



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA Y CARBONO FIJO EN EL
BOSQUE NATIVO DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR
COCHAPAMBA-IMBABURA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO/A EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORES:

**RAMÍREZ SALAZAR LORENA MERCEDES
ZAMORA BURBANO WINSTON FERNANDO**

DIRECTORA:

Ing. MARÍA VIZCAÍNO

Ibarra - Ecuador

Abril, 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA Y CARBONO FIJO EN EL BOSQUE NATIVO DE LA
COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR COCHAPAMBA-IMBABURA”**

Trabajo de titulación revisada por el comité Asesor, previa a la obtención del Título de:

INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Ing. María Vizcaíno, Esp.

DIRECTORA

FIRMA

Dr. Juan Carlos García

ASESOR

FIRMA

MSc. José Guzmán

ASESOR

FIRMA

MSc. Melissa Layana

ASESOR

FIRMA

IBARRA – ECUADOR

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004170179		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ramírez Salazar Lorena Mercedes		
DIRECCIÓN:	Andrade Marín/Antonio Ante/Imbabura		
EMAIL:	Lore.ra.1994@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	06-2531002	TELÉFONO MÓVIL:	0991734743

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003754007		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Zamora Burbano Winston Fernando		
DIRECCIÓN:	Ibarra/Imbabura		
EMAIL:	Fer_khs1994@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	06-2601522	TELÉFONO MÓVIL:	0984551763

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA Y CARBONO FIJO EN EL BOSQUE NATIVO DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR COCHAPAMBA-IMBABURA.
AUTOR (ES):	Ramírez Salazar Lorena Mercedes Zamora Burbano Winston Fernando
FECHA: DD/MM/AAAA	4 / abril / 2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero/a en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja, Esp.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de abril del 2019

LOS AUTORES:

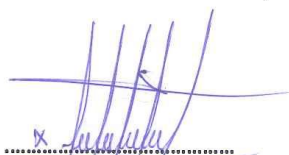


.....
Ramírez Salazar Lorena Mercedes



.....
Zamora Burbano Winston Fernando

ACEPTACIÓN



.....
Ing. Betty Mireya Chávez Martínez

AGRADECIMIENTO

Como prioridad agradecemos a Dios por ser el inspirador y artífice de la creación de una naturaleza biodiversa en la que trasciende nuestra investigación; además por ser nuestra fortaleza, guía y sabiduría para culminar un anhelo deseado. A nuestros Padres, por estar siempre apoyándonos en todo momento, por su tiempo y esfuerzo para ser unas personas de bien.

Nuestro agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, al personal docente y administrativo y compañeros de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, por abrirnos las puertas y compartir su conocimiento para nuestra formación profesional. Agradecemos de manera especial a la Ingeniera María Vizcaíno, directora de la investigación de grado, por su permanente apoyo y enseñanzas brindadas. A nuestros asesores: Magíster Melissa Layana, Doctor Juan Carlos García y al Magíster José Guzmán, gratitud imperecedera por su constante orientación y guías en nuestro trabajo.

Profundo agradecimiento al Señor Fidel Castro, presidente de UOCC y a toda la comunidad de Rancho Chico, por su inquebrantable esfuerzo y decisión para conservar el bosque y toda la vida que en él se desarrolla; así como también, por permitirnos realizar nuestra investigación y brindarnos apoyo, enseñanza y confianza en cada etapa efectuada.

Lorena Ramírez Salazar

Winston Fernando Zamora B.

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por todo su amor, por permitirme cumplir una meta más, por bendecirme en cada momento, por darme fuerzas para superar cada obstáculo y dificultades en estos años de vida.

A ese angelito muy especial que está en el cielo, que a pesar de que han pasado los años sigue presente en mi vida, al cual siempre llevaré en mi corazón.

¡Promesa cumplida mi amor!

A mis padres que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a continuar superándome, especialmente a mi Madre Narcisa por acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, gracias por haberme enseñado valores que me han llevado alcanzar esta gran meta los amo.

A mis hermanos Carlos y Daniela por el apoyo incondicional y a la confianza que me brindaron en esta trayectoria, a mis sobrinos/as que, por medio de su cariño, alegría me motivaron para seguir con este sueño.

A mi novio Diego por estos meses de apoyo, fortaleza, cariño, confianza y amor.

A mis amigos y amigas presentes y pasados quienes compartieron sus conocimientos, alegrías, tristezas y cariño y a todas aquellas personas que durante todos estos años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

¡Esto es posible gracias a ustedes!

Lorena Ramírez Salazar

DEDICATORIA

A Dios por todas sus bendiciones diarias que permiten culminar una meta más de mi vida. A mi familia, que siempre está presente en cada objetivo que emprendo, gracias por su incondicional apoyo. Pilar fundamental constituye mis padres, a quienes admiro por su trabajo, comprensión y sacrificio para lograr este propósito.

A mi Padre que es un ejemplo de vida, que me enseña lo duro y satisfactorio que es trazar su propio camino sin olvidar la humildad y sencillez, valores fundamentales del éxito. A mi Madre, que siempre tiene la respuesta acertada y bondadosa para todas mis inquietudes en las diferentes decisiones de mi vida. A mi hermana por saber escucharme cuando necesito y, por su inmenso apoyo y coraje.

A mis tías y prima que son mi segunda madre, que nunca faltó su voz de aliento y seguridad en este camino. Gracias también por todos sus conocimientos impartidos que me fueron muy útiles en la culminación de esta investigación. A mi novia Karla, que a pesar de todas las dificultades en mi camino siempre estuvo ahí de una manera incondicional y brindándome su apoyo e inmenso cariño.

Un hombre que marco mi vida con carácter, amor y sobre todo sabiduría **Félix Manuel Burbano (+)**, mi abuelo, permanente defensor de la naturaleza, siempre está latente en cada una de sus enseñanzas que dejó a mi familia y en mí, gracias abuelito que siempre inculcaste el estudio a todas las personas que te rodeaban por que fuiste, eres y siempre serás. *“Estudia para que no regales tu trabajo”*, sabias palabras que día a día suenan en mi mete y estremecen mi corazón.

Dedico el cumplimiento de este objetivo a todas y cada una de las personas mencionadas, gracias por su apoyo, comprensión y sabiduría.

Winston Fernando Zamora B.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Páginas
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1.Revisión de antecedentes	1
1.2.Problema de investigación y justificación.....	2
1.3.Objetivos	4
1.3.1.Objetivo general	4
1.3.2.Objetivos específicos	4
1.4.Pregunta(s) directriz(ces) de la investigación	4
CAPITULO II	6
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1.Marco teórico referencial	6
2.1.1.Sistemas de Información Geográfica (SIG)	6
2.1.2.Clasificación de imágenes.....	6
2.1.3.Imagen satelital	7
2.1.4.Cambio climático	7
2.1.5.Gases de efecto invernadero.....	10
2.1.6.Bosque nativo.....	11
2.1.7.Carbono.....	11
2.1.8.Ciclo del carbono	12
2.1.8.Carbono fijado.....	13
2.1.9.Bonos de carbono.....	13
2.1.10. Biomasa.....	13
2.1.11.Modelos alométricos para la estimación de la biomasa	15
2.1.12.Plan de ordenamiento territorial.....	16

2.1.13. FODA.....	17
2.1.14. Encuesta	18
2.2.Marco legal.....	20
2.2.1.Constitución de la República del Ecuador 2008	20
2.2.2.Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible	22
2.2.3.Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)	22
2.2.4.Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA 2017).....	23
2.2.5.Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida	23
CAPITULO III.....	25
METODOLOGÍA	25
3.1.Descripción del área de estudio.....	25
3.2.Metodología	26
3.2.1.Fase I. Análisis multitemporal del área de estudio	26
3.2.2.Fase II: Cuantificación de la biomasa aérea y carbono fijo	29
3.2.3.Fase III: Construcción de modelos alométricos para la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo.....	35
3.2.4.Fase IV: Propuesta de lineamientos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos.....	38
3.3.Materiales y equipos	38
CAPITULO IV.....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1.Resultados	40
4.1.1.Fase I. Análisis multitemporal del área de estudio	40
4.1.2.Fase II: Cuantificación de la biomasa aérea y carbono fijo	42
4.1.3.Fase III: Construcción de modelos alométricos para la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo.....	47

4.1.4.Fase IV: Propuesta de lineamientos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos.....	48
CAPITULO V	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1.Conclusiones	58
5.2.Recomendaciones.....	58
REFERENCIAS	60
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración del coeficiente Kappa	28
Tabla 2. Coordenadas UTM de vértices principales de los conglomerados	29
Tabla 3. Estimadores estadísticos	35
Tabla 4. Materiales, herramientas y equipo	39
Tabla 5. Información de las especies forestales del bosque nativo de la comunidad	43
Tabla 6. Estimadores estadísticos generales del bosque nativo	44
Tabla 7. Estimadores estadísticos generales del bosque nativo	46
Tabla 8. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Destrezas y Amenazas.....	49
Tabla 9. Cruce de variables FA, FO, DA, DO	50
Tabla 10. Actividades para elaborar un manual de manejo forestal comunitario	51
Tabla 11. Actividades para el desarrollo de un proyecto de ecoturismo.....	53
Tabla 12. Actividades para implementar límites entre el bosque y los terrenos aledaños.....	54
Tabla 13. Actividades para charla de capacitación acerca de los bienes y servicios ambientales.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	25
Figura 2. Conglomerado en forma de L en el área de estudio	30
Figura 3. Parcela anidada de 20m x 20m	31
Figura 4. Parcelas anidadas de 50cm x 50cm	31
Figura 5. Análisis multitemporal de los diferentes tipos de cobertura y uso de suelo del Bosque nativo.....	40
Figura 6. Uso y cobertura de suelo del área de influencia del bosque nativo.....	41
Figura 7. Histogramas de las variables dasométricos DAP y HT.....	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Área basal	33
Ecuación 2. Volumen verde	33

Ecuación 3. Densidad básica.....	34
Ecuación 4. Biomasa aérea total	34
Ecuación 5. Raíz del cuadrado medio del error	37

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA Y CARBONO FIJO EN EL BOSQUE NATIVO DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR COCHAPAMBA-IMBABURA”

Autores: Lorena Mercedes Ramírez Salazar, Zamora Burbano Winston Fernando

Directora de trabajo de titulación: Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

Año: 2019

RESUMEN

El planeta está enfrentando cambios de temperatura debido al aumento de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂ generado por las actividades antrópicas. Sin embargo, los sumideros de carbono están contribuyendo a reducir las emisiones de CO₂. Esta investigación pretende evaluar la biomasa aérea y carbono fijo del bosque nativo de la comunidad de Rancho Chico, Cochapamba, Imbabura, por medio de la construcción de ecuaciones alométricas, a su vez proponer lineamientos básicos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos. La metodología se basó en el Manual de campo para la Evaluación Nacional Forestal en un Bosque Siempre Verde Andino de la Ceja Andina. Se estableció el método no destructivo empleándose dos conglomerados en forma de L con un área de 270 m² cada uno. Se construyeron dos modelos alométricos el primero para biomasa aérea y el segundo para carbono fijo, considerando valores registrados directamente como diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (HT). La ecuación alométrica obtenida para biomasa aérea es: $BT=e^{-0.535+0.206HT-0.000068DAP*HT-0.003DAP^2+HT^2+0.239DAP}$ y para el carbono es $CC=e^{-1.507+0.254HT+0.265DAP-0.004DAP*HT-0.003DAP^2+HT^2}$ con un R² mayor a 0.9 en ambos casos. Se registró una biomasa total de 2 022,37 ton y 1 011.18 ton para carbono en las 243.39 ha. Finalmente se propuso cinco estrategias: elaboración de un manual de manejo forestal comunitario, desarrollo de un proyecto de turismo sostenible o ecoturismo, implementar un límite de seguridad entre el bosque y los terrenos aledaños, charla de capacitación y desarrollo de un proyecto de comercialización de CO₂.

Palabras claves: Sumideros de carbono, biomasa aérea, carbono fijo, ecuaciones alométricas, comercialización de CO₂.

ABSTRACT

The planet is facing changes in temperature due to the increase of greenhouse gases, especially CO₂ generated by anthropogenic activities. However, carbon sinks are contributing to reduce CO₂ emissions. This research aims to evaluate the aerial biomass and fixed carbon of the native forest of the community of Rancho Chico, Cochapamba, Imbabura, by means of the construction of allometric equations, at the same time proposing basic guidelines for conservation management based on ecosystem services. The methodology was based on the Field Manual for the National Forest Evaluation in an Evergreen Andean Forest of the Andean Eyebrow. The non-destructive method was established using two L-shaped conglomerates with an area of 270 m² each. Two allometric models were built, the first for aerial biomass and the second for fixed carbon, considering values registered directly as diameter at breast height (DAP) and total height (HT). The allometric equation obtained for aerial biomass is: $BT = e^{-0.535 + 0.206HT - 0.000068DAP * HT - 0.003DAP^2 + HT^2 + 0.239DAP}$ and for carbon is $CC = e^{-1.507 + 0.254HT + 0.265DAP - 0.004DAP * HT - 0.003DAP^2 + HT^2}$ with an R² greater than 0.9 in both cases. A total biomass of 8.31 ton/ha and 4.16 ton/ha was recorded for carbon. Finally, five strategies were proposed: development of a community forest management manual, development of a sustainable tourism or ecotourism project, implementation of a safety limit between the forest and surrounding land, workshop and development of CO₂ marketing project.

Key words: Carbon sinks, overhead biomass, fixed carbon, allometric equations, CO₂ commercialization.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.Revisión de antecedentes

El calentamiento global actual es un fenómeno que ha ocurrido más rápido que cualquier otro cambio climático, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) la temperatura de la superficie de la tierra ha aumentado un 0.85 °C durante el período 1880-2012.

Esta variación en la temperatura es provocada principalmente por los gases de efecto invernadero (GEI) los cuales se encuentran en la atmósfera y reflejan hacia todas las direcciones las radiaciones térmicas de onda larga las cuales puede dirigirse a la superficie de la tierra. Una de las estrategias que realizan para combatir el incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera es mediante la captura y secuestro de carbono en la biomasa forestal.

Los bosques contienen la capacidad de secuestrar carbono en la vegetación y en el estrato terrestre, concentrándolo en su estructura por largos períodos (González, 2008) reconociéndolos como sumideros (Dauber, Terán y Guzmán, 2000) y como el ecosistema que captura y conserva más carbono que cualquier otro (Pardos, 2010). Es por ello que se recalca la importancia de los suelos forestales ya que abarcan mayores depósitos de carbono, se considera que contienen cuatro veces la cantidad de carbono que la vegetación.

Los bosques son los ecosistemas terrestres más extensos, ocupando el 30% de la superficie emergida del planeta (FAO, 2008). Se distingue que el carbono se encuentra contenido en los diversos tipos de biomasa, por eso es importante fomentar investigaciones de las diversas especies forestales, ya que con esta se puede representar la cantidad de carbono que puede ser fijada en una determinada superficie de bosque.

1.2. Problema de investigación y justificación

Los mayores problemas que enfrenta el planeta son los efectos del cambio climático por el aumento de temperatura debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la continua emisión a la atmósfera de millones de toneladas de dióxido de carbono derivadas de la quema de combustibles fósiles está dando lugar a una transformación del clima de la Tierra cuyas consecuencias ecológicas son imprevisibles. Los daños ambientales producidos por las diferentes actividades antrópicas han generado un desequilibrio sobre la naturaleza, pues los efectos han desarrollado factores que influyen en la disminución de los bosques. Además, la continua destrucción de los bosques está incrementando considerablemente la presencia de CO₂ en la atmósfera.

Varios de los ecosistemas son afectados por las actividades del ser humano, (Bravo, 2014) menciona “que las diferentes actividades antrópicas como la revolución industrial, la extracción indiscriminada de los recursos no renovables, el incremento de urbanización, la deforestación y la expansión agrícola son el motivo de la alteración de zonas ricas de biodiversidad en otras formas de uso”.

Es por ello que se recalca la importancia de los suelos forestales ya que comprenden mayores depósitos de carbono en el ecosistema terrestre, se considera que la biomasa de un árbol vivo contiene aproximadamente 25% de carbono. De esta manera, se distingue que el carbono se encuentra contenido en los diversos tipos de biomasa y es expresado como toda materia orgánica viva o muerta generada a partir de un proceso biológico (IPCC, 2003).

La biomasa del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico, ha sufrido una serie de amenazas relacionadas a la pérdida de cobertura vegetal, causada principalmente por el cambio de uso de suelo por parte de los pobladores, ocasionando la disminución del bosque nativo. Ante esta situación, surge la necesidad de conocer la importancia que representan las especies el ecosistema forestal como almacenadoras de carbono en la comunidad Rancho Chico para determinar la

cantidad de biomasa aérea y almacenamiento de carbono, que conlleve a la conservación de las áreas naturales.

Los bosques constituyen uno de los ecosistemas más valiosos del mundo, contienen más del 60% de la biodiversidad del planeta (Gutiérrez, 2016), además contribuyen en la mitigación del cambio climático al absorber CO₂ de la atmósfera, convirtiéndolo por medio de la fotosíntesis en carbono fijo, en forma de madera y vegetación.

En este sentido, la conservación de los ecosistemas forestales constituye un factor importante, no solo por el hecho de brindar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (Constitución de la República del Ecuador, 2008), si no también, en proveer servicios ecosistémicos, mismos que son esenciales para la vida. Dichos servicios ayudan a regular las enfermedades y el clima, ayudando de este modo también a la polinización y formación del suelo. En este caso uno de los servicios ecosistémicos más importantes de los bosques es la de ayudar a mantener los ecosistemas acuáticos saludables y proporcionar fuentes fiables de agua limpia (FAO, 2008).

Respecto a los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques nativos, está la generación de oxígeno, así como la captura y almacenamiento de los gases de efecto invernadero, entre los más principales el CO₂ y el CH₄.

La investigación se enmarca en el objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, Toda una Vida, que garantiza los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. En concordancia con lo señalado, la biodiversidad juega un papel importante para la sociedad, por esta razón y conscientes del valor de la flora de esta zona, se planteó realizar un estudio que determine la biomasa aérea y captura de carbono en un área del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico.

Es necesario destacar la importancia que posee el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico como mecanismo de transformación del carbono generado por las

grandes emisiones de CO₂ a carbono fijo en biomasa, reduciendo así los impactos del cambio climático (Gutiérrez, 2016), de tal manera que contribuya a las poblaciones cercanas a una socialización amigable con el ambiente, a fin de reducir la deforestación y cambio de uso de suelo, de esta manera garantizar el cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo del bosque nativo en la comunidad Rancho Chico, sector Cochapamba cantón Ibarra provincia de Imbabura.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis multitemporal de la pérdida del bosque nativo en el sector Cochapamba.
- Cuantificar la biomasa aérea y el carbono fijo en el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico.
- Construir modelos alométricos para la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico.
- Proponer lineamientos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos para el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico.

1.4.Pregunta(s) directriz(ces) de la investigación

- ¿Cuál es la pérdida de bosque nativo del sector Cochapamba de la comunidad Rancho Chico?
- ¿Qué cantidad de biomasa aérea y carbono fijo almacena el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico?

- ¿Cuáles son los modelos alométricos que más se ajustan para la cantidad de biomasa área y carbono fijo del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico?
- ¿Cuáles son los lineamientos de manejo de conservación para el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico?

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico referencial

2.1.1. *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*

Sistemas de Información Geográfica también conocido por sus siglas en inglés SIG (Geographic Information System) es un software que permite entradas, almacenamientos, representaciones y salida de datos espaciales y atributos de acuerdo con las especificaciones y exigencias. Es un sistema diseñado para trabajar y elaborar con datos referenciados por coordenadas geográficas o espaciales y datos no espaciales (Navarro, 2011).

2.1.2. *Clasificación de imágenes*

Existen varios tipos de clasificación de las imágenes satelitales, las más empleadas son la clasificación supervisada y no supervisada (Toro, Gomariz, Cánovas y Alonso, 2015).

- Clasificación supervisada

La clasificación supervisada es un proceso en el cual se necesita un previo conocimiento del terreno, a través de una combinación de trabajo de campo, análisis de fotografías aéreas, mapas, informes técnicos y en particular la vegetación u otros tipos de superficie de interés para el estudio en particular (Hamlyn y Robin, 2010).

- Clasificación no supervisada

La clasificación no supervisada no requiere conocimiento previo del área de estudio, este método depende del usuario en qué clase de esquema de clasificación pertenece cada grupo. El método implica poca aportación del analista, ya que más se basa en realizar la clasificación mediante un proceso computarizado iterativo que asigna píxeles en una imagen a grupos particulares, que representan agrupaciones

naturales de píxeles que son espectralmente similares en las bandas de imagen (Khorram, Koch, Van Der Wiele y Nelson, 2012).

2.1.3. Imagen satelital

Una imagen en forma genérica es una representación en dos dimensiones de un objeto de dos o tres dimensiones, además, esta representación puede ser definida por colores o diferentes niveles de grises, esta puede ser obtenida por muchos medios, ya sea un sensor electrónico o radar mientras que fotografías se refieren a una imagen que fue obtenida sólo mediante medios fotográficos sobre un film (Harald, 1997).

2.1.4. Cambio climático

Son las alteraciones de las condiciones climáticas y su variabilidad durante un período de tiempo. El cambio climático puede ser provocado por procesos naturales internos, externos o por cambios antropogénicos en la composición de la atmósfera o el uso del suelo (FAO, 2008). Por otro lado, también se tiene a las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles, mismos que son provenientes de las distintas actividades antrópicas que como consecuencia modifican la composición de la atmósfera, es decir tiende a calentar el clima de la tierra (FAO, 2015).

El año 2015 superó al 2014 que había sido considerado el año más caluroso. La temperatura de la superficie terrestre y oceánica de la tierra se situó en 0.9°C por encima de la media registrada durante el siglo XX, marcando una temperatura del planeta de 14.79°C. Situación que se atribuye entre otros factores a la más fuerte temporada del fenómeno de El Niño, son algunas de las consecuencias referenciales del cambio climático en Ecuador y que afecta a nivel mundial Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2016).

Es de inevitable frecuencia, que en casi todas las zonas del planeta se hayan experimentado unas temperaturas máximas más altas, es decir días más calurosos

en relación al índice de temperatura promedio, por otro lado, también con temperaturas mínimas más altas, de tal modo que, menos días fríos y con heladas, siendo así que el verano en el interior de los continentes haya sido más seco, por lo consiguiente un alto índice de riesgo de sequías (CEPAL, 2017).

El cambio climático, es una anomalía significativa y duradera de los patrones locales o globales del clima, las causas pueden ser naturales, como, por ejemplo, variaciones en la energía que recibe el sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, proceso biológico y otros, o puede ser causada por influencia antrópica, a través de la emisión de CO₂ y otros gases que atrapan calor, como alteraciones del uso de grandes extensiones que causan, finalmente, calentamiento global (Rodríguez y Mance, 2009).

Las diversas variaciones descritas anteriormente provocan en el ambiente las siguientes consecuencias:

- Impactos sobre la agricultura

El cambio climático no afecta por igual a todos los territorios del planeta y a todos los cultivos por igual, la modificación de las características climáticas afecta al crecimiento y reproducción de las plantas (Ibañez, 2011).

Este impacto afecta a las plantas en donde existe una baja en el rendimiento de los cultivos, así como efectos directos en la suministración de agua a las mismas, a consecuencia de las sequías en ciertas zonas, teniendo por otro lado inundaciones mismas que terminan con los cultivos (Yepes y Silveira, 2011).

- Efectos en cultivos bajo riego

El cambio climático tendrá un impacto directo en la disponibilidad de agua para los cultivos bajo riego. Los escenarios climáticos predicen mayores precipitaciones sobre la superficie terrestre en ciertas zonas (Gerald, Mark, Jawoo, Richard y Timothy, 2009). Estos efectos dados en las altas precipitaciones enriquecen el agua interna renovable, pero a su vez empobrece los suelos en donde se encuentran

ubicadas las plantaciones debido a la escorrentía, por otro lado, las afecciones del cambio climático en otras zonas causan grandes índices de sequias en donde los cultivos bajo riego se ven afectado (National Geographic, 2010).

- Impactos en el ecosistema

Uno de los ecosistemas más vulnerables es el de los corales, debido al cambio climático que afecta e influye en la variación de la temperatura de adaptación de estos, es notorio y cada vez más frecuente el fenómeno de blanqueamiento por lo que su índice de mortalidad es elevado y se limitan las especies en una misma zona y se tiene una migración y pérdida de diversidad (Uribe, 2015; Greenpeace, 2016).

- Impacto sobre el agua

La escorrentía y la disponibilidad de agua en muchas áreas, se verá más comprometida debido al retroceso y pérdida de glaciares, el descenso de los volúmenes de agua, durante el verano y el otoño, afectando así otras actividades de sustento (IPCC, 2014).

Dado este impacto sobre el agua, (Martínez y Patiño, 2012) mencionan que se tiene una descompensación de la misma en algunas zonas y en otras un exceso, es decir un alto nivel de inundaciones y sin dejar a un lado la pérdida de los distintos ecosistemas, teniendo un limitante en la diversidad genética de las especies afectadas por la pérdida de sus lugares de hábitat o desarrollo.

- *Impacto en la salud*

Los impactos directos en la salud humana resultan de una exposición creciente al calor y una disminución en la exposición al frío, así como del incremento en la exposición a tormentas y ciclones. Existe cambio en la distribución de algunos vectores de enfermedades (IPCC, 2014).

Un impacto no solo en la salud sino también en determinantes sociales, entre estos están una vivienda segura, alimentos suficientes mismos que son atacados por los diferentes desastres naturales a consecuencia del cambio climático, por otro lado,

consiguiente a esto se tiene la propagación de enfermedades, plagas, etc. Bajando así el índice de calidad de vida de las personas (Pardo, 2007).

2.1.5. Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes, esta propiedad produce el efecto invernadero (IDEAM, 2007). En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃).

Existe además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Están clasificados en GEI directos e indirectos (González, Salazar, Newenschwander, Arata, Tessada y Salas, 2009).

Hablar de los gases de efecto invernadero frecuentemente involucra a problemas ambientales, relacionándose con afecciones a la salud humana, al ambiente, etc. Sin embargo, estos son de vital importancia, ya que los GEI se encargan y son esenciales para la vida de la Tierra, puesto que retienen una parte del calor emitido por parte del Sol manteniendo así la temperatura media global de 15°C (Echeverri, 2006).

La estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera exige reducir las emisiones en la producción y utilización de la energía, el transporte, la edificación, la industria, el uso de la tierra y los asentamientos humanos. Las medidas de mitigación en un sector determinan las necesidades en otros (IPCC, 2014).

La Tierra es otro elemento esencial para el objetivo de los 2°C de reducción. Ralentizando la deforestación y plantando bosques se ha logrado frenar o incluso revertir el aumento de las emisiones derivadas del uso de la tierra (IPCC, 2014).

Mediante la reforestación, se podría utilizar la tierra para extraer dióxido de carbono de la atmósfera. Mencionan (Díaz, Acosta, Carrillo, Buendía, Flores y Etchevers, 2007) que esto podría lograrse también combinando la producción y la captura del dióxido de carbono mediante plantaciones forestales. Reduciendo y capturando los gases de efecto invernadero dispersos en la atmósfera, entre los principales el CO₂.

2.1.6. *Bosque nativo*

Según (Gayoso, 2005) el bosque nativo o de origen natural, es un ecosistema arbóreo primario o secundario, regenerado por sucesión natural que se caracteriza por la presencia de árboles de distintas especies nativas, edades y alturas variadas, con uno o varios estratos.

Las características del bosque nativo se basan en tener un dosel completamente cerrado y algunas capas de sotobosque. El suelo se encuentra normalmente libre de vegetación densa, debido a que el dosel permite la penetración de poca luz, lo que es necesaria para el crecimiento de las plantas (Arévalo, 2015).

2.1.7. *Carbono*

El ser vivo, necesita sustancias orgánicas para obtener la energía para vivir. Estas sustancias, están compuestas de carbono. Durante la respiración, parte del carbono consumido, es eliminado hacia la atmósfera en forma de dióxido de carbono. El resto del carbono pasa a formar parte de los organismos, y sirve de alimento para otros organismos (Alvarado, Andrade y Segura, 2013).

El carbono está en constante circulación entre la materia muerta y viva; las plantas fijan el carbono de la atmósfera y pasa a conformar su biomasa. Su tiempo de permanencia en las flores, frutos, raicillas oscila entre un año; alrededor de cincuenta años en la madera y hasta miles de años en el humus del suelo (Arévalo, 2015). En el estrato arbóreo se encuentra el carbono en grandes cantidades en las hojas, ramas, tallos y raíces (Pardos, 2010). Se considera que la biomasa de un árbol vivo contiene aproximadamente 25% de carbono.

2.1.8. Ciclo del carbono

El ciclo del carbono es considerado como un conjunto de cuatro depósitos interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre incluyendo los sistemas de aguas frescas, los océanos y los sedimentos, estos depósitos son fuentes que pueden liberar el carbono, o sumideros que son los que absorben carbono de otra parte del ciclo; los mecanismos principales del intercambio del carbono son la fotosíntesis, la respiración y la oxidación (Álvarez, 2008).

En general, las plantas absorben el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis y éste se compone de materias primas como la glucosa, que participa en procesos fenológicos para la formación de componentes del árbol. Estos a su vez proporcionan elementos necesarios para su desarrollo y el crecimiento en altura, diámetro, área basal y diámetro de copa principalmente (Pereira, Loss, Beutler y Rodríguez, 2010).

El carbono se deposita en follaje, tallos, y sistemas radiculares y, principalmente, en el tejido leñoso de los troncos y ramas principales de los árboles, estos componentes aportan materia orgánica al suelo y al degradarse dan origen al humus, que a su vez contiene CO₂, por esta razón los bosques son considerados importantes reguladores en el nivel de carbono atmosférico (González, 2008).

Los árboles actúan como sumideros de carbono y liberan oxígeno O₂, reteniendo el carbono en la biomasa, principalmente en la madera que contiene un 48% de lignina

y celulosa; para almacenar una tonelada de carbono es necesario producir 2.2 toneladas de madera, al quemarse la madera el proceso se revierte, usando el O₂ del aire y el carbono almacenado en la madera para liberar al final CO₂ (Sánchez, 2016).

2.1.8. Carbono fijado

Es la cantidad total de carbono contenido en la biomasa. Se genera cuando en un periodo de tiempo, el CO₂ se encuentra constituyendo la estructura del árbol hasta que es expulsado a la atmósfera o al suelo. Considera criterios de tipo de bosque o vegetación, densidad de madera, datos de biomasa calculada por medio del volumen por hectárea de inventarios forestales (Castañeda y Montes, 2016).

El carbono se encuentra en cuatro grandes almacenes: biomasa viva por encima del suelo (vegetación) que tiene la función de incorporar carbono atmosférico por medio de la fotosíntesis; carbono del suelo producto de la desnitrificación y descomposición de materia orgánica; hojarasca y el sistema de raíces (Snowdon, Raison, y Heather, 2002).

2.1.9. Bonos de carbono

Son un mecanismo económico contemplado a la descontaminación, su función es la reducción de las emisiones generadas por las distintas actividades, causantes del aumento de gases de efecto invernadero; establecidos como uno de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) propuestos por el Protocolo de Kyoto con el fin de mejorar la calidad ambiental y la regularización de contaminación; planteados para combatir el cambio climático (Duque, 2013).

2.1.10. Biomasa

- Origen de la biomasa

Biomasa es sinónimo de masa biológica, es un conjunto heterogéneo que se origina a partir de materia orgánica animal o vegetal; en el caso de la biomasa vegetal, ésta

transforma la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda en forma de materia orgánica (García, 2012).

Durante este proceso de la fotosíntesis, las células vegetales son capaces de formar sustancias orgánicas a partir de productos minerales, como el dióxido de carbono y el agua, por acción de la radiación solar, la materia orgánica obtenida posee un alto valor energético asociado a su estructura interna y se denomina biomasa vegetal (Fernández, 2015).

- Biomasa forestal

La biomasa forestal se define como el peso de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo misma que es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco, a partir de la biomasa forestal se puede calcular la concentración de carbono en la vegetación aproximadamente el 50% de la biomasa está formada por carbono (Blanco, 2014).

Los métodos para estimar biomasa son:

- Método directo o destructivo

Afirma que el método destructivo consiste en medir los parámetros básicos de un árbol entre los más importantes el diámetro a la altura del pecho DAP, altura total HT, diámetro de copa y longitud de copa; derribarlo y calcular la biomasa pesando cada uno de los componentes tales como el fuste, ramas y follaje (González, 2008). Adicionalmente, el método permite formular relaciones funcionales entre la biomasa y las variables del rodal de fácil medición como el diámetro a la altura del pecho, altura comercial, altura total y otras, este método proporciona un valor exacto de la biomasa ya que consiste en destruir los árboles, para calcular su peso seco o biomasa (López, 2006).

- Método indirecto

Este método es utilizado cuando existen árboles de grandes dimensiones y en casos en los que se requiere conocer el carbono de un bosque sin necesidad de derribar

los árboles. En este método se cubica y estima el volumen de las trozas con fórmulas dendrométricas; el volumen total del fuste o de las ramas gruesas se obtiene con la suma de estos volúmenes parciales (López, 2006).

Se toman muestras de madera del componente del árbol y se pesan en el campo, luego se calcula en el laboratorio los factores de conversión de volumen a peso seco, es decir, la gravedad específica verde y la gravedad específica seca o densidad básica en gramos por centímetro cúbico (González, 2008).

2.1.11. Modelos alométricos para la estimación de la biomasa

Según (Álvarez, 2008), la medición de la cantidad de biomasa aérea en cualquier componente de un ecosistema requiere un análisis destructivo directo o estimaciones indirectas del material vegetal para hacer las inferencias respectivas; el segundo caso es más práctico cuando se desea estimar la biomasa aérea de los árboles, para ello, se debe contar con modelos que estimen la biomasa total con base en el tamaño y dimensiones de los arboles; es decir, modelos matemáticos basados en las relaciones alométricas que ocurren entre los órganos de un individuo.

Estos modelos tienen mucha aplicación en el campo forestal, porque presentan mucha flexibilidad en su uso; las variables más usadas son: el diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro a la altura del tocón (DAT), altura comercial (HC), altura total (HT) y combinaciones de ellas (Fernández, 2015).

Por otro lado, existen otros métodos como: el propuesto por (Walkley y Black, 1934) un método colorimétrico que consiste en analizar el carbono orgánico total (COT) mediante el porcentaje de carbono orgánico determinado por la ecuación de regresión de la curva de calibración determinada previamente, a partir de patrones primarios de glucosa o sacarosa (Cunalata, Inga, Álvarez, Recalde, y Echeverría, 2013).

Para la selección del modelo alométrico que mejor se ajuste una a los datos que se obtendrán, se procederá a evaluar cada modelo con los siguientes parámetros o mecanismos. (Segura y Andrade, 2008):

Coefficiente de determinación ajustado: Es una variable del coeficiente de determinación, en la que no necesariamente aumenta una variable independiente adicional o agregada al modelo, ya que esta penaliza la inclusión de nuevas variables independientes (Montero y Montagnini, 2005).

Coefficiente de determinación: Muestra la cantidad o proporción de la variación total de las variables dependientes dichas o explicadas por el modelo (Montero y Montagnini, 2005).

Error cuadrático medio de predicción: Los modelos que se procederá a seleccionar son aquellos que por su mayor capacidad de ajuste son los que expresan el menor valor en el criterio (Lerma y Orjuela, 2014).

Criterio de información akaike: Mismo que es utilizado para penalizar o restringir un exceso de parámetros ajustados o modificados (Lerma y Orjuela, 2014; Álvarez, 2008).

Criterio de información bayesiano: este es un criterio que ayuda a la selección de modelos entre un conjunto limitado o finito de modelos, mismo que se basa en las funciones de probabilidades (Lerma y Orjuela, 2014).

2.1.12. Plan de ordenamiento territorial

El Plan de Ordenamiento Territorial es una serie de procesos que planifica y administra el suelo urbano, involucra de modo directo distintos grupos sociales, ya que es en el territorio o suelo urbano donde se realiza las distintas actividades del diario vivir, por la misma razón que ha estado presente desde tiempos pasados de las sociedades (Hernández, 2010). En donde la esencia misma del PDOT (Plan de

Ordenamiento Territorial) debe sobrellevarse como una herramienta o instrumento para lograr alcanzar mejores condiciones en la calidad de vida de las poblaciones, es decir un instrumento para lograr la construcción de un orden deseado. Fortaleciendo la gobernabilidad por ser una herramienta que por medio de esta se orienta y administra el desarrollo territorial de las distintas zonas (Massiris, 2006).

2.1.13. FODA

La implementación y ejecución de diagnósticos en los distintos tipos de organizaciones o proyectos, es una herramienta de formulación e implantación de estrategias para un seguimiento y evaluaciones de control, para la obtención de un resultado óptimo (Ponce, 2007).

De este modo la matriz FODA, utilizada como una herramienta para mejorar los distintos tipos de análisis organizacional en relación con los factores y elementos que determinan un éxito en el cumplimiento y alcance de las distintas metas a alcanzar. Se convierte en una alternativa de análisis para su difusión y divulgación (Ponce, 2007).

FODA, estas siglas del acrónimo en inglés hace mención a: SWOT (strenghts, weak-nesses, opportunities, threats); que, en español, manifiestan a: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

El análisis FODA, hace referencia a los distintos factores que determinan los aspectos negativos y positivos internos que, en conjunto diagnostican la situación interna de una organización. Así también se manifiesta la situación externa que se presenta con las amenazas y debilidades. Siendo así considerara como una herramienta sencilla para una evaluación de manera general de la situación o acontecimientos estratégicos de una organización (Ponce, 2007).

- Fortalezas y debilidades

Un aspecto identificado como fortaleza son los aquellos llamados recursos valiosos, y a su vez la misma capacidad competitiva de una organización, considerada así una situación favorable que brinda un resultado provechoso en el medio social. Por otro lado, definiendo a una debilidad, se encuentra a un factor que vuelve vulnerable a una organización es decir cualquier tipo de actividad deficiente que comprometa al alcance óptimo de una meta (Henry, 1980).

- Oportunidades y amenazas

Oportunidades son aquellos factores o fuerzas ambientales de carácter externo que no se pueden controlar por la organización, pero a su vez estos representan fuentes de crecimiento o elementos potenciales de mejoría, mismas oportunidades permiten moldear las estrategias de las organizaciones. A su vez las amenazas también consideradas factores ambientales externos, no controlables que representan fuerzas negativas o problemas potenciales para la organización (Ponce, 2007).

Teniendo así que las oportunidades y amenazas, no solo influyen o afectan el atractivo de la organización, sino que estos factores establecen la necesidad de proponer o emprender caminos estratégicos de mejoría constante para una organización, por lo que resulta importante este análisis, para así llegar a concluir los objetivos o metas propuestas (Villagómez, Mora, Barradas y Vásquez, 2014).

2.1.14. Encuesta

La encuesta es una herramienta para la adquisición de información, una herramienta eficaz que depende de la profundidad de esta para la obtención de información específica o una información un poco más general, dependiendo todo esto del alcance y objetivos que se propongo para un estudio o investigación en particular (Alaminos y Castejón, 2006).

De acuerdo con (García, Ibáñez y Alvira, 1993), la encuesta es una técnica con un conjunto de procedimientos y factores de investigación, con los cuales se acopia y

analiza la información obtenida de un caso representativo de una población del que se pretende explorar o describir sus atributos.

- Selección de la muestra

Esta es la parte en el que se decidirá si se va a ejecutar una observación sobre todos los sujetos que integran una población o se limitará a un conjunto de los mismos es decir a una muestra de su totalidad. Entre ellas tenemos a las más representativas: Muestreo aleatorio simple, muestreo estratificado, muestreo por conglomerados (Anguita, Repullo, Campos., 2003).

- Diseño del cuestionario

Es un instrumento básico utilizado en la investigación, definiéndolo, así como un documento que recoleta información y datos de una muestra de manera sistemática y ordenada. De tal modo que a partir de lo mencionado anteriormente, se puede indicar que la palabra encuesta es denominada a todo el proceso que se lleva a cabo, para la obtención de los distintos datos o información que se requiere, mientras que la palabra cuestionario quedaría restringida al formulario que contiene las preguntas, siendo así el guion facultativo que se debe perseguir para la formulación de las preguntas o diseño del cuestionario son las hipótesis y variables establecidas al inicio de la investigación (Anguita et al., 2003).

- Tipos de preguntas

En el cuestionario o formulación de este, se establecen distintos tipos de preguntas las mismas que se adaptan a la información o respuestas que quiera recibir el encuestador, por otro lado, hay que tener en cuenta también la naturaleza del contenido y de su función (Roca, 2005).

Otro punto importante para la formulación de las preguntas es que siempre se debe mantener la neutralidad de estas, así como su sencillez, evitar el uso de frases o palabras ambiguas, preguntas en forma negativa, evitar preguntas que incluyan cálculos o temas difíciles y evitar preguntas que sitúen al encuestado a la defensiva (Anguita et al., 2003).

Según la contestación que admita el encuestado se pueden clasificar los tipos de preguntas en:

- Preguntas cerradas.

Son aquellas en las que el encuestado refleja su opinión o criterio en dos opciones SI o NO.

- Preguntas de selección múltiple

Aquellas en las que el encuestado elige una respuesta de una serie de respuestas que propone el encuestador, mismas que deben ser exhaustivas y mutuamente excluyentes (Sierra, 1994).

- Preguntas abiertas

Dichas preguntas dan la opción al encuestado de responder libremente la pregunta establecida por el encuestador, mismas que son utilizadas en investigaciones exploratorias o a su vez cuando el encuestador desconoce el nivel de información que el encuestado posee (Roca, 2005).

2.2.Marco legal

El presente estudio tomó a consideración como normas legales las siguientes:

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

La Constitución de la República del Ecuador contiene regulaciones respecto a la biodiversidad consagrado a la protección y conservación, dentro del marco legal, es así como presentamos los siguientes artículos:

Título II: Derechos, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección primera: Agua y alimentación. Art. 14 “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas...”.

En el capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza. Art. 71 “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza...”.

Art. 73 “El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales...”

Art. 74 “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado...”

Título VII: Régimen del buen vivir, Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales, Sección primera: Naturaleza y ambiente. Art 395 “El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras...”

Art. 396 “El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño...”

Art. 397 “En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas...”

Art. 398 “Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación

ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta...”

Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas. Art. 406 “El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros...”

Sección séptima: Biosfera, ecología y energías alternativas. Art. 414 “El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo...”

2.2.2. Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible

Objetivo 13. Acción por el clima: “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” y Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres: “Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica” Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2017).

2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)

Art. 3 Numeral 10.- Establecer medidas eficaces, eficientes y transversales para enfrentar los efectos del cambio climático a través de acciones de mitigación y adaptación;

Art. 4 Numeral 12.- La implementación de planes, programas, acciones y medidas de adaptación para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ambiental,

social y económica frente a la variabilidad climática y a los impactos del cambio climático, así como la implementación de estos para mitigar sus causas.

2.2.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA 2017)

Dentro del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, Libro III Régimen Forestal, Título I De los Objetivos de Prioridad Nacional Emergente de la Actividad Forestal. Art. 2 “Prepárese un sistema de incentivos y líneas de financiamiento, para el manejo sustentable y reforestación de las áreas forestales productivas públicas y privadas, dando prioridad al fomento de la actividad forestal que promueva la preservación de un medio ambiente sano y del desarrollo social y económico, a través de proyectos ejecutados por organismos no gubernamentales, empresas privadas...”

Título II Del Régimen Forestal, Art. 6 “Todas las actividades relativas a la tenencia, conservación, aprovechamiento, protección y manejo de las tierras forestales, clasificadas así agrológicamente, de los bosques naturales o cultivados y de la vegetación protectora que haya en ellas, así como de los bosques naturales y cultivados existentes en tierras de otras categorías agrológicas; de las áreas naturales y de la flora y la fauna silvestres. A efectos del presente Reglamento, el Ministerio del Ambiente en calidad de Autoridad Nacional Forestal, ostenta la competencia privativa para determinar la conservación, y aprovechamiento de tierras con bosque nativo, sean éstas de propiedad del Estado o de particulares”.

2.2.5. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida

El Plan Nacional de Desarrollo en el objetivo 3 establece: “garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”, considerando que el ser humano tenga un ambiente sano, libre de contaminación y un desarrollo sustentable, el cual establezca prioridades de conservación y aplique energías limpias para evitar

un aumento de contaminación entre otras medidas que mitiguen el daño al ambiente (SENPLADES, 2013).

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1.Descripción del área de estudio

La comunidad de Rancho Chico se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Ambuquí en el sector de Cochapamba. Limita: al norte la comunidad de Apangora, al sur carretera que conduce a la parroquia de Mariano Acosta del cantón Pimampiro, al este, la comunidad San Francisco de Rumipamba, al oeste la comunidad del Carmelo. Rancho Chico, es un pequeño territorio agrario de la zona interandina, ubicado dentro de la microcuenca de la quebrada de Ambuquí-Cochapamba, la misma que pertenece a la Cuenca del río Mataje, según Ministerio del Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (MAE y FAO, 2015), es un Bosque Siempre Verde Andino de la Ceja Andina (BSVCA), se caracteriza porque cuenta con una extensión de 243.39 hectáreas, presenta una precipitación promedio $>2\ 500\text{mm}$, a una altura de $1\ 500\ \text{msnm}$ y $4\ 000\ \text{msnm}$ (Figura 1).

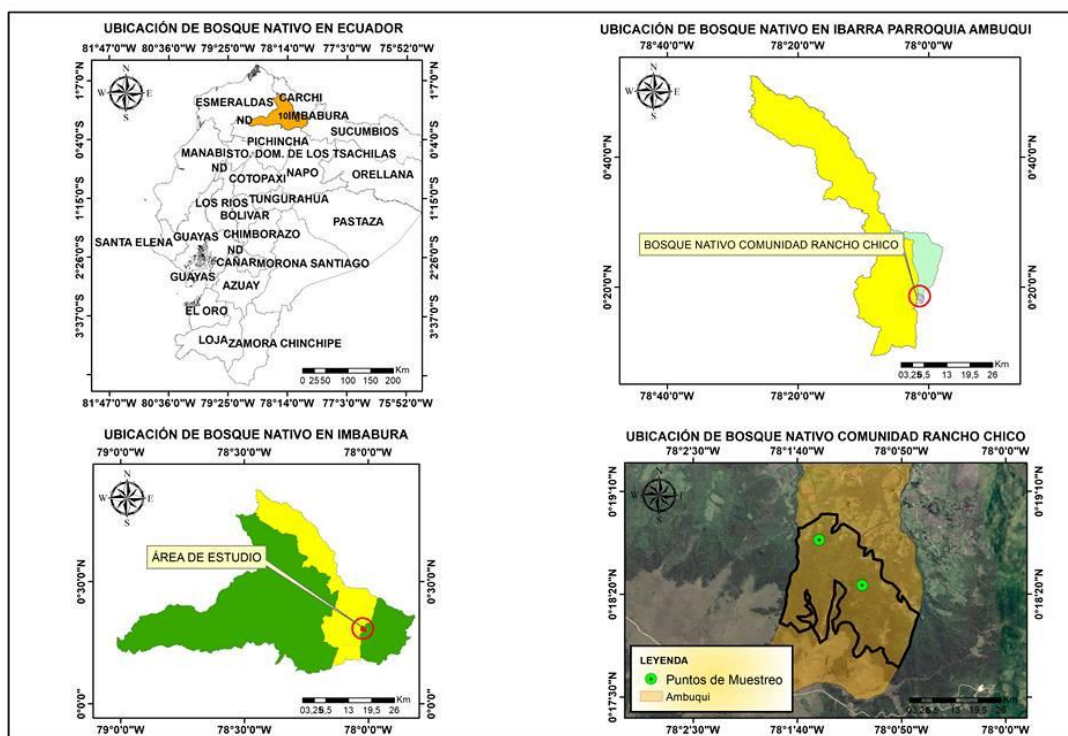


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

3.2. Metodología

Para el proceso de la metodología se dividió en fases: I) Análisis multitemporal del área de estudio, II) Cuantificación de la biomasa aérea y carbono fijo, III) Construcción de modelos alométricos para la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo y IV) Propuesta de lineamientos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos. Para alcanzar los objetivos planteados en esta investigación se empleó la siguiente metodología:

3.2.1. Fase I. Análisis multitemporal del área de estudio

La aplicación de técnicas de teledetección para la identificación y el estudio de los cambios de las coberturas de suelo, ha supuesto un importante avance en cuanto al detalle y cantidad de información obtenidos. Esta metodología permite analizar imágenes satelitales por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para establecer los cambios ocurridos en un territorio en un tiempo determinado (Cárcamo y Rejas, 2015). Se empleó el análisis multitemporal para determinar la variación de la superficie de las diversas coberturas vegetales en la comunidad de Rancho Chico entre los años 2010 y 2017.

Se descargó imágenes del satélite Planet Scope para el análisis multitemporal de la comunidad de Rancho Chico.

Según su plataforma (Planet, 2016) afirma que la constelación de satélites Planet consiste en múltiples lanzamientos de grupos de satélites individuales. Planet Scope ha lanzado tres generaciones de satélites, permitiendo obtener imágenes con resolución espacial de 3 metros. Planet Scope utiliza un enfoque aeroespacial ágil para el diseño de sus satélites, control de misión y sistemas de operaciones; y el desarrollo de su plataforma web para el procesamiento y envío de imágenes, el cual emplea un método de captura de imágenes "siempre activo" en lugar del modelo de tareas tradicional utilizado por la mayoría de las compañías de satélites en la actualidad.

- Corrección de la imagen

La detección de cambios a partir de una secuencia multi-temporal de imágenes satelitales es una de las aplicaciones más importantes en teledetección, para lo cual se necesita una adecuada corrección radiométrica de las imágenes de manera que los cambios que se detecten sean de las modificaciones del paisaje (Ambrosio, González y Arévalo, 2002).

Según (Rejas, 2008), los mecanismos que afectan e intervienen en la medida de los valores de brillo de los píxeles pueden ser fuentes de distorsión radiométrica, la distribución del brillo en la imagen para cada una de las bandas dadas puede ser diferente en la escena y en el terreno.

El nivel digital relativo de un píxel singular de una banda a otra puede estar distorsionado comparado con la reflectividad espectral correspondiente a la región en el terreno. Además, los tipos de errores pueden ser el resultado conjunto de la presencia de la atmósfera y la transmisión del medio en relación con la radiación que llega al sensor, y también puede ser los efectos de la instrumentación.

- Clasificación supervisada de las imágenes satelitales

Para realizar la clasificación supervisada se siguió la siguiente metodología:

- a) Georreferenciar los diversos tipos de cobertura vegetal

En campo se tomaron puntos GPS de los siguientes tipos de cobertura previamente discriminada: páramo, bosque nativo, cultivos y pasto.

- b) Procesamiento de la imagen en ArcGIS 10.4

Para realizar el análisis multitemporal se comparó la variación de superficies de los diversos tipos de cobertura vegetal entre los años 2010 y 2017. Por esta razón se realizó la clasificación supervisada de imágenes para cada uno de estos años. La clasificación supervisada, la definen (Arango, Branch y Botero, 2005) como una forma de aprendizaje en la cual se agrupa conjuntos de píxeles homogéneos, dicho

procesamiento se realizó a través de ArcGIS 10.4 el cual permite procesar y analizar imágenes multiespectrales de datos de sensores remotos (Sanz, 2002).

- Validación

Para la validación de la clasificación supervisada se llevó a cabo la construcción de la matriz de confusión, la cual, sirve como una herramienta estadística para el análisis de observaciones emparejadas (Ariza, Rodríguez y Fernández, 2018). Esta es una matriz cuadrada ($n \times n$) que se construye a partir de n filas y n columnas estableciéndose n el número de clases, las cuales se ordenan sobre las filas las unidades cartográficas y sobre las columnas las clases reales.

El índice que se tomó en cuenta para la validación fue el coeficiente Kappa (K) cuyos valores están entre un rango de -1 y +1 (Tabla 1), representando los valores más cercanos a +1 un mayor grado de concordancia mientras que los valores alejados a +1 determinan una concordancia mínima (Cerdal y Villarroel del P, 2008).

Tabla 1. Valoración del coeficiente Kappa

Coeficiente Kappa	Fuerza de la concordancia
<0.00	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

Fuente: (Landis y Koch, 1977)

- Comparación de imágenes

Posteriormente, se comparó las dos imágenes obtenidas del 9 de agosto del 2010 y del 16 de diciembre del 2017.

Se realizó un buffer de 500 metros para el análisis respectivo de los cambios que pudo existir en el transcurso de los años.

3.2.2. Fase II: Cuantificación de la biomasa aérea y carbono fijo

- Selección del lugar de las parcelas

Por medio del software ArcGIS se obtuvo las coordenadas de los puntos de muestreo. Para seleccionar el área de estudio de los conglomerados se realizó una selección aleatoria mediante Hawth's Tools, las cuales, mediante un shapefile de puntos, se ilustró los dos vértices que formaron parte del conglomerado. Obtenidas las coordenadas de ubicación de los vértices del conglomerado, se transportó los datos a un GPS, para llegar al área de estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Coordenadas UTM de vértices principales de los conglomerados

Zona	N°	Vértices	Coordenada X	Coordenada Y
17 S	1	1	831369	34679
		2	831379	34369
		3	831688	34372
	2	1	831800	33988
		2	831810	33679
		3	832119	33682

- Establecimiento de las parcelas

La metodología que se aplicó en esta investigación es la publicada en el Manual de campo para la Evaluación Nacional Forestal (ENF), documento preparado por el Ministerio de Ambiente de Ecuador y el programa nacional conjunto ONU-REDD+ bajo la cooperación del programa “Manejo Forestal ante el cambio climático” FAO y el componente ONU-REDD FAO (MAE, 2011).

En el área de estudio se ubicó dos conglomerados con un área de muestreo de 7.29 ha, equivalente a una intensidad de muestreo de 5.99 %, siendo georreferenciados por un receptor GPS, que permitió ubicar el norte, sur, este y oeste desde el punto de referencia del conglomerado.

Las coordenadas proporcionadas permitieron ubicar el vértice del conglomerado en forma de L, se inició por el lado derecho después en el izquierdo para terminar con el superior, con una medida de 60 m x 60 m y una distancia de separación de 150 m (Figura 2), para un Bosque Siempre Verde Andino de la Ceja Andina. Dichos conglomerados, fueron implementados para una superficie estimada de 200 hectáreas, como lo recomienda el Manual de Campo para la Evaluación Nacional Forestal Ministerio del Ambiente del Ecuador (2011), se midieron todos los árboles vivos, muertos en pie y tocones mayor o igual a 4 cm de DAP.

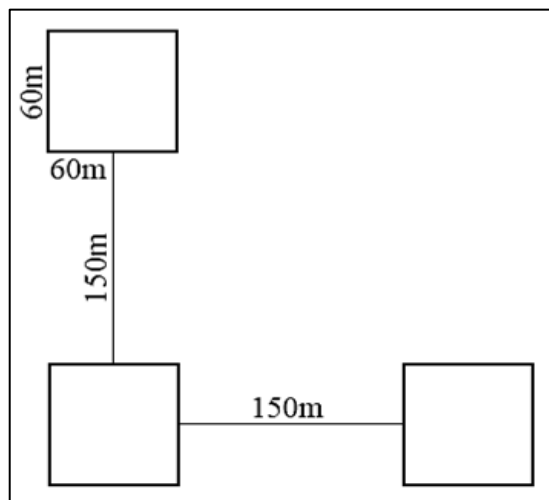


Figura 2. Conglomerado en forma de L en el área de estudio

- Parcela anidada 1

Para la primera parcela anidada se estableció un cuadrante de 20 m x 20 m, que se ubicó a un extremo de la parcela principal de 60 m x 60 m. En la parcela anidada 1 se midieron los árboles vivos, muertos en pie y tocones mayor o igual a 4 cm de DAP (Figura 3).

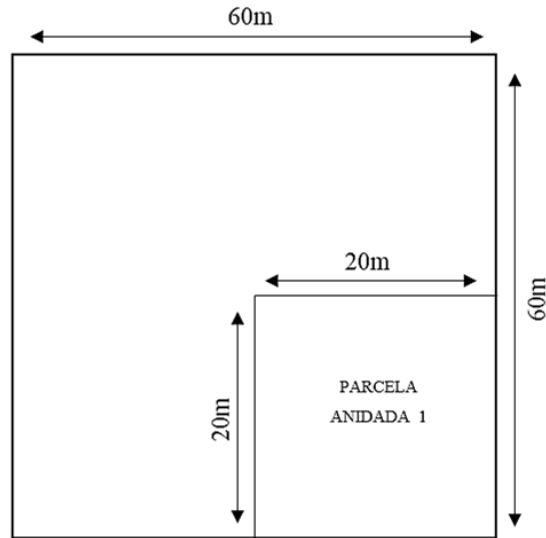


Figura 3. Parcela anidada de 20m x 20m

- Parcela anidada 2

Para la segunda parcela anidada, se ubicaron dos parcelas de 50 cm x 50 cm en dos vértices de la parcela principal en esquinas opuestas. En esta parcela se registró detritus no vivo y hojarasca menor a 4 cm (Figura 4).

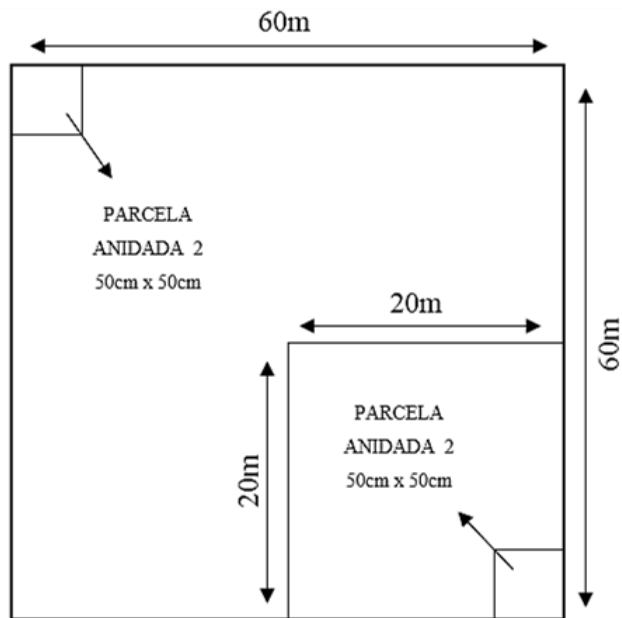


Figura 4. Parcelas anidadas de 50cm x 50cm

- Medición de árboles

Se colectaron los árboles, con un DAP (Diámetro a la altura del pecho) mayor a igual a 4 cm. Obtenidos los datos en campo, se continuó con la fase de estructuración en donde se incluye una verificación de exactitud y su formato.

- Muestreo de los individuos seleccionados

Se colectaron individuos con un DAP mayor o igual a 4 cm divididos en dos grupos de ejemplares, el primero para la identificación de género y especie y el segundo para cálculos de biomasa y carbono.

En la fase de identificación de género se recolectó una muestra botánica, registrándose los siguientes datos: coordenadas geográficas y altitud mediante GPS, cada muestra fue etiquetada con un código de letras y números, posteriormente, se preuso con alcohol al 60-80% para trasladar la muestra al laboratorio o xiloteca para su respectivo secado.

En la siguiente fase en campo se aplicó el método no destructivo o indirecto iniciando con una muestra de fuste utilizando el taladro de Pressler, luego se midió la longitud y se prosiguió a enfundar y etiquetar con un código único, consecutivamente se tomó una muestra de 200 gramos de cada parte del árbol (ramas y hojas), se rodeó con cinta de embalaje para evitar pérdida de humedad en el traslado.

Se enfundó para luego ser etiquetada, es importante indicar que cada muestra fue pesada antes de ser enfundada.

- Secado y registro de datos

Para la identificación de las muestras botánicas se ubicó en papel periódico en la manera en que se pueda valorar el haz, el envés de las hojas evitando que queden dobladas y las flores o el fruto, posteriormente son colocadas en cartones y en dos tablas, las cuales permitirán ser prensadas con un peso adecuado, al obtener la

muestra deshidratada de cada individuo, se continuo con el montaje en cartulinas antiácidas en formato A3, la muestra no debe sobrepasar el tamaño deseado, finalmente se colocó la etiqueta en la parte inferior derecha con los siguientes datos: coordenadas, altitud, tipo de bosque, fecha de recolección, provincia, parroquia, etc. (Cascante, 2008).

Para el siguiente grupo de muestras se continuó con el pesaje de cada parte del árbol (fuste, ramas y hojas), para verificar si existió pérdida de humedad, luego se colocaron en la estufa de la xiloteca, del laboratorio de biotecnología y en la secadora de la central maderera UTN, a una temperatura entre 65 – 85°C durante 48 a 72 horas dependiendo de la especie, por último, se obtuvo el peso en seco de cada componente al homogenizar su peso.

- Inventario forestal

Se registró el HT (Altura total) y DAP a todos los individuos mayor o igual a 4 cm encontrados en los dos conglomerados establecidos, posteriormente se calculó los datos mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1. Área basal

$$AB = \pi DAP^2 / 4$$

AB = Área basal

π = 3.141516

DAP = (1.30 m)

Volumen verde (Vv): a partir de los datos dasométricos de los individuos muestreados se calcula la siguiente fórmula (Quiceno, Tangarife y Álvarez, 2015):

Ecuación 2. Volumen verde

$$Vv = \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{L}{4}\right) \cdot Ff$$

Vv = Volumen verde

D = Diámetro (5 mm)

L = Largo de la muestra (cm)

Ff = Factor forma (0.7)

Ecuación 3. Densidad básica

$$Db = \frac{Po}{V}$$

Db = Densidad básica

Po = Peso anhidro

Vv = Volumen verde

Biomasa aérea: para estimar la biomasa aérea del bosque nativo se utilizó la ecuación propuesta por (Brown, 2002):

Ecuación 4. Biomasa aérea total

$$BT = V.D.FEB$$

BT = Biomasa aérea total

V = Volumen

D = Densidad

FEB = Factor de expansión de biomasa

- Estimación de Carbono capturado

Para la estimación de carbono se determinó según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2003) establece que el factor de conversión estándar de material vegetal a contenido de carbono es de 0.5, para la estimación del Carbono Capturado, determinará que del 100 % de biomasa seca es 50 % corresponde al carbono capturado.

- Análisis estadístico

Este análisis se realizó en base a comparación de las medidas estadísticas centrales y de dispersión obtenidas: media, desviación estándar, error estándar de la media, coeficiente de variación (Aguirre y Vizcaíno, 2010), mismas ecuaciones detalladas en la Tabla 3.

Las variables dasométricas que se utilizó en el estudio son: DAP, área basal, altura total y volumen.

Tabla 3. Estimadores estadísticos

Medida estadística	Ecuación
Media	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$
Varianza	$S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n-1}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coefficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$
Error estándar de la media	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$

3.2.3. Fase III: Construcción de modelos alométricos para la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo

Una vez obtenidos la cantidad de biomasa y carbono de las especies muestreadas, y además con datos de DAP y HT, se realizó una correlación y regresión entre la biomasa y los valores originales y transformados, construyendo así los modelos alométricos, a través, de los programas InfoStat 2017 (e), e IBM SPSS Statistics 25, en los que se obtuvo las diferentes constantes y coeficientes; así como también los coeficientes de correlación, de determinación normal (R^2) y ajustado (Ra^2); los análisis de varianza (ADEVA), error típico de la estimación.

- Extrapolación de datos

Con los datos obtenidos de biomasa de cada especie muestreada y biomasa total por conglomerado, se aplicó una extrapolación para las especies de la zona de investigación.

- Organización de los datos y correlación entre variables

Se organizó toda la información en un cuadro de Excel, con filas para cada individuo detallando en las columnas todas las variables independientes (DAP, altura total, altura comercial).

Después se procedió a correlacionar la biomasa y carbono contra cada variable independiente para ver las tendencias de los datos y definir que modelos de regresión utilizar, ya sean modelos lineales o no (Gómez, Etchevers, Monterrosos, Campo y Tinoco, 2011).

- Selección de los mejores modelos alométricos

De los datos tomados se realizó el análisis de regresión, cumpliendo los supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad de varianzas, luego se procedió a buscar las mejores combinaciones con los cálculos directas DAP y HT y los valores transformados (cuadrados, productos y adición) respectivamente.

En el caso de no cumplirse dichos supuestos, se utilizarán logaritmos naturales y en base 10, potencias y raíces (Díaz, Acosta, Carrillo, Buendía, Flores y Etchevers, 2007; Cruz, Bascuñan, Velozo y Rodríguez, 2015) señalan que “una gráfica con valores en función de la variable independiente (x) puede indicar la necesidad de transformar los datos.

De tal modo que no se logre linealizar los datos mediante las transformaciones sugeridas, se tendrá que utilizar la función de los modelos de regresión no lineal. Teniendo en cuenta que los valores de 1 y -1 indican una perfecta correlación lineal es decir una perfecta relación funcional entre dos variables (positiva y negativa) respectivamente.”

Teniendo así que para las variables independientes deben ser seleccionadas en base a los más altos coeficientes de correlación de Pearson (r) con volumen, biomasa y carbono de acuerdo con (Díaz, Vázquez, Uribe, Sánchez, Lara y Cruz, 2016).

- Estimación de parámetros de modelos alométricos

Se toma en cuenta ciertos modelos alométricos:

- Berkhout $VBC = a + b * dap$
- Kopezky $VBC = a + b * dap^2$
- Hohenadl - Krenn $VBC = a + b * dap + c * dap^2$
- Husch $\ln VBC = a + b * \ln dap$
- Spurr $VBC = a + b * dap^2 + c * dap^2 * h$
- Stoate $VBC = a + b * dap^2 + c * dap^2 * h + d * h$
- Meyer $VBC = a + b * dap^2 + c * dap * h + d * dap^2 * h$
- Schumacher-Hall $\ln VBC = a + b * \ln dap + c * \ln * h$

Abreviaturas: VBC = volumen (m^3 arbol-1), biomasa (kg arbol-1) o carbono (kg arbol-1); dap = diámetro a la altura de pecho (o a otra altura de referencia; cm); h = altura total o comercial (m); a, b, c, d = parámetros del modelo; ln= logaritmo base e. (Valdemir, Malavasi, Calegário, De Matos Malavasi y Küster, 2008).

- Selección del modelo que mejor se ajuste a los datos obtenidos

Para este paso se tomó en cuenta los siguientes criterios:

Alto coeficiente de determinación ajustado (R^2 -ajust): el coeficiente de determinación (R^2), indica la proporción de la variación observada en la variable dependiente explicada por el modelo.

El R^2 -ajust es una variable del R^2 , misma que restringe el ingreso o inclusión de nuevas variables independientes, cuanto más cercano se encuentren (R^2 -ajust) y (R^2), el ajuste del modelo será mayor (Segura y Andrade, 2008).

Error estándar de la estimación o denominado RCME (raíz del cuadrado medio del error) (Segura y Andrade, 2008) afirman que:

Ecuación 5. Raíz del cuadrado medio del error

$$RCME = \frac{\sqrt{SCR}}{(n-p)}$$

SCR= suma del cuadrado de los residuos

n= número de observaciones

p= número de parámetros del modelo lineal (incluyendo β_0 , el intercepto)

Los criterios mencionados anteriormente nos ayudaron a la comparación entre modelos con variables transformadas y sin transformar.

- Practicidad en el uso lógico y biológico de los modelos

(Segura y Kanninen, 2005) recomienda hacer un balance entre la rigurosidad estadística y la practicidad en el uso de los modelos alométricos de VBC, en donde es de mejor utilización los modelos que sean de máximo dos variables independientes de fácil interpretación como vendría a ser las variables DAP y HT.

3.2.4. Fase IV: Propuesta de lineamientos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos

Para el cumplimiento del último objetivo se realizó una revisión bibliográfica y análisis del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de la zona, en el que se tomó en cuenta los distintos planes de manejo propuestos en el mismo, en donde se comparó con las experiencias locales a través de una encuesta directa, realizada a 20 personas de la comunidad de Rancho Chico, el día sábado 15 de diciembre del 2018; procedente a los resultados se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a través de un análisis FODA, consecuente a este análisis sus resultados fueron utilizados para proponer los lineamientos básicos de manejo y conservación de la zona en estudio. En donde los resultados obtenidos de las especies en estudio, nos permitió conocer las potencialidades de estas, ayudando así a generar una propuesta de manejo de conservación.

3.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos usados en la fase de campo fueron:

Tabla 4. Materiales, herramientas y equipo

Materiales de campo	Herramientas	Equipo
Pintura	Estacas	Estufa
Bolsas de papel de sotobosque	Machete	Balanza digital
Sacos de yute	Tijeras podadoras	Cámara fotográfica
Cinta adhesiva	Barreno de Pressler	GPS
Libreta de campo		Computadora portátil
Etiquetas plásticas		Hipsómetro digital
Brocha		Flexómetro
Fundas plásticas		Altímetro
Marcadores permanentes		EPP
Piola		Calibrador
Cartones		
Papel periódico		
Porta hojas		
Cinta de embalaje		
Cinta métrica		
Lápiz		

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados

4.1.1. Fase I. Análisis multitemporal del área de estudio

Se realizó una clasificación supervisada con imágenes satelitales de los años 2010 y 2017, las dos imágenes muestran que no hubo cambios de uso y cobertura de suelo. El análisis multitemporal del área de estudio del sector Cochapamba, indica que para el año 2010 y el 2017, se contempla un área total de estudio de 243.39 ha. Un bosque nativo 228.34 ha que equivale al 93.02%, 8.56 ha (3.97%) de pasto, 4.19 ha (2.09%) páramo y 2.30 ha (0.93%) cultivos (Figura 5). El resultado de la clasificación de la imagen se obtuvo un valor de coeficiente Kappa de 86%, manifestando una concordancia casi perfecta de la clasificación (Figura 5).

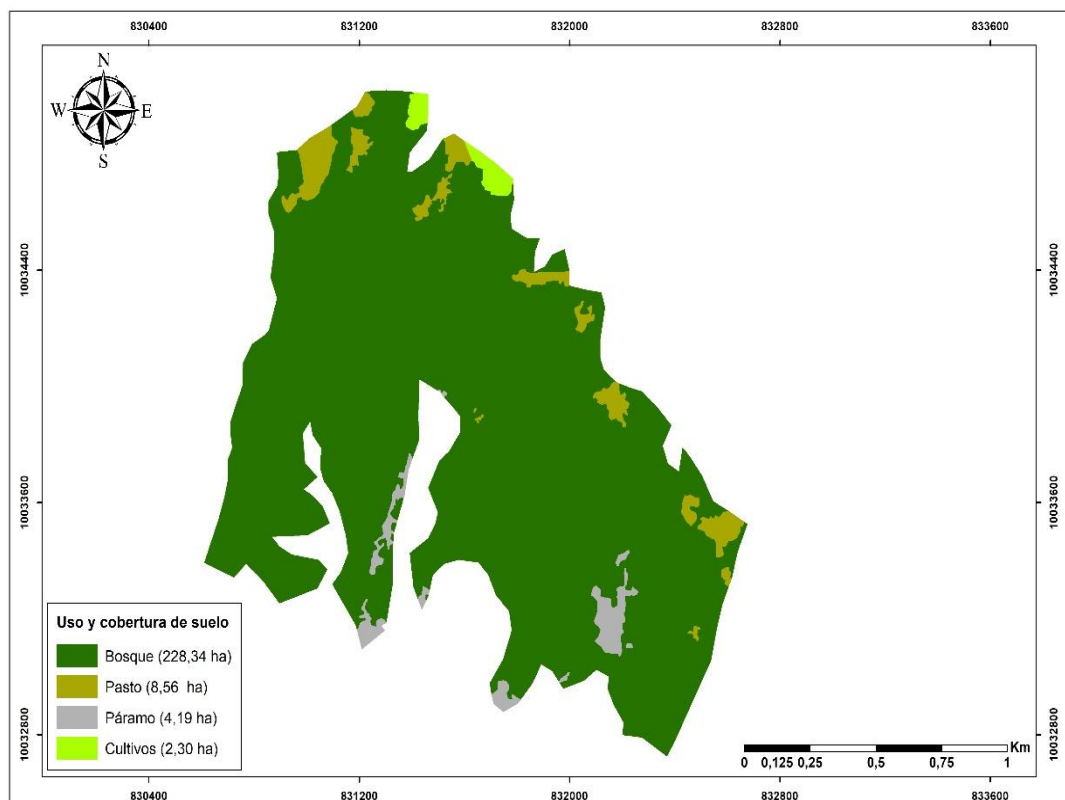


Figura 5. Análisis multitemporal de los diferentes tipos de cobertura y uso de suelo del Bosque nativo

La presión que existe en el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico en un buffer de 500 m en el año 2010 es: páramo con 111.33 ha, cultivos con 46.36 ha y pasto con 31.04 ha, en comparación con la presión que existe en el año 2017 presentando en páramo 101.75 ha, pasto 40.12 ha y cultivos 16.30 ha, evidenciando que la comunidad de Rancho Chico está contribuyendo en la conservación y protección del bosque nativo, gracias a la acogida que mantiene con el programa socio bosque, se comprueba la presencia de regeneración del bosque en las zonas de influencia (Figura 6).

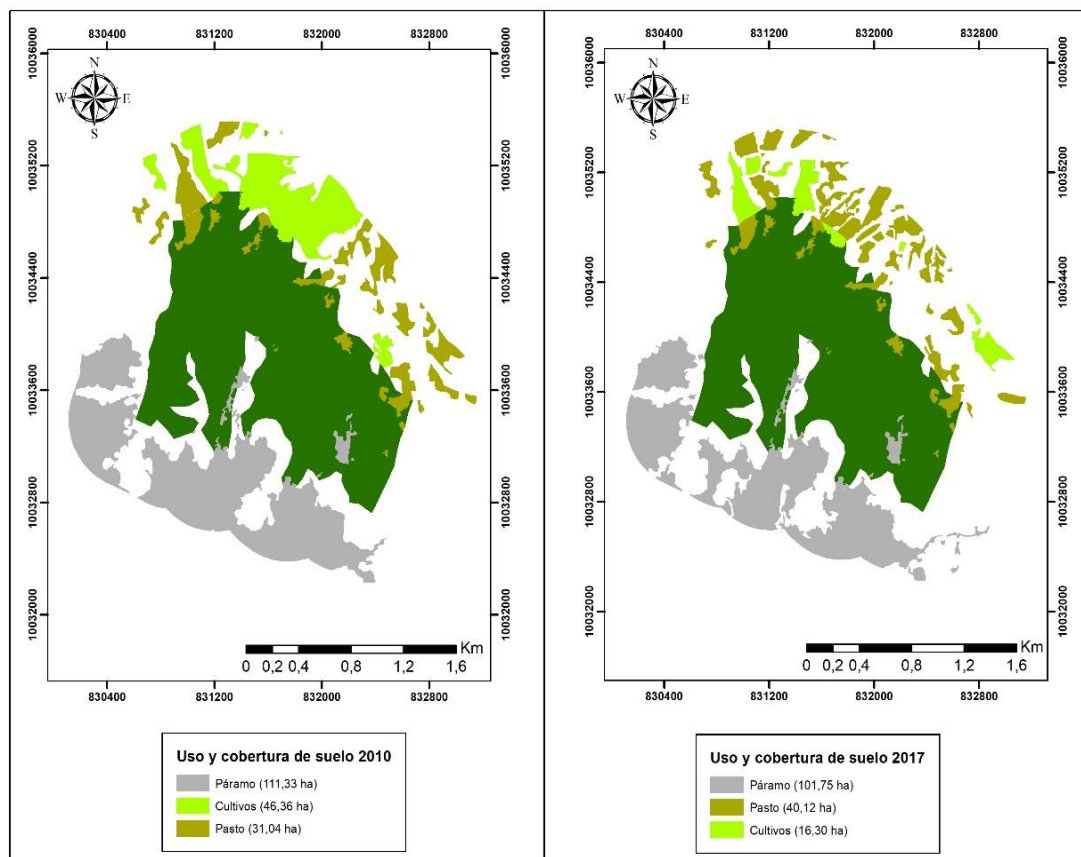


Figura 6. Uso y cobertura de suelo del área de influencia del bosque nativo

Este estudio muestra que la superficie de bosque nativo en el sector de Cochapamba en un rango de siete años no ha mostrado alteraciones en su superficie (228.34 ha), debido a que pertenece al programa Socio Bosque, el cual incentiva económicamente a los propietarios de terrenos con vegetación nativa para conservar y proteger estos ecosistemas. En este sentido (Ruiz, Save y Herrera, 2013)

mencionan que los programas enfocados a la protección y conservación de bosques de importancia ecosistémica es una alternativa de manejo el cual disminuye el grado de intervención en los bosques conservando su estructura y funcionalidad a través del tiempo. Caso contrario, en los bosques de propiedad privada, el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias disminuye la superficie vegetación natural de los ecosistemas (Franco y Rodríguez, 2005).

En Ecuador (Martínez, 2005) muestra que en un rango de 25 años se evidenció un aumento en la superficie de áreas destinadas a actividades antrópicas 14% y reducción de 28% de vegetación natural en la provincia de Cotopaxi, debido a las crecientes actividades antrópicas que se desarrollan a nivel provincial.

La metodología de aplicación de análisis multitemporal con imágenes satelitales mencionan (Salgado, Betancourt y Cuesta, 2007) tras su investigación que es una herramienta útil y ampliamente utilizada en el aspecto ambiental, diversas aplicaciones como mencionan (Riaño, Chuvieco, Ustin, Zomer, Dennison, Roberts y Salas, 2002), la aplicaron para evaluar la regeneración de la vegetación después de un incendio, en otro contexto (Portilla, Noguera y Pacheco, 2014), aplicaron esta metodología para cuantificar las áreas sensibles a la desertificación en la provincia de Azuay.

4.1.2. Fase II: Cuantificación de la biomasa aérea y carbono fijo

- Inventario forestal

Realizado el muestreo en el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico, se determinó que en 7.29 ha se reportan un total de 396 individuos, agrupados en 20 especies, 16 géneros y 16 familias botánicas, observando una mayor abundancia en la familia Solanaceae con un 18.93%, seguido por la familia Araliaceae con un 11.36%, mientras que, las familias Elaeocarpaceae, Papaveraceae y Euphorbiaceae no alcanzan un 10% en la sumatoria (Tabla 5).

Tabla 5. Información de las especies forestales del bosque nativo de la comunidad

Familia	Género	Especie	Nombre científico	Número de individuos	% Especie	% Género	% Familia
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>sp</i>	<i>Solanum sp</i>	43	10.86	18.94	18.94
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>sp1</i>	<i>Solanum sp1</i>	17	4.29	18.94	18.94
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>sp2</i>	<i>Solanum sp2</i>	15	3.79	18.94	18.94
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>ecuadoriensis</i>	<i>Oreopanax ecuadoriensis</i>	45	11.36	11.36	11.36
Actinidiaceae	<i>Saurauia</i>	<i>ursina</i>	<i>Saurauia ursina</i>	44	11.11	11.11	11.11
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	<i>amentistina</i>	<i>Palicourea amentistina</i>	26	6.57	8.84	8.84
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	<i>apicata</i>	<i>Palicourea apicata</i>	9	2.27	8.84	8.84
Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	<i>rhopaloides</i>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	29	7.32	7.32	7.32
Buxaceae	<i>Styloceras</i>	<i>sp</i>	<i>Styloceras sp</i>	27	6.82	6.82	6.82
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>bulliata</i>	<i>Miconia bulliata</i>	17	4.29	6.57	6.57
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>sp</i>	<i>Miconia sp</i>	9	2.27	6.57	6.57
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>sp</i>	<i>Persea sp</i>	25	6.31	6.31	6.31
Meliaceae	<i>Ruagea</i>	<i>hirsuta</i>	<i>Ruagea hirsuta</i>	21	5.30	5.30	5.30
Betulaceae	<i>Alnus</i>	<i>acuminata</i>	<i>Alnus acuminata</i>	14	3.54	3.54	3.54
Primulaceae	<i>Geissanthus</i>	<i>sp</i>	<i>Geissanthus sp</i>	13	3.28	3.28	3.28
Clusiaceae	<i>Ardisia</i>	<i>sp</i>	<i>Ardisia sp</i>	9	2.27	2.27	2.27
Asteraceae	<i>Gynoxys</i>	<i>hallii</i>	<i>Gynoxys hallii</i>	10	2.53	2.53	2.53
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>laurifolia</i>	<i>Euphorbia laurifolia</i>	8	2.02	2.02	2.02
Papaveraceae	<i>Bocconia</i>	<i>integrifolia</i>	<i>Bocconia integrifolia</i>	8	2.02	2.02	2.02
Elaeocarpaceae	<i>Vallea</i>	<i>stipularis</i>	<i>Vallea stipularis</i>	7	1.77	1.77	1.77

- Análisis de datos dasométricos

En el análisis estadístico se determinó que, para las variables de medición directa, DAP y HT se registraron valores entre 4.46 – 47.11 cm y 3 - 16 m respectivamente; en lo que se refiere a datos generales calculados se registró una media de 13.16 cm y 6.92m con una desviación estándar de 6.98cm y 2.53m y un coeficiente de variación de 53.07% y 36.60%, respectivamente. Los valores se encuentran medianamente agrupados, relativamente heterogéneos y con medias representativas del conjunto de datos, presentando una distintiva distribución en J invertida debido a que se registraron valores alejados a las medidas de tendencia central y determinando que es un bosque disetáneo (Tabla 6 y Figura 7).

Tabla 6. Estimadores estadísticos generales del bosque nativo

	DAP (cm)	HT (m)
N	396	396
Min	4.46	3
Max	47.11	16
Sum	5212.45	2743.5
Mean	13.16	6.92
Std. error	0.35	0.12
Variance	48.79	6.43
Stand. dev	6.98	2.53
Median	11.46	7
Coeff. var	53.07	36.60

A nivel de especies el 70.04% poseen medias representativas, perteneciendo a las familias más abundantes Solanaceae, Araliaceae, Actinidiaceae y Rubiaceae; por el contrario, las familias Myrtaceae, Melastomataceae, Primulaceae, Elaeocarpaceae y Euphorbiaceae no poseen una media representativa calculada al 10%; a su vez, se determinó que el 65% es una vegetación homogénea, debido a que se encontró especies medianamente agrupadas; mientras que, el 35% es una vegetación heterogénea, estableciéndose las familias Solanaceae, Myrtaceae, Actinidiaceae, Melastomataceae, Buxaceae y Elaeocarpaceae, en vista que se registró una mayor dispersión (Anexo 3).

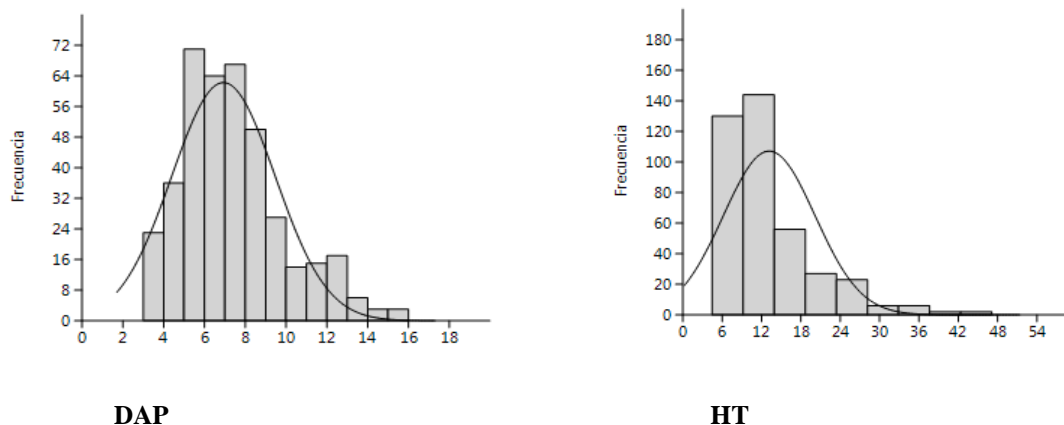


Figura 7. Histogramas de las variables dasométricos DAP y HT

- Contenido de biomasa

Se cuantificó un contenido de biomasa aérea total de 2 022,37 ton en las 243.39 ha; cabe recalcar que para la determinación de biomasa se calculó para cada individuo registrado en el inventario, en donde más del 50% de la biomasa aérea total abarcan en las familias: Solanaceae, Actinidiaceae, Myrtaceae y Rubiaceae teniendo mayor en un individuo de la especie *Percea sp* con un total de 0.50 ton; y, menor cantidad de biomasa registrada fue en un individuo de la especie *Oreopanax ecuadoriensis* con un total de 0.001ton. Con respecto a las variables calculadas se registró una media general representativa y un coeficiente de variación superior al 30%, lo que determina que existe una vegetación heterogénea (Tabla 7).

- Contenido de Carbono

El contenido de Carbono total es de 1 011.18 ton en las 243.39 ha; se acentúa que para la cuantificación de carbono se calculó que, para cada individuo registrado en el inventario, en donde los valores más altos se encuentran en las familias: Solanaceae, Actinidiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Araliaceae con un contenido de carbono superior al 50% de la totalidad, registrando así uno de los individuos de la especie *Percea sp* con un 0.25 ton. Por el contrario, uno de los individuos de la especie con menor contenido de carbono registrado fue *Oreopanax ecuadoriensis* con un valor de 0.0007 ton. Además, de los 396 individuos estudiados se obtuvo

una media representativa calculada al 10%, determinándose una vegetación heterogénea (Tabla 7).

Tabla 7. Estimadores estadísticos generales del bosque nativo

	Biomasa árbol kg	Contenido de Carbono árbol kg
N	396	396
Min	1.46	0.73
Max	502.11	251.06
Sum	17947.74	8973.89
Mean	45.32	22.66
Std. error	3.26	1.63
Variance	4233.79	1058.45
Stand. dev	65.06	32.53
Median	23.87	11.94
Coeff. var	143.56	143.57

- Análisis del contenido de biomasa y carbono por especie

Se registró a nivel de especies que el mayor porcentaje de biomasa aérea y carbono se encuentra en *Saurauia ursina* con 3.45 ton y 1.73 ton respectivamente, representando el 19.24% en la familia Actinidiaceae, mientras que, en las familias Meliaceae, Papaveraceae, Euphorbiaceae y Asteraceae no llegan ni al 1% del contenido de biomasa aérea y carbono (Anexo 3).

El bosque nativo de la comunidad de Rancho Chico cuantificó 2 022.37 ton de biomasa aérea siendo las familias más representativas: Solanaceae, Myrtaceae, Araliaceae, Buxaceae y Actinidiaceae, por otra parte, se obtuvo un contenido de carbono de 1 011.18 ton en las familias Solanaceae, Myrtacea, Actinidiaceae y Buxaceae en un área de 243.39 ha. La metodología aplicada en la cuantificación de biomasa aérea concuerda con (Bueno, Torres, Reyes y Goris, 2016) el cual emplean la instalación de conglomerados y parcelas de muestreo, selección, registro, corte, separación y peso de cada uno de los componentes, de cada árbol seleccionado.

Se calculó datos dasométricos, estableciendo en su estudio que las medidas adecuadas en el DAP pueden ser desde los 4cm para obtener mejores predicciones tanto de la cuantificación de la biomasa y como del contenido de carbono.

En el cálculo del contenido de Carbono se determinó por medio del producto entre la biomasa aérea total con el 0.50 que representa el contenido de carbono según (Rodríguez, Guevara, Reyes., Ovando, Nahed, Prado y Campos, 2016), por el contrario, (Razo, Gordillo, Rodríguez, Maycotte y Acevedo, 2013) determinó el contenido de carbono total mediante el equipo Solids TOC Analyze.

La metodología de cuantificación puede aplicarse tanto a bosques nativos como aquellos con fines de aprovechamiento forestal (Fonseca, Alice y Rey, 2009), además de los diferentes estratos del bosque (Schlegel, 2001), con el fin de determinar la capacidad de los bosques y vegetación para capturar carbono y determinar que es una manera de aplacar las consecuencias de la acumulación de CO₂ en la atmósfera. En este sentido el bosque de la comunidad Rancho Chico presenta alta capacidad de absorción de carbono y biomasa en las especies más representativas del lugar, presentando los valores más altos en las familias Solanaceae y Actinidiaceae.

4.1.3. Fase III: Construcción de modelos alométricos para la cantidad de biomasa aérea y carbono fijo

Se generó una ecuación alométrica general para estimar la cantidad de biomasa aérea para las especies forestales, con variables DAP y HT transformadas, mediante los análisis del ADEVA, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.957 y un coeficiente de R² de 0.914 que indican que se puede realizar estimaciones aceptables de contenido de biomasa aérea mediante la aplicación de la ecuación propuesta:

$$BT = e^{-0.535+0.206HT-0.000068DAP^2*HT-0.003DAP^2+HT^2+0.239DAP}$$

Al generar el modelo alométrico para el contenido de carbono con las variables DAP y HT transformadas, mediante el análisis del ADEVA, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.958 y un coeficiente de R^2 de 0.916, que indican la estimación de contenido de carbono de las especies forestales en general, mediante la aplicación de la ecuación propuesta:

$$CC = e^{-1.507+0.254HT+0.265DAP-0.004DAP*HT-0.003DAP^2+HT^2}$$

Para la cuantificación de la biomasa aérea y carbono fijo del bosque nativo se empleó el método indirecto o no destructivo, aplicando modelos matemáticos o ecuaciones alométricas concordando con (Díaz, Vázquez, Uribe, Sánchez y Lara, 2016). Las ecuaciones alométricas generadas con los valores del DAP y la HT de los 396 árboles y determinadas mediante el modelo lineal de biomasa aérea y carbono presentaron un coeficiente de determinación altamente satisfactorio (R^2 de 0.914 y R^2 de 0.916) respectivamente.

Según (Acosta, Vargas, Velázquez y Etchevers, 2002) menciona, que el uso de las ecuaciones alométricas permite obtener una estimación más confiable y directa de la biomasa y carbono, coincidiendo con, (Pimienta de la Torre, Domínguez, Aguirre, Hernández y Jiménez, 2007), que para la cuantificación de biomasa las ecuaciones matemáticas deben basarse en datos básicos (DAP, HT, densidad), así se obtendrán cálculos más precisos, por el contrario, en otros estudios según (Ávila, Jiménez, Beer, Gómez y Ibrahim, 2001) determinan el carbono en base a un método directo o muestreo destructivo.

4.1.4. Fase IV: Propuesta de lineamientos de manejo de conservación en función de los servicios ecosistémicos

Se realizó el análisis FODA del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico, en donde se detallan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Tabla 8) las cuales son aprovechadas para el planteamiento de lineamientos de manejo de conservación.

Tabla 8. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Destrezas y Amenazas

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
F1. Interés de la población de la importancia ecológica del bosque a la comunidad.	O1. Apoyo del programa socio bosque del gobierno nacional
F2. Beneficios ambientales que brinda el bosque, los cuales son aprovechados por la comunidad	O2. Desarrollo de investigaciones por parte de la comunidad universitaria
F3. Predisposición de la población en colaborar a la conservación del bosque.	O3. Apoyo económico por parte del gobierno nacional al desarrollo de proyectos de turismo comunitario.
F4. En este estudio se cuantificó el contenido de carbono y de biomasa, lo cual permitió establecer que es un importante sumidero de dióxido de carbono y contenido de biomasa.	
F5. Características propicias para generación del ecoturismo	
DEBILIDADES	AMENAZAS
D1. No existe un límite entre el bosque y el desarrollo de las actividades antrópicas.	A1. Desarrollo de actividades antrópicas en terrenos aledaños al bosque.
D2. Reducción de la superficie del bosque nativo.	
D3. Desconocimiento acerca de los servicios ambientales que brinda el bosque.	

Establecidas las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas se realizó el cruce de las variables y se establecieron los lineamientos o estrategias para la conservación del bosque nativo. (Tabla 9).

Tabla 9. Cruce de variables FA, FO, DA, DO

CRITERIOS	VARIABLES	ESTRATEGIAS
Fortalezas	F3. Predisposición de la población en colaborar a la conservación del bosque.	Elaboración de un manual de manejo forestal comunitario en Rancho Chico.
Oportunidades	O1. Apoyo del programa socio bosque del gobierno nacional.	Desarrollo de un proyecto de comercialización de CO ₂ .
Fortalezas	F5. Características ideales para generación del ecoturismo	Desarrollo de un proyecto de turismo sostenible o ecoturismo.
Oportunidades	O2. Desarrollo de investigaciones por parte de la comunidad universitaria	
Debilidades	D1: No existe un límite entre el bosque y el desarrollo de las actividades antrópicas.	Implementar un límite de seguridad entre el bosque y los terrenos aledaños, para evitar la expansión de la frontera agrícola.
Amenazas	A1. Desarrollo de actividades antrópicas cercanas al bosque.	
Debilidades	D3. Desconocimiento acerca de los servicios ambientales que brinda el bosque	Charlas de capacitación acerca de los beneficios y servicios ambientales que brinda el bosque de la comunidad Rancho Chico.
Oportunidades	O2. Desarrollo de investigaciones por parte de la comunidad universitaria.	

1. Elaboración de un manual de manejo forestal comunitario en rancho chico.

Justificación

Los bosques son indispensables para el bienestar del ser humano, brinda diversos servicios ambientales como proteger el suelo, almacenar carbono, regular el ciclo del agua, el clima y colaborar a mitigar el cambio climático, conservar la biodiversidad porque es el hogar de múltiples de especies de flora y fauna (Tabla 10).

Su manejo debe estar enfocado a dos grandes factores antrópicos: la desertificación y el cambio climático, la disminución o mitigación de las causas que generan el deterioro de los bosques permitirá conservar a largo plazo este tipo de ecosistemas

(PNUD, 2016). Además de ser económicamente rentable, es así como de esta manera se pretende proponer un manejo en el cual se beneficie el ámbito social y ambiental, para mejorar las condiciones de vida de los pobladores y mantener la estructura y funcionalidad del bosque (CIFOR-CATIE, 2008)

Objetivo general

Elaborar un manual de manejo forestal comunitario para el bosque nativo de la comunidad Rancho Chico.

Meta

Entregar un manual para el manejo adecuado del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico, como instrumento guía que permita de manera integral aprovechar sustentablemente los recursos existentes que como bienes ambientales brinda al sector, tanto en madera fibra, medicina, entre otros, y evitar a futuro la pérdida de su biodiversidad.

Tabla 10. Actividades para elaborar un manual de manejo forestal comunitario

ACTIVIDADES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	ALCANCE	RESPONSABLES
Socialización a los pobladores de la comunidad acerca de los resultados de esta investigación.	Número de asistentes	Registro fotográfico Registro de asistencia	Los pobladores de la comunidad de Rancho Chico estarán informados acerca de los resultados obtenidos a través de la presente investigación para planificar su aprovechamiento.	Comunidad universitaria
Realizar el estudio del estado actual del bosque.	Número de personas participantes en el levantamiento de información	Registro fotográfico Registro de asistentes	Conocer las características físicas, ambientales y sociales.	Junta directiva y pobladores de la comunidad Rancho Chico. Comunidad universitaria.

2. Desarrollo de un proyecto de turismo sostenible o ecoturismo.

Justificación

El área de estudio de la comunidad de Rancho Chico presenta diversidad de coberturas vegetales, siendo el 90.6 % bosque nativo en el cual se encontró 20 especies forestales agrupadas en 16 familias. La presencia de una fauna heterogénea y atractivos como el avistamiento de aves hacen de este remanente de bosque un lugar ideal para el desarrollo del ecoturismo, de esta manera se podrá beneficiar económicamente a los pobladores de la comunidad (Tabla 11).

La implementación de varias actividades locales para impulsar el desarrollo de un turismo sostenible en la comunidad, la integración será el principal enfoque para dar inicio a este proyecto ecoturístico, el apoyo de las autoridades será un ente primordial para obtener un desarrollo sustentable dentro de la zona.

Objetivo general

Desarrollar un proyecto de turismo sostenible o ecoturismo en la comunidad de Rancho Chico.

Meta

Conservar el bosque nativo de la comunidad de Rancho Chico debido a la importancia ecosistémica y por los servicios ambientales que brinda a la comunidad y al ambiente.

Tabla 11. Actividades para el desarrollo de un proyecto de ecoturismo

ACTIVIDADES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	ALCANCE	RESPONSABLES
Realizar un inventario de los atractivos turísticos tanto naturales como artificiales si existieran.	Número de fichas completas del inventario de atractivos turísticos.	Fichas del inventario de atractivos turísticos. Registro fotográfico de los atractivos turísticos	Tener conocimientos de los atractivos turísticos con los cuales se cuenta en el bosque, para su aprovechamiento	Presidente de comunidad Representantes de los pobladores.
Planificar de actividades que se pueden desarrollar dentro del bosque.	Número de actividades detalladas minuciosamente	Registro de los asistentes a la planificación de las actividades	Detalles de las actividades que se puede brindar a los turistas a realizar dentro del bosque	Presidente de la comunidad Representantes de la comunidad universitaria
Redacción del proyecto de turismo para el bosque de la comunidad de Rancho Chico.	Proyecto terminado	Físico o digital del proyecto planteado	Proyecto planteado para desarrollar el turismo en la comunidad de Rancho Chico.	Junta directiva de la comunidad de Rancho Chico. Pobladores de la comunidad

3. Implementar un límite de seguridad entre el bosque y los terrenos aledaños, para evitar la expansión de la frontera agrícola.

Justificación

El desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas en zonas cercanas al bosque nativo es un factor que a largo plazo afectará la superficie del bosque, debido a la expansión y avance de la frontera agrícola, influyendo en su funcionalidad y estructura. La implementación de un límite de seguridad evitará el acceso del ganado que pastan en lugares aledaños, el avance de la frontera agrícola y la disminución de la superficie de bosque nativo (Tabla 12).

Objetivo general

Implementar un límite de seguridad entre el bosque nativo y los terrenos aledaños.

Meta

Instalación del límite de seguridad (lindero) alrededor del bosque nativo para evitar la expansión de la frontera agrícola y disminución de la superficie del bosque.

Tabla 12. Actividades para implementar límites entre el bosque y terrenos aledaños

ACTIVIDADES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	ALCANCE	RESPONSABLES
Establecer los puntos donde se debe instalar el límite de seguridad.	Número de cuantos postes se deben instalar	Mapa del bosque y los puntos por donde cruzará el límite de seguridad	Determinar los puntos adecuados los que permitan cubrir toda el área de bosque nativo	Junta directiva de la comunidad de Rancho Chico. Pobladores de la comunidad
Medición y adquisición de materiales.	Número de metros de cable necesario para cubrir toda la longitud del bosque	Facturas y proformas de adquisición de material.	Tener los materiales necesarios y el dato exacto de la cantidad de cable que se empleará	Junta directiva de la comunidad de Rancho Chico
Limpieza del área donde se va a instalar los postes que sostendrán los cables para el límite de seguridad.	Número de personas participantes en la limpieza del área	Registro fotográfico Registro de asistentes	Tener el terreno preparado para la instalación del límite de seguridad	Junta directiva de la comunidad de Rancho Chico. Pobladores de la comunidad
Instalación del límite de seguridad alrededor del bosque nativo.	Número de participantes en la instalación del límite de seguridad	Registro fotográfico Registro de asistentes	Rodear al bosque nativo de la comunidad para evitar la reducción de su superficie	Junta directiva de la comunidad de Rancho Chico. Pobladores de la comunidad

4. Charla de capacitación acerca de los bienes y servicios ambientales que brinda el bosque de la comunidad Rancho Chico.

Justificación

Las comunidades que se encuentran asentadas cerca de bosques nativos enfrentan serios desafíos para lograr la preservación de la naturaleza y el desarrollo económico. La educación ambiental y su formación acerca de los beneficios que ofrece un bosque nativo para su bienestar es la base principal para su conservación y aprovechamiento (Tabla 13).

Objetivo General

Capacitar a los pobladores de la comunidad de Rancho Chico sobre la importancia de bienes y servicios ambientales que brinda el bosque nativo.

Meta

Los pobladores de la comunidad Rancho Chico tendrán conocimiento acerca de los bienes y servicios ambientales que brinda el bosque para su aprovechamiento.

Tabla 13. Actividades para charla de capacitación acerca de los bienes y servicios ambientales

ACTIVIDADES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	ALCANCE	RESPONSABLES
Planificación de la socialización para la comunidad de Rancho Chico.	Producto listo para la presentación ante la comunidad	Diapositivas y material para la socialización	Material preparado para una explicación clara y concisa.	Comunidad universitaria Pobladores de la comunidad de Rancho Chico
Reunión para la socialización de los beneficios ambientales.	Número de asistentes a la socialización	Registro fotográfico Registro de asistencia	Brindar a los pobladores de la comunidad de Rancho Chico los conocimientos necesarios para que puedan tomar las medidas de conservación necesarias.	Comunidad universitaria Pobladores de la comunidad de Rancho Chico
Organización de mesas de trabajo para conocer la opinión de los pobladores	Material de trabajo	Registro fotográfico	Conocer el nivel de conocimiento y entendimiento acerca de los beneficios ambientales que el bosque brinda y que medidas de conservación se propondrían.	Comunidad universitaria Pobladores de la comunidad de Rancho Chico Junta Directiva de la comunidad

5. Desarrollo de un proyecto de comercialización de CO₂.

Justificación

El área de estudio de la comunidad de Rancho Chico presenta una cobertura de bosque nativo del 90.6% de su totalidad, en donde se cuantificó un contenido de

carbono de 1 011.18 ton. Indicando así la relevancia de sumidero de carbono en cuanto a esta área de estudio (Tabla 15).

Objetivo general

Desarrollar un proyecto de bonos de comercialización de CO₂.

Meta

Generar una alternativa económica adicional del bosque nativo de la comunidad de Rancho Chico, como incentivo socioeconómico para la conservación de dicho ecosistema, mejorando a su vez la calidad de vida de los moradores.

Tabla 14. Actividades para el desarrollo de un proyecto de comercialización de CO₂

ACTIVIDADES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	ALCANCE	RESPONSABLES
Realizar un inventario forestal del bosque nativo de Rancho Chico.	Número de fichas completas del inventario forestal.	Fichas del inventario forestal. Registro fotográfico.	Tener conocimiento de las especies que se encuentran en la zona y su predominancia.	Comunidad universitaria. Presidente de comunidad. Pobladores de la comunidad.
Cuantificar el contenido de carbono.	Cuantificación general del contenido de carbono.	Metodología aplicada para cuantificar el contenido de carbono. Registro de los asistentes.	Obtener en detalle el contenido de carbono en el bosque nativo.	Presidente de la comunidad Representantes de la comunidad universitaria
Definir las políticas o metas deseadas.	Listado de políticas o metas analizadas	Registro de asistentes Registro fotográfico	Establecer y determinar las metas o políticas que sean de mejor beneficio para la comunidad y el proyecto.	Presidente de la comunidad Representantes de la comunidad Comunidad universitaria
Socialización de los resultados y del proyecto con la comunidad.	Número de asistentes	Registro de asistencia Registro fotográfico	Los pobladores de la comunidad permanecerán informados de los avances y resultados del proyecto.	Comunidad universitaria
Redacción del proyecto de comercialización de CO ₂ para el bosque de la comunidad de Rancho Chico.	Proyecto terminado	Físico o digital del proyecto planteado	Proyecto planteado para la certificación de bonos de carbono. En beneficio a la comunidad de Rancho Chico.	Junta directiva de la comunidad de Rancho Chico. Pobladores de la comunidad.

Discusión

En América Latina y en otras partes del mundo se ha implementado el manejo forestal comunitario como una de opciones viables para resolver el dilema entre la conservación de los ecosistemas y el desarrollo de las comunidades (CIFOR-CATIE, 2008). En este sentido los lineamientos que plantean en respuesta del análisis FODA del área de estudio buscan la conservación del bosque nativo de la comunidad Rancho Chico por los diversos servicios ambientales que brinda, principalmente el sumidero de carbono y biomasa importante en la mitigación del cambio climático, sin despreocupar el ámbito económico. Una de las formas de conservar un área natural es el turismo sostenible en el cual la inmersión de la comunidad es indispensable para el desarrollo de este tipo de actividades (PNUD, 2016).

En Ecuador el modelo de gobernanza forestal a través del manejo sustentable de los recursos naturales forestales, posee un sistema de incentivos económicos conocido como Programa Socio bosque y fomenta la investigación, capacitación y difusión en los ecosistemas nativos (MAE, 2017), en este contexto el bosque nativo en estudio se encuentra dentro de este programa, lo cual a ha permitido mantener su superficie constante los últimos años, y es por medio de este que se podrá fomentar el turismo sostenible dentro de la comunidad, por el apoyo al desarrollo de emprendimientos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

Durante el período 2010 al 2017 no se determinaron cambios de cobertura vegetal, por ende, el bosque nativo se mantiene, no existe riesgo considerable. Sin embargo, a su alrededor se encuentran áreas de cultivos que posiblemente a futuro pueden influir en la cobertura vegetal.

El bosque nativo de la comunidad de Rancho Chico cuantifica una biomasa aérea total de 2 022,37 ton y un total de contenido de carbono de 1 011.18 ton, datos que indica la relevancia de sumideros de carbono en cuanto a este ecosistema.

Para estimar la cantidad de carbono y biomasa se empleó los modelos descritos en el presente estudio ya que por sus coeficientes de determinación (R^2 de 0.914 BT y R^2 de 0.916 CC) indican un buen ajuste y que la predicción es confiable.

Si bien el bosque nativo del sector de Cochapamba no se encuentra en peligro se sugiere estos cinco lineamientos o estrategias de manejo de conservación: 1) Elaboración de un manual de manejo forestal comunitario. 2) Desarrollo de un proyecto de turismo sostenible o ecoturismo. 3) Implementar un límite de seguridad entre el bosque y los terrenos aledaños. 4) Socialización mediante capacitaciones. 5) Desarrollo de un proyecto de comercialización de CO₂.

5.2.Recomendaciones

Realizar en cinco años o un período pertinente, un nuevo análisis multitemporal o aplicar otras metodologías para analizar si se mantiene esta tendencia de no perturbación del uso de suelo.

Realizar estudios de la biomasa subterránea del bosque, biomasa radicular y del suelo para complementar el conocimiento de biomasa y carbono del bosque nativo del sector de Cochapamba.

Emplear los modelos alométricos formulados en el presente estudio para bosques de condiciones edafoclimáticas similares.

Se sugiere emplear los lineamientos propuestos de manejo de conservación a la comunidad de Rancho Chico para mantener este importante sumidero de carbono en la provincia de Imbabura.

Se sugiere emplear la termogravimetría para una comparación de estimaciones en el contenido de carbono fijo y validar el método usado en el presente estudio.

Analizar el uso de drones multiespectrales en la cuantificación de biomasa y carbono fijo para una comparación pertinente sobre la perturbación del uso y cobertura de suelo.

REFERENCIAS

- Aguirre, C. y Vizcaino, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Acosta, M., Vargas, J., Velázquez, A. y Etchevers, J. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones Alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia* 36(1). 725-736.
- Alaminos, A. y Castejón. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Marfil. Alicante-España.
- Alvarado, J., Andrade, H. y Segura, M. (2013). Almacenamiento de carbono orgánico en suelos en sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) en el Municipio del Líbano, Tolima-Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1). 21-31.
- Álvarez, G. (2008). *Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia*. (Tesis de Posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Ambrosio, G., González, J. y Arévalo, V. (2002). *Corrección radiométrica y geométrica de imágenes para la detección de cambios en una serie temporal*. Universidad de Málaga, España.
- Anguita, J., Repullo, J. y Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. *Aten Primaria*, 52(479), 143-146-152-153.
- Arango, M., Branch, J. y Botero, V. (2005). Clasificación No Supervisada de Coberturas Vegetales sobre imágenes digitales de Sensores remotos: "Landsat-ETM. *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(1), 2611-2634.
- Arévalo, C. (2015). *Medición de Carbono del Estrato Arbóreo en un Área del Bosque Natural Tinajillas.Limón Indanza: Bosque nativo*. (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador.

- Ariza, F; Rodríguez, J y Fernández, V. (2018). Control estricto de matrices de confusión por medio de distribuciones multinomiales. *GeoFocus*. 21(1), 215-226.
- Ávila, G., Jiménez, F., Beer, J., Gómez, M. y Ibrahim, M. (2001). Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 8(30).
- Blanco, J. (2014). Curso apoyado por la AEET “Usando la biomasa forestal como fuente de energía sostenible”. *Ecosistemas*, 23(2), 115-125.
- Bravo, E. (2014). *La Biodiversidad en el Ecuador*. Cuenca.
- Brown, S. (2002). Measuring carbon in forest: Current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116 (3): 363-372.
- Bueno, S., Torres, J., Reyes, J. y Goris, C. (2016). Medición y predicción de la biomasa y el contenido de carbono de árboles individuales de *Pinus occidentalis*, en bosques de la provincia de Santiago, República Dominicana. *Investigaciones Silviculturales, Ambientales y de Cambio Climático*, 1 (16). 2-56.
- Cárcamo, A. y Rejas, J. (2015). Análisis multitemporal mediante teledetección espacial y SIG del cambio de cobertura del suelo en el municipio de Danlí, El Paraíso, en los años 1987-2011. *Ciencias Espaciales*, 8(2). 259-271.
- Cascante, A. (2008). *Guía para la recolecta y preparación de muestras botánicas. Preparación de especímenes*. San José, Costa Rica: Museo Nacional de Costa Rica.
- Castañeda, A. y Montes, C. (2016). Carbono almacenado en páramo andino. *Ciencias Agrarias*, 13(1), 28-39.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2017). *Indicadores de Cambio Climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Autor.
- Cerdal, J y Villarroel del P, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Chil Pediatr*. 79(1), 54-58.

- CIFOR-CATIE (Center for International Forestry Research) – (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2008). *Manejo Forestal Comunitario en América Latina. Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro*. Belém, Brasil: Autor.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Registro oficial*, 983. (12 de abril de 2017).
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro oficial*, 449. (20 de octubre de 2008).
- Cruz, P., Bascuñan, A., Velozo, J. y Rodríguez, M. (2015). Funciones alométricas de contenido de carbono para quillay, peumo, espino y litre. *Bosque*, 36(3), 375-381.
- Cunalata, C; Inga, C; Álvarez, G; Recalde, C y Echeverría, M. (2013). Determinación de carbono orgánico total presente en el suelo y la biomasa de los páramos de las comunidades de Chimborazo y Shobol Llinllín en Ecuador. *Geocarbon*, 27(3), 10-13.
- Dauber, E., Terán, J. y Guzmán, R. (2000). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Forestal Iberoamericana*, 1(1), 1-10.
- Díaz, R., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E. y Etchevers, J. (2007). Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula Schl. Et Cham. Madera y Bosque*, 13(1), 25-34.
- Díaz, M., Vázquez, A., Uribe, M., Sánchez, A., Lara, A. y Cruz, A. (2016). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en aile obtenidas mediante un método no destructivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16(2), 335-349.
- Duque, E. (2013). *Sistemas de bono de carbono como fuente de restauración del capital natural en proyectos hidroeléctricos: Mercado internacional de bonos de carbono*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Echeverri, C. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el Municipio de Montería (Córdoba, Colombia). *Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9). 85-96.

- FAO (Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura). (2008). *FAO SALA DE PRESNA* . Obtenido de Los bosques y el cambio climático : <http://www.fao.org/Newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4260s.pdf>
- Fernández, J. (2015). *Energía de la biomasa*. Recuperado de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos-biomasa.pdf>
- Fonseca, W., Alice, F. y Rey, J. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosque secundario en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque*, 30(1). 36-47.
- Franco, R. y Rodríguez, J. (2005). Análisis multitemporal satelital de los bosques del Carare-Opon, mediante imágenes Landsat de 1991 y 2002. *Colombia Forestal*, 9(18). 157-162.
- García, M., Ibáñez J. y Alvira, F. (1993). *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación*. Madrid: Alianza Universidad Textos; p. 141-70.
- García, S. (2012). *Centrales Termoeléctricas de Biomasa: Biomasa*. Renovetec Editores. Recuperado de <http://www.plantasdebiomasa.net/indice-libro-biomasa-renovetec.pdf>
- Gayoso, J. (2005). Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. *Forestal Iberoamericana*, 1(1). 1-13.
- Gerald, N., Mark, R., Jawoo, K., Richard, R. y Timothy, T. (2009). Cambio Climático, el impacto en la agricultura y los costos de adaptación. *International Food Policy Research Institute*, 4.
- Gómez, J., Etchevers, J., Monterrosos, A., Campo, J. y Tinoco, J. (2011). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Quercus magnoliaefolia*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(2), 261-272.
- González, 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. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A2922E/A2922E.PDF>
- González, S., Salazar, F., Newenschwander, A., Arata, P., Tessada, R. y Salas, C. (2009). *Inventarios Anuales de Gases de Efecto Invernadero de Chile*. Chile: Boletín INIA.
- Greenpeace. (2016). *El cambio climático y los arrecifes coralinos del Planeta*. Recuperado de: http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/el-cambio-climatico-y-los-arre.pdf
- Gutiérrez, M. (2016). *Evaluación del carbono en la biomasa de tres especies forestales nativas (Miconia aspergillaris, Vallea stipularis, Oreocallis grandiflora) en el bosque Aguarongo: Carbono en ecosistemas forestales*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Hamlyn, J. y Robin, V. (2010). *Remote sensind of vegetation principles, techniques an applications*. New York: Oxford University Press Inc.
- Harald, M. (1997). Fundamentos del procesamiento digital de imágenes. México.
- Henry, H. (1980). Appraising a company's strengths and weaknesses. *Managerial Planning*, 14(3), 76-81.
- Hernández, T. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿un instrumento para el desarrollo sustentable? *SCIELO*, 1(19), 98-99.
- Ibañez, D. (2011). *Efectos del cambio climático en las actividades agrarias y forestales*. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/17864/1/efectos-del-cambio-climatico-en-las-actividades-agrarias-y-forestales.pdf>
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). (2007). *Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático*. Bogota, Colombia: Autor
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2016). *Boletín Climatológico Anual 2015*. Quito: Autor

- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2003). *Good Practice Guidance for LULUCF*. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2014). *Resumen para Responsables de Políticas . Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*.
- Khorram, S., Koch, F., Van Der Wiele, C. y Nelson, S. (2012). *Remote Sensing*. New York: Springer.
- Landis., J. y Koch, G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometric*, 33(1), 159-174.
- Lerma, M. y Orjuela, E. (2014). *Modelos Alométricos para la estimación de la biomasa aérea total en el páramo de Anaime, departamento del Tolima, Colombia*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Tolima, Ibagué, Colombia.
- López, T. (2006). *Estimación de factores de expansión de volumen a biomasa y carbono en ecosistemas forestales en Chihuahua, México*. (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L. México.
- Martínez, P. y Patiño, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1). 5-20.
- Martínez, C. (2005). Estudio multitemporal de cambios en la cobertura vegetal (1979-2004) y modelización Prospectiva en la provincia de Cotopaxi. *Ecociencia*, 1(2), 2-52.
- Massiris, A. (2006). *Procesos de ordenamiento territorial en América Latina y Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia
- MAE (Ministerio del Ambiente de Ecuador). (2011). *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. Quito Ecuador. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc2.pdf>
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2015) *Resultados de la Evaluación Nacional Forestal*. Quito-Ecuador: Autores.
- MAE (Ministerio de Ambiente de Ecuador). (2017). *La gestión de los bosques en América Latina y la información para la gestión*. Quito, Ecuador: Autor.

- Montero, M. y Montagnini, F. (2005). Modelos alométricos para la estimación de biomasa de diez especies nativas en plantaciones en la región Atlántica de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, 4(5). 112-119.
- National Geographic. (2010). *Cambio climático: sequía e inundaciones*. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/cambio-climatico-sequias-e-inundaciones>
- Navarro, A. (2011). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Geotelemática*. Barcelona: UOC.
- Pardo, M. (2007). El impacto social del Cambio Climático. *Panorama Social*, 2(5). 22-35
- 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
- Pereira, M., Loss, A., Beutler, S. y Rodríguez, J. (2010). Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 45(5). 508-514.
- Pimienta de la Torre, D., Domínguez, G., Aguirre, O., Hernández, F. y Jiménez, J. (2007). Estimación de biomasa y contenido de carbono de *Pinus cooperi* Blanco, en Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y Bosques* 13(1), 3546.
- Planet. (2016). *Planet imagery, Product specification: PlanetScope and RapidEye*. Recuperado de https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/1610.06_Spec%20Sheet_Combined_Imagery_Product_Letter_ENGv1.pdf
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2016). *Manejo Sustentable del bosque Nativo*. Santiago de Chile: Autor.
- Ponce, H. (2007). La matriz foda: *alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones*. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (1), 113-130.

- Portilla, F., Noguera, M. y Pacheco, N. (2014). Diagnóstico multitemporal de las áreas ambientales sensibles a la desertificación en la provincia del Azuay a partir del año 1982. *La Granja: Revista de la Ciencias de la Vida*, 20(2). 36-44.
- Quiceno, N., Tangarife, G. y Álvarez, R. (2015). *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*. (Tesis de Pregrado). Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”. Bogotá, Colombia.
- Razo, R., Gordillo, A., Rodríguez, R., Maycotte, C. y Acevedo, O. (2013). Estimación de biomasa y carbono almacenado en árboles de oyamel afectados por el fuego en el Parque Nacional “El Chico”, Hidalgo, México. *Madera y Bosques*, 19(2), 73-86.
- Rejas, J. (2008). *Tratamiento digital previo de las imágenes*. (Tesis de Posgrado). Escuela de Negocios. España.
- Rodríguez, L., Guevara, F., Reyes, L., Ovando, J., Nahed, J., Prado, M. y Campos, R. (2016). Estimación de biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios de la región Frailesca de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(37). 77-94.
- Rodríguez, M. y Mance, H. (2009). *Cambio climático: lo que está en juego*. Bogotá-Colombia. Foro Ambiental Nacional.
- Roca, M. (2005). Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Educación*, 2(5). 73-80.
- Ruiz, V., Save, R. y Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993-2011. *Ecosistemas: Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 22(3), 117-123.
- Salgado, S., Betancourt, F. y Cuesta, F. (2007). Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar, Provincia Cañar-Ecuador. *Ecociencia*, 1(2). 2-45
- Sánchez, A. (2016). *Estimación del carbono orgánico sobre el suelo, a partir de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+, en el bosque de ceja andina de la*

- comunidad Indígena Huangras - Achupallas- Chimborazo: Ciclo global del carbono* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Sanz, C. (2002). *Razonamiento evidencial dinámico: Un método de clasificación aplicado al análisis de imágenes hiperespectrales*. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Schlegel, B. (2001). Estimación de la Biomasa y Carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. *Bosque*, 2(1). 1-13.
- SENPLADES (Secretaría Nacional De Planificación y Desarrollo). (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Quito. Autor.
- SENPLADES (Secretaría Nacional De Planificación y Desarrollo). (2017). *Toda una Vida Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito. Autor.
- Segura, M. y Andrade, H. (2008). ¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes? *Agroforestería en las Américas*, 46(3), 89-96.
- Segura, M. y Kanninen, M. (2005). Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. *Biotropica* 37(1). 2-8.
- Sierra, R. (1994). *Técnicas de Investigación social*. Madrid: Paraninfo
- Snowdon, P., Raison, J. y Heather, K. (2002). *Protocol for Sampling Tree and Stand Biomass*. Australian Greenhouse Office. Australia.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. (2017). *Decreto ejecutivo, 3516*. (31 de marzo de 2003).
- Toro, N., Gomariz, F., Cánovas, F. y Alonso, F. (2015). Comparación de Métodos de clasificación de imágenes de satélite en la cuenca del río Argos (Región de Murcia). *Asociación de Geógrafos Españoles*, 2(67). 327-347.
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Santiago de Chile. Naciones Unidas.
- Valdemir, A., Malavasi, C., Calegário, N., De Matos Malavasi, M. y Küster, M. (2008). Relaciones alométricas para *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit. *Ciencia Florestal*, 18(3), 333-342.

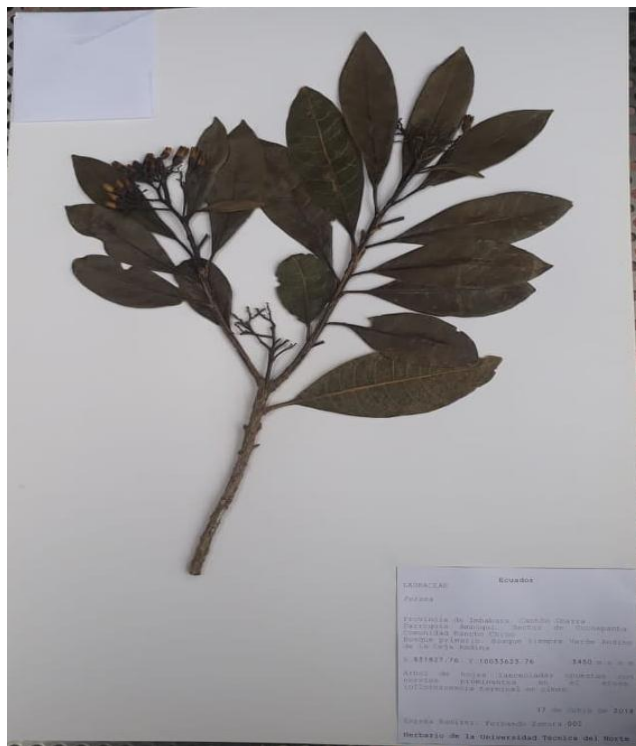
- Villagómez, J., Mora, A., Barradas, D. y Vásquez, E. (2014). El análisis FODA como herramienta para la definición de líneas de investigación. *Mexicana de Agronegocios*, 2(35). 1121-1131.
- Walkley y Black. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37, 29-38.
- Yepes, A. y Silveira, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (Revisión). *Colombia Forestal*, 14(2). 213-232.

ANEXOS
ANEXO: 1 MUESTRAS
BOTÁNICAS

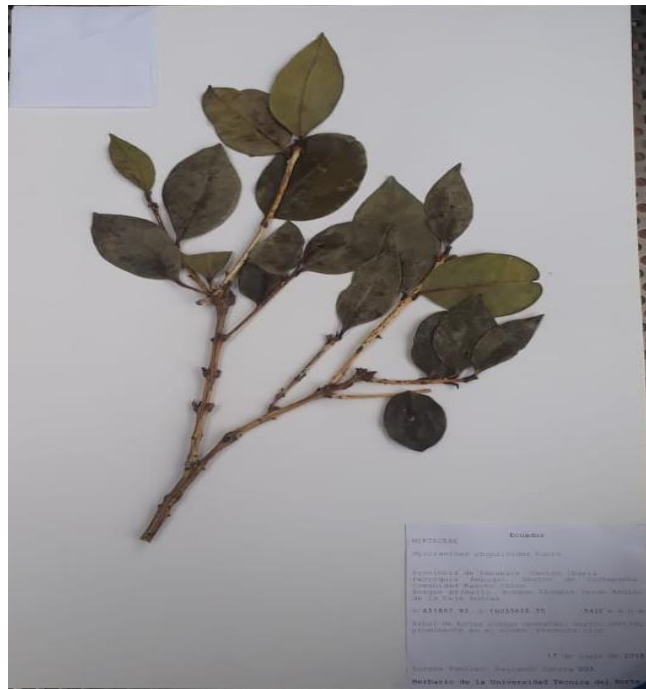
Solanum sp



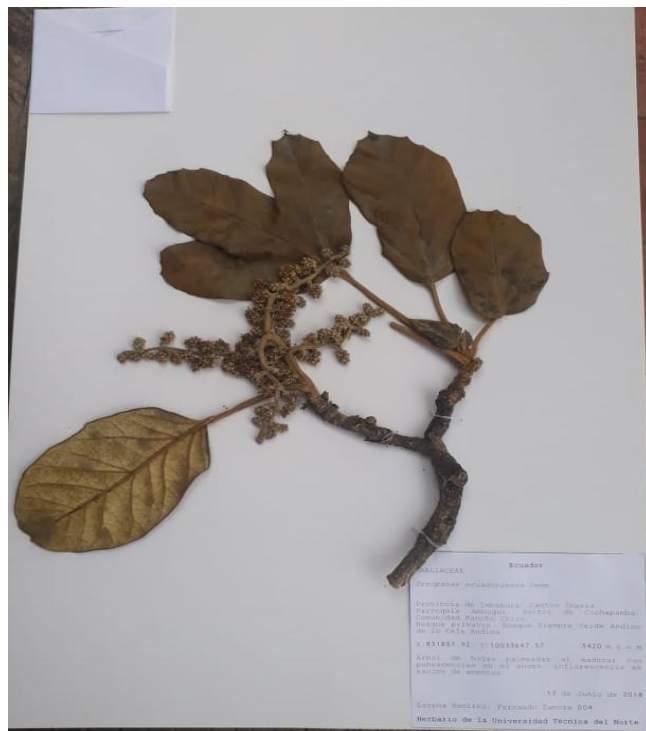
Persea sp



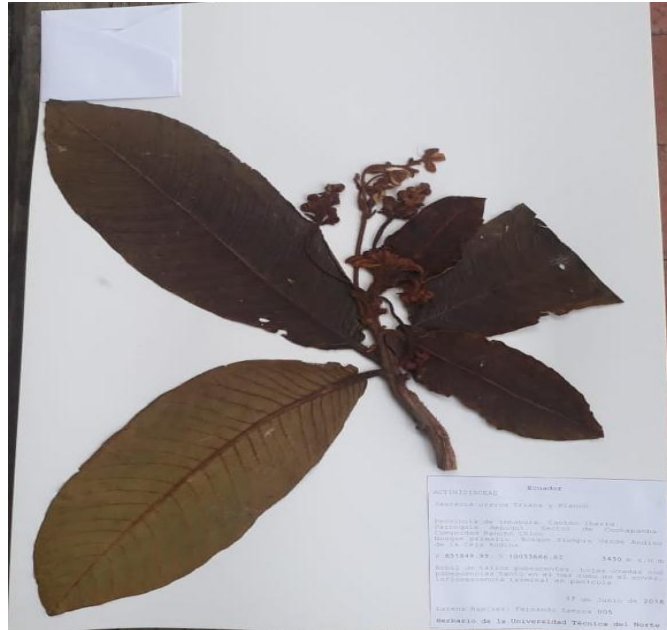
Myrcianthes rhopaloides



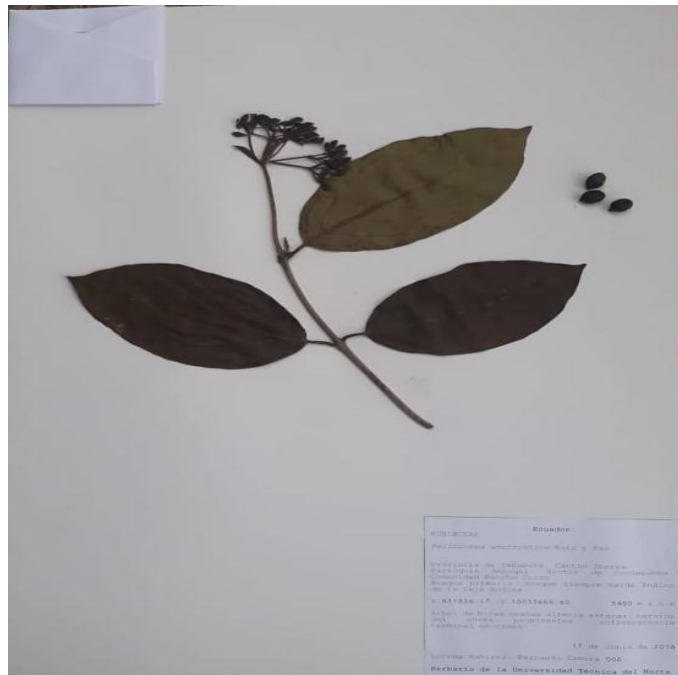
Oreopanax ecuadoriense



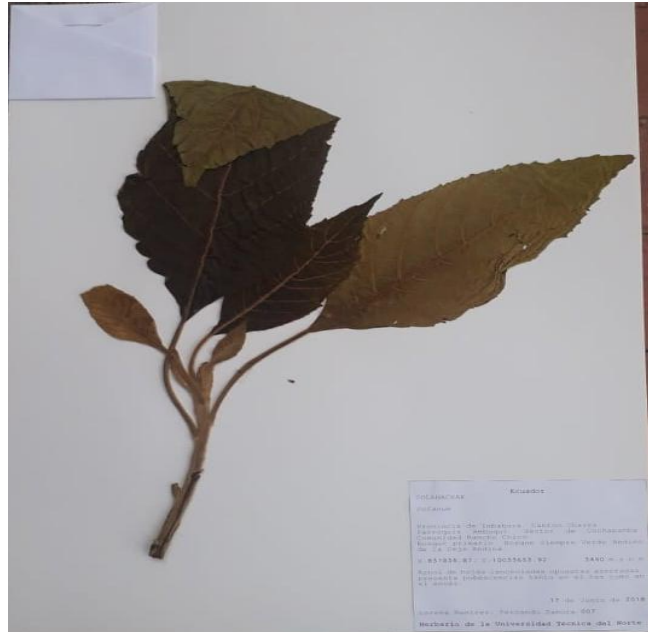
Saurauia ursina



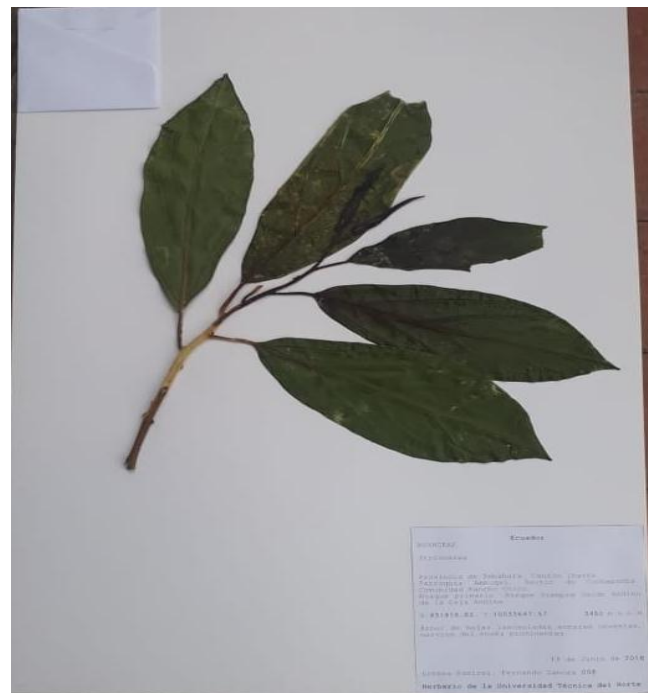
Palicourea amethystina



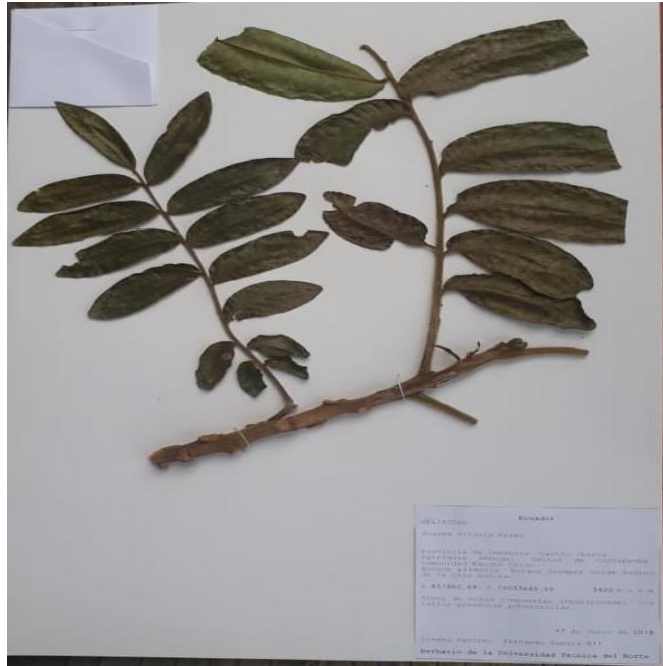
Solanum sp1



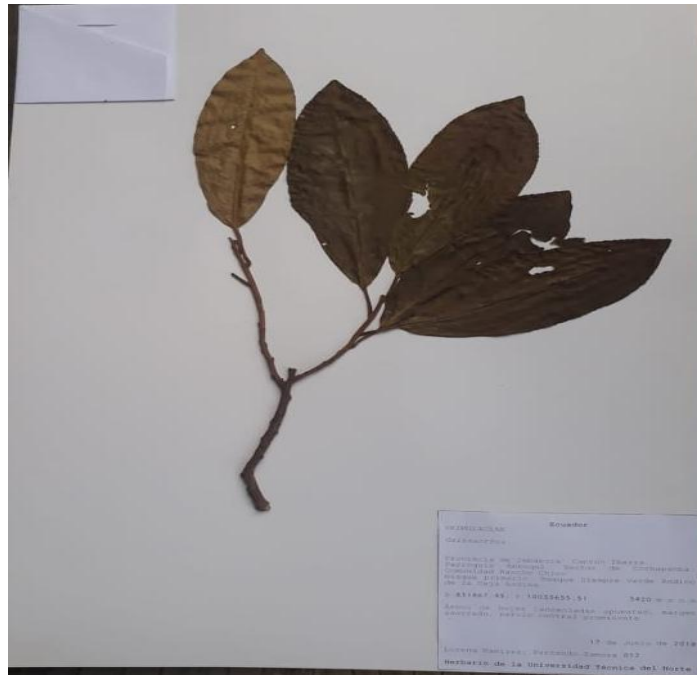
Styloceras sp



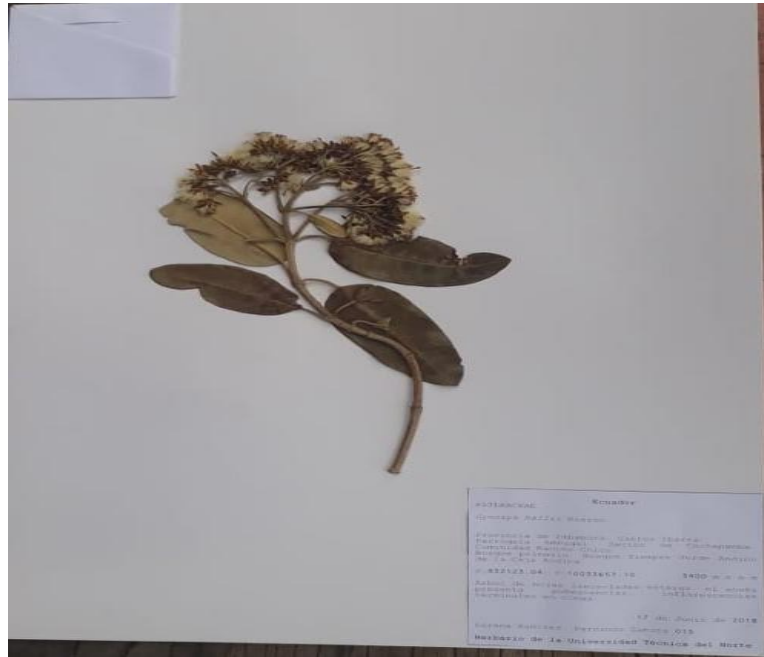
Ruagea hirsuta



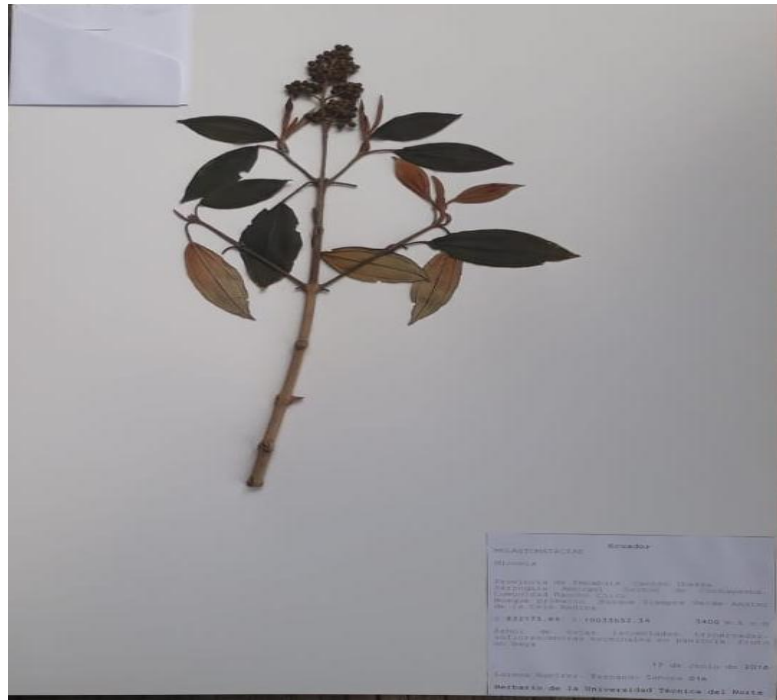
Geissanthus sp



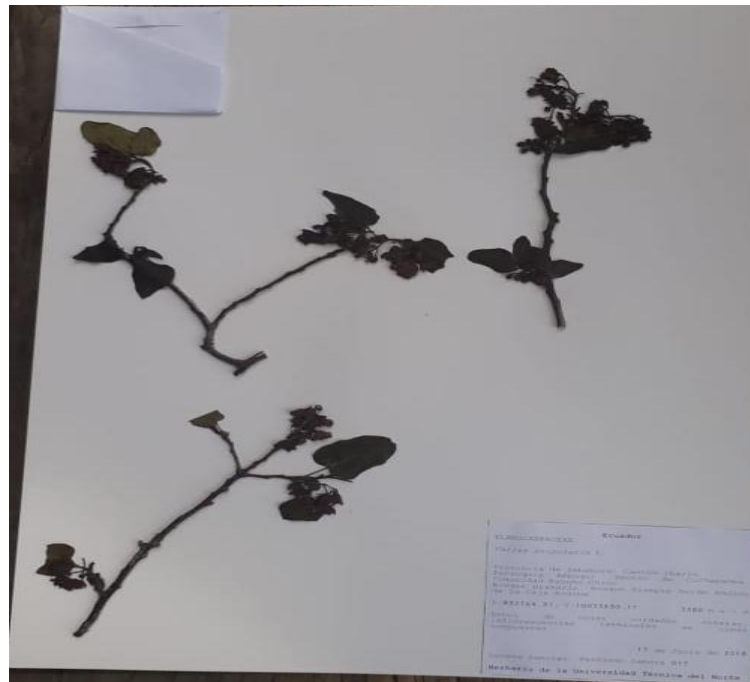
Gynoxys hallii



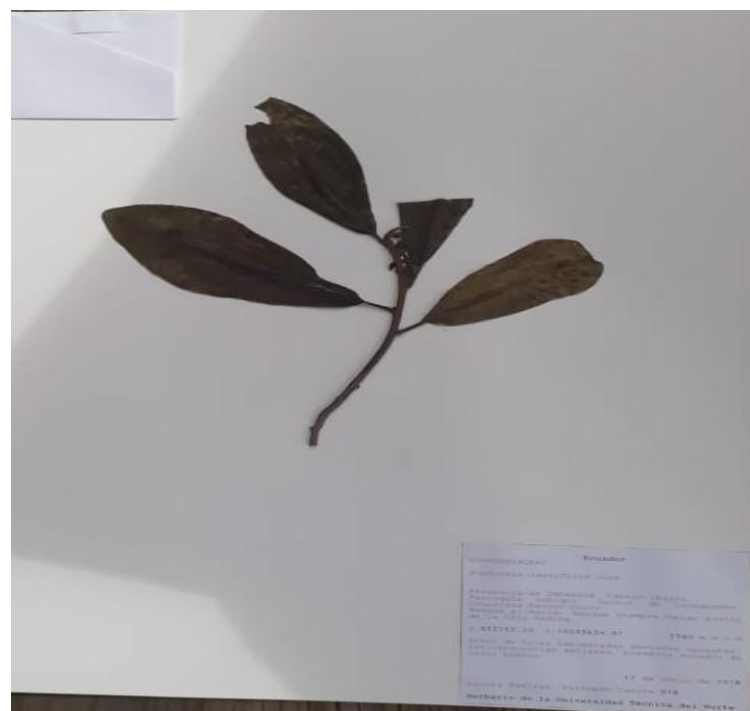
Miconia sp



Vallea stipularis



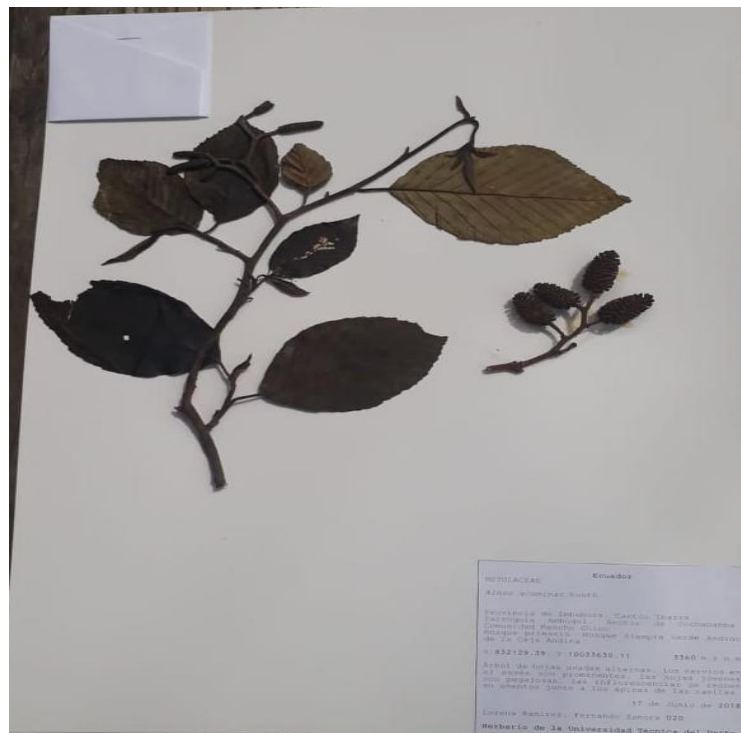
Euphorbia laurifolia



Bocconia integrifolia

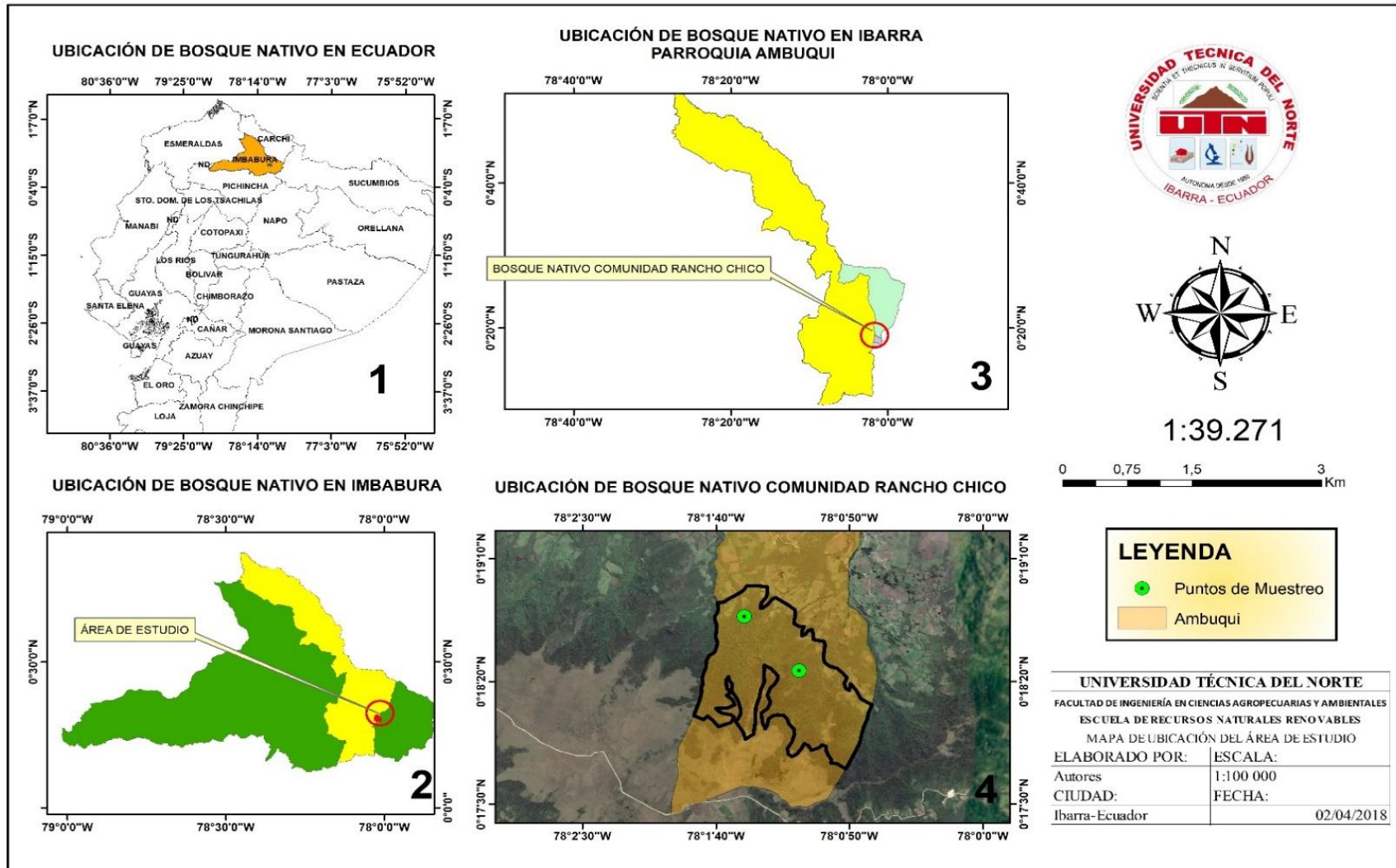


Alnus acuminata

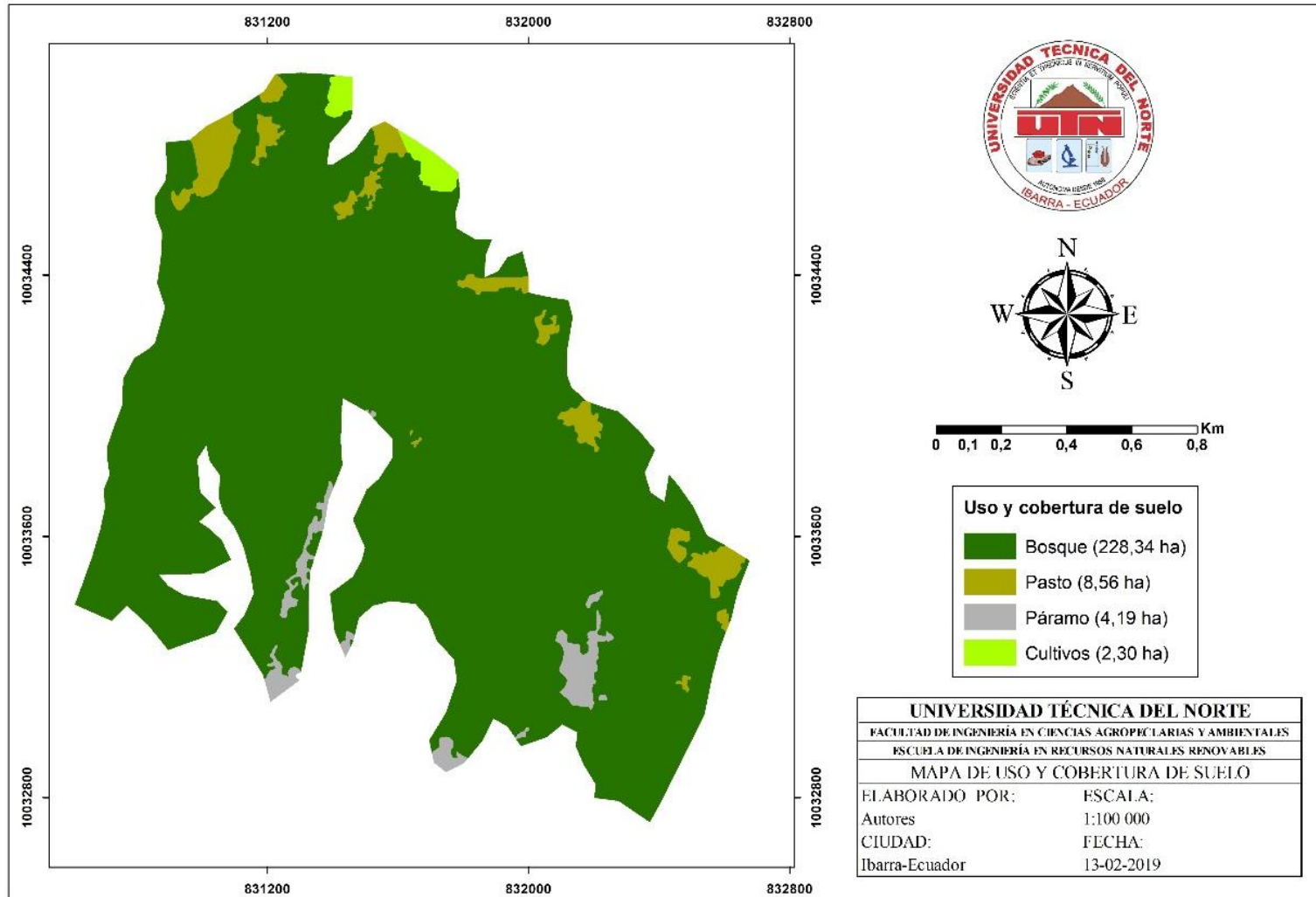


ANEXO 2: MAPAS

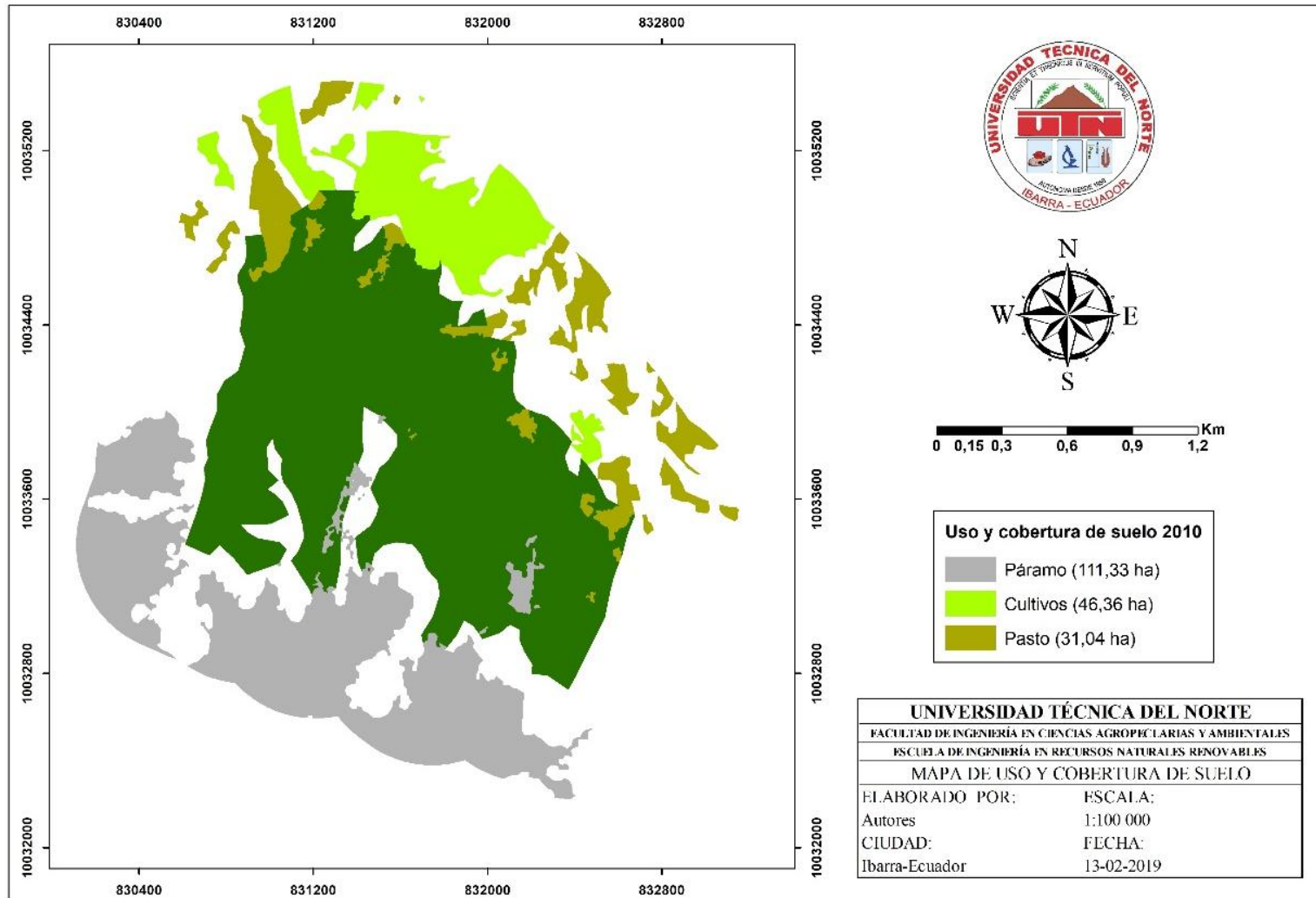
AREA DE ESTUDIO DEL BOSQUE NATIVO



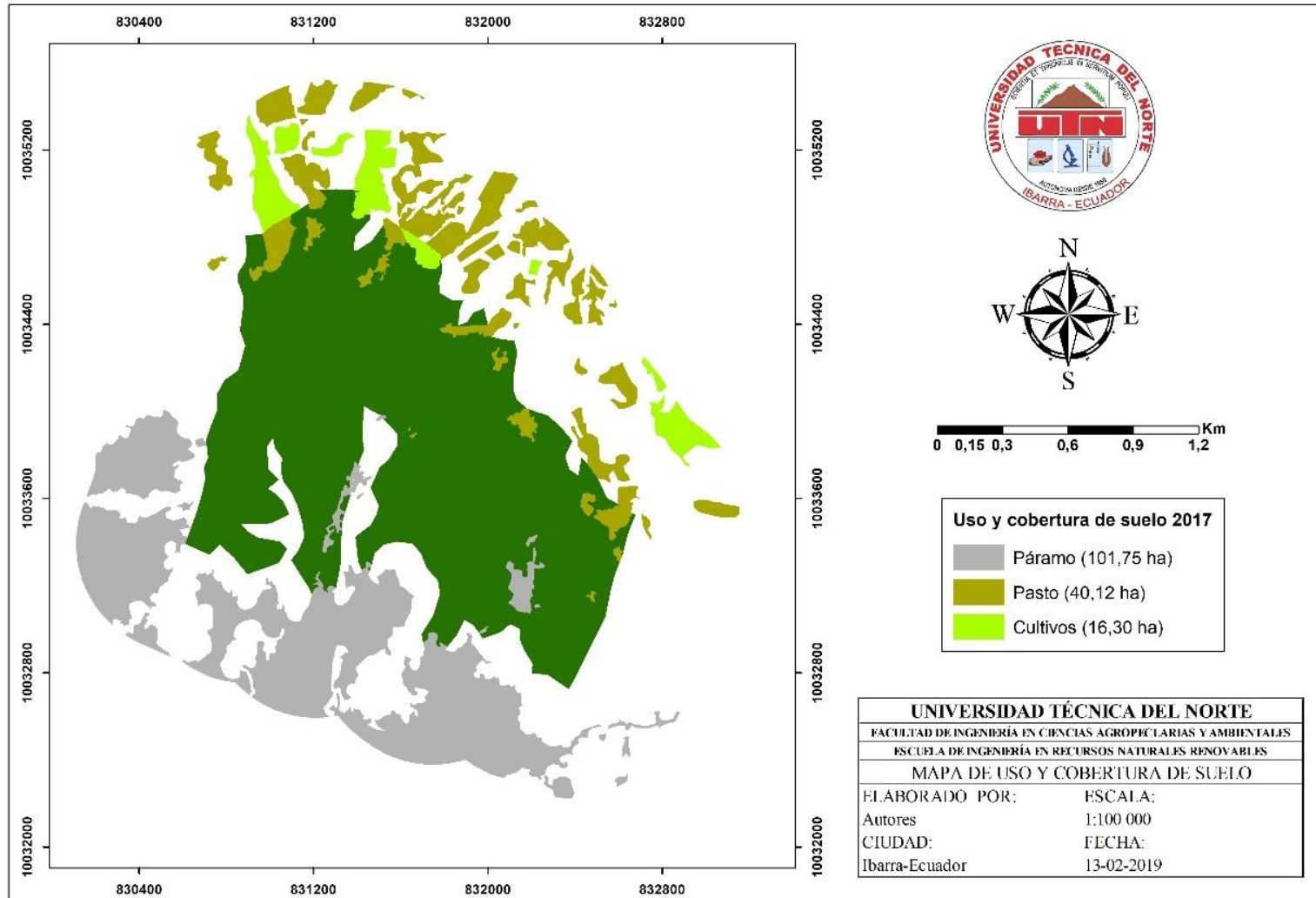
USO Y COBERTURA DE SUELO 2010 Y 2017 DEL BOSQUE NATIVO



ZONA DE INFLUENCIA DEL BOSQUE NATIVO 2010



ZONA DE INFLUENCIA DEL BOSQUE NATIVO 2017



ANEXO: 3 TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Análisis estadístico por especie

Nombre científico	Medidas de resumen	DAP (cm)	HT (m)	Densidad (kg/m ³)	Vol/Arb (m ³)	Biomasa árbol (kg)	Contenido carbono (kg)
<i>Solanum sp</i>	N	43	43	43	43	43	43
	Media	9.86	5.26	305.88	0.03	15.99	8
	D.E.	2.89	1.27	69.7	0.02	12.02	6.01
	E.E.	0.44	0.19	10.63	0	1.83	0.92
	CV	29.34	24.24	22.79	69.74	75.18	75.18
	Mín	6.05	3	160.66	0.01	2.92	1.46
	Máx	14.96	7	487.74	0.09	55.12	27.56
	Suma	424.04	226	13152.9	1.4	687.65	343.83
	Suma						
	Cuad.	4533.21	1256	4227265.88	0.07	17067.93	4267.08
	n	25	25	25	25	25	25
<i>Persea sp</i>	Media	27.47	6.22	294.09	0.29	134.82	67.41
	D.E.	7.1	0.91	101.38	0.2	100.23	50.11
	E.E.	1.42	0.18	20.28	0.04	20.05	10.02
	CV	25.85	14.69	34.47	68.75	74.34	74.34
	Mín	18.78	4.5	163.56	0.09	36.99	18.5
	Máx	47.11	8	550.21	0.98	502.12	251.06
	Suma	686.71	155.5	7352.35	7.21	3370.47	1685.24
	Suma	20072.8					173876.9
	Cuad.	2	987.25	2408958.94	3.02	695506.09	9
	n	29	29	29	29	29	29
	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Media	17.58	7.62	252.41	0.22	69.3
D.E.		10.72	2.64	70.54	0.35	90.47	45.23
E.E.		1.99	0.49	13.1	0.07	16.8	8.4
CV		60.97	34.61	27.95	159.24	130.54	130.54
Mín		7	3	118.09	0.01	3.23	1.61
Máx		46.15	14	368.55	1.41	412	206
Suma		509.81	221	7319.77	6.44	2009.74	1004.87
Suma		12179.1					
Cuad.		5	1879	1986862.53	4.93	368429.79	92107.43
n		45	45	45	45	45	45
<i>Oreopanax ecuadoriensis</i>		Media	10.69	6.38	316.38	0.05	24.92
	D.E.	2.81	2.24	48.9	0.04	20.97	10.49
	E.E.	0.42	0.33	7.29	0.01	3.13	1.56

	CV	26.28	35.11	15.46	77.73	84.14	84.14
	Mín	6.05	3	136.18	0.01	1.47	0.73
	Máx	18.56	11	416.03	0.17	102.49	51.24
	Suma	480.93	287	14237.24	2.07	1121.6	560.8
	Suma						
	Cuad.	5487.06	2051	4609653.52	0.15	47307.89	11827.09
	n	44	44	44	44	44	44
	Media	16.33	8.66	258.28	0.17	78.51	39.25
	D.E.	6.86	3.04	108.36	0.17	86.95	43.47
	E.E.	1.03	0.46	16.34	0.03	13.11	6.55
<i>Saurauia</i>	CV	41.97	35.13	41.95	100.2	110.75	110.75
<i>ursina</i>	Mín	6.02	4	111.02	0.01	2.46	1.23
	Máx	27.06	16	702.48	0.64	338.6	169.3
	Suma	718.68	381	11364.22	7.63	3454.43	1727.22
	Suma	13759.3					149069.5
	Cuad.	9	3697	3440011.63	2.62	596277.23	8
	n	26	26	26	26	26	26
	Media	11.9	6.08	379.89	0.05	30.07	15.04
	D.E.	3	1.32	60.8	0.02	13.2	6.6
	E.E.	0.59	0.26	11.92	0	2.59	1.29
<i>Palicourea</i>	CV	25.18	21.79	16.01	48.28	43.91	43.91
<i>amentistina</i>	Mín	6.68	4	278.43	0.01	8.09	4.04
	Máx	16.55	8	501.03	0.09	53.97	26.99
	Suma	309.41	158	9877.1	1.29	781.85	390.92
	Suma						
	Cuad.	3906.52	1004	3844619.55	0.08	27868.91	6967.19
	n	15	15	15	15	15	15
	Media	14.81	5.93	221.67	0.09	35.02	17.51
	D.E.	4.74	1.75	61.97	0.07	35.2	17.6
	E.E.	1.22	0.45	16	0.02	9.09	4.54
<i>Solanum</i>	CV	31.98	29.51	27.96	78.55	100.51	100.51
<i>sp2</i>	Mín	7.96	3	153.09	0.01	3.81	1.9
	Máx	22.6	8	394	0.23	118.79	59.4
	Suma	222.2	89	3325.07	1.28	525.27	262.63
	Suma						
	Cuad.	3605.72	571	790846.82	0.17	35738.26	8934.6
<i>Styloceras</i>	n	27	27	27	27	27	27
<i>sp</i>	Media	17.33	8.48	297.62	0.18	80.39	40.2

	D.E.	5.6	2.99	76.71	0.15	71.38	35.69
	E.E.	1.08	0.58	14.76	0.03	13.74	6.87
	CV	32.29	35.28	25.78	84.95	88.79	88.79
	Mín	9.39	3	131.23	0.03	13.99	6.99
	Máx	27.69	15	466.02	0.55	290.75	145.37
	Suma	467.96	229	8035.77	4.73	2170.61	1085.31
	Suma						
	Cuad.	8924.71	2175	2544624.33	1.41	306986.29	76746.7
	n	17	17	17	17	17	17
	Media	12.47	6.76	334.27	0.09	55.21	27.6
	D.E.	6.88	2.49	34.78	0.16	116.15	58.08
	E.E.	1.67	0.6	8.44	0.04	28.17	14.09
<i>Miconia</i>	CV	55.19	36.78	10.41	180.15	210.39	210.39
<i>bulliata</i>	Mín	6.68	4	278.36	0.01	7.16	3.58
	Máx	35.01	12	443.56	0.67	496.29	248.15
	Suma	211.91	115	5682.64	1.48	938.55	469.27
	Suma						
	Cuad.	3398.86	877	1918908.12	0.53	267684.44	66921.38
	n	21	21	21	21	21	21
	Media	10.13	5.48	360.87	0.03	20.99	10.5
	D.E.	2.49	2.11	39.33	0.03	16.16	8.08
	E.E.	0.54	0.46	8.58	0.01	3.53	1.76
<i>Solanum</i>	CV	24.58	38.57	10.9	75.16	77	77
<i>sp1</i>	Mín	6.68	3	290.56	0.01	6.34	3.17
	Máx	14.1	12	423.03	0.11	61.57	30.79
	Suma	212.77	115	7578.2	0.72	440.83	220.42
	Suma						
	Cuad.	2279.84	719	2765656.67	0.04	14479.15	3619.8
	n	17	17	17	17	17	17
	Media	10.81	7.47	338.34	0.05	30.95	15.47
	D.E.	2.84	2.15	68.23	0.04	22.85	11.42
	E.E.	0.69	0.52	16.55	0.01	5.54	2.77
<i>Ruagea</i>	CV	26.25	28.83	20.17	65.17	73.83	73.83
<i>hirsuta</i>	Mín	7	4	214.38	0.01	6.61	3.3
	Máx	15.22	12	485.04	0.13	92.64	46.32
	Suma	183.79	127	5751.83	0.92	526.09	263.05
	Suma						
	Cuad.	2115.83	1023	2020579.19	0.07	24631.87	6157.96

	n	13	13	13	13	13	13
	Media	9.59	7	354.79	0.04	22.03	11.02
	D.E.	2.73	2.71	106.54	0.03	14.06	7.03
	E.E.	0.76	0.75	29.55	0.01	3.9	1.95
<i>Geissanthus</i>	CV	28.48	38.69	30.03	75.99	63.81	63.81
<i>sp</i>	Mín	6.05	3	217.43	0.01	4.08	2.04
	Máx	14.07	12	652.94	0.1	45.84	22.92
	Suma	124.71	91	4612.33	0.52	286.44	143.22
	Suma						
	Cuad.	1285.94	725	1772646.73	0.03	8683.88	2170.94
	n	9	9	9	9	9	9
	Media	7.81	8	282.18	0.03	13.63	6.82
	D.E.	1.85	3.39	70.9	0.02	8.45	4.22
	E.E.	0.62	1.13	23.63	0.01	2.82	1.41
<i>Palicourea</i>	CV	23.75	42.39	25.12	71.81	61.95	61.95
<i>apicata</i>	Mín	4.46	4	162.68	0	2	1
	Máx	9.93	14	377.26	0.07	23.3	11.65
	Suma	70.27	72	2539.62	0.28	122.71	61.36
	Suma						
	Cuad.	576.16	668	756839.44	0.01	2244.05	561.01
	n	9	9	9	9	9	9
	Media	11.68	8.89	455.99	0.07	55.2	27.6
	D.E.	2.48	1.9	34.85	0.05	31.97	15.99
	E.E.	0.83	0.63	11.62	0.02	10.66	5.33
<i>Ardisia sp</i>	CV	21.26	21.38	7.64	60.84	57.93	57.93
	Mín	8.91	6	404.12	0.03	20.88	10.44
	Máx	16.58	12	517.4	0.17	116.35	58.17
	Suma	105.13	80	4103.87	0.67	496.76	248.38
	Suma						
	Cuad.	1277.36	740	1881019.46	0.07	35596.56	8899.17
	n	10	10	10	10	10	10
	Media	8.72	7.1	370.64	0.04	22.99	11.49
	D.E.	2.04	3.25	45.11	0.03	19.76	9.88
<i>Gynoxys</i>	E.E.	0.64	1.03	14.26	0.01	6.25	3.12
<i>hallii</i>	CV	23.38	45.74	12.17	80.13	85.96	85.96
	Mín	6.37	3	305.3	0.01	3.57	1.78
	Máx	11.46	12	430.69	0.08	53.43	26.72
	Suma	87.22	71	3706.37	0.36	229.9	114.95

	Suma						
	Cuad.	798.16	599	1392027.79	0.02	8800.34	2200.05
	n	9	9	9	9	9	9
	Media	8.42	6.78	352.56	0.03	17.33	8.67
	D.E.	1.94	1.64	73.79	0.01	10.78	5.39
	E.E.	0.65	0.55	24.6	0	3.59	1.8
<i>Miconia sp</i>	CV	23.02	24.22	20.93	50.7	62.2	62.2
	Mín	5.73	5	272.68	0.01	5.36	2.68
	Máx	11.14	10	505.03	0.05	36.61	18.31
	Suma	75.74	61	3173.09	0.25	155.99	78
	Suma						
	Cuad.	667.43	435	1162276.44	0.01	3633.46	908.38
	n	7	7	7	7	7	7
	Media	7.83	7	366.93	0.03	23.28	11.64
	D.E.	3.16	2.65	53.84	0.05	35.28	17.64
	E.E.	1.19	1	20.35	0.02	13.33	6.67
<i>Vallea stipularis</i>	CV	40.31	37.8	14.67	141.24	151.54	151.53
	Mín	5.41	5	287.97	0.01	4.69	2.34
	Máx	14.64	12	438.47	0.14	101.6	50.8
	Suma	54.8	49	2568.48	0.24	162.95	81.48
	Suma						
	Cuad.	488.76	385	959834.15	0.02	11259.34	2814.86
	n	8	8	8	8	8	8
	Media	7.9	4.25	265.76	0.02	6.87	3.44
	D.E.	1.07	1.16	32.69	0.01	3.43	1.71
	E.E.	0.38	0.41	11.56	0	1.21	0.61
<i>Euphorbia laurifolia</i>	CV	13.49	27.41	12.3	41.29	49.87	49.87
	Mín	6.37	3	218.72	0.01	2.43	1.21
	Máx	9.14	6	335.54	0.02	12.78	6.39
	Suma	63.22	34	2126.09	0.12	54.96	27.48
	Suma						
	Cuad.	507.56	154	572510.85	0	459.77	114.95
	n	8	8	8	8	8	8
	Media	8.91	6.88	169.52	0.03	9.72	4.86
<i>Bocconia integrifolia</i>	D.E.	2.23	1.46	15.58	0.02	6.34	3.17
	E.E.	0.79	0.52	5.51	0.01	2.24	1.12
	CV	25.03	21.2	9.19	58.03	65.22	65.22
	Mín	5.73	5	149.1	0.01	2.33	1.17

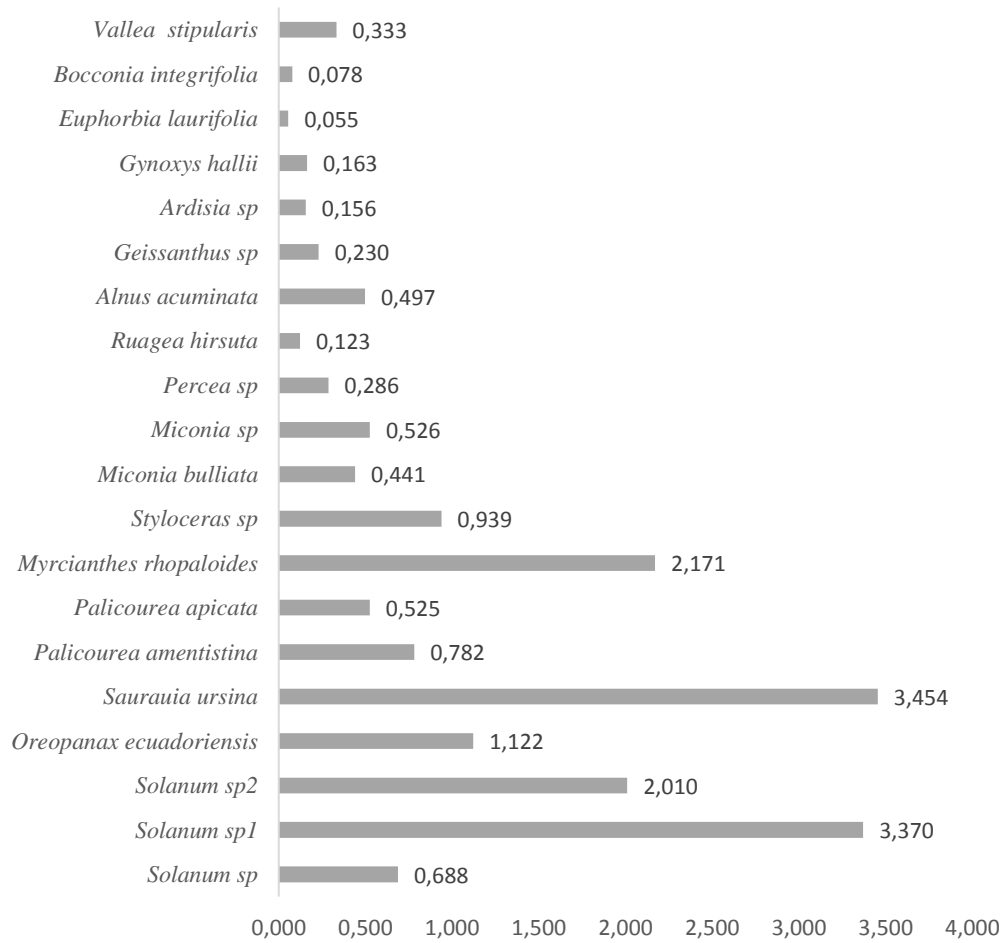
	Máx	12.41	9	197.9	0.06	19.48	9.74
	Suma	71.3	55	1356.18	0.27	77.74	38.87
	Suma						
	Cuad.	670.3	393	231602.41	0.01	1036.68	259.17
	n	14	14	14	14	14	14
	Media	9.42	9.07	281.32	0.05	23.8	11.9
	D.E.	2.89	2.09	47.48	0.04	17.9	8.95
	E.E.	0.77	0.56	12.69	0.01	4.78	2.39
<i>Alnus</i>	CV	30.68	23.07	16.88	68.66	75.2	75.2
<i>acuminata</i>	Mín	4.77	6	144.69	0.01	3.53	1.77
	Máx	13.85	13	347.13	0.12	60.74	30.37
	Suma	131.85	127	3938.54	0.72	333.19	166.6
	Suma						
	Cuad.	1350.29	1209	1137314.6	0.05	12094.02	3023.57

Tabla 2. Cuantificación de biomasa aérea y carbono fijo de las especies del Bosque Nativo de la Comunidad Rancho Chico

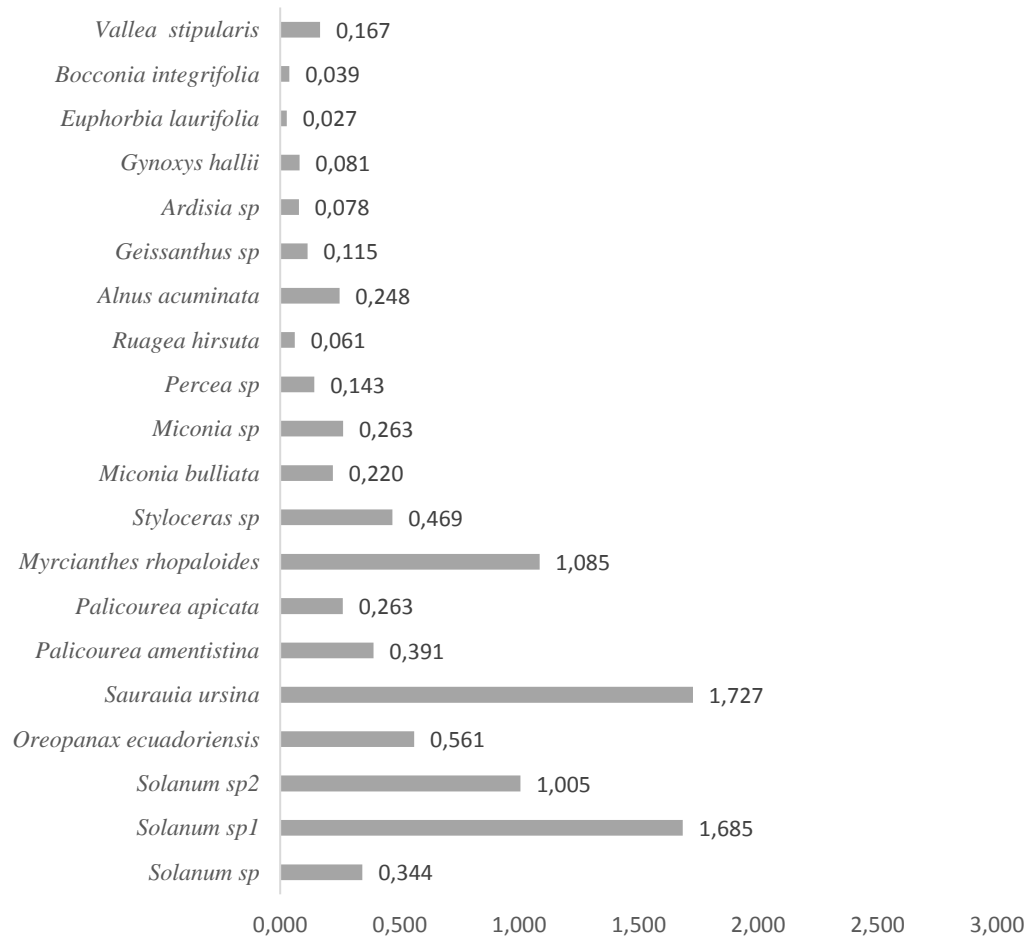
Familia	Género	Especie	Nombre científico	Número de individuos	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	%Biomasa Familia	%Carbono Familia
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Sp</i>	<i>Solanum sp</i>	43	687.64	343.82		
					9	4		
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>sp1</i>	<i>Solanum sp1</i>	17	3370.4	1685.2	33.809	33.809
					71	35		
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>sp2</i>	<i>Solanum sp2</i>	15	2009.7	1004.8		
					44	72		
Actinidiaceae	<i>Saurauia</i>	<i>ursina</i>	<i>Saurauia ursina</i>	44	3454.4	1727.2	19.247	19.247
					32	16		
Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	<i>rhopaloides</i>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	29	2170.6	1085.3	12.094	12.094
					14	07		
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	<i>amentistina</i>	<i>Palicourea amentistina</i>	26	781.84	390.92		
					7	4	7.283	7.283
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	<i>apicata</i>	<i>Palicourea apicata</i>	9	525.26	262.63		
					9	5		
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>ecuadoriensis</i>	<i>Oreopanax ecuadoriensis</i>	45	1121.6	560.80	6.249	6.249
					03	2		
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>bulliata</i>	<i>Miconia bulliata</i>	17	440.83	220.41		
					1	6	5.387	5.387
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>sp</i>	<i>Miconia sp</i>	9	526.09	263.04		
					1	5		
Buxaceae	<i>Styloceras</i>	<i>sp</i>	<i>Styloceras sp</i>	27	938.54	469.27	5.229	5.229
					6	3		
Betulaceae	<i>Alnus</i>	<i>acuminata</i>	<i>Alnus acuminata</i>	14	496.75	248.37	2.768	2.768
					8	9		
Elaeocarpaceae	<i>Vallea</i>	<i>stipularis</i>	<i>Vallea stipularis</i>	7	333.19	166.59	1.856	1.856
					2	6		
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>sp</i>	<i>Persea sp</i>	25	286.44	143.22	1.596	1.596
					4	2		
Primulaceae	<i>Geissanthus</i>	<i>sp</i>	<i>Geissanthus sp</i>	13	229.89	114.94	1.281	1.281
					6	8		
Asteraceae	<i>Gynoxys</i>	<i>hallii</i>	<i>Gynoxys hallii</i>	10	162.95	81.475	0.908	0.908
					0			
Clusiaceae	<i>Ardisia</i>	<i>sp</i>	<i>Ardisia sp</i>	9	155.98	77.995	0.869	0.869
					9			

Meliacea e	<i>Ruagea</i> <i>a</i>	<i>hirsuta</i>	<i>Ruagea</i> <i>hirsuta</i>	21	122.71 3	61.356	0.684	0.684
Papavera ceae	<i>Bocconia</i>	<i>integrifolia</i>	<i>Bocconia</i> <i>integrifolia</i>	8	77.741	38.871	0.433	0.433
Euphorbi aceae	<i>Euphorbia</i>	<i>laurifolia</i>	<i>Euphorbia</i> <i>laurifolia</i>	8	54.963	27.481	0.306	0.306

CONTENIDO DE BIOMASA AÉREA DEL BOSQUE NATIVO (Ton)



CONTENIDO DE CARBONO FIJO DEL BOSQUE NATIVO (Ton)



ANEXO: 4 ENCUESTA Y TABULACIÓN

**VALORACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE NATIVO
RANCHO CHICO**

Fecha: _____ **Encuesta** **No:**

Nombre de la persona encuestada: _____ **Edad:**

Cabeza de familia: _____ **Número de integrantes en la familia:**

Sector:

Nombre del encuestador: Lorena Ramírez; Fernando Zamora

1._ ¿con que frecuencia ha recorrido el bosque nativo de Rancho Chico?

Nunca _____ Casi nunca _____ Rara vez _____ Algunas veces _____ Muchas veces

2._ ¿Considera que el bosque nativo de Rancho Chico ha reducido su extensión?

Sin reducción _____ Poca reducción _____ Medianamente reducido _____ Reducido

_____ Muy

reducido _____

3._ ¿Cuál es el uso maderero del bosque nativo de Rancho Chico?

Leña _____ Postes _____ Cercas _____ Cabos de herramientas _____ Construcción

Comercialización _____ Artesanías _____

4._ ¿Emplea productos forestales no maderables del bosque nativo de Rancho Chico? Tales como:

Alimento _____ Medicina _____ Tintes _____ Colorantes _____ Ornamentales _____

5._ ¿Está usted de acuerdo que el bosque nativo de Rancho tiene importancia ecológica?

Totalmente en desacuerdo _____ En desacuerdo _____ Ni en acuerdo ni en desacuerdo _____

De acuerdo _____ Totalmente en acuerdo _____

6._ ¿Está de acuerdo en conservar el bosque nativo de Rancho Chico?

Totalmente en desacuerdo____ En desacuerdo _____ Ni en acuerdo ni en desacuerdo _____

De acuerdo____ Totalmente en acuerdo _____

7._ ¿Estaría usted interesado en una capacitación para saber sobre los servicios ambientales que proporciona el bosque nativo de Rancho Chico?

Sin interés____ Poco interés_____ Medianamente interesado _____ Interesado _____

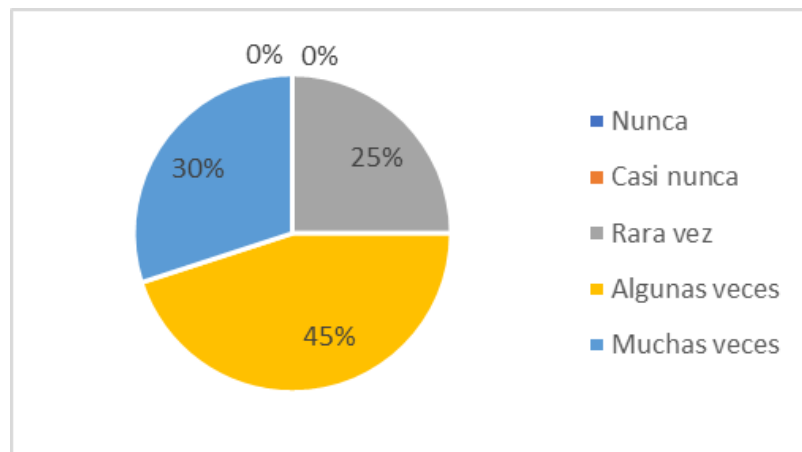
Muy interesado _____

8._ ¿Está de acuerdo que se establezca un límite de seguridad para que no exista avance de la frontera agrícola y ganadera?

SI_____ NO_____

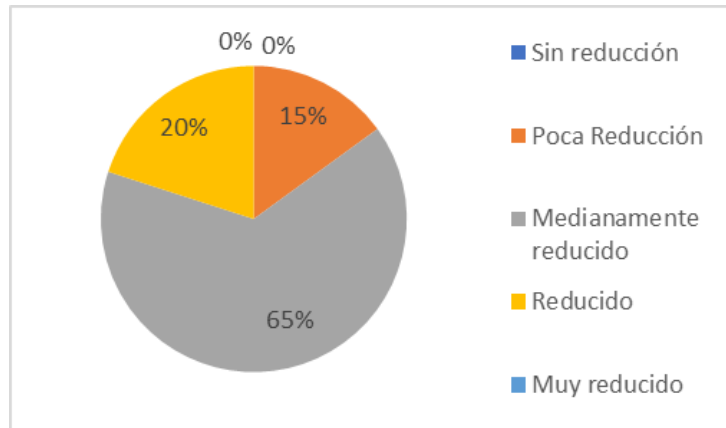
1. ¿Con que frecuencia ha recorrido el bosque nativo de Rancho Chico?

	N° de personas	%
Nunca	0	0
Casi nunca	0	0
Rara vez	5	25
Algunas veces	9	45
Muchas veces	6	30
Total	20	100



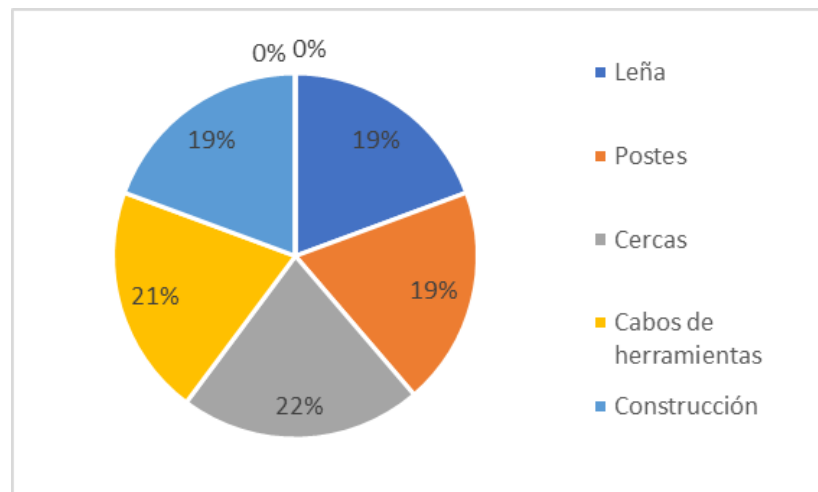
2. ¿Considera que el bosque nativo de Rancho Chico ha reducido su extensión?

	N° de personas	%
Sin reducción	0	0
Poca Reducción	3	15
Medianamente reducido	13	65
Reducido	4	20
Muy reducido	0	0
Total	20	100



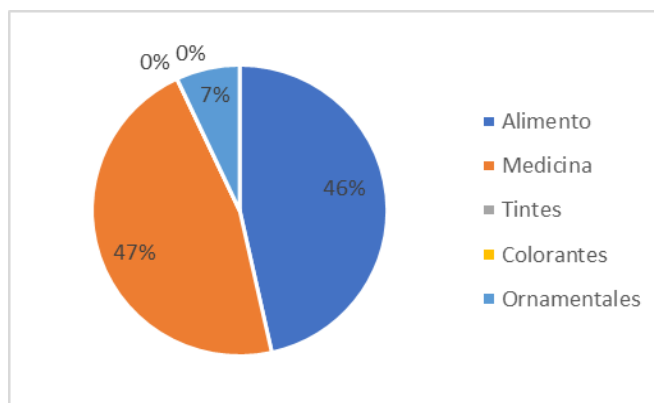
3. ¿Cuál es el uso maderero del bosque nativo de Rancho Chico?

	N° de personas	%
Leña	18	19.35
Postes	18	19.35
Cercas	20	21.51
Cabos de herramientas	19	20.43
Construcción	18	19.35
Comercialización	0	0
Artesanías	0	0
Total	93	100



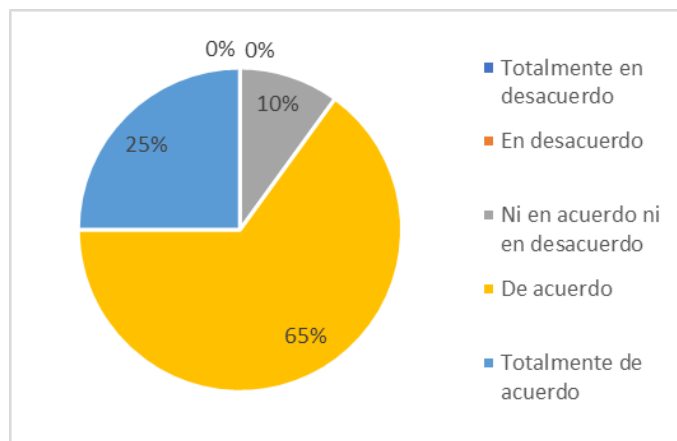
4. ¿Emplea productos forestales no maderables del bosque nativo de Rancho Chico? Tales como:

	N° de personas	%
Alimento	20	46.51
Medicina	20	46.51
Tintes	0	0.00
Colorantes	0	0.00
Ornamentales	3	6.98
Total		100.00



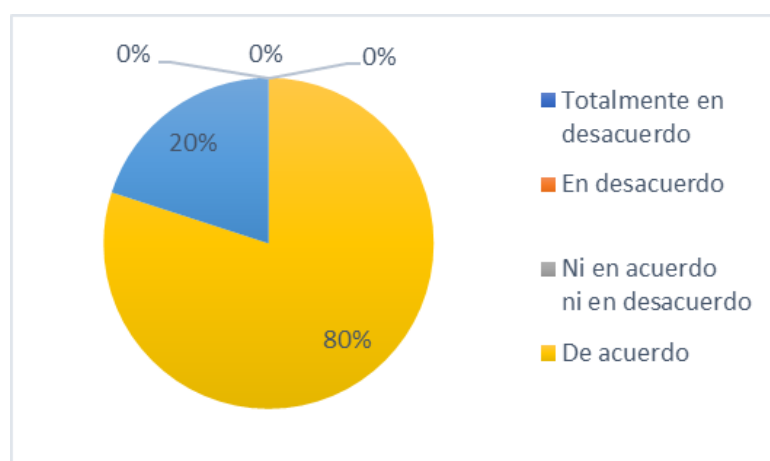
5. ¿Está usted de acuerdo que el bosque nativo de Rancho tiene importancia ecológica?

	N° de personas	%
Totalmente en desacuerdo	0	0
En desacuerdo	0	0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	2	10
De acuerdo	13	65
Totalmente de acuerdo	5	25
Total	20	100



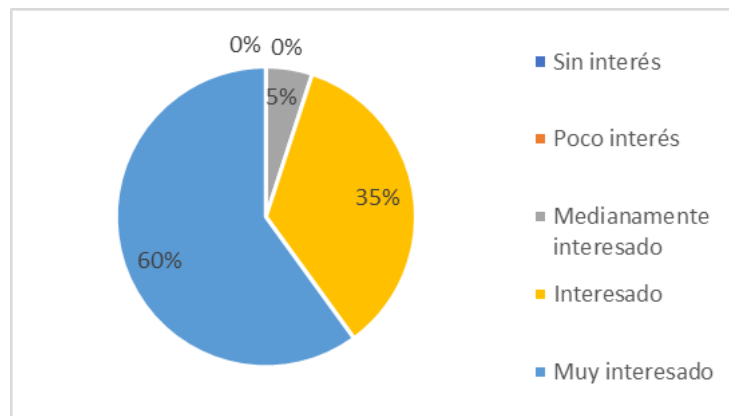
6. ¿Está de acuerdo en conservar el bosque nativo de Rancho Chico?

	N° de personas	%
Totalmente en desacuerdo	0	0
En desacuerdo	0	0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0
De acuerdo	16	80
Totalmente de acuerdo	4	20
Total	20	100



7. ¿Estaría usted interesado en una capacitación para saber los servicios ambientales que proporciona el bosque nativo de Rancho Chico?

	N° de personas	%
Sin interés	0	0
Poco interés	0	0
Medianamente interesado	1	5
Interesado	7	35
Muy interesado	12	60
Total	20	100



8. ¿Está de acuerdo que se establezca un límite de seguridad para que no exista avance de la frontera agrícola y ganadera?

	N° de personas	%
Si	20	100
No	0	0
Total	20	100

