



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**ZONIFICACIÓN PARA CAPTACIÓN DE CO₂ EN BOSQUES
MEDIANTE USO DE S.I.G. COMO APORTE PARA LA
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA
CAÑAS.**

AUTORES:

**BORRERO PÁRRAGA CARLOS JAVIER
MENDOZA VELÁSQUEZ ANGEL IVÁN**

TUTOR:

ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO, M. Sc.

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUTORÍA

Carlos Javier Borrero Párraga y Ángel Iván Mendoza Velásquez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....
CARLOS J. BORRERO PÁRRAGA

.....
ÁNGEL I. MENDOZA VELÁSQUEZ

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Francisco Javier Velásquez Intriago, certifica haber tutelado la tesis **ZONIFICACIÓN PARA CAPTACIÓN DE CO₂ EN BOSQUES MEDIANTE USO DE S.I.G. COMO APORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS**, que ha sido desarrollada por Borrero Párraga Carlos Javier y Mendoza Velásquez Ángel Iván, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. FRANCISCO JAVIER VELÁSQUEZ INTRIAGO Mg. C.A.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **ZONIFICACIÓN PARA CAPTACIÓN DE CO₂ EN BOSQUES MEDIANTE USO DE S.I.G. COMO APORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Carlos Javier Borrero Párraga y Ángel Iván Mendoza Velásquez, previa la obtención del título Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. JORGE B. CEVALLOS B., M. Sc.

MIEMBRO

.....
ING. CARLOS R. DELGADO V., Mg.C.A.

MIEMBRO

.....
ING. CARLOS A. VILLAFUERTE VÉLEZ, Mg.C.A.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial agradecemos a Dios por el maravilloso regalo que es la vida.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestro tutor de tesis Ing. Francisco Javier Velásquez Intriago por ser quien nos guió durante este proceso de elaboración de nuestra tesis y durante nuestra carrera universitaria fortaleciendo temas con sus conocimientos como persona y profesional que es, así también agradecer a todos los profesionales que nos enseñaron sus conocimientos, quienes con su guía, paciencia y constancia desinteresada de convertirnos en unos buenos profesionales.

A la Ing. Flor María Cárdenas con sus dotes de maestra, madre y amiga estuvo ahí apoyándonos en todo momento de la manera más generosa.

A todos nuestros compañeros y amigos que siempre estuvieron allí presente dándonos su apoyo en todo momento.

Son muchas las personas a las que queremos agradecer, pero solo queremos decirles mil gracias.

Los Autores

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico al más merecedor de todos los honores y glorias, a nuestro Señor Dios, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres: Sr. Kleber Borrero Cedeño y Sra. Patricia Párraga Mendoza, que han sido mis mejores ejemplos de vida, me enseñaron con amor y sabiduría a luchar por lo que se quiere en la vida. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Me apoyaron en las buenas y malas. Son los claros merecedores de mi respeto y admiración. Los amo por sobre todo y este mérito es de ellos.

A mi hermana: Patricia Lisseth Borrero Párraga, por estar siempre presente acompañándome para poderme realizar y es ella quien a la vez me ha apoyado de todas las maneras posibles, éste es un sueño en conjunto.

Carlos J. Borrero Párraga

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y permitir vivir este sueño que día a día se está haciendo realidad, por no dejarme caer en los momentos más difíciles y estar siempre a mí lado dándome salud y fuerzas para seguir adelante en cada paso que doy en la vida.

A mis padres Quiterio Israel Mendoza Moreira y René Magdalena Velásquez Almeida, por ser las personas más importantes en mi vida y pilares fundamentales para que siga luchando en todo momento, por el apoyo brindado durante mi vida, a ellos dedico con orgullo este logro profesional alcanzado.

A mi hermana, Ángela Fabiola Mendoza Velásquez por estar allí conmigo en todo momento, convirtiéndose en motor para la superación de los momentos difíciles y darme la fuerza necesaria para seguir adelante como ejemplo de perseverancia y motivación.

A mis amigos y compañeros de clases por todos los momentos compartidos y llegar juntos al cumplimiento de esta gran meta y a todas las personas que forman parte de nuestra vida.

Ángel I. Mendoza Velásquez

CONTENIDO GENERAL

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS	ix
CUADROS.....	ix
FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.2. LOS BOSQUES Y EL USO DE LA TIERRA	7
2.3. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	8
2.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	10
2.5. METODOLOGÍA PROPUESTA POR JOSÉ GALEANA, JOSÉ ORDÓÑEZ Y NIRANI CORONA (2013)	12
2.5.3. DISEÑO DE MUESTREO SIMPLE	13
2.5.3.1. UNIDAD DE MUESTREO	13
2.5.3.2. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA ..	14
2.6. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE BOSQUES (REDD+).....	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	17
3.1. UBICACIÓN	17

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	17
La investigación tuvo una duración de 12 meses a partir del mes de octubre del 2015, hasta el mes de octubre del 2016.	17
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	17
3.4. VARIABLES EN ESTUDIO.....	18
3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	18
3.6. PROCEDIMIENTO.....	19
ACTIVIDAD 2.4. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. RESULTADOS.....	23
4.1.2.4. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA.....	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
5.1. CONCLUSIONES.....	37
5.2. RECOMENDACIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXOS.....	43

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

3.1. Ubicación de la microcuenca cañas.....	17
4.1. Características Geográficas de la microcuenca cañas.....	23
4.2. Especies según los INF del Ecuador.....	24
4.3. Especies presentes en la microcuenca Caña con mayor captación de CO ₂	24
4.4. Identificación de especies arbóreas < a 1.30m.....	26
4.5. Identificación de especies arbóreas con su DAP > a 1.30m.....	27

FIGURAS

2.1. Diseño anidado para la colecta de muestra de biomasa aerea	25
2A.- Mapa de división de la microcuenca.....	63
2B.- Mapa de Uso de suelo.....	63
2B.- Mapa de especies arbóreas predominantes.....	64

2C.- Mapa de puntos de muestreo para aplicar la metodología.....	65
2D.- Mapa de puntos de muestreo para aplicar la metodología.....	66
2E.- Mapa de red cuadrangular para aplicar metodología de sistemática simple.....	67
2F.- Mapa de puntos de muestreo para aplicar la metodología sistema anidado.....	68
2G.- Mapa de puntos de muestreo, aplicar la metodología sistema anidado por muestreo.....	69

RESUMEN

La cobertura vegetal presente en los bosques de la microcuenca Cañas, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí, es un territorio montañoso, el cual alberga bosque nativos y especies vegetales endémicas, con una superficie aproximadamente 24Km², La investigación se desarrolló durante de 12 meses. Donde Se aplicó la metodología propuesta por Galeana-Pizaña *et al.*, (2013) que permitió estimar la captura de carbono sin alterar el equilibrio ecológico de la zona. Del trabajo en campo y la aplicación de la metodología antes mencionada se pudo identificar 15 especies con el DAP < 1,30m., representadas en un total 5008 individuos siendo cuatro las especies más abundantes la *Hevea Brasiliensis* (18,89%) *Guazuma ulmifolia* (14,40 %), *Phytelephas Aequatorialis* (14,88 %), *Cordia alliodora* (11,04 %). Estas especies representan el 59,21% de individuos totales. Con los datos del DAP > 1,30m. Se muestrearon 39 especies representadas en un total 18030 individuos, considerando la densidad arbórea se estima el área de la sub-unidad de muestras de 1000m² representada en una densidad de 18,03 gr. /cm³, A partir de este resultado se realizó las ecuaciones necesarias dadas en la metodología para obtener la densidad total de toda el área muestreada dando como resultado. La biomasa área se contempla en un promedio total 2,15E+01 mg. /ha., así mismo se obtuvo la biomasa área total que fue de 1,785 mg. /ha., empleando la ecuación alométrica propuestas por el IPCC (2003), dio como resultado 0,350 cm, la captación de carbono se dio a través de biomasa área total 0,215 mg. /ha., determinando el valor total de captura de 0,1075 MgDM/MGC.

Palabras Claves: Biomasa, colecta, vegetación, red, cuadrangular, alométrica, arbórea.

ABSTRACT

This vegetation cover in the forests of the watershed Canas Bolívar Canton province of Manabi is a mountainous territory, which is home to native forests and endemic plant species, with an area approximately 24Km², the research was conducted during 12 months. Where the methodology proposed by Galeana-applied Pizaña et al., (2013) which allowed us to estimate carbon sequestration without altering the ecological balance of the area. Work in the field and the application of the above methodology was identified 15 species with DBH <1,30m., 5008 represented a total four individuals being the most abundant species *Hevea brasiliensis* the (18,89%), *Pithecellobium* (14.40%), *Phytelephas Aequatorialis* (14.88%), *Cordia alliodora* (11.04%). These species account for 59.21% of total individuals. With DAP data > 1,30m. 39 species represented in a total 18030 individuals were sampled, considering the tree density area of the sub-samples of 1000m² unit, represented at a density of 18.03 is expected. From this result the necessary equations given in the methodology for the total density of all the sampled area resulting 1.50 Biomass area referred to in an average total 2,15E + 01 was performed, and the same was obtained biomass total area was 1,785 using the allometric equation proposed by the IPCC (2003), resulted in 0,350, carbon sequestration was through biomass total area 0,215, determining the total value capture MGDM 0.1075 / MGC. Keywords: Biomass, collection, vegetation, red, square, Allometric, tree.

Keywords: Biomass, collection, vegetation, red, square, Allometric, tree

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La revista VEO VERDE (2015) expresa que alrededor del 22% de los bosques del mundo se ubican en América Latina y el Caribe, siendo un patrimonio natural digno de conservar y compartir con el resto del mundo. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha creado una base de datos en línea con información sobre especies arbóreas. Centroamérica cuenta con el 12% de la riqueza biológica del mundo en tan solo 2% de área continental. Por su posición geográfica posee gran parte de la mega diversidad en la región y por la confluencia de variadas especies de la flora y la fauna, actúa como puente biológico en América Central (Sector Forestal, 2011). Un estudio en los bosques de Amazonía verificó que la absorción de CO₂ realizada por los bosques, disminuyó 2000 millones de toneladas al año en la década de los años 90. Eso significa que ahora secuestra menos CO₂ de lo que Latinoamérica emite, más de 1000 millones de toneladas por año (Andrade, R. 2015).

De acuerdo a estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura (FAO, 2012) el Ecuador es uno de los 17 países mega diversos del mundo, debido a sus ecosistemas, especies, recursos genéticos. Uno de los ecosistemas importantes son los bosques secos pluvicestacionales, que se encuentran en el centro y sur de la región occidental de los Andes, en las provincias de Imbabura, Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja. Se estima que la población arbórea es de 14´404.000 hectáreas (144.040 km².) de tierra son de uso preferentemente forestal.

Para el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP, 2011) en Manabí, las especies arbóreas en ciertos lugares cobra importancia ambiental por la captación de carbono y el valor económico de pequeños y medianos productores que se dedican a sus siembras durante la época de lluvias, bajo

condiciones de laderas, con la eliminación de rastrojos que son amontonados y quemados para el establecimiento y manejo del cultivo en suelo “limpio”.

En entrevistas realizadas al Ing. Ignacio Montesdeoca, Director Encargado del Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) de Bolívar menciono, que a nivel local existen grandes extensiones de bosques que sirven como pulmones de la naturaleza, la escasez de información de las zonas boscosas hacen que se desconozcan la realidad y el grado de captación de CO₂. La importancia del desarrollo sostenible de los sumideros de carbono en los bosques existentes, en las zonas que rodean algunas microcuencas es del sector rural, como la microcuenca Cañas existen bosques primarios tropicales para la captación de CO₂.

Con los antecedentes antes expuestos permiten formular la siguiente pregunta de investigación

¿A través del S.I.G. se podrá zonificar la extensión de captación de CO₂, sirviendo como instrumento, para que los habitantes conozcan el mismo y tomen decisiones en cuanto a la preservación y sostenibilidad ambiental de la Microcuenca cañas?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los altos grados de contaminación y los problemas ambientales que rodean al planeta hacen que vivamos a diario devastadoras situaciones y cambios adversos los cuales han sido tema a tratar por las naciones y los gobernantes en los últimos tiempo, dentro de nuestro cantón en especial en la Microcuenca Cañas uno de los principales problemas que se puede identificar es la tala de árboles o los cambios de vegetación que existen en la zona, perdiéndose así especies que brindan enormes beneficios ambientales como la captación de CO₂.

La falta de información sobre las bondades de las especies arbóreas, hace que las actividades antrópicas alteren el equilibrio ambiental y ecológico, haciendo caso omiso a lo que se plantea en la Constitución del Ecuador en el 2008 en el Art. 14. Establecido en el Plan del Buen Vivir. Que reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Al realizarse este tipo de investigación de una manera sostenible tal y como lo propuso el Protocolo de Kioto con el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero y así luchar contra el cambio climático (PK, 1997), se podrá contrarrestar los problemas ambientales que afectarían a las familias que viven en la microcuenca, como la erosión del suelo, la pérdida de la cobertura vegetal y sobre todo la pérdida de las especies arbóreas que sirven como captadores de CO₂. De esta manera se podrá optimizar el bienestar de los habitantes evitando la deforestación en la zona y poder garantizar un ambiente sano a futuras generaciones tal y como lo plantea el Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir que es “garantizar los derechos de la naturaleza y promover la Sostenibilidad Ambiental territorial y global” (SEMPLADES, 2013).

Cabe mencionar que el proyecto se efectuará para conocer cuáles son las zonas de bosques donde existe mayor captación de CO₂ mediante la herramienta G.I.S. realizando mapas de potencialidades para que los

habitantes de la microcuenca y de los alrededores, conozcan el grado de captación de CO₂, y la vez sirva como fuente de información para toma de decisiones en investigaciones relevantes, generando así un impacto positivo a la microcuenca de Cañas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Zonificar la captación de CO₂ en bosques mediante uso de S.I.G. como aporte para la sostenibilidad ambiental de la microcuenca cañas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las características geográficas de la microcuenca Cañas, delimitando las áreas boscosas para la captación de CO₂.
- Evaluar las diferentes zonas de captación de CO₂ en la microcuenca Cañas.
- Elaborar una guía práctica del buen uso de bosques y su aporte a la sostenibilidad ambiental.

1.4. HIPÓTESIS

La zona boscosa de la Microcuenca de Cañas contribuye a la captación de CO₂ en un 85% de dióxido de carbono del lugar, contribuyendo al equilibrio y sostenibilidad ambiental.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. LA CONTRIBUCIÓN DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO₂ (CAC) EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Según Paola Villavicencio en la revista de Derecho Ambiental de la Universidad de Palermo (2012) el crecimiento económico y poblacional que ha experimentado el planeta durante el último siglo ha provocado la emisión de grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera que han incrementado la temperatura del planeta provocando el cambio climático. Este desarrollo ha dependido fuertemente del consumo de energías fósiles, principal fuente de emisión de dióxido de carbono. El dióxido de carbono (CO₂) es un GEI que se encuentra presente en forma natural en la atmósfera pero que ha sufrido un importante incremento debido al desarrollo de actividades humanas.

Para la revista antes mencionada manifestó que el CAC se desarrolle en condiciones seguras para el medio ambiente y contribuya así con el cambio climático, es necesario que su implementación como actividades de proyectos de mecanismos para un desarrollo limpio (MDL) esté sujeta a normas, directrices y metodologías que garanticen su integridad ambiental y la conviertan en una opción atractiva para que los países en desarrollo opten por su implementación como un aliciente en sus políticas de desarrollo sostenible.

La captura y almacenamiento de dióxido de carbono se presenta como una opción más en la lista de acciones para reducir o estabilizar el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (Ramos, 2010). La captura y el almacenamiento de CO₂ (CAC) constituyen un proceso que involucra la separación del CO₂ emitido por la industria y fuentes relacionadas con la energía, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo. Este proceso de CAC se está convirtiendo en una

de las opciones de mitigación del cambio climático, en lo que se refiere a la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (Forero, C. *et al.*, 2010).

De manera resumida, el problema tecnológico de captura y almacenamiento de CO₂ consiste de tres etapas básicas: capturar las emisiones de CO₂ desde diferentes fuentes como plantas generadoras de electricidad en base carbón, empresas de gas o petróleo, productoras de cemento, acero y/o fierro, refinerías de petróleo, entre otras, comprimir y transportar el CO₂ capturado e inyectarlo y almacenarlo en diferentes reservorios geológicos, los cuales pueden ser, acuíferos salinos a grandes profundidades en la tierra, pozos agotados de petróleo o gas y pozos profundos en el océano (Santibáñez, G. *et al.*, 2010).

2.2. LOS BOSQUES Y EL USO DE LA TIERRA

Los bosques tienen un valor inestimable para la vida en la Tierra. Los bosques cubren 1/3 de la superficie terrestre y albergan la mayor parte de la biodiversidad terrestre, ya que 1.600 millones de personas dependen de los bosques para subsistir (FAO, 2013).

Cada año se producen medicamentos por valor de 108 mil millones de dólares a partir de plantas medicinales de los bosques tropicales, aunque se está ralentizando, la tasa de deforestación sigue siendo preocupantemente alta. Cada año se pierden 5,2 millones de hectáreas de bosque, el equivalente a un campo de fútbol por segundo se trata de tener un futuro sostenible para los bosques (FAO, 2013).

La gestión sostenible de los bosques puede invertir los efectos de la degradación de la tierra y la deforestación. La restauración y la reforestación están reduciendo de forma significativa la pérdida de bosques por lo que hacen falta políticas adecuadas para asegurar el futuro de los bosques (FAO, 2013).

Las causas de la deforestación y degradación forestal, así como el manejo de los bosques y el suelo, son diferentes en cada región y requieren de estrategias adaptadas a cada caso. Es necesario considerar las diferencias étnicas, la práctica o prohibición de la ganadería, el nivel de desarrollo turístico, la superficie protegida en el territorio, el tamaño de población en cada microcuenca, incluso el número de hijos(as) de comuneros y las formas de organización social, entre otros elementos que impactan en el manejo de la tierra y la selva en cada territorio. Ayala, C. *et al.*, (2016).

2.3. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Según el Manual Digital de Sostenibilidad Medioambiental (2009) el cambio climático, la crisis alimentaria o la explotación insostenible de recursos naturales como el agua o la pesca sitúan la cuestión de la sostenibilidad en primer plano de la actualidad social y del debate político en todas las escalas, desde lo local, nacional hasta lo planetario.

La sostenibilidad ambiental ha sido utilizada a menudo de forma antigua. Esta antigüedad de uso y significado está relacionada con el éxito del término en universidades, foros internacionales, su rápida aceptación por ámbitos y actores diversos señala sin duda el significativo aligeramiento de la carga política y crítica del concepto.

Según Arregui (2006), la sostenibilidad en su sentido fuerte otorga un contenido distinto a los tres componentes principales: desarrollo, sostenibilidad y participación social.

Las preocupaciones ambientales sobre nuestro planeta se han ampliado dramáticamente en los últimos decenios y figuran ahora entre los más graves desafíos para el bienestar de la humanidad en todo el globo. Se ven afectadas todas las naciones, pero con frecuencia son los países más pobres y las poblaciones menos privilegiadas quienes soportan la mayor parte de la carga.

Sufren grandemente los efectos de la destrucción ambiental y el cambio climático y son los que tienen menos recursos disponibles para adaptarse a unas situaciones cambiantes. La lucha contra la degradación ambiental y las medidas en favor de la sostenibilidad del medio ambiente están estrechamente vinculadas con el mandato del Grupo del Banco Mundial de reducir la pobreza y mejorar las condiciones de vida de las personas.

El Grupo del Banco Mundial ha desempeñado un papel de liderazgo en la promoción de la sostenibilidad ambiental. Por otro lado, la institución no ha sido capaz de lograr la integración central o completa de la ordenación ambiental en los programas de los países, ni de incorporarla entre los requisitos para el crecimiento sostenible ni de ofrecer financiamiento para prioridades ambientales, muchas veces por el escaso entusiasmo de los países (IEG, 2008).

La sostenibilidad ambiental debe convertirse en parte fundamental de las orientaciones estratégicas del Grupo del Banco Mundial y recibir mayor atención en las estrategias regionales y nacionales de asistencia. Los equipos operacionales deben colaborar de manera más eficaz, superando las fronteras sectoriales, y conseguir mayor especialización en esferas ambientales de importancia crítica, desde la lucha contra la contaminación a la conservación de la biodiversidad. Los daños ambientales y los peligros del cambio climático en todo el mundo son una amenaza grave para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza (IEG, 2008).

El Grupo del Banco Mundial, con cambios estratégicos, puede contribuir decisivamente a la transformación con el fin de promover la protección ambiental por parte de los gobiernos y los agentes privados, como ayuda esencial para el crecimiento y el bienestar (IEG, 2008).

En la evolución cultural de la humanidad apareció un conflicto entre lo social y lo natural, por tornarse insostenibles determinadas contradicciones entre la sociedad de un lado y la naturaleza por el otro, tales como: crecimiento

económico - preservación ambiental o cualidades biofísicas del medio - relaciones socioculturales actuantes sobre el mismo. La interacción sociedad naturaleza debe ser llevada a un estadio superior, que salve las contradicciones que han hecho insostenibles la vida del hombre en la tierra y el enfoque de sostenibilidad es una propuesta de solución, la cual va más allá de la responsabilidad en el sentido ambiental o las buenas intenciones de muchas personas.

En la solución de sostenibilidad están la modificación de las actitudes, comportamientos, costumbres, hábitos y estilos de vida de las personas con el fin de reducir el consumo energético y de materiales, y como los seres humanos son decenas de millones, cientos de millones o miles de millones hay en la práctica de esta tendencia un ahorro considerable. La Educación Ambiental es una de las respuestas que ofrece la humanidad (Marchin, A. *et al.*, 2010).

2.3.1. NOCIÓN DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

El acercamiento hecho al significado que tienen las interfaces urbano rurales para la comprensión de las interacciones entre estas dos dimensiones puede leerse en un sentido más articulador desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental, reconociendo el conjunto de problemáticas que pueden verificarse en estos espacios. Esto nos ubica en la necesaria pero a la vez difícil discusión respecto a la vigencia actual de las nociones desarrollo, sostenibilidad y a su híbrido: el desarrollo sostenible. López, P. *et al.*, (2005).

2.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado y salida de datos espacialmente

referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión. (Otaya, L. *et al.*, 2006).

Según el Instituto Geográfico Nacional de España (2015) los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geográfica (IG). El término Sistema de Información Geográfica (SIG) tiene tres acepciones: el SIG como disciplina; el SIG como proyecto, cada una de las realizaciones prácticas, de las implementaciones existentes; el SIG como software, es decir los programas y aplicaciones de un proyecto SIG.

La acepción principal es la de SIG como proyecto, Sistema de Información que gestiona Información Geográfica, es decir información georreferenciada. La definición más extendida de SIG, con pequeñas variaciones, es la establecida por el Departamento de Medio Ambiente (DoE), Burrough, Goodchild, Rhin y otros. La cual podemos sintetizar diciendo que un SIG es un: Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra (IGN, 2015).

Los Sistemas de Información Geográfica se han constituido durante los últimos veinte (20) años en una de las más importantes herramientas de trabajo para investigadores, analistas y planificadores, etc., en todas sus actividades que tienen como insumo el manejo de la información (Bases de Datos) relacionada con diversos niveles de agregación espacial o territorial, lo cual está creando la necesidad de que estos usuarios de información espacial conozcan acerca de esta tecnología. Aunque los Sistemas de Información Geográfica SIG tienen gran capacidad de análisis, estos no pueden existir por sí mismos, deben tener una organización, personal y equipamiento responsable para su implementación y sostenimiento, adicionalmente este debe cumplir un objetivo y estar garantizados los recursos para su mantenimiento (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2006)

El Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (del inglés, National Center for Geographic Information and Analysis) (NCGIA, 2014) un Sistema de Información Geográfica (SIG) se define como un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

2.5. METODOLOGÍA PROPUESTA POR JOSÉ GALEANA, JOSÉ ORDÓÑEZ Y NIRANI CORONA (2013)

2.5.1. MUESTREO SISTEMÁTICO SIMPLE

En este caso se elige el primer individuo al azar y el resto viene condicionado por aquél. Este método es muy simple de aplicar en la práctica y tiene la ventaja de que no hace falta disponer de un marco de encuesta elaborado. Puede aplicarse en la mayoría de las situaciones, la única precaución que debe tenerse en cuenta es comprobar que la característica que estudiamos no tenga una periodicidad que coincida con la del muestreo (por ejemplo elegir un día de la semana para tomar muestras en un matadero, ya que muchos ganaderos suelen sacrificar un día determinado) (Casal, J, 2003)

2.5.2. MUESTREO ANIDADO

Es una generalización del muestreo por conglomerados. En la primera etapa se seleccionan una serie de conglomerados o unidades muestrales primarias, en una segunda se seleccionan conglomerados más pequeños, pertenecientes a los anteriores, llamados unidades muestrales secundarios, y así sucesivamente cuantas etapas sean necesarias.

El muestreo por etapas tiene la ventaja de que en cada etapa se puede utilizar, según nos interese, el muestreo que se considere más adecuado al tipo de conglomerado de que se trate.

2.5.3. DISEÑO DE MUESTREO SIMPLE

Para estimar el contenido de carbono se utilizará un diseño de muestreo sistemático simple. Este se realizará sobreponiendo una red cuadrangular de puntos equidistantes a 550 m a la capa de vegetación y uso de suelo, con el programa ArcGIS. El tamaño de muestra se determinó con 1% de intensidad de muestreo. Los puntos estuvieron definidos por coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), representando el centro de las unidades a muestrear (Galeana, J. *et al.*, 2013).

2.5.3.1. UNIDAD DE MUESTREO

La metodología empleada en campo para la colecta de los datos de biomasa aérea se basará en un diseño anidado (Fig. 2.1), que permitirá la colecta de muestras y sus réplicas. De acuerdo con una intensidad de muestreo, se generarán sitios de 3000 m², los cuales estarán conformados por tres parcelas circulares de 1000 m² con un radio de 17,84 m.

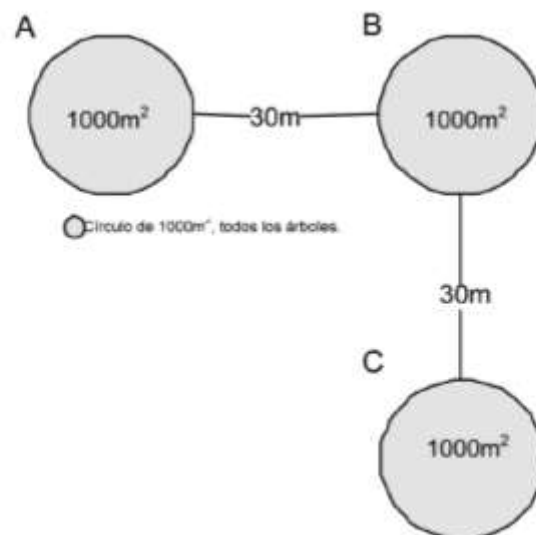


Figura. 2.1. Diseño anidado para colecta de muestras de biomasa aérea

2.5.3.2. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA

Para estimar la biomasa aérea (BA) de los árboles se establecieron parcelas circulares de 1000 m². En cada parcela se evaluará la vegetación arbórea. A cada individuo ($h > 1,30\text{m}$) se le medirá el diámetro normalizado (DN) y la altura total. Los individuos con una altura total inferior a los 1,30 m se contabilizarán e identificarán por género. Todos los datos serán registrados por género y por clase diamétrica, con intervalos de 5 centímetros. En la estimación de la biomasa aérea para ambas especies se utilizó la siguiente Ecuación (Brown y Lugo, 1994):

$$BA: \text{volumen} * \text{densidad de la madera} \quad [2.1]$$

Dónde: Volumen: Área basal x altura (Grijpma, 2001)

$$\text{Area basal:} = \pi/4(DN^2) \quad [2.2]$$

Para fines de este estudio se tomarán datos de densidad de la madera (t/m³) promedio de los estudios realizados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en sus Inventarios Forestales Nacionales (IFN). Todos los valores de biomasa se pasarán a carbono mediante un factor de:

$$0,5MgDM/MGC(IPCC, 1995) \quad [2.3]$$

2.6. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE BOSQUES (REDD+)

Para la Plataforma sobre financiamiento climático para Latinoamérica y el Caribe la Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO₂, también conocida como REDD+, es un mecanismo de mitigación del cambio climático desarrollado bajo la CMNUCC

que busca reconocer y proveer incentivos positivos a los países en vías de desarrollo para proteger sus recursos forestales, mejorar su gestión y utilizarlos de manera sostenible con el fin de contribuir a la lucha global contra el cambio climático y sus efectos.

En la actualidad el mecanismo REDD+ incluye 5 actividades:

1. Reducción de la Deforestación
2. Reducción de la Degradación
3. Conservación
4. Manejo Sostenible de los Bosques
5. Aumento de los stocks forestales de carbono

Debido a esto la Plataforma sobre financiamiento climático para Latinoamérica y el Caribe planteó que el incentivo se orientara exclusivamente a reconocer el almacenamiento de carbono de áreas forestales con altos contenidos de carbono y fuertes presiones de deforestación o degradación (lo cual se conoce con la sigla REDD), con el tiempo se incluyó un enfoque más amplio que reconoce otras actividades elegibles para este mecanismo, tales como la conservación de los stocks de carbono, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales en los países en desarrollo lo que ahora se conoce como REDD+ (REDD+ “plus”).

Por otra parte, con la declaración del año 2015 como Año Internacional de los Suelos por parte de la FAO, algunos han argumentado que la nueva visión que promueve REDD+ podría fomentar la conservación de los suelos, un patrimonio subestimado que es amenazado por la deforestación y degradación de la cobertura vegetal. Citada por: (*Lewis et al., 2011, Martin, 2015*).

La degradación de suelos implica la pérdida de la capacidad productiva del suelo y su capacidad de proveer hábitat a la biodiversidad (FAO 2015). El suelo es el substrato de toda actividad rural. Por lo tanto, el enfoque de suelos (y

carbono) invita a una visión de paisaje, una perspectiva territorial que traspase las barreras de las prácticas sectoriales (*Gardi et al., 2014*).

REDD+ (reducción de emisiones de la deforestación y degradación de bosques) es un marco político que está siendo desarrollado por las Naciones Unidas (ONU) y que tiene como objetivo aprovechar los pagos de los mercados emergentes de carbono para limitar la deforestación y la degradación de los bosques en el mundo en desarrollo (UNFCCC 2007).

Los procesos REDD+ se están transformando más rápidamente en los países donde existen cambios políticos afines. El análisis de políticas de REDD+ exitosas identifica la necesidad de una combinación entre ambos. Así, los países que han iniciado cambios en sus instituciones tienen más avances en el diseño de REDD+; además un sentido de propiedad nacional y la presencia de coaliciones para el cambio, también son importantes (*Zamora, M., 2014*)

En este contexto, las iniciativas REDD+ que se implementan a través de una unidad de gobierno formal, como un estado, municipio o distrito tienen ventajas, ya que cuentan con mayor coordinación entre las instituciones de gobierno (local, estatal, federal) y los sectores involucrados (agrícola, silvícola, minero, social); además del acceso, al menos, a la financiación operativa de bajo nivel (*Zamora, M., 2014*)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

El diseño de la propuesta de investigación se enmarcó en la normativa institucional (ESPAM MFL, 2012).

3.1. UBICACIÓN

Cuadro 3.1. Ubicación de la microcuenca de Cañas

Ubicación de la investigación	Microcuenca Cañas, Cantón Bolívar Provincia de Manabí, ubicada a 2,5 Km del puerto la Esperanza					
	Caña Chica		Caña en Medio		Caña Grande	
Área de estudio	23,93 Km ²					
coordenadas UTM	X	Y	X	Y	X	Y
		0608427	9899376	0607403	9899967	0609258
Altura	157 m.s.n.m.		121 m.s.n.m.		240 m.s.n.m.	

Esta investigación se realizó en la microcuenca Cañas, Cantón Bolívar Provincia de Manabí, es un territorio montañoso el cual está dividida en tres sectores, sus habitantes en su gran mayoría se dedica a la agricultura, ganaría y a la pesca. El acceso a la microcuenca se hace a través de transporte acuático y terrestre. La cuenca tiene un bosque mixto; su clima es subtropical con lluvias en invierno. La cuenca Cañas está formada por el río del mismo nombre y algunos esteros, siendo fuente de abastecimiento de la familia de la microcuenca y como afluente a la represa la Esperanza (Anexo 2).

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación tuvo una duración de 12 meses a partir del mes de octubre del 2015, hasta el mes de octubre del 2016.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según las características de los factores y su facilidad para ser manipulados, la investigación fue cuantitativa no experimental. El nivel de conocimientos se utilizó los métodos descriptivo y el analítico- sintético, por cuanto se aplicó el método para estudio de los hechos que partieron del análisis y la síntesis

caracterizando un objeto de estudio o una situación concreta, y así se señaló sus características y propiedades; en ella se combinaron criterios de clasificación que sirvieron para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo, que a futuro servirán de base para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad.

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Zonas Boscosas

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Captación de CO₂

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Se aplicará el método descriptivo – longitudinal (Bernal, 2010). Y el de Sistema de Información Geográfica – SIG (Jom, 2010)

3.5.1. MÉTODOS

3.5.1.1. Método analítico- sintético

Estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego se integran esas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis). Esto nos permitirá establecer en un inicio las características fisiográficas y los usos de los bosques y suelos de la zona, que al final se sintetizarán en los mapas potencializadores.

3.5.2. TÉCNICAS

3.5.2.1. Observación Directa

Dentro de la visita al área de estudio, la observación será vital para el reconocimiento de la misma y para hacer visible la realidad del problema existente acompañado de foto documentación y una toma de apuntes sobre cada detalle que se genere.

3.5.2.2. Técnicas estadísticas

Para el procesamiento de datos y visibilizar los resultados se utilizará la estadística descriptiva con la distribución de frecuencias como tablas, histogramas o gráficos; medidas de tendencia central como moda, mediana y media o promedio, medidas de dispersión como varianza y desviación estándar (Bernal, C., 2010).

3.6. PROCEDIMIENTO

Para la ejecución de la investigación se plantearon tres fases, cada una de ellas, permitió el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos, estas son:

3.6.1. FASE 1.- DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA CAÑAS

ACTIVIDAD 1.1 Búsqueda de información técnica

Se solicitó a entidades como el Ministerio del Ambiente y la Corporación Forestal y Ambiental de Manabí (CORFAM) información técnica sobre las especies forestales presentes en la provincia de Manabí y se realizó una búsqueda de información puntual de las cuatro familias de especies que

capturan CO₂ en los bosques Tropicales como Meliaceae, Myristicaceae, Moreceae y Fabaceae, según inventarios forestales nacionales; en base a esto se generó un ficha de identificación y marcación de especies con mayor captación de CO₂ en la microcuenca Caña.

ACTIVIDAD 1.2. Caracterización de la zona de estudio

Mediante la búsqueda y análisis de la información bibliográfica cedida por las instituciones gubernamentales como la SENPLADES, se obtuvo información fisiográfica del cantón Bolívar, en especial del área de estudio, con lo que se creó fichas de observación para aplicarla en la zona, donde se realizó la descripción de la forma superficial del terreno de la microcuenca, conociendo las características del relieve, comunidad vegetal, y especies arbóreas dominantes.

Una vez recabada la información se utilizó herramientas Excel 2013 para generar tablas que reflejen los datos obtenidos a través de las fichas de observación

ACTIVIDAD 1.3. Elaboración cartográfica de mapa de vegetación y uso de suelo

A través del S.I.G., y su herramienta ArcGIS (10.4.0) y de la búsqueda de información sobre especies con mayor potencial para capturar carbono; se realizó los mapas potencializadores tomando como base la cobertura vegetal y uso de suelo. A la par se georreferenció el área muestreada, desde el inicio de la microcuenca de Caña, la cual se sub-divide en Caña Chica, Caña en Medio y Caña Grande

3.6.2. FASE 2.-. EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES ZONAS DE CAPTACIÓN DE CO₂ EN LA MICROCUENCA CAÑAS

ACTIVIDAD 2.1. Aplicación de metodología para captura de carbono

Una vez establecidos los datos en las fichas de observación se aplicó la metodología propuesta por (*Galeana-Pizaña et al., 2013*) que permitió estimar la captura de carbono sin alterar el equilibrio ecológico de la zona. Para estimar el contenido de carbono se utilizó un diseño de muestreo sistemático simple. Esto se realizó sobreponiendo una red cuadrangular de puntos equidistantes a 550 m a la capa de vegetación y uso de suelo, con el programa ArcGIS. Los puntos estuvieron definidos por coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), representando el centro de las unidades a muestrear.

ACTIVIDAD 2.2. Establecer los puntos de muestreo

Se establecieron puntos de muestreo en zonas estratégicas de acuerdo a las características que presenten una mayor concentración de bosques de acuerdo a la metodología empleada, siguiendo el criterio de las observaciones previas y del análisis de las especies encontradas en la microcuenca Cañas con mejor índice en captación de CO₂ según los Inventario Forestal Nacional (IFN).

ACTIVIDAD 2.3. Aplicación de metodología Método Anidado

La metodología empleada en campo para la colecta de los datos de biomasa aérea se basó en un diseño anidado, que permitió la colecta de muestras y sus réplicas. De acuerdo con una intensidad de muestreo, se generaron sitios de 3000 m² los cuales estuvieron conformados por tres parcelas circulares de 1000 m² con un radio de 17,84 m.

ACTIVIDAD 2.4. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea (BA) de los árboles se establecieron parcelas circulares de 1000 m². En cada parcela se evaluó la vegetación arbórea. A cada individuo ($h > 1,30\text{m}$) se midió el diámetro normalizado (DN) y la altura total. Los individuos con una altura total inferior a los 1,30 m se contabilizaron e

identificaron por género. Todos los datos fueron registrados por especies. En la estimación de la biomasa aérea para ambas especies se utilizó la siguiente Ecuación (Brown y Lugo, 1994):

$$BA: \text{Volumen} * \text{densidad de la madera} \quad [3.1]$$

Dónde: Volumen: Área basal x altura (Grijpma, 2001)

$$\text{Area basal:} = \pi/4(DN^2) \quad [3.2]$$

Para fines de este estudio se tomaron datos de densidad de la madera (t/m^3) promedio de los estudios realizados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en sus Inventario Forestal Nacional (IFN). Todos los valores de biomasa se pasarán a carbono mediante un factor de:

$$0,5 \text{ MgDM/MGC(IPCC, 1995)} \quad [3.3]$$

3.6.3. FASE 3.-. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PRÁCTICA DEL BUEN USO DE BOSQUES COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.

ACTIVIDAD 3.1. Realizar la propuesta

La guía se realizó con el fin de tener un manual del buen uso de los bosques y sus bondades en la captación de CO₂.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA CAÑAS

4.1.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Del análisis de la información y aplicación de las fichas de reconocimiento para el área de estudio, se obtuvo que la zona de la microcuenca Cañas presenta las siguientes características fisiográficas (Anexo 1)

Cuadro 4.1. Características fisiográficas de la microcuenca de Cañas

CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA CAÑAS	
Superficie de la Microcuenca	23,93 Km ²
Relieve	Es un relieve bastante montañoso con terreno
Pendiente	Existen pendientes que la microcuenca algunas superan los 400 metros de altura
Uso de suelo	Forestal, agrícola, ganadero, y habitacional
Microcuenca vegetal	Guasmo (<i>Guazuma ulmifolia</i>), Algarrobo amarillo (<i>Prosopis pallida</i>), Algarrobo negro (<i>Prosopis affinis</i>), Laurel (<i>Cordia alliodora</i>), Guachapeli Prieto (<i>Pseudosamanca guachapele</i>), Pela caballo (<i>Leucaena trichodes</i>), cojojo (<i>ACnitus arborescens</i>), Muyuyo (<i>cordia Lutea</i>), Cabo de Hacha (<i>Machaerium millei</i>), Colorado (<i>Mauria birringo</i>), Pechiche (<i>Vitex cymosa</i>), Chirca (<i>Lycoseris latifolia</i>), Frutillo (<i>Mutigia calabura</i>) Guarumo (<i>Cecropia peltata</i>), Balsa (<i>Ochroma Pyramidale</i>), Tagua (<i>Phytelephas Aequatorialis</i>), Caucho (<i>Hevea Brasiliensis</i>), Bototillo (<i>Cochlospermum Vitifolium</i>), Tutumbe (<i>Cordia Eriostigma</i>), Sapan De Paloma (<i>Trema Michranta</i>), Cedro (<i>Cedrela adórate</i>), Guabo (<i>Inga Feuillei</i>), Fernan Sanchez (<i>Triplaris Americans</i>), Beldaco (<i>Pseudobombax Millei</i>), Saman (<i>Samanea saman</i>), Aguacate (<i>Persea Americana</i>), Caña Guadua (<i>Guadua Angustifolia</i>), Obo De Monte (<i>Spondias Mombis</i>), Jigua (<i>Nectandra Acutifolia</i>), Palma (<i>Arecaceae</i>), Moral Fino (<i>Maclura Tinctoria</i>), Guayacan (<i>Tabebuia Crysantha</i>), Zapotillo (<i>Garrya Elliptica</i>), Guachapeli (<i>Albizzia Guachapele</i>)
Especies arbóreas dominantes	Guasmo (<i>Guazuma ulmifolia</i>), samán (<i>Samanea saman</i>), laurel (<i>Cordia alliodora</i>), caucho (<i>Hevea Brasiliensis</i>)

Fuente: Borrero; Mendoza, 2016.

Las fichas de observación sirvieron para obtener información de primera mano sobre las características fisiográficas de la zona en varias visitas de campo.

4.1.1.2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN TÉCNICA

En visita que se realizó al MAE (Provincial), MAGAP y a la CORFAM, se obtuvo la información requerida donde se constató que en los bosque tropicales húmedos se encuentran cuatros familias de especies que se detallan a continuación.

Cuadro 4.2. Especies según los INF (Inventario Forestal Nacional) 2003

Familia	Especies
MELIACEAE	<i>Azadirachta indica</i> , <i>Carapa procera</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Entandrophragma cylindricum</i> , <i>Entandrophragma utile</i> , <i>Guarea cedrata</i> , <i>Guarea thompsonii</i> , <i>Khaya ivorensis</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Swietenia species</i> <i>Toona australis</i> <i>Toona ciliata</i>
MYRISTICACEAE	<i>Myristica fragrans</i> , <i>Formicomus braminus</i> , <i>Myristica myrmecophila</i>
MORACEAE	<i>Ficus organensis</i> , <i>Dorstenia brasiliensis</i> , <i>Perebea spidula</i>
FABACEAE	<i>Inga feuillei</i> , <i>Prosopis alba</i> , <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Prosopis nigra</i> , <i>Tamarindus indica</i>

Cuadro 4.3. Especies presente en la microcuenca cañas con la mayor captación de CO₂ tomando como referencia los INF (Inventario Forestal Nacional) 2003

Familia	Genero	Nombre científico	Especie
MELIACEAE	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
MYRISTICACEAE	Laurus	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel
	Nectandra	<i>Nectandra acutifolia</i>	Jiguas
	Persea	<i>Persea Americana</i>	Aguacate
FABACEAE	Prosopis	<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo blanco
	Prosopis	<i>Prosopis nigra</i>	Algarrobo negro

Tomando en cuenta los registros de los Inventarios forestales nacionales se puntualizó cuatro familias de especies arbóreas que son las de mayor captación de CO₂, en la zona de estudio. De estas cuatro familias solo se tomaron las especies presentes en el bosque de la microcuenca Cañas, detalladas en el cuadro anterior.

ACTIVIDAD 4.1.1.3. ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA DE MAPA DE VEGETACIÓN

Se realizaron siete mapas con la información obtenida de la visita de observación, georreferenciación y el análisis bibliográfico en los que se expone el contorno de la microcuenca que está ubicada la microcuenca la división de la microcuenca , la cobertura y uso del suelo la aplicación de metodologías y las muestras a tomar. Los mapas fueron realizados con el software ArcGIS Versión 10.4.0 (Anexos 2A – 2H)

4.1.2. EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES ZONAS DE CAPTACIÓN DE CO₂ EN LA MICROCUENCA CAÑAS

4.1.2.1. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA CAPTURA DE CARBONO

Del análisis del mapa cartográfico sobre los puntos equidistantes en la red cuadrangular (Anexo 2B) se obtuvieron los cuadrantes relacionados con la cobertura y uso de suelo con los que se determinó presencia de áreas boscosas disponibles para muestrear.

4.1.2.2. ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE MUESTREO

De acuerdo a los mapas generados podemos observar que la cobertura vegetal predomina dentro de la microcuenca es el bosque con un 42, 22%. Los puntos de muestreos fueron 97 dentro del área total de la microcuenca Cañas (Anexo 2D), para determinar los parámetros de la metodología propuesta, se establecieron 48 puntos correspondientes al área de bosque dentro de la microcuenca (Anexo 2E)

4.1.2.3. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA MÉTODO ANIDADO

De la aplicación de la metodología se obtuvieron 4 puntos de muestreo, cada cuadrante contiene 9 sub-cuadrantes de 3000m² de los cuales en cada sub-

cuadrante de muestreo existen 3 puntos de 1000m² con un radio de 17,84m (Anexo 2H), donde se aplicó la metodología, dando como área de muestreo 27 puntos por cuadrante en un total en los 4 cuadrantes de 108 puntos de muestreos para aplicación de la metodología con el método anidado lo que equivalió a un área total de estudio de 12.000 m². La identificación de las especies con mayor índice en cuanto a captura de carbono se resume en los siguientes cuadros.

Cuadro 4.4. Identificación de especies arbóreas < a 1.30m

Especies	Nombre común	H(m)	N° IND.	% de Arboles
<i>Hevea Brasiliensis</i>	Caucho	0,70	946	18,89
<i>Ochroma Pyramidale</i>	Balsa	0,68	457	9,13
<i>Bauhinia aculeatea</i>	Uña	0,57	367	7,33
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	0,60	721	14,40
<i>Cojoba arbórea</i>	Dormilón	0,60	123	2,46
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	0,89	553	11,04
<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	0,68	107	2,14
<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	0,65	202	4,03
<i>Pseudosamanca guachapele</i>	Guachapeli prieto	0,90	123	2,46
<i>Phytelephas Aequatorialis</i>	Tagua	0,55	745	14,88
<i>Pithecellobium dulce</i>	Tierra de monte	0,64	96	1,92
<i>Mauria birringo</i>	Colorado	0,97	88	1,76
<i>Sesbania brenninohii</i>	Yuca de ratón	0,75	67	1,34
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	0,80	216	4,31
<i>ACnitus arborescens</i>	Cojojo	0,66	197	3,93
Total			5008	100%

Fuente: Borrero; Mendoza, 2016.

Observando los resultados de la tabla se pudo identificar especies arbóreas < a 1.30m en los cuatros cuadrantes, con un total de 5008 especies siendo cuatro las especies más abundante la *Hevea Brasiliensis* (18,89 %) con (946 árboles), *Guazuma ulmifolia* (14,40 %) con (721 árboles), *Phytelephas Aequatorialis* (14,88 %) con (745 árboles), *Cordia alliodora* (11,04 %) con (553 árboles). Estas especies representan el 59,21% de individuos totales.

Cuadro 4.5. Identificación de especies arbóreas con su DAP > a 1.30m

Especie	Nombre común	H(m)	DAP (m) (D=C/π)	AB = (π/4((DN)2)	V = AB * H	VALORES DE DENSIDAD	BA =V*DENSIDAD	Nº IND.
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	28	1,388	1,00E-03	2,81E-02	18,03	5,06E-01	936
<i>Prosopis pallida</i>	Algarrobo amarillo	17	0,567	2,72E-03	4,62E-02	18,03	8,33E-01	572
<i>Prosopis affinis</i>	Algarrobo negro	20	0,595	1,96E-03	3,93E-02	18,03	7,08E-01	324
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	25	1,515	1,26E-03	3,14E-02	18,03	5,67E-01	1082
<i>Pseudosamanca guachapele</i>	Guachapelí Prieto	33	1,665	7,21E-04	2,38E-02	18,03	4,29E-01	765
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	26	1,270	1,16E-03	3,02E-02	18,03	5,45E-01	476
<i>ACnitus arborescens</i>	Cojojo	15	0,595	3,49E-03	5,24E-02	18,03	9,44E-01	423
<i>cordia Lutea</i>	Muyuyo	16	1,280	3,07E-03	4,91E-02	18,03	8,85E-01	378
<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	14	1,604	4,01E-03	5,61E-02	18,03	1,01E+00	403
<i>Mauria birringo</i>	Colorado	35	1,471	6,41E-04	2,24E-02	18,03	4,05E-01	149
<i>Vitex cymosa</i>	Pechiche	32	1,528	7,67E-04	2,46E-02	18,03	4,43E-01	286
<i>Lycoseris latifolia</i>	Chirca	17	0,637	2,72E-03	4,62E-02	18,03	8,33E-01	621
<i>Mutigia calabura</i>	Frutillo	14	1,098	4,01E-03	5,61E-02	18,03	1,01E+00	762
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	21	1,066	1,78E-03	3,74E-02	18,03	6,75E-01	530
<i>Ochroma Pyramidale</i>	Balsa	30	1,534	8,73E-04	2,62E-02	18,03	4,72E-01	783
<i>Phytelephas Aequatorialis</i>	Tagua	12	1,770	5,46E-03	6,55E-02	18,03	1,18E+00	417
<i>Hevea Brasiliensis</i>	Caucho	35	3,702	6,41E-04	2,24E-02	18,03	4,05E-01	364
<i>Cochlospermum Vitifolium</i>	Bototillo	18	1,451	2,42E-03	4,36E-02	18,03	7,87E-01	246
<i>Cordia Eriostigma</i>	Tutumbe	28	1,270	1,00E-03	2,81E-02	18,03	5,06E-01	187
<i>Trema Michranta</i>	Sapan de paloma	32	1,276	7,67E-04	2,46E-02	18,03	4,43E-01	76
<i>Cedrela adórate</i>	Cedro	42	3,355	4,45E-04	1,87E-02	18,03	3,37E-01	97
<i>Inga Feuilleei</i>	Guabo	38	3,193	5,44E-04	2,07E-02	18,03	3,73E-01	68
<i>Triplaris Americans</i>	Fernan Sanchez	32	1,919	7,67E-04	2,46E-02	18,03	4,43E-01	389
<i>Pseudobombax Millei</i>	Beldaco	30	1,388	8,73E-04	2,62E-02	18,03	4,72E-01	235
<i>Samanea saman</i>	Saman	35	4,358	6,41E-04	2,24E-02	18,03	4,05E-01	994
<i>Persea Americana</i>	Aguacate	32	2,400	7,67E-04	2,46E-02	18,03	4,43E-01	15

Continúa en la siguiente hoja

								continua
<i>Guadua Angustifolia</i>	Caña Guadua	22	0,493	1,62E-03	3,57E-02	18,03	6,44E-01	4327
<i>Spondias Mombis</i>	Obo De Monte	19	1,168	2,18E-03	4,14E-02	18,03	7,46E-01	84
<i>Nectandra Acutifolia</i>	Jigua	22	1,127	1,62E-03	3,57E-02	18,03	6,44E-01	146
<i>Arecaceae</i>	Palma	18	1,451	2,42E-03	4,36E-02	18,03	7,87E-01	73
<i>Maclura Tinctoria</i>	Moral Fino	20	1,283	1,96E-03	3,93E-02	18,03	7,08E-01	549
<i>Tabebuia Crysantha</i>	Guayacan	25	1,728	1,26E-03	3,14E-02	18,03	5,67E-01	673
<i>Garrya Elliptica</i>	Zapotillo	22	1,550	1,62E-03	3,57E-02	18,03	6,44E-01	98
<i>Albizzia Guachapele</i>	Guachapeli	21	1,592	1,78E-03	3,74E-02	18,03	6,75E-01	502
Totales		24,88	1,60	5,90E-02	1,19E+00	18,03	2,15E+01	18030

Fuente: Borrero; Mendoza, 2016.

4.1.2.4. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA

Con los datos obtenidos de las actividades anteriores se procedió a realizar la ecuación alométrica que para este caso es la Ecuación desarrollada para maderas duras de bosques tropicales húmedos con 5 a 148 cm de DAP (IPCC 2003). Se caracterizan como zonas tropicales húmedas regiones con precipitaciones entre 2.000-4.000 mm/año en tierras bajas (IPCC 2003).

Ecuación alométrica:

$$Y = \exp[-2,289 + 2,649 * \ln(DAP) - 0,021 * (\ln(DAP))^2] \quad [4.1]$$

$$Y = \exp[-2,289 + 2,649 * \ln(1,60) - 0,021 * (\ln(1,60))^2]$$

$$Y = 0,350$$

Densidad:

$$Densidad = \frac{\text{Numero total de individuos}}{\text{Area muestreada}} \quad [4.2]$$

$$Densidad = \frac{18030}{12000}$$

$$Densidad = 1,50$$

Biomasa aérea:

$$BA = \text{Volumen} * \text{Densidad de la madera} \quad [4.3]$$

$$BA = 1,19E + 00 * 1,50$$

$$BA = 1,785$$

Captación de carbono:

Se aplicara la fórmula propuesta de $BA = (\sum Ab/1000) \times (10000/\text{área de la parcela})$

$$BA = \frac{\sum A_b}{1000} * \frac{10000}{\text{área parcela}} \quad [4.4]$$

$$BA = \frac{2,15E + 01}{1000} * \frac{10000}{1000}$$

$$BA = 0,0215 * 10$$

$$BA = 0,215$$

$$\Delta C_{BA} = (B_A * CF)$$

$$\Delta C_{BA} = 0,215 * 0,5$$

$$\Delta C_{BA} = \mathbf{0,1075 \text{ MgDM/MGC}}$$

Con los datos obtenidos del DAP > 1,30m. Se muestrearon 39 especies representadas en un total 18030 especies arbóreas considerando la densidad arbórea se estima en la área de la sub-unidad de muestres de 1000m² que como todas las doce parcelas tienen la misma área utilizando la fórmula del número total de individuo para el área muestreada nos dio una densidad de 18,03. Mientras que la densidad total de toda el área muestreada fue de 1,50 La biomasa área se contempla en un promedio total 2,15E+01, así mismo se obtuvo la biomasa área total la cual fue de 1,785 empleando la ecuación alométrica propuestas por el IPCC (2003), se obtuvo un valor de 0,350 en la captación de carbono se planteó la fórmula de sumatoria de área basal dividido para mil por diez mil dividido por el área de la parcela dando como biomasa área total 0,215, determinando el valor total de captura de 0,1075 MgDM/MGC.

4.2. DISCUSIÓN

Para Villavicencio (2012) y Ramos (2010) el tema de la captura de carbono se ha convertido en un eje de vital trascendencia en la conservación de los bosques tropical y su aporte a la sostenibilidad ambiental de los ecosistemas, considerando que hay especies más aptas que otras para la captura de Carbono, revisando los inventarios forestales naciones se contemplan tres familias con mayor captación de carbono las cuales fueron la Meliaceae con el *Cedrela odorata* (Cedro), myristicaceae con *Laurus nobilis* (Laurel), *Nectandra acutifolia* (Jiguas), *Persea Americana* (Aguacate) y la fabaceaa con *Prosopis alba* (Algarrobo blanco), *Prosopis nigra* (Algarrobo negro). Para Otaña (2006) e Instituto Geográfico Nacional de España (2015) la información Georeferenciada, y el diseño cartográfico son capaces de recoger, verificar,

almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos especialmente referidos en la tierra y la utilidad que se puede obtener a la información por la cual se elaboraron siete mapas donde nos mostraba el área de estudio, uso del suelo, la subdivisión de la zona de estudio y el de aplicación de las metodologías tanto para el método sistemático simple y el método anidado. Del trabajo en campo se identificó el DAP < 1,30m. 15 especies representadas en un total 5008 individuos siendo cuatro las especies más abundante la *Hevea Brasiliensis* (18,89 %) con (946 árboles), *Guazuma ulmifolia* (14,40 %) con (721 árboles), *Phytelephas Aequatorialis* (14,88 %) con (745 árboles), *Cordia alliodora* (11,04 %) con (553 árboles). Estas especies representan el 59,21% de individuos totales. Con los datos obtenidos del DAP > 1,30m. Se muestrearon 39 especies representadas en un total 18030 considerando la densidad arbórea se estima en la área de la subunidad de muestres de 1000m² que como todas las doce parcelas tienen la misma área utilizando la fórmula del número total de individuo para el área muestreada nos dio una densidad de 18,03gr. / cm³. Mientras que la densidad total de toda el área muestreada fue de 1,50 mg. /ha. La biomasa área se contempla en un promedio total 2,15E+01 mg. / ha, así mismo se obtuvo la biomasa área total la cual fue de 1,785 mg. / ha., empleando la ecuación alométrica propuestas por el IPCC (2003), dio como resultado 0,350 cm en la captación de carbono se planteó la fórmula de sumatoria de área basal dividido para mil por diez mil dividido por el área de la parcela dando como biomasa área total 0,215 mg. / ha., determinando el valor total de captura de 0,1075 MgDM/MGC este dato se contrasta con el estudio propuesto por Galeana-Pizaña et al., (2013) en la cuenca del Río Magdalena(México) donde se realizó el estudio de la especie *Abies Religiosa*, una hectárea de esta especie tiene una captación de carbono 162,91 Tc/ha, considerando que esta es una única especie sobre una gran extensión de terreno y cuya capacidad de captura de carbono es bastante alta según los registros forestales mexicanos ya que las características climáticas influyen en nivel de captación de la misma, además que no existe competencias con otras especies, situación que diverge de esta investigación en la existen competencias de muchas especies por unidades de muestreos. Finalmente se propuso una guía de buen uso de bosques basados

en parámetros del Ministerio de Ambiente del Ecuador y el programa REDD+, en las que se establece estrategias vitales de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

4.3. GUÍA DE PRÁCTICAS DEL BUEN USO DE BOSQUE, COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA MICROCUENCAS CAÑAS

INTRODUCCIÓN

América Latina, por tradición, continúa siguiendo la línea de la “vieja escuela”, donde los profesionales forestales nos graduábamos como “expertos” en aprovechamiento, inventarios, incendios forestales o silvicultura. Así se nos enseñó y, en consecuencia, muchos forestales todavía se dedican a una de esas actividades. Quizás el aprovechamiento es el de mayor peso, aunque frecuentemente “manejo” y “aprovechamiento” (de la madera) se usan como sinónimos. En casos esporádicos, pensábamos en los otros bienes y servicios que ofrece el bosque, o en sus aspectos sociales y económicos. Sólo se miraba al árbol y no al bosque. Ahora los forestales nos damos cuenta de que el bosque no es sólo árboles, sino también agua, suelo, vida silvestre, alimentos y otros productos forestales no maderables, recreación y, lo más importante ... ¡la gente! Esos antecedentes, junto con otros relacionados con las políticas forestales, son en parte responsables de que la superficie boscosa bajo planes de manejo sea apenas aproximadamente un 6% de la cobertura boscosa mundial (Loyche-Wilkie 2001)

Según las Naciones Unidas, 2010 es el Año Internacional de la Biodiversidad, reconociendo sitios por tener una gran variedad de flora y fauna, y evidencian la cultura y riqueza de ese lugar. Ecuador es uno de los siete países con mayor biodiversidad del planeta, cuenta con una infinita variedad de especies de animales, plantas y microorganismos, así como endemismo (especies que solo existen en un lugar determinado). Con tan solo el 0.17% de la superficie terrestre, este país posee más del 11% del total de especies de vertebrados

terrestres entre mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Sin mencionar que dentro de su extensión, Ecuador alberga una mayor cantidad de animales y plantas por kilómetro cuadrado que el resto de países del mundo, convirtiéndolo en el país más mega-diverso del mundo.

Una de las seis áreas del país con una 'concentración' de biodiversidad alta es la Cordillera del Cóndor, que forma parte de la frontera con el Perú, ubicado al sureste del Ecuador. Es considerada una zona de encuentro entre el Bosque Montano y la Selva Baja, favoreciendo al desarrollo de numerosas especies de flora y fauna con características tanto amazónicas como andinas. De acuerdo al criterio de José Anguisha, analista biológico de la zona, comentó que la Cordillera del Cóndor cuenta con una variedad de más de 4 mil especies vegetales, muchas sin ser identificadas aún. "La característica más destacable de esta zona es la presencia de especies únicas en el mundo, entre orquídeas, bromelias y palmas enanas, 27 de las 40 especies se han determinado como únicas en el mundo" (Navarrete, 2010) Un uso sostenible de los bosques implica utilizarlos y cuidarlos de manera que se puedan satisfacer las necesidades y al mismo tiempo protegerlos para el futuro. Los métodos sostenibles no son los mismos en todos los lugares. Cada microcuenca debe averiguar el más adecuado para sí misma y para la preservación del bosque (Hesperian.org, 2014)

Como menciona la organización antes mencionada nos indica que hacer un plan del uso sostenible es útil para que la microcuenca decida la mejor forma de utilizar su bosque. También puede servir para resistir a las amenazas contra el bosque por parte de la industria y del gobierno. En ciertas ocasiones es posible vender los productos del bosque a mejor precio si se demuestra que provienen de una producción sostenible. Sin embargo, lo más importante en cualquier plan del uso sostenible de un bosque es que sirva para que la gente del lugar trabaje en grupo para utilizarlo y protegerlo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer estrategias ambientales para el uso sostenible de bosques en la microcuenca Cañas y su aporte a la sostenibilidad ambiental como captador directo de CO₂.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Sensibilizar a los habitantes de la microcuenca Cañas, la importancia y valor del medio ambiente que le rodea, recuperando áreas degradadas que permitan el regreso de la biodiversidad y equilibrio como parte de la sostenibilidad ambiental de la zona.
- ✓ Ofrecer a los habitantes de la microcuenca alternativas económicas basadas en el uso sostenible del bosque como patrimonio natural rico.
- ✓ Proteger de manera sostenible los bosques primarios para el mantenimiento y desarrollo de la diversidad biológica, recuperando y conservando espacios con una biodiversidad importante y evitar la deforestación y otras prácticas perjudiciales para el medio ambiente.

ESTUCTURA DE LA GUÍA DEL BUEN USO DE LOS BOSQUES COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE MANEJO AMBIENTAL

Como propuesta del buen uso del bosque como aporte a lo sostenibilidad ambiental, estará estructurado con los siguientes programas:

- ✓ Inserción de los propietarios de tierras en los programas de protección de bosques
- ✓ Pago por servicios de protección de bosque
- ✓ Plantación de árboles nativos en proyectos de reforestación

ALCANCE

El alcance de la **GUÍA DE PRÁCTICAS DEL BUEN USO DE BOSQUES EN LA MICROCUENCA CAÑAS COMO APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**, comprende proponer medidas ambientales para sostener los bosques y controlar impactos ambientales, garantizando el equilibrio ecosistémico de la zona.

RESPONSABLE

Los responsables que ejecutaran los diversos programas propuestos en la guía de buen uso de bosque, **(GBUB)**, son los moradores y los propietarios de fincas y terrenos de la Microcuenca Cañas.

PROGRAMAS

Programa	Inserción de los propietarios de tierras en los programas de protección de bosques		
OBJETIVO	DESARROLLO	INTERÉS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Motivar a los propietarios a evitar la deforestación o la implementación de actividades perjudiciales para el medio ambiente a través de incentivos económicos durante varios años a cambio de preservar su patrimonio.	En su mayoría los propietarios de tierras tienen terrenos formados por bosques primarios y secundarios que no están siendo utilizados. Se propone a estos propietarios ingresar sus terrenos en programas voluntarios de protección silvestre.	Que los propietarios entren a el programa desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente de Ecuador	Los medios de verificación lo realizaran los organismos pertinentes encargados del proyecto, después de la socialización década programa con cuestionarios, y evaluaciones.
Programa	Pago por servicios de protección de bosque		
OBJETIVO	DESARROLLO	INTERÉS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN

Mejorar acciones sostenibles para la conservación de los suelos.	Sin importar su estado inicial, se pueden implementar tanto programas de reforestación de especies nativas como programas gestión sostenible	Es convertirse en propietario de estos terrenos. La deforestación es un problema entonces descartado y se puede dar lugar a programas de mejoramiento y seguimiento de la biodiversidad.	Los medios de verificación lo realizaran los organismos pertinentes encargados del proyecto, después de la socialización década programa con cuestionarios, y evaluaciones.
Programa Plantación de árboles en proyectos de reforestación			
OBJETIVO	DESARROLLO	INTERÉS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Recuperación de los bosques primarios regenerando zonas degradadas.	Estas superficies de bosque con fines de conservación estarán protegidas de prácticas de destrucción de cubierta vegetal. Las especies seleccionadas para la reforestación deben ser nativas y permitir un retorno de la biodiversidad tanto florístico como faunístico. Pruebas de regeneración natural asistida también pueden ser aplicadas.	Reside en la obtención de un espacio más similar posible a su estado natural antes de su degradación y promover el uso y suministro de semillas potencialmente presentes en el suelo. Siembras adicionales también pueden acelerar el proceso.	Los medios de verificación lo realizaran los organismos pertinentes encargados del proyecto, después de la socialización década programa con cuestionarios, y evaluaciones.

Cada uno de estos programas para restablecer o preservar los espacios naturales debe ir acompañado de un propósito el cual es restaurar, mantener y desarrollar la diversidad biológica de los terrenos concedidos a los proyectos. Para ello se trabaja en asociación con las organizaciones especializadas (universidades, ONG, gobierno...) que pueden hacerse cargo de asegurar la gestión sostenible y el seguimiento de nuevos espacios para la conservación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La microcuenca Caña tiene un área de 23,93 Km² además es un relieve montañoso, este territorio se divide en tres áreas Caña Chica, Caña en Medio y Caña Grande de las cuales en Caña en Medio no existe bosque nativo, porque los terrenos han sido remplazados por pasto provocando la deforestación y degradación de los suelos.
- ✓ Las áreas de Caña Chica y Grande existe bosque nativo tropical húmedo, en él se encuentran tres familias de especies arbóreas que predominan en la captación de CO₂, destacándose entre ellas la familia Myristicaceae con mayor número de especies predominante como el Laurel (*Laurus nobilis*), Jiguas (*Nectandra acutifolia*), Aguacate (*Persea Americana*).
- ✓ El valor de la captación de carbono de la microcuenca Cañas es de 0,1075 MgDM/MGC considerando los valores de la biomasa área y el número de individuos por especies obtenidas en el campo es favorable para la sostenibilidad y el medio ambiente de la zona.
- ✓ La elaboración de la guía de prácticas del buen uso de bosques en la microcuenca Cañas es un aporte positivo a la sostenibilidad del medio, porque proponer medidas ambientales para sostener los bosques y controlar impactos ambientales, garantizando el equilibrio ecosistémico de la zona, además servirá para que futuros grupos de trabajo comunitario socialicen el documento como parte de la sostenibilidad del lugar.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Sirviendo como información lo concluido sobre las especies con mayor capacidad en captura de carbono, dentro de la microcuenca de Cañas, para que las instituciones gubernamentales como el MAE y los GAD PROVINCIALES, CANTONALES Y PARROQUIALES, desarrollen proyectos de sostenibilidad ambiental a través de la conservación de bosques nativos de todo el Cantón Bolívar.
- ✓ A la microcuenca involucrada que tome la iniciativa en programas de reforestación realizando sistemas agroforestales con especies endémicas de la zona con gran valor de captación Carbono.
- ✓ Se recomienda cultivar *Persea Americana* (Aguacate), con la finalidad de que sea una especie que contribuya a la sostenibilidad ambiental, ecológica y económica ya que el fruto puede ser comercializado en mercados locales y regionales; sus raíces ayudan a mantener la estabilidad del suelo y su biomasa área ayuda a la captación de carbono y evita que el suelo sea erosionado por la lluvia, sustentado en los Inventario Nacional Forestal (INF), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) .

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R. 2015. Amazonia absorbe menos CO₂ porque mueren más árboles Consultado el 07 de Nov. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.scidev.net/americalatina/conservacion/noticias/amazoniaabsorbe-menos-co2-porque-mueren-m-s-rboles.html>
- Árboles de Centro América, 2003. Manual para Extensionistas Consultado, el 20 de Oct. 2015. Formato en HTML. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=q-0>
- Arregui, O. 2006. SOSTENIBILIDAD Y ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL. Consultado el 05 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220466007>
- Ayala, C; María del Rosario; Gutiérrez, V; Verónica; Zapata, M; Emma 2016. GÉNERO, CAMBIO CLIMÁTICO Y REDD+: EXPERIENCIAS EN EL TIEMPO. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471010>
- Bernal, C. 2010. Metodología de la Investigación. Tercera edición Colombia 320p, Consultado el 03 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en: http://www.academia.edu/7058761/10022014Metodologia_de_la_Investigacion_3edi_Bernal
- Borrego, S. 2008. Tipos de muestreo. Consultado el 03 de Nov. Formato en PDF. Disponible en: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_12/SILVIA_BORREGO_1.pdf
- Casal, J. 2003. Tipos de muestreo. Consultado el 03 de Nov. Formato en PDF. Disponible en: [http://www.mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/TiposMuestreo1.pdf](http://www.mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/TiposMuestreo1.pdf)
- ESAM MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí). 2012. Manual del Sistema de Investigación Institucional. 2ed. Calceta – Manabí, EC. p 89.
- FAO, 2012. Especies Forestales de los Bosques secos Del Ecuador, Consultado, el 20 de Oct. 2015. Formato en PDF. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/288>
- FAO, 2013. Los Bosques y el uso de la tierra. Consultado el 28 de Oct 2015. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographicsdetails/es/c/174206/>
- Forero, C.; Adánez, J; Gayán, P; García-Labiano, Francisco; Abad, Alberto.2010. CAPTURA DE CO₂ MEDIANTE TRANSPORTADORES SÓLIDOS DE OXÍGENO. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309026684010>

- Galeana, J; Ordóñez, J y Corona N 2013. Estimación de contenido de carbono en la cuenca del río Magdalena, México. Consultado el 20 de Oct 2015. Formato en PDF. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140504712013000100005&script=sci_arttext
- Hesperian.org, 2014. Uso sostenible de los bosques Consultado el 20 de julio. 2016. Formato HTML. Disponible en: // http://es.hesperian.org/hhg/A_Community_Guide_to_Environmental_Health:Uso_sostenible_de_los_bosques
- IEG, 2008. Sostenibilidad Ambiental. Consultado, el 05 de Nov. 2015. Formato PDF Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/EXTENVIRONMENT/Resources/EvalSumm_esp.pdf
- IGN, 2015. Instituto Geográfico Nacional. Consultado el 10 de Nov. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>
- INIAP, 2011. Caracterización y diversidad florística, Consultado el 20 de Oct 2015. Formato en PDF. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/caracterizacion-y-diversidad-floristica-del-sistema-agroforestal-1.pdf>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 2006. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010>
- Jiménez, M; Gerdys, E; León, C; Alain; Piñero, P; Pedro, Y; Romillo, T; Antonio 2016. SIGESPRO: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA CONTROLAR PROYECTOS. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378345292011>
- Ladd, Brenton; Peri, Pablo L 2013. REDD+ EN LATINOAMÉRICA: EL CASO DE PERÚ. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378345292011>
- Libert, A; Antoine; Trench, T; 2016. BOSQUES Y SUELOS EN EL CONTEXTO DE REDD+: ENTRE GOBIERNO Y GOBERNANZA EN MÉXICO. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471008>
- López, P; John, F; Delgado, G; Dora, L; Vinasco, T; Liliana. 2005. LA INTERFASE URBANA RURAL COMO TERRITORIO Y ESPACIO PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517930007>
- Machín, A; Francisco, O; Torres, R; Roberto, M.; Fernández, S; Eduardo. 2010. EL ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD EN EL PROCESO FORMATIVO

ENERGÉTICO - AMBIENTAL DEL INGENIERO MECÁNICO. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517930007>

MAE, 2014. Programa de Mitigación y Adaptación, Consultado, el 26 de Julio. 2016. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>

MODELO DE OPTIMIZACIÓN APLICADO A BRASIL. Consultado el 05 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37031522001>

Navarrete, E., 2010 ECUADOR: PAÍS MÁS MEGA-DIVERSO DEL MUNDO. Consultado el 26 de Agosto. 2016. Formato html. Disponible en olnacentenews.blogspot.com/2010/06/ecuador-pais-mas-mega-diverso-del-mundo.html

Otaya, L; Sánchez, R; Morales, L y Botero, V 2006. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG), UNA GRAN HERRAMIENTA PARA LA SILVICULTURA URBANA. Consultado el 05 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914074008>

Ramos, 2010. Captura y almacenamiento de CO₂. Consultado, el 05 de Nov. 2015. Formato HTML Disponible en <http://www.ecologistasenaccion.org/article7815.html>

Rugnigz, M.; Chacón, M.; Porro, R. (2009) Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales Consultado el 05 de Nov. 2015. Formato PDF disponible <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16293.pdf>

Santibáñez González, Ernesto D.R. 2014. CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO. Consultado el 06 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/rica/acervo/vol_30_3/04-Gonzalez.pdf

Santibáñez, G; Ernesto D.R. 2014. CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO: MODELO DE OPTIMIZACIÓN APLICADO A BRASIL. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37031522001>

SEMPLADES, 2013. Buenas prácticas Ambientales, Consultado, el 26 de Julio. 2016. Formato en PDF. Disponible en: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/manual-BPA41-bajo2.pdf>

- Textos Científicos, 2007. Captura de Carbono -CO₂ Consultado el 04 de Nov. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/node/887>
- UNESA, 2005. Los árboles frutales como sumideros de CO₂. Consultado el 03 de Nov. Formato en HTML. Disponible en: http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/07_Formacion_Inovacion_Sector_Agrario/02_Centro_Transferencia_Agroalimentaria/Publicaciones_Centro_Transferencia_Agroalimentaria/IT_2013/IT_248-13.pdf
- VEO VERDE, 2015. Especies arbóreas de Centroamérica. Consultado el 20 de Oct 2015. Formato en PDF. Disponible en: <https://www.veoverde.com/2015/03/100-especies-de-arboles-de-mexico-centroamerica-en-un-glosario-en-linea/>
- Villavicencio, P. 2012. Captura y almacenamiento de CO₂. Consultado, el 05 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en http://www.palermo.edu/derecho/revistaderechoambiental/pdfs/REV1-2012-Derecho_Ambiental_02.pdf
- Zamora-Martínez; Marisela, C. 2014. ALGUNOS RETOS DE REDD+ PARA TRANSITAR DE LA MITIGACIÓN A LA ADAPTACIÓN. Consultado el 20 de Julio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63439016001>

ANEXOS

ANEXOS 1

Ficha técnica de recolección de datos del área de estudio

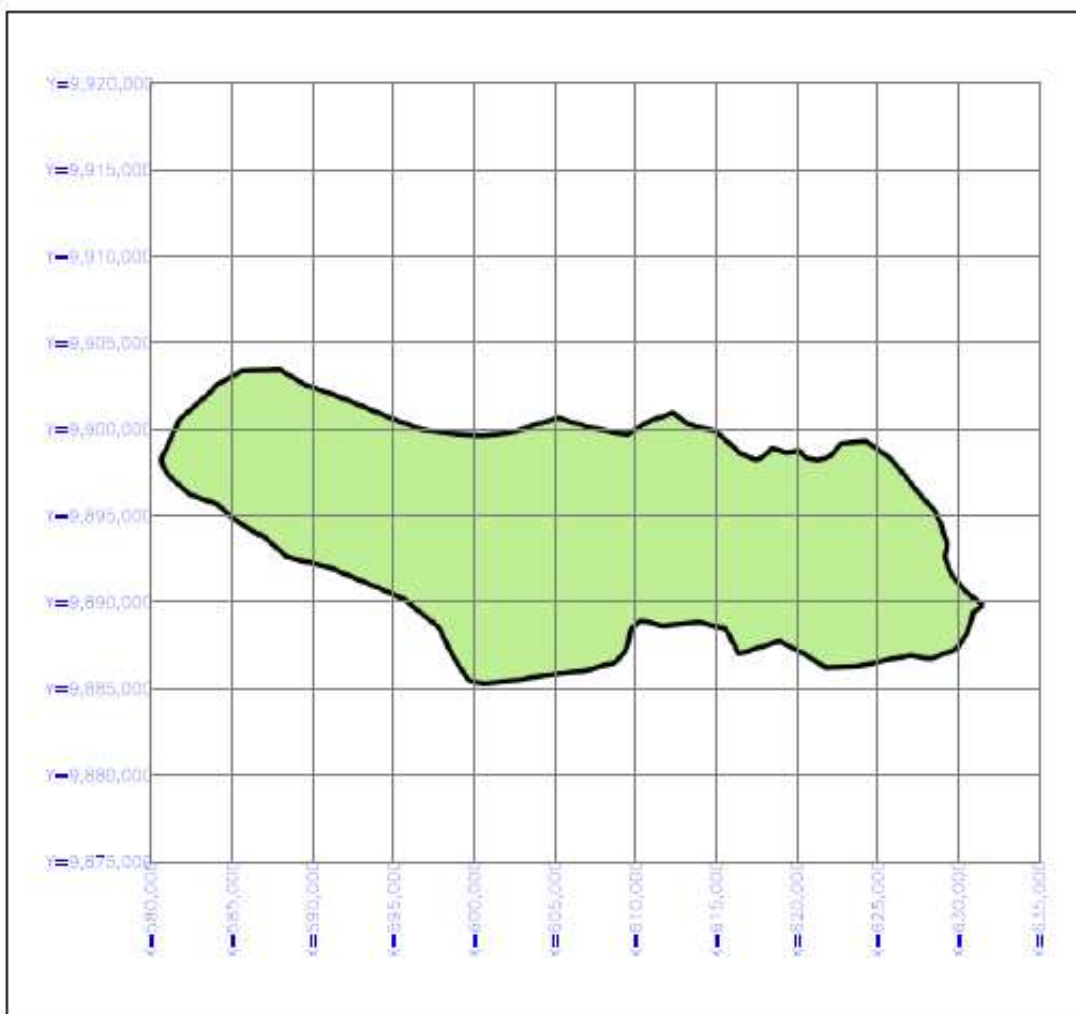


FICHA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Fecha:	hora:
Área de estudio	
Descripción de la superficie del terreno	
Característica del relieve	
Pendiente	
Comunidad vegetal	
Especie arbórea predominante	

ANEXO 2

Mapas temáticos de la microcuenca Cañas



MAPA DE LA DELIMITACION DE LA CUENCA

UBICACIÓN



PAIS: Ecuador **PROVINCIA:** Manabí **CANTONES:** Bolívar **PARROQUIAS:** Calceña

CONTIENE:
MAPA DE LA DELIMITACION DE LA CUENCA

DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:70,000

AREA: 24,00 KM²

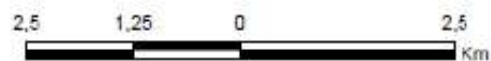
TESIS:
ZONIFICACION PARA CAPTACION DE CO₂, EN BOSQUES MEDIANTE USO DEL S.I.G. COMO APORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS

AUTORES:

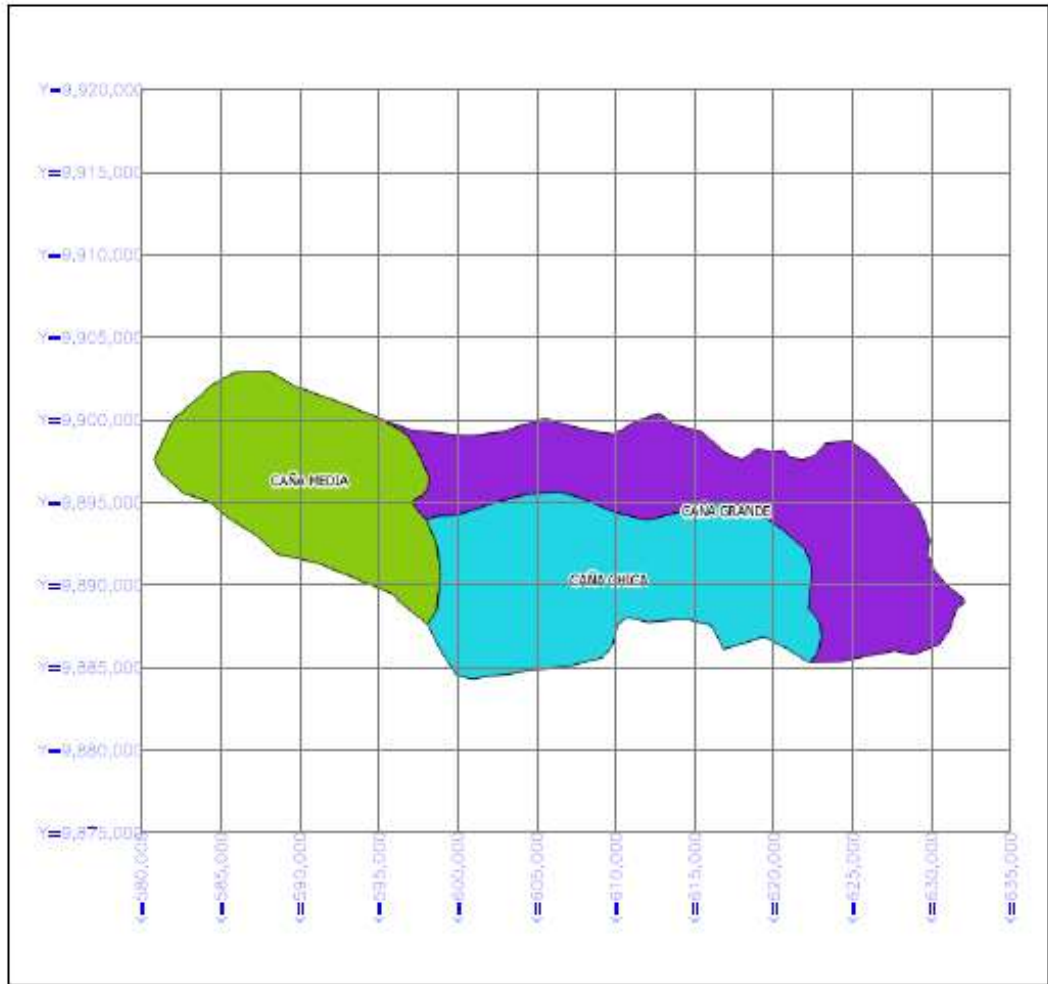
Borrero Parraga Carlos Javier Mendoza Velasquez Angel Ivan

TUTOR:

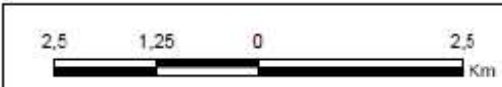
ING. FRANCISCO VELASQUEZ INTRIAGO



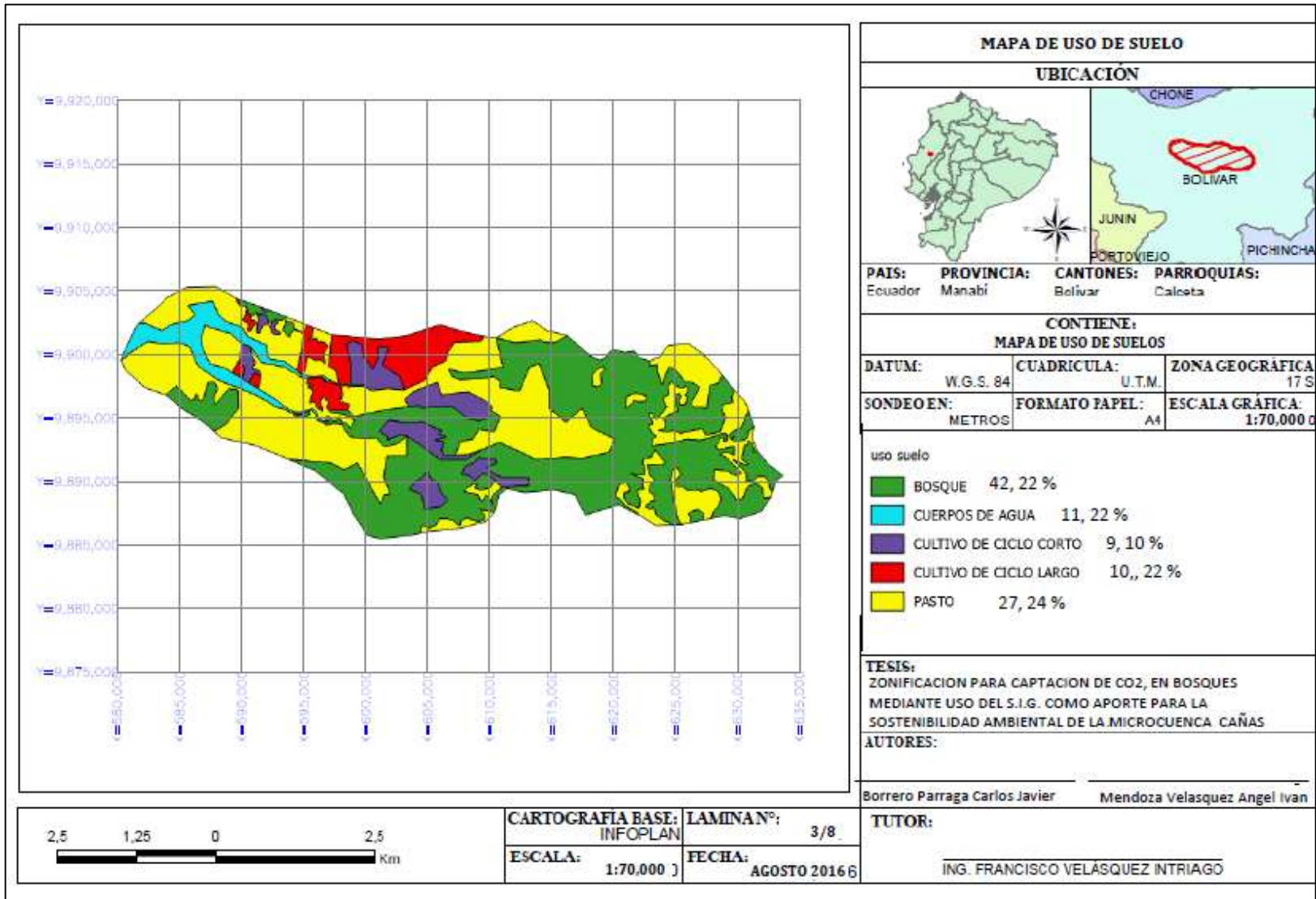
CARTOGRAFIA BASE: INFOPLAN	LAMINAN^o: 1/8
ESCALA: 1:70,000	FECHA: AGOSTO 2016

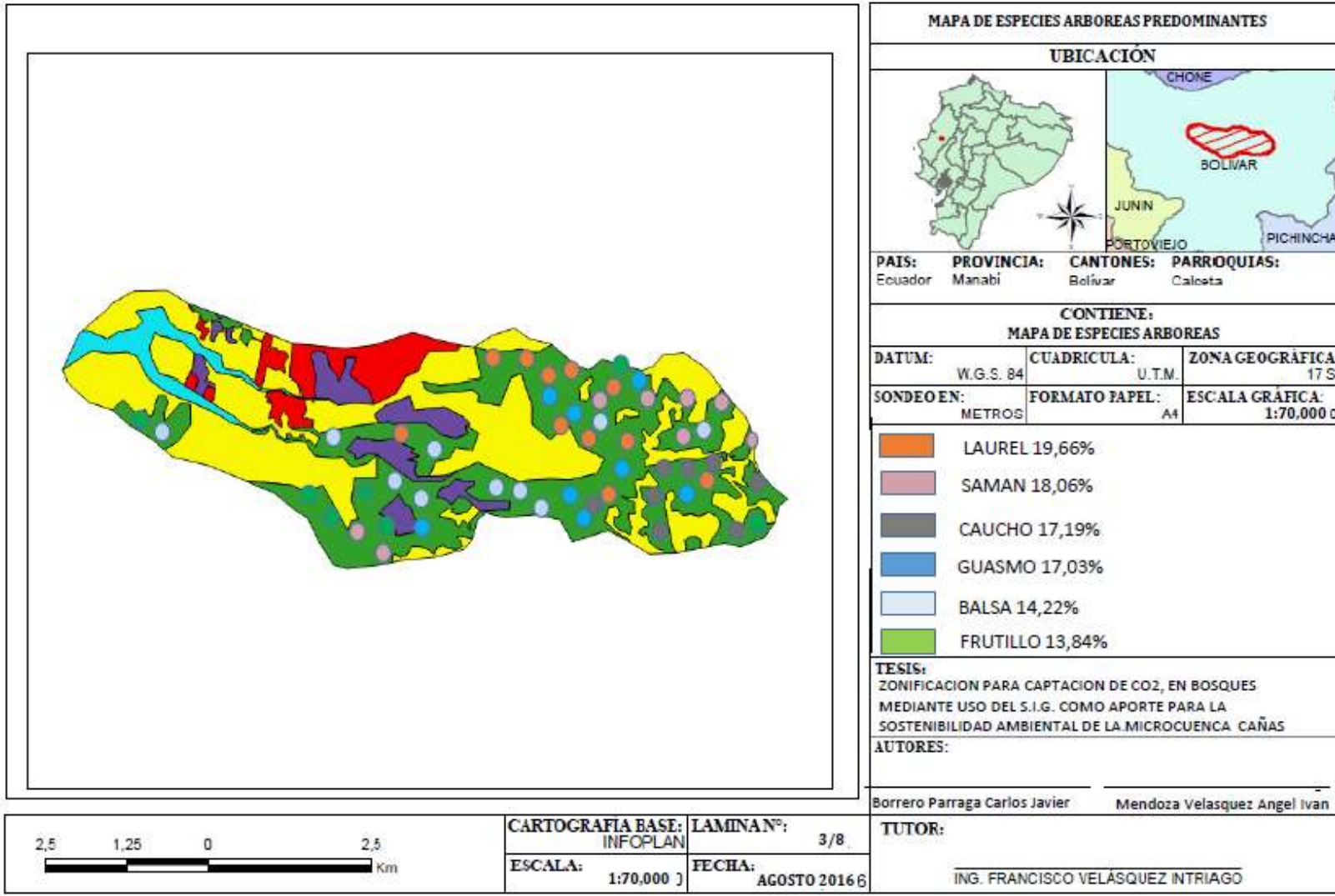


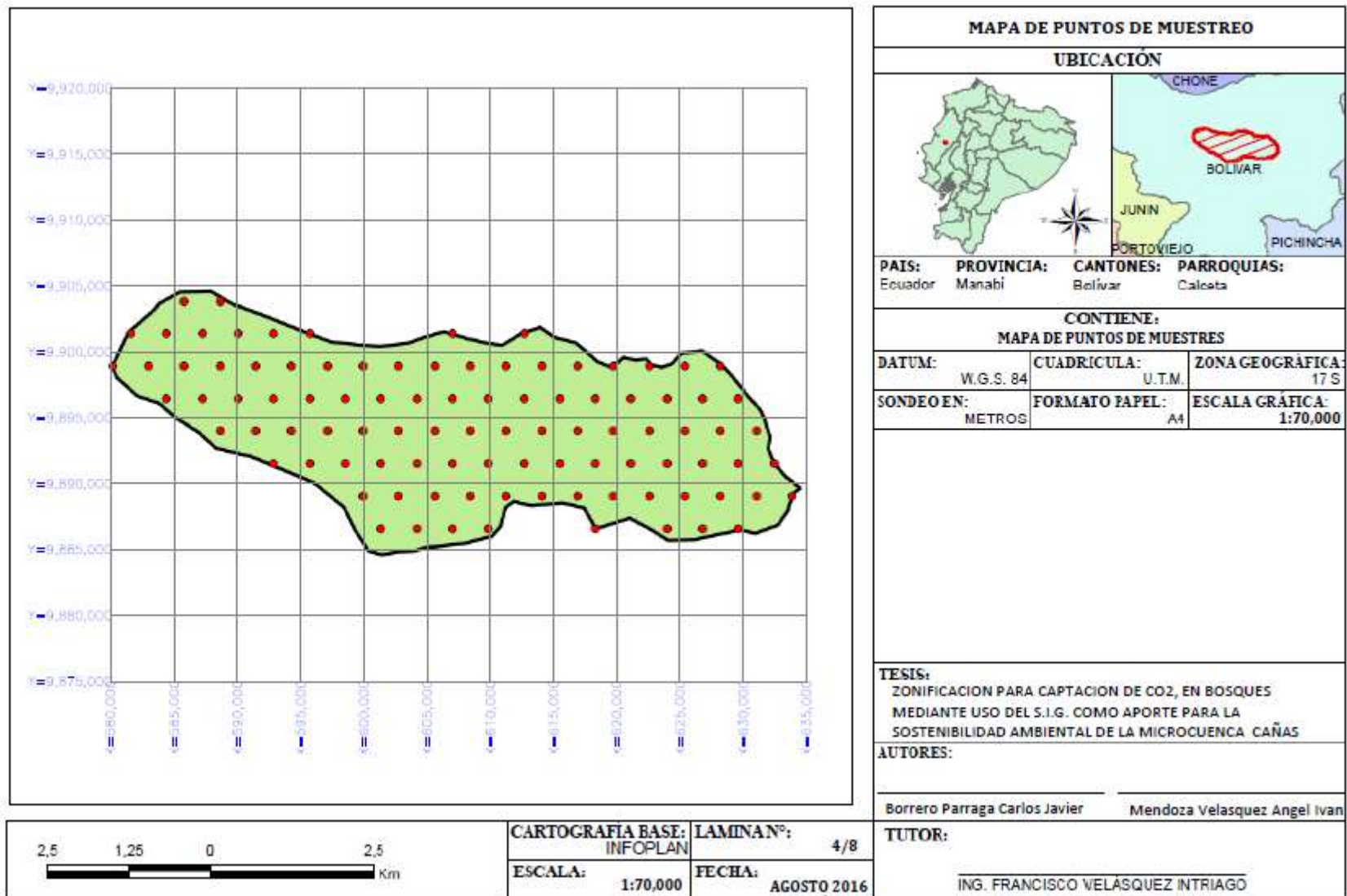
MAPA DE DIVISION DE LA CUENCA			
UBICACION			
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTONES: Bolívar	PARROQUIAS: Calcuta
CONTIENE: MAPA DE DIVISION DE LA CUENCA			
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S	
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:70,000	
<p>CAÑAS</p> <ul style="list-style-type: none"> CAÑA CHICA CAÑA GRANDE CAÑA MEDIA 			
<p>TESIS: ZONIFICACION PARA CAPTACION DE CO2, EN BOSQUES MEDIANTE USO DEL S.I.G. COMO APORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS</p>			
AUTORES:			
Borrero Parraga Carlos Javier		Mendoza Velasquez Angel Ivan	
TUTOR:			
ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO			

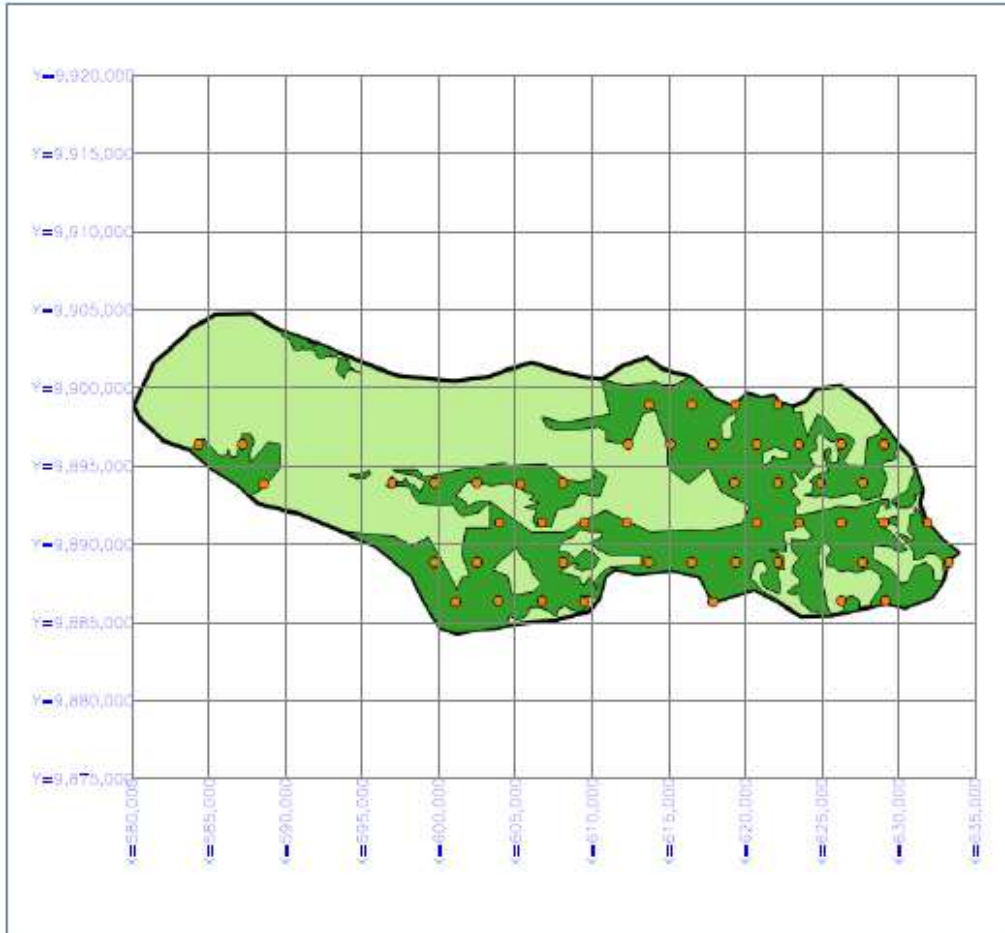


CARTOGRAFIA BASE: INFOPLAN	LAMINAN°: 2/8
ESCALA: 1:70,000	FECHA: AGOSTO 2016

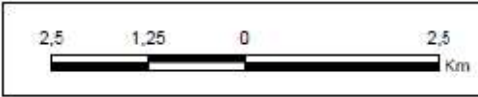




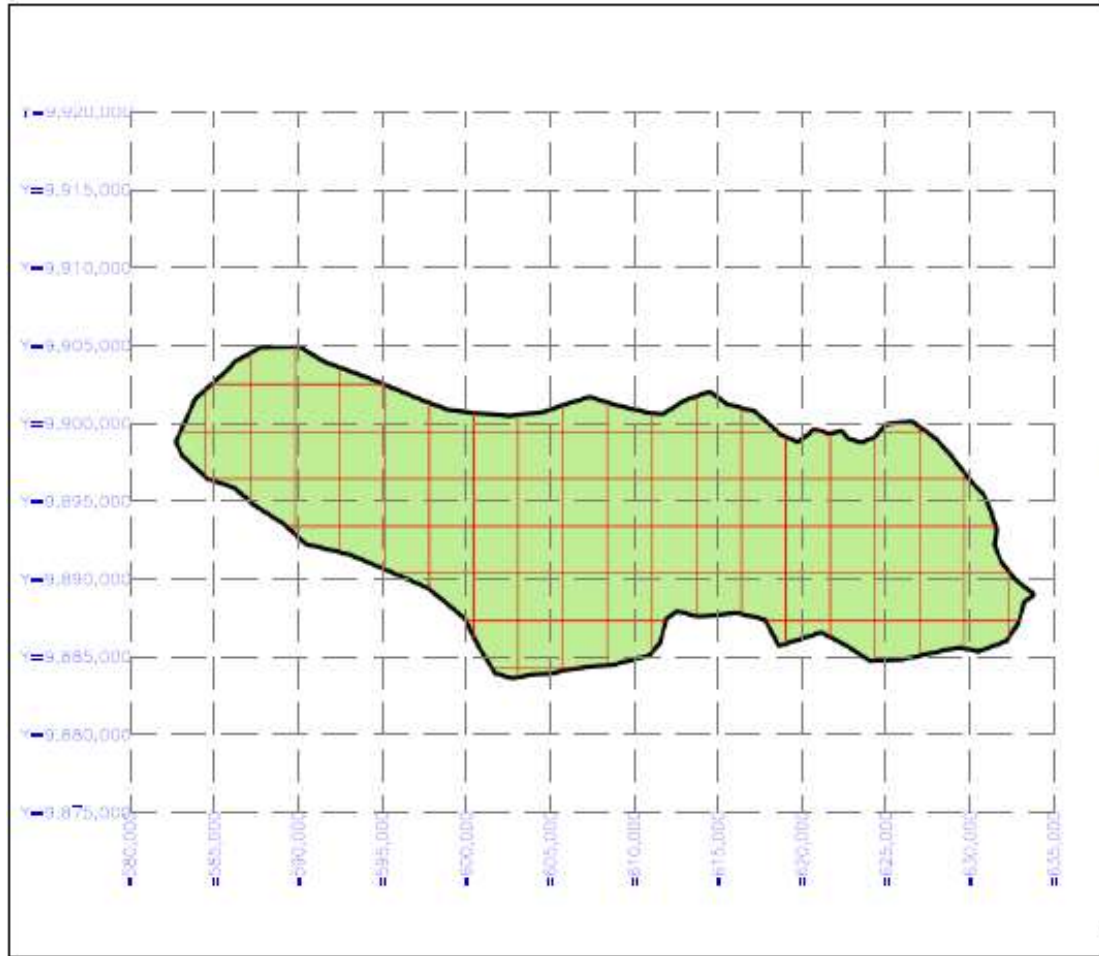




MAPA DE MUESTREO EN ZONA BOSCOSA		
UBICACION		
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabi	CANTONES: Bolivar
PARROQUIAS: Calacota		
CONTIENE:		
MAPA DE MUESTREO EN ZONA BOSCOSA		
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRAFICA: 17 S
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRAFICA: 1:70,000
<p>● ESTACIONES DE MUESTREO</p> <p>■ BOSQUE 42, 22 %</p>		
TESIS:		
ZONIFICACION PARA CAPTACION DE CO2, EN BOSQUES MEDIANTE USO DEL S.I.G. COMO APOORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS		
AUTORES:		
Borrero Parraga Carlos Javier Mendoza Velasquez Angel Ivan		
TUTOR:		
ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO		



CARTOGRAFIA BASE: INFOPLAN	LAMINAN°: 5/8
ESCALA: 1:70,000	FECHA: AGOSTO 2016



MAPA DE RED CUADRANGULAR

UBICACION



PAIS: Ecuador **PROVINCIA:** Manabí **CANTONES:** Bolívar **PARROQUIAS:** Calceota

CONTIENE:

MAPA DE RED CUADRANGULAR (DISTANCIA 550METROS)

DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:70,000

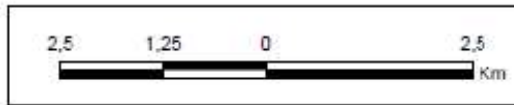
TESIS:

ZONIFICACION PARA CAPTACION DE CO2, EN BOSQUES MEDIANTE USO DEL S.I.G. COMO APOORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS

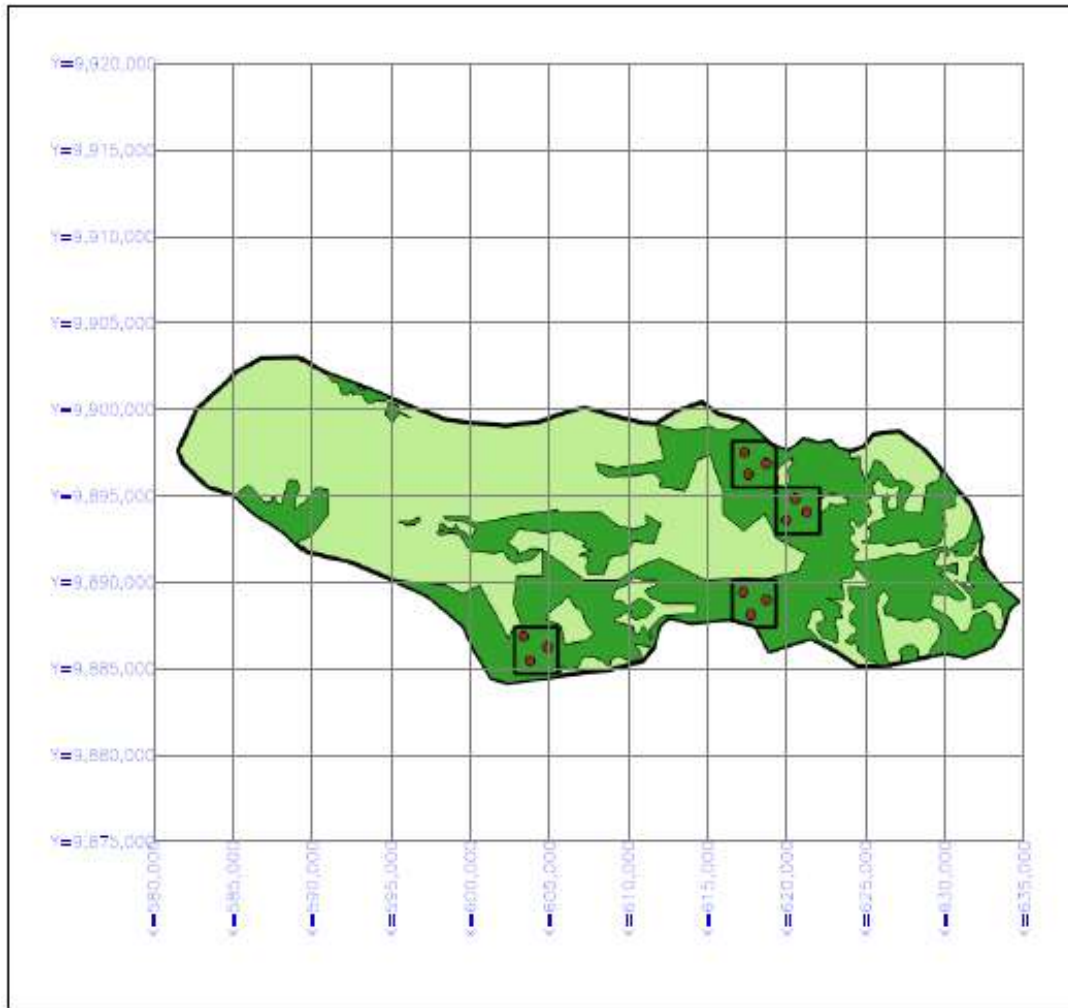
AUTORES:

Borrero Parraga Carlos Javier Mendoza Velasquez Angel Ivan
TUTOR:

ING. FRANCISCO VELASQUEZ INTRIAGO



CARTOGRAFIA BASE: INFOPLAN	LAMINA N°: 6/8
ESCALA: 1:70,000	FECHA: AGOSTO 2016



ESTACIONES DE MUESTREO EN ZONA BOSCOSEA

UBICACIÓN



PAIS: Ecuador **PROVINCIA:** Manabí **CANTONES:** Bolívar **PARROQUIAS:** Calceta

CONTIENE:
MAPA DE ESTACIONES DE MUESTREO EN ZONA BOSCOSEA

DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:70,000

- CUADRICULA
- BOSQUE 42, 22 %
- MUESTREO EN ZONA MOSCOSA

TESIS:
ZONIFICACION PARA CAPTACION DE CO2, EN BOSQUES MEDIANTE USO DEL S.I.G. COMO APOORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS

AUTORES:

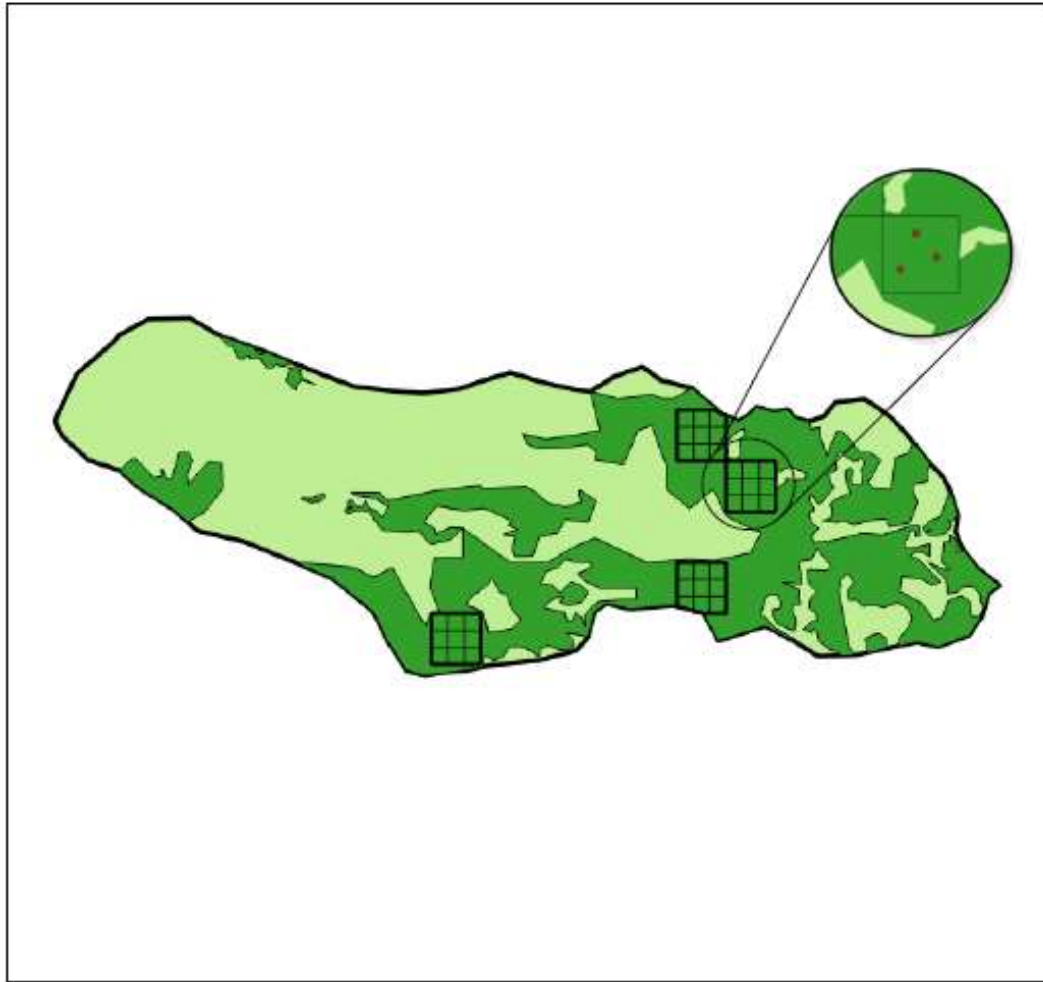
Borrero Parraga Carlos Javier Mendoza Velasquez Angel Ivan

TUTOR:

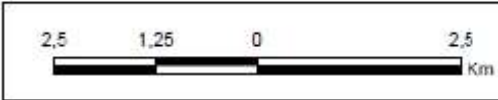
ING. FRANCISCO VELASQUEZ INTRIAGO



CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN **LAMINANº:** 7/8
ESCALA: 1:70,000 **FECHA:** AGOSTO 2016



ESTACIONES DE MUESTREO EN ZONA BOSCOSA		
UBICACIÓN		
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTONES: Bolívar
PARROQUIAS: Calacota		
CONTIENE:		
MAPA DE ESTACIONES DE MUESTREO EN ZONA BOSCOSA		
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:70,000
<p> CUADRICULA BOSQUE 42,22 % MUESTREO EN ZONA BOSCOSA </p>		
TESIS: ZONIFICACION PARA CAPTACION DE CO2, EN BOSQUES MEDIANTE USO DEL S.I.G. COMO APOORTE PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA CAÑAS		
AUTORES:		
Borrero Parraga Carlos Javier Mendoza Velasquez Angel Ivan		
TUTOR:		
ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO		



CARTOGRAFIA BASE: INFOPLAN	LAMINA N°: 8/8
ESCALA: 1:70,000	FECHA: AGOSTO 2016

ANEXO 3

Cronología fotográfica



A) Vista panorámica de la microcuenca cañas



B) bosque intervenido por la mano del hombre



C) Clinómetro utilizados en la investigación



D) Toma del DAP de las especies



E) Utilización del clinómetro en la práctica



F) Vía de acceso dentro de la microcuenca Cañas



G) Bosque primario en la microcuenca Cañas



H) Ramal de microcuenca cañas y bosque primario



I) Aplicación de medida para obtener el DAP



J) Toma de altura con el clinómetro



K) Trabajo de campo para obtener datos



L) Especies dentro de la microcuenca cañas