolor) en el Canto Mera. Provincia de Pastaza* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
- Castro. R. Arteaga R. Vázquez. M. & Jiménez. J. L. (2002). *Introducción a la meteorología*. Texcoco de Mora. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Cayuela. L. & Granzow de la Cerda. I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neo tropicales. *Revista Ecosistemas*. 21(1-2).
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2002. *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Cartago, Costa Rica. Serie: Manual Técnico Núm. 50. 264 p
- Cevallos. G. C. (2015). *Estrategias de conservación del bosque natural tropical de la comuna “El Pital” Manabí. Ecuador*. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES*. 3(2). 905-921.
- Chamorro. A. & Obando. J. (2015). *Rendimiento en el área basal y composición florística en tres tipos de bosques secundarios, provincia de Sucumbíos. Provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, parroquia El Eno* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra
- Chimbo. I. (2016). *Evaluación del Carbono en la Biomasa de dos especies forestales introducidas (Eucalyptus y Pinus) y una especie nativa (Hesperomeles Ferruginea) en el bosque Aguarongo*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca.

- CIIFEN. (2017). *Efecto Invernadero*. Recuperado de http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=99&Itemid=342&lang=es
- Dauber. E. Terán. J. y Guzmán. R. (2000). *Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia*. *Forestal Iberoamericana*. 1(1). 1-10.
- De Jong. B. G. Montoya G. K. Nelson. L. Soto P. J. Taylor y R. Tipper. 1994. *Community forest management and carbon sequestration: a feasibility study from Chiapas, Mexico*. *Interciencia* 20(6): 409-416.
- De la Torre. L. Navarrete. H. Muriel. P. Macías. M. & Balslev. H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. Quito & Aarhus.
- Del Ángel, S. D. 2011. Resumen ejecutivo de la manifestación de impacto ambiental para el proyecto Aprovechamiento forestal maderable y no maderable en el Ejido Noh-Bec, municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.
- FAO. (2004). *Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005: Directrices para la elaboración de informes nacionales destinados a FRA 2005*. FAO. Roma
- FAO. (2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático*. FAO. Roma
- FAO. (2010). *Situación actual de la forestación y reforestación*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ad102s/AD102S08.htm>
- Farley. K. (2007). *Grasslands to tree plantations: forest transition in the Andes of Ecuador*. *Annals of the Association of American Geographers*. 97(4). 755-771.
- Fedlmeier. C. (1996). *Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica*. Göttingen. Alemania: University of Göttingen.

- Fernández. J. L. U. (2013). *El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. Anales de la real academia de Medicina y Cirugía de Valladolid.* (50). 71-98. Valladolid
- Finegan. B. & Gordon. J. (1993). *El manejo del bosque natural una opción atractiva para el productor de recursos limitados.* Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Finegan. B. (1992). *El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas.* Col. Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales N°5. CATIE. Turrialba. C.R. 29p.
- Fonseca. M. Garzón. M. & Gómez. M. (2017). Recuperación etnobotánica del uso tradicional no maderable del bosque secundario en el municipio de Nocaima. Cundinamarca. Revista Mutis. 7(1). 48-66.
- GAD Fátima. (2015). *Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Fátima.* Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1660011020001_FaPDOT_GAD%20Parroquia2015_30-10-2015_15-22-13.pdf
- Gonzáles. M. (2008). *Estimación de biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de Pinus maximinoi H. E. Moore. Pinus ocarpa var. Ochoterenai Mtz. y Quercus sp. en el norte del Estado de Chiapas. México.* (Tesis de Posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica.
- Hernández. R. Fernández. C. & Baptista. M. (2014). *Metodología de la Investigación.* México DF: McGRAW-HILL.
- IPCC (2014). *Resumen para Responsables de Políticas.* Cambio Climático: Impactos. Adaptación y Vulnerabilidad.
- IPCC. (2003). *Good Practice Guidance for LULUCF.* Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_contents.html

- Isaza, D. & Campos, R. (2007). *Cambio climático: Glaciaciones y Calentamiento Global*. Bogotá, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Jaramillo A. (2002): *Dasometría*. Editorial Universitaria
- Jhon Jerley Torres-Torres¹, Víctor Eleazar Mena-Mosquera¹, Esteban Álvarez-Dávila (2016) *Composición y diversidad florística de tres bosques húmedos tropicales de edades diferentes, en El Jardín Botánico del Pacífico, municipio de Bahía Solano, Chocó Colombia*. Revista Biodivers. Neotrop.
- Jima, M. (2017). *Identificación de productos forestales no maderables (PFNM)-artesanales en la reserva hídrica Nangulvi bajo zona de Intag, Noroccidente del Ecuador* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra.
- Kimble, J. M. Lal R. & Follett, R. F. (2002). *Agricultural practices and policies for carbon sequestration in soil*. Boca Ratón, USA: CRC Press.
- Lince Maldonado Guillermo (1980). La reforma Agraria del Ecuador [Artículo (pag 33-56)] https://www.persee.fr/doc/AsPDF/carav_0008-0152_1980_num_34_1_1501.pdf
- López, C. (2002). *Biomasa el recorrido de*. Madrid: E.I.S.E. Doménech, S.A.
- López, M. de Koning, F. Paredes, H. & Benítez, P. (2002). *Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente de Ecuador*. Eschborn, Alemania: University of Göttingen.
- MAE – FAO (2014) *Evaluación Nacional Forestal – Resultados*. MAE. Quito
- MAE. (2012a). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. MAE. Quito.
- MAE. (2012b). *REDD + en Ecuador una oportunidad para mitigar el cambio climático y contribuir a la gestión sostenible de los bosques* MAE. Quito.
- MAE. (2012c). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*.

- MAE. (2013). *Factor de emisión de CO₂ del sistema nacional Interconectado del Ecuador*. MAE. Quito.
- MAE. (2017). *Deforestación del Ecuador continental periodo 2014–2016*.
- Malizia. L.R. Pacheco. S. Loiselle. B. A. 2009. Árboles de valor forestal en las Yungas de la Alta Cuenca del Río Bermejo. En: Brown A.D. Blendinger P.G. Lomáscolo T. García Bes. P. (eds.). *Selva Pedemontana de las Yungas: historia natural, ecología y manejo de un ecosistema en peligro*. pp. 105-120. Ediciones del Subtrópico. Fundación ProYungas. Tucumán. Argentina.
- Montoya Verdezoto. L. A. (2017). *Balance entre biomasa y carbono en plantación de Pinus tecunumanii Eguiluz & Perry (pino) y Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze (araucaria) en la estación experimental la favorita, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra.
- Mora. J. Ulloa. S. Quezada. B. & López. L. (2016). El carbono acumulado en la masa arbórea de la Reserva Biológica Uyuca. Honduras. *Ceiba*. 54(2). 139-146.
- Morales. M. (2010). Evaluación de la composición florística, estructura, productividad y estado de conservación de bosques secundarios y maduros del Corredor Biológico Osa. Costa Rica.
- Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de http://www.acnu.org.cu/sites/default/files/ficheros/convencion_marco_camb_climatico.pdf
- Návar. J. González. N. & Graciano. J. (2001). *Ecuaciones para estimar componentes de biomasa en plantaciones forestales de Durango. México*. In Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia. Chile (Vol. 18. p. 12).
- Ocampo. N. (2014). Fotosíntesis. Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo. Sistema de Universidad Virtual. Obtenido de <http://www.uaeh.edu.mx/virtual>

- Ordóñez. J. (1998). Estimación de la captura de carbono en un estudio de caso para bosque templado: San Juan Nuevo. Michoacán. D.F. México: Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP.
- Ordóñez. J. (1999). Estimación de la captura de carbono en un estudio de caso. D.F. México: Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP.
- Orellana. G. Sandoval. M. Linares. G. y Tamariz. N. G. (2012). *Descripción de la dinámica de carbono en suelos forestales mediante un modelo de reservorios*. Puebla. México.
- Organización Meteorológica Mundial OMM. (14 de agosto de 2013). "Boletín sobre los gases de efecto invernadero". OMM. Global Atmosphere Watch (9).
2. Obtenido de https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG_Bulletin_No.9_es.pdf
- Orrego. S. Del Valle. J. & Moreno. F. (2003). Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia. Medellín. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ortiz. R. Ramírez. O. & Finegan. B. (1998). CO2 mitigation service of Costa Rica secondary forests as economic alternative for joint implementation initiatives. *Revista forestal Centroamericana*. 28. 213 – 227.
- Paladines. R. (2003). Propuesta de conservación del Bosque seco en el Sur de Ecuador. *Lyonia*. 4(2). 183-186.
- Pan. Y. Birdsey. R. Fang. J. Houghton. R. Kauppi. P. W. & Hayes. D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*. 333(6045). 988-993. doi: 10.1126/science.1201609
- Pardos. J. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global: Potencial de captura de carbono*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Ciencia e Innovación. Recuperado de:

http://www.inia.es/GCONTREC/PUB/60587OT_LIBRO_WEB_1277883079734.pdf

Perla. C y Tórrez. J. (2008). Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande. San Juan del Sur. Rivas. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Facultad de Recursos Naturales y Del Ambiente. 101. Retrieved from <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp01p451.pdf>

Quimis Anchundia Junior Manuel (2020). Relación estructural del bosque seco tropical de los sectores Membrillal y las Mercedes en el valle Sancán. [UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ].

Ramírez L y Zamora. W (2019) *Evaluación de la biomasa aérea y carbono fijo en el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico. Sector Cochapamba-Imbabura* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra

Rügnitz. M. Chacón. M. & Porro. R. (2009). Guía para la determinación de Carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima-Perú: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) - Consorcio Iniciativa Amazónica (IA).

Ruiz. J. (2020). *Propiedades físicas, mecánicas y trabajabilidad de fresno (Fraxinus americana l.) Proveniente de la Estación Experimental “La Favorita”.* Santo Domingo de los Tsáchilas. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra.

Sánchez Álvarez Oscar Julian y Luigui Andrey Ramírez Parra (2017). POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUE TROPICAL Y ALTO ANDINO EN 4 MUNICIPIOS DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5928/SanchezAlvarezOscarJulian2017.pdf;jsessionid=220F4E16317E12B4A8EEA2646AC4ED50?sequence=1>

- Schlegel. B. (2001). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. In Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. 18. 1-4.
- Torres. B. Andrade. L. Navarrete. A. Vasco. C. y Robles. M. (2018). *Cambio de uso del suelo en paisajes agrícolas-forestales: análisis espacial en cinco comunidades Kichwas de la Región Amazónica Ecuatoriana*. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología. 7(2). 105-118.
- Villoslada. J. (2018). Evaluación del potencial ecosistémico de un bosque secundario y su influencia en la captura de carbono. en el sector Puerto Motilones. Distrito de Moyobamba-2015.
- Vinueza. M. Arévalo. A. y Tejada M. (2005). *Guía práctica para el manejo de bosque secundario*. Corporación de Manejo Forestal Sustentable (COMAFORS) Organización Internacional de Maderas Tropicales. (ITTO). Quito.
- Yepes. A. Herrera. J. Phillips. J. Cabrera. E. Galindo. G. Granados. E. & Cardona. M. (2015). Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. Revista de Biología Tropical. 63(1). 69-82.
- Zamora. M. (2010). Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco. Miramar. Puntarenas. Costa Rica. Instituto Tecnológico De Costa Rica. Escuela De Ingeniería Forestal. 129.
- Zuluaga. L. & Castro. E. (2018). *Valoración de servicios ambientales por captura de CO₂ en un ecosistema de bosque seco tropical en el municipio de El Carmen de Bolívar. Colombia*. Revista Luna Azul. 47. 01-20.

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de operacionalización de variables.

Objetivo	Variable	Tipo	Código	Unidades	Técnicas	Instrumento	Análisis de información
OE1: Determinar la composición florística y los niveles de diversidad arbórea en tres bosques húmedos tropicales de diferente estado sucesional.	Número de especies forestales	Cuantitativa	N_sp	Número	Observación	Hoja de campo	Media, Sumatoria, IVI, Índice de Shannon
	Diámetro a la altura del pecho	Cuantitativa	DAP	Centímetros	Observación	Hoja de campo	Media, Sumatoria
	Altura comercial	Cuantitativa	hc	m	Observación	Hoja de campo	Media, Sumatoria
	Altura total	Cuantitativa	ht	m	Observación	Hoja de campo	Media, Sumatoria
	Área basal	Cuantitativa	AB	m ²	Observación	Hoja de campo - Hoja de cálculo	Media, Sumatoria, IVI
	Volumen comercial	Cuantitativa	Vc	m ³	Observación	Hoja de campo - Hoja de cálculo	Media, Sumatoria
	Volumen total	Cuantitativa	Vt	m ²	Observación	Hoja de campo - Hoja de cálculo	Media, Sumatoria
	Tipo de iluminación	Cualitativa	Luz	1 vertical y lateral plena, 2 vertical y/o lateral parcial 3 sin iluminación	Observación	Hoja de campo - Hoja de cálculo	Tabla de frecuencia, mediana, moda
	Presencia o ausencia de lianas	Cualitativa	Liana	1 presencia, 2 ausencia	Observación	Hoja de campo - Hoja de cálculo	Frecuencia, mediana, moda
OE2: Estimar la biomasa y el contenido de y carbono en los tres tipos de bosque.	Densidad básica	Cuantitativa	DB	Kg/m ³	Muestreo	Hoja de campo - Registro de laboratorio - Hoja de cálculo	Media
	Biomasa total	Cuantitativa	BT	Kg - Ton/ha.	Muestreo	Hoja de campo - Registro de laboratorio - Hoja de cálculo	Sumatoria
	Necromasa	Cuantitativa	NM	Kg - Ton/ha.	Muestreo	Hoja de campo - Registro de laboratorio - Hoja de cálculo	Sumatoria
	Contenido de carbono	Cuantitativa	CC	Kg - Ton/ha.	Muestreo	Hoja de cálculo	Sumatoria

Objetivo	Variable	Tipo	Código	Unidades	Técnicas	Instrumento	Análisis de información
OE3: Comparar la biomasa y el contenido de carbono de estos tres bosques secundarios	Biomasa total	Cuantitativa	BT	Kg - ton/ha.	Muestreo	Hoja de cálculo	Prueba de "t" de Student -
	Necromasa	Cuantitativa	NM	Kg - ton/ha.	Muestreo	Hoja de cálculo	Prueba de "t" de Student -
	Contenido de carbono	Cuantitativa	CC	Kg - ton/ha.	Muestreo	Hoja de cálculo	Prueba de "t" de Student -
OE4 Establecer las formas o estrategias actuales de manejo que la comunidad local efectúa en estos tres ambientes boscosos.	Forma de manejo	Cualitativa	Manejo	Varias	Encuesta	Encuesta	Tablas de frecuencias
	Formas de uso	Cualitativa	Uso	Varias	Encuesta	Encuesta	IVIER
OE5 Diseñar estrategias de manejo sostenible para estos ambientes, considerando las necesidades de la población y los requerimientos del sistema natural.	Documentos	Cualitativa	A_doc	Documentos	Análisis documental	Matriz estrategias	Organizador gráfico
	Análisis FODA	Cualitativa	FODA	Varios	Analítico - sintético	Matriz	FODA
	Priorización especies	Cualitativa Cuantitativa	Pr_sp	Varios	Analítico - sintético	Matriz	Ponderación

Anexo N° 2. Hoja de campo.

[illegible]

Anexo N° 3. Encuesta sobre las formas de manejo de bosques secundarios.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL, MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES
HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA.

ENCUESTA DIRIGIDA A MORADORES DE LA PARROQUIA FÁTIMA

1. ¿Es propietario de bosque?

☐ SI ☐ NO

2. ¿En algún momento el bosque de su propiedad ha sido intervenido? ¿En este caso ha talado el bosque?

☐ SI ☐ NO

Explique su respuesta

.....

3. ¿Que actividad realiza usted dentro de su bosque?

Explique su respuesta

.....
.....

4. ¿Obtiene usted productos provenientes del bosque? ¿Qué tipo de productos?

☐ SI ☐ NO

☐ Artesanal
☐ Colorantes
☐ Ornamentales
☐ Alimentos

☐ Construcción
☐ Medicinal
☐ Forraje
☐ Cultural



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL, MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES: EL CASO DE LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA DE PASTAZA.

5. ¿Con que frecuencia obtiene los productos provenientes del bosque?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ☐ Cada semana | ☐ Cada 6 meses |
| ☐ Cada 15 días | ☐ Cada año |
| ☐ Cada mes | ☐ Otro |
| ☐ Cada 3 meses | |

6. ¿Usted ha recibido capacitación? En el caso de ser si comente las entidades que le han brindado capacitación

- ☐ SI ☐ NO

Explique qué entidades

.....

7. ¿Está usted interesado en manejar su bosque?

- ☐ Muy interesado
- ☐ Interesado
- ☐ Ni interesado ni desinteresado
- ☐ Desinteresado
- ☐ Totalmente desinteresado

[illegible]

Anexo N° 5. Número de especies por tipo bosque.

Familia	Género	Nombre Científico	C1	C 2	C3	Total
Moraceae	Brosimun	<i>Brosimun utile</i>	1			1
Meliaceae	Carapa	<i>Carapa guianensis</i>			2	2
Euphorbiceae	Caryodendron	<i>Caryodendron orinocense</i>	1			1
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia maxima</i>	32	8		40
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i>		15		15
Cannabaceae	Celtis	<i>Celtis shippi</i>	6	28		34
Ochnaceae	Cespedezia	<i>Cespedezia spatulata</i>	2			2
Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>		4	6	10
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>		9	2	11
Bignoniaceae	Crescentia	<i>Crescentia cujete</i>	1			1
Euphorbiceae	Croton	<i>Croton lechleri</i>			4	4
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	1			1
Burseraceae	Dacryodes	<i>Dacryodes olivifera</i>	4	12	14	30
Anonaceae	Duguetia	<i>Duguetia spixiana</i>			1	1
Vochysiaceae	Erisma	<i>Erisma uncinatum</i>	1		1	2
Moraceae	Ficus	<i>Ficus insipida</i>		1	1	2
Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	13	16		29
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea kunthiana</i>	4	14		18
Phyllanthaceae	Hyeronima	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	1	1	10	12
Fabaceae	Inga	<i>Inga ilta</i>	65	57	21	143
Arecaceae	Iriarte	<i>Iriarte deltoidea</i>		6		6
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda copaia</i>	1		2	3
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia cordata</i>	2			2
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia papillosa</i>	31			31
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia punctata</i>		291		291
Melastomataceae	Mouriri	<i>Mouriri oligantha</i>	1			1
Fabaceae	Myroxylon	<i>Myroxylon balsamum</i>		1	3	4
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra membranacea</i>	10	12	6	28
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra reticulata</i>	4	1		5
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea heterochroma</i>	2	24	1	27
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea sericea</i>	22			22
Myristicaceae	Osteophloeum	<i>Osteophloeum platyspermum</i>			1	1
Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba glycyarpa</i>		1		1
Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba novogranatensis</i>			2	2
Fabaceae	Parkia	<i>Parkia multijuga</i>			2	2
Asteraceae	Piptocoma	<i>Piptocoma discolor</i>	4	7	3	14
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma bicolor</i>	13	19	8	40
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria bangil</i>	3		2	5
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria caimito</i>			2	2
Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia laevis</i>	1			1
Meliaceae	Ruagea	<i>Ruagea hirsuta</i>	1	2		3
Euphorbiceae	Sapium	<i>Sapium marmieri</i>	1			1
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera morototoni</i>	2	4		6
Fabaceae	Senegalia	<i>Senegalia glomerosa</i>	2			2
Arecaceae	Socratea	<i>Socratea exorrhiza</i>	2	1		3
Fabaceae	Stryphnodendron	<i>Stryphnodendron porcatum</i>	1			1
Meliaceae	Swienia	<i>Swienia macrophylla</i>		2		2
Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia oblonga</i>	4	1	1	6
Burseraceae	Trattinickia	<i>Trattinickia glaziovii</i>	4			4
Cannabaceae	Trema	<i>Trema integerrima</i>	5			5
Myristicaceae	Virola	<i>Virola duckei</i>	8	8	4	20
Myristicaceae	Virola	<i>Virola flexuosa</i>	40	32	3	75
Myristicaceae	Virola	<i>Virola surinamensis</i>	1			1
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia tomentosa</i>	9	20	3	32
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia biloba</i>			9	9
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia ferruginea</i>			1	1
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	4	2	1	7
Total general			310	599	116	1025

Anexo N° 6. Densidad, biomasa y carbono por especie.

Nombre científico	Densidad básica g/cm³	Biomasa aérea Kg	Biomasa radicular Kg	Carbono total Kg
<i>Brosimun utile</i>	0.41	31.97	7.99	19.98
<i>Carapa guianensis</i>	0.51	2720.97	680.24	1700.60
<i>Caryodendron orinocense</i>	0.64	205.10	51.28	128.19
<i>Cecropia maxima</i>	0.33	3058.22	764.56	1911.39
<i>Cedrela odorata</i>	0.41	1345.65	336.41	841.03
<i>Celtis shippi</i>	0.68	5072.39	1268.10	3170.24
<i>Cespedezia spatulata</i>	0.61	460.34	115.08	287.71
<i>Clarisia racemosa</i>	0.55	5685.19	1421.30	3553.24
<i>Cordia alliodora</i>	0.43	3822.25	955.56	2388.91
<i>Crescentia cujete</i>	0.60	344.98	86.25	215.61
<i>Croton lechleri</i>	0.77	6713.03	1678.26	4195.64
<i>Cupania cinerea</i>	0.72	142.11	35.53	88.82
<i>Dacryodes olivifera</i>	0.56	22495.62	5623.91	14059.76
<i>Duguetia spixiana</i>	0.43	281.60	70.40	176.00
<i>Erisma uncinatum</i>	0.44	4704.71	1176.18	2940.44
<i>Ficus insipida</i>	0.65	863.81	215.95	539.88
<i>Grias neuberthii</i>	0.43	1376.86	344.21	860.54
<i>Guarea kunthiana</i>	0.48	934.84	233.71	584.28
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.63	24863.88	6215.97	15539.93
<i>Inga ilta</i>	0.59	46259.44	11564.86	28912.15
<i>Iriartea deltoidea</i>	1.04	3636.02	909.01	2272.52
<i>Jacaranda copaia</i>	0.31	3303.73	825.93	2064.83
<i>Matisia cordata</i>	0.43	286.63	71.66	179.14
<i>Miconia papillosa</i>	0.57	2551.15	637.79	1594.47
<i>Miconia punctata</i>	0.57	30386.37	7596.59	18991.48
<i>Mouriri oligantha</i>	0.78	112.67	28.17	70.42
<i>Myroxylon balsamum</i>	0.79	15156.74	3789.18	9472.96
<i>Nectandra membranacea</i>	0.40	6436.19	1609.05	4022.62
<i>Nectandra reticulata</i>	0.57	1614.24	403.56	1008.90
<i>Ocotea heterochroma</i>	0.65	5647.27	1411.82	3529.55
<i>Ocotea sericea</i>	0.56	1164.00	291.00	727.50
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	0.44	1133.29	283.32	708.31
<i>Otoba glycyarpa</i>	0.48	137.64	34.41	86.03
<i>Otoba novogranatensis</i>	0.38	364.88	91.22	228.05
<i>Parkia multijuga</i>	0.36	483.63	120.91	302.27
<i>Piptocoma discolor</i>	0.58	7903.89	1975.97	4939.93
<i>Pourouma bicolor</i>	0.38	20753.51	5188.38	12970.94
<i>Pouteria bangil</i>	0.73	2490.11	622.53	1556.32
<i>Pouteria caimito</i>	0.70	3542.77	885.69	2214.23
<i>Pseudolmedia laevis</i>	0.61	245.34	61.33	153.34
<i>Ruagea hirsuta</i>	0.42	111.99	28.00	70.00
<i>Sapium marmieri</i>	0.25	118.19	29.55	73.87
<i>Schefflera morototoni</i>	0.40	1364.83	341.21	853.02
<i>Senegalia glomerosa</i>	0.46	287.42	71.85	179.64
<i>Socratea exorrhiza</i>	0.33	90.55	22.64	56.60
<i>Stryphnodendron porcatum</i>	0.58	87.38	21.85	54.61

Nombre científico	Densidad básica g/cm³	Biomasa aérea Kg	Biomasa radicular Kg	Carbono total Kg
<i>Swienia macrophylla</i>	0.44	25.95	6.49	16.22
<i>Terminalia oblonga</i>	0.61	1966.57	491.64	1229.11
<i>Trattinickia glaziovii</i>	0.44	815.93	203.98	509.96
<i>Trema integerrima</i>	0.28	103.29	25.82	64.56
<i>Virola duckei</i>	0.42	14348.83	3587.21	8968.02
<i>Virola flexuosa</i>	0.42	8342.52	2085.63	5214.08
<i>Virola surinamensis</i>	0.65	467.78	116.95	292.36
<i>Vismia tomentosa</i>	0.75	6396.25	1599.06	3997.66
<i>Vochysia biloba</i>	0.47	17077.63	4269.41	10673.52
<i>Vochysia ferruginea</i>	0.45	2587.09	646.77	1616.93
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0.34	1966.41	491.60	1229.00

Anexo N° 7. Índice de Valor de Importancia Etnobotánica Relativa.

Nombre científico	Calusre	Caltire	Calprore	Calpare	Calore	IVIER
<i>Brosimun utile</i>	527.78	333.33	400.00	392.86	666.67	441.64
<i>Caryodendron orinocense</i>	333.33	333.33	400.00	321.43	666.67	367.30
<i>Cecropia máxima</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Cedrela odorata</i>	361.11	333.33	400.00	357.14	666.67	381.32
<i>Celtis shippi</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Cespedezia spatulata</i>	388.89	333.33	400.00	392.86	666.67	395.34
<i>Clarisia racemosa</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Cordia alliodora</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Crescentia cujete</i>	388.89	333.33	400.00	250.00	666.67	376.30
<i>Cupania cinerea</i>	194.44	333.33	400.00	214.29	666.67	306.72
<i>Dacryodes olivifera</i>	500.00	333.33	400.00	321.43	666.67	422.86
<i>Erisma uncinatum</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Ficus insipida</i>	583.33	333.33	400.00	500.00	666.67	474.44
<i>Grias neuberthii</i>	361.11	333.33	400.00	321.43	666.67	376.56
<i>Guarea kunthiana</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Inga iltia</i>	222.22	333.33	400.00	321.43	666.67	330.26
<i>Iriartea deltoidea</i>	500.00	333.33	400.00	214.29	666.67	408.57
<i>Jacaranda copaia</i>	416.67	333.33	400.00	535.71	666.67	423.65
<i>Matisia cordata</i>	194.44	333.33	400.00	107.14	666.67	292.43
<i>Miconia papillosa</i>	27.78	333.33	400.00	142.86	666.67	241.64
<i>Miconia punctata</i>	27.78	333.33	400.00	142.86	666.67	241.64
<i>Mouriri oligantha</i>	361.11	333.33	400.00	321.43	666.67	376.56
<i>Myroxylon balsamun</i>	166.67	333.33	400.00	392.86	666.67	321.27
<i>Nectandra membranacea</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Nectandra reticulata</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Ocotea heterochroma</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Ocotea sericea</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Otoba glycyarpa</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Piptocoma discolor</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Pourouma bicolor</i>	222.22	333.33	400.00	321.43	666.67	330.26
<i>Pouteria bangil</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Pseudolmedia laevis</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Ruarea hirsuta</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Sapium marmieri</i>	222.22	333.33	400.00	178.57	666.67	311.22
<i>Schefflera morototoni</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Senegalia glomerosa</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Socratea exorrhiza</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Stryphnodendron porcatum</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Swienia macrophylla</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Terminalia oblonga</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Trattinickia glaziovii</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Trema integerrima</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Virola duckei</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Vismia tomentosa</i>	416.67	333.33	400.00	392.86	666.67	404.60
<i>Virola surinamensis</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	194.44	333.33	400.00	214.29	666.67	306.72
<i>Carapa guianensis</i>	361.11	333.33	400.00	571.43	666.67	409.89
<i>Duguetia spixiana</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Parkia multijuga</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Vochysia biloba</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76
<i>Pouteria caimito</i>	166.67	333.33	400.00	214.29	666.67	297.46
<i>Croton lechleri</i>	361.11	333.33	400.00	392.86	666.67	386.08
<i>Osteophoeum platyspermum</i>	138.89	333.33	400.00	214.29	666.67	288.20
<i>Vochysia ferruginea</i>	305.56	333.33	400.00	214.29	666.67	343.76

Anexo N° 8. Ingreso a la zona de estudio.



Anexo N° 9. Trazado de parcelas.



Anexo N° 10. Toma de medidas del DAP (Diámetro a la altura del pecho).



Anexo N° 11. Prensado de muestras botánicas.



Anexo N° 12. Toma de muestras con barreno.



Anexo N° 13. Toma de muestras de suelo.



Anexo N° 14. Socialización de la propuesta con la comunidad.



Anexo N° 15. Resultados del análisis de suelo (INIAP).

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 21-0052

NOMBRE DEL CLIENTE: Morillo Medina Paul Alejandro
PETICIONARIO: Morillo Medina Paul Alejandro
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Morillo Medina Paul Alejandro
DIRECCIÓN: Quito

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15/01/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:14
FECHA DE ANÁLISIS: 25/01/2021
FECHA DE EMISIÓN: 29/01/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: SUELO 2 + CO

Análisis	PH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
21-0281	4,74 M Ac	73 A	20 M	20 M	0,20 B	0,40 A	4,81 A	0,82 A	5,1 M	10,5 A	640 A	39,8 A	5,88	2,04	14,06	6,02	13,3 A	7,71					C3P3 PAUL

Análisis	Al+H	Al*	Na *	C.E.	N. Total	N-NO3	K H2O*	P H2O*
Unidad	meq/100g			d S/m	%	ppm	ppm	ppm

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)
S,B =	Fosfato de Calcio
B =	Curcumina
P K Ca Mg =	Olsen Modificado
Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado

INTERPRETACION	
pH	Elemento
Ac = Acido	N = Neutro
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION		
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		M. = Medio
		A = Alto



LABORATORISTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

HOBBRE DEL CMEHTE:	Paul Alejandro Morillo Medina
PETICIONARIO:	Paul Alejandro Monllo Medina
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Paul Alejandro Morillo Medina
DIRECCIÓN:	Quito/Pichincha

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
ID ECHA DE EMISIÓN:
ID ECHA DE EMISIÓN:
AHLAKI 8 80KCI TADO:

2S/1/2021
8.S0
1M021
N2G021
SUELO 2 + CO.

Análisis		PH		N	P	S	B		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Cd	Mo	Co	Se	As	Hg	Pb	Σ Bases	MO	CO.	Texture(%)				IDENTIFICACIÓN
				ppm	ppm	ppm	ppm	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/ 100g	%	%	Área	Limo	Argila	Chese Textural	
		Unidad																												
21-09-57	4.1	11.4	183	58.4	20.8	6.6	0.72	7.17	1.37	7.17	1.37	10.5	28.7	1374	23.5		56.25	1.89	11.04	9.26	66.4	35.1								C1P3
21-09-98	5.0	14.6	144	39.0	8.0	0.86	0.50	7.02	1.05	7.02	1.05	9.0	14.3	845	12.2		66.69	2.09	16.10	8.59	101.4	29.6								P2C2

[illegible]

"Enaayoa no solckadoe par el clame

INTERPRETACION			
pH		Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAi = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto	
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION					
Al+H,Al y Na		C.E.		M.O y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino	S =	Salino
B =	Bajo				
M =	Medio	LS =	Lig. Salino	MS =	Muy Salino
M =	Medio				
T =	Tóxico				
				A =	Alto

**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

Este documento no puede ser reproducido ni
Los resultados arriba indicados solo están rel
Este documento no puede ser reproducido ni
Los resultados arriba indicados solo están rel
NOTA DE DESCARGO: La información conte
distribución de este se encuentra totalmente e