



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

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

TEMA:

**VALORACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE CARBONO PARA LA
CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR LA PITA DE LA
PARROQUIA QUIROGA**

AUTORES:

CARLÍN CEDEÑO DIMAS JAVIER

MACÍAS LOOR DIEGO JOSÉ

TUTOR:

ECON. TEODULO ROBERTO ZAMBRANO FARIÁS

CALCETA, JUNIO 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

Carlín Cedeño Dimas Javier y **Macías Loor Diego José**, declaran 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 hemos 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.

Carlín Cedeño Dimas Javier

Macías Loor Diego José

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Teódulo Roberto Zambrano Farías certifica haber tutelado la tesis **VALORACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE CARBONO PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA**, que ha sido desarrollada por **Carlín Cedeño Dimas Javier** y **Macías Loor Diego José**, 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.

Econ. Teódulo R. Zambrano Farías

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han aprobado la tesis **VALORACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE CARBONO PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **Carlín Cedeño Dimas Javier** y **Macías Loor Diego José**, 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. CARLOS SOLÓRZANO SOLÓRZANO
M.Sc.
MIEMBRO

ING. JULIO A. LOUREIRO SALAVARRÍA, M.Sc.
MIEMBRO

DRA. AYDA DE LA CRUZ BALÓN, M.Sc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

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 Dios por ser nuestro padre celestial capaz de brindarnos la fuerza, la voluntad, y las ganas de salir adelante diariamente en tan prestigiosa institución, por ser el motor de vida para cada uno de los que hemos sido involucrados en este largo trayecto de educación; compañeros de curso, docentes y todo el personal que labora en la ESPAM MFL.

A nuestros padres por darnos la vida, por ser la fuente principal de energía para seguir con nuestros estudios, por ser motivadores profesionales constantemente, y por ser el pilar fundamental en nuestra pequeña pero maravillosa sociedad denominada hogar.

A nuestros hijos por llegar a cada una de nuestras vidas en el momento más preciso, justo en el momento en el que vemos la vida de una manera más ambiciosa, llena de aspiraciones y deseos que se generan en base a las necesidades de ellos, estamos listos para enfrentar la misma batalla que enfrentaron nuestros padres por darnos una buena educación.

A todos los que conforman nuestra familia que de una u otra forma nos brindaron su ayuda, ya sea moral, física y económicamente; hermanos, primos, tías, tíos y otros.

Al Ingeniero José Manuel Calderón Pincay por brindarnos la asesoría necesaria, los conocimientos óptimos y recomendaciones puntuales para que la elaboración del proyecto de tesis sea de calidad.

Dimas Javier Carlin Cedeño

y

Diego José Macias Loor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación.

De igual forma, dedico esta tesis a mi madre Liliana Cedeño, que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi padre José Carlin, que a pesar de que ya no se encuentra entre nosotros, siento que está conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mis hermanos Monserrate Carlin y José Luis Carlin que siempre han estado junto a mi brindándome su apoyo cuando lo necesite.

A mi hija Mariángel Carlin que es la razón de este meta que me llegue a cumplir.

A mi novia Laura Vera que con su cariño, amor y apoyo fue parte fundamental en mi proceso de formación académica.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Dimas Javier Carlin Cedeño

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por haberme obsequiado el maravilloso don de la vida, por brindarme las fuerzas necesarias para superarme como estudiante, como persona y futuro profesional, por poner en mi camino a personas correctas y capaces de brindarme su apoyo incondicional ya sea moral, económico y afectivo.

A mi madre Lady Marilyn de la Cruz por cada una de sus palabras de aliento, por formarme desde pequeño de la manera más idónea y justa, por su sinceridad, por su amor de madre y por nunca dejar de creer en mí.

A mi padre José Homero Macías por ser el principal ejemplo de fuerza, perseverancia y capacidad de superación, por enseñarme el camino correcto en la vida y por no permitirme desviarme del mismo.

A mi hermano Michael Macías por creer en mi formación como profesional y por brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba.

A los que conforman el resto de mi familia y que son parte indispensable en mi vida; María Zambrano Intriago mi segunda madre que nunca dejo de creer en mí y a la cual amo infinitamente, Salvador Fernández por ser ejemplo de fuerza y paciencia una gran persona y un gran padre.

A mi mujer Nelka Zambrano Cedeño y a mis hijos (Diego Macías Basurto y Camila Macías Zambrano) que llegaron a mi vida cuando más los necesitaba para formar parte de mi presente y futuro.

A todas aquellas personas que por un segundo de su vida creyeron en mí.

Diego José Macías Loor

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	II
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
CONTENIDO GENERAL.....	VIII
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
1. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO ₂	5
2.2. APLICACIONES DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO	5
2.3. LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO ₂ EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO	6
2.4. LA CONTRIBUCIÓN DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO ₂ EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
2.5. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LA BIOMASA....	7
2.5.1. ESTIMACIÓN DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA.....	7
2.6. CONSERVACIÓN AMBIENTAL	9
2.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	9
2.8. ENFOQUE DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....	9
2.9. BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	10
2.10. LOS BOSQUES Y EL USO DE LA TIERRA	10
2.11. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DE LOS BOSQUES	12

2.12.	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN REDD+ .	12
3.	CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	16
3.1.	UBICACIÓN	16
3.2.	DURACIÓN.....	16
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.4.	VARIABLES DE ESTUDIO	17
3.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	17
3.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	17
3.5.	PROCEDIMIENTOS	18
3.5.1.	FASE1.- DIAGNOSTICAR LAS ZONAS CON MAYOR POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE HAY EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA.....	18
3.5.2.	FASE 2.-. ESTIMAR LOS NIVELES DE CAPTACIÓN DE CARBONO EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA ...	19
3.5.3.	FASE 3.-: DETERMINAR LAS TASAS DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE OFRECE EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA.	20
3.6.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	17
3.6.1.	MÉTODOS	17
3.6.1.1.	MÉTODO ANALÍTICO-SINTÉTICO.....	17
3.6.2.	TÉCNICAS	17
3.6.2.1.	OBSERVACIÓN DIRECTA.....	17
3.6.2.2.	TÉCNICAS ESTADÍSTICAS.....	17
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1.	RESULTADOS.....	21
4.1.1.	DIAGNÓSTICO DE LAS ZONAS CON MAYOR POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE HAY EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA	21
4.1.2.	ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE CAPTACIÓN DE CARBONO EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA	23
4.1.3.	DETERMINACIÓN DE LAS TASAS DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE OFRECE EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA	26
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
5.1.	CONCLUSIONES	30
5.2.	RECOMENDACIONES	30
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	31

ANEXOS	34
--------------	----

CONTENIDO DE ECUACIONES, CUADROS Y FIGURAS

Ecuación 2.1. Fórmula de volumen capturado	28
Ecuación 2.2. Fórmula de Biomasa	28
Ecuación 2.3. Fórmula de carbono fijafo	28
Ecuación 2.3. Fórmula del Valor económico de Carbono.....	28
Cuadro 4.1. Características de las zonas arbóreas del sitio La Pita	21
Cuadro 4.2. Transeptos efectuados en el sitio La Pita.....	22
Cuadro 4.3. Características de las zonas arbóreas del sitio La Pita	22
Cuadro 4.4. Datos recolectados en campo.....	23
Cuadro 4.5. Datos de densidad/dominancia	25
Cuadro 4.6. Resumen de la relación Biomasa/Carbono fijado.....	25
Cuadro 4.7. Valores de carbono por zona de estudio.....	26
Cuadro 4.8. Valores de las especies por transecto con relación a la captación y el área.....	27
Cuadro 4.9. Valoración de las especies con mayor potencial de captación de Carbono	27
Cuadro 4.10. Valoración de las especies con mayor potencial de captación de Carbono	28
Foto 3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	16

RESUMEN

Se presentó un estudio sobre la valoración de la captación de carbono para la conservación ambiental del recurso forestal en el sector La Pita, parroquia Quiroga, para lo cual se realizó una identificación de las zonas con mayor potencial de captación de carbono que hay en el sector, visitas y recorridos de observación para establecer las zonas arbóreas dentro del área de estudio, lo que permitió efectuar la georreferenciación de las áreas con potencialidad, caracterizando las especies de mayor presencia determinadas en los cinco transeptos efectuados, cada uno con un área de 1000 m² (50m x 20m), con lo que a través de la aplicación de la metodología de Ríos (2012) se estimó la captura de carbono de las 11 especies caracterizadas, cuyos diámetros fueron mayores a 10 cm, de las cuales se obtuvieron DAP y la altura. Con los niveles de captación de carbono obtenidos en el sitio La Pita se realizó una tabla comparativa de resultados, con datos de investigaciones similares realizadas en Ecuador y a nivel internacional, en la que se aplicó la metodología REDD+ para bosques tropicales. Se obtuvo que la zona de estudio presentó un valor de captura de carbono bajo equivalente a 873,4985 Ton/ha, lo que se convierte en un beneficio económico de \$87,3498 considerando la tasa de pago propuesta por los organismos internacionales REDD+ y el IPCC la cual es de \$10/Ton de carbono, lo que conlleva a que la zona La Pita no pueda ingresar a un programa de conservación ambiental.

PALABRAS CLAVE

Carbono, bosques tropicales, conservación ambiental.

ABSTRACT

A study was presented on the valuation of carbon capture for the environmental conservation of the forest resource at La Pita sector, Quiroga parish, for which an identification was made of the areas with the greatest potential for carbon capture in the sector, visits and observation routes to establish the arboreal zones within the studied area, which allowed to make the georeferencing of the areas with potential, characterizing the species of greater presence determined in the five transects made, each with an area of 1000 m² (50m x 20m), with which through the application of Ríos methodology (2012) the carbon capture of the 11 characterized species was estimated, whose diameters were greater than 10 cm, from which DAP and height were obtained. With the levels of carbon capture obtained from La Pita site, a comparative table of results was made, with data from similar research carried out in Ecuador and internationally, in which the REDD + methodology for tropical forests was applied. It was found that the studied area had a low carbon capture value equivalent to 873.4985 Ton / ha, which becomes an economic benefit of \$87.3498 considering the payment rate proposed by the international REDD+ organisms and the IPCC which is \$ 10 / Ton of carbon, which means that La Pita area can't enter an environmental conservation program.

KEYWORDS

Carbon, tropical forests, conservation strategies.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Durante las últimas décadas los criterios para determinar las áreas que deben ser protegidas han evolucionado y avanzado de la mano de la biología de la conservación y de herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica. La calidad y belleza de los paisajes ya no son los únicos criterios a tener en cuenta para la selección de un área; sino que se han incorporado la representatividad y la complementariedad que una reserva ofrece para la protección de la biodiversidad tanto ecológica, de especies y genética (Castaño. 2006).

Pero también se emplean análisis de datos en diversas escalas de protección, generando diversos enfoques basados en la utilidad de las especies como si son indicadoras, de sombra, desarrollo forestal, entre otros que tienen como fin la selección de áreas para sistemas de reservas (Castaño. 2006). Un tipo importante de conservación tradicional de la naturaleza, practicada como parte de las costumbres de conservación basadas en las creencias de los pueblos antiguos de muchas partes del mundo, especialmente los andinos y los costeros, es la protección de áreas pequeñas de bosque como arboledas o bosques sagrados, o de determinados especímenes de árboles como árboles sagrados que les permitían un acceso a recursos como el agua, alimento y sustento para vivienda (Graudal *et al.*, 2004).

Los ecosistemas proporcionan a la sociedad una amplia gama de servicios de provisión, regulación, de soporte y culturales (MEA, 2003) citado por Chávez *et al.*, (2014); son la base de la subsistencia, desarrollo económico y social del que depende el mundo entero (Gómez y Groot, 2007) citado por Chávez *et al.*, (2014). Es por ello que deben manejarse de manera sustentable para mantener estos recursos de manera saludable y no comprometer la generación de los servicios ambientales que producen (Machín y Casas, 2006) citado por Chávez *et al.*, (2014). Por lo tanto, es importante la creación de estrategias y programas

de conservación y manejo de los recursos naturales (Koleff *et al.*, 2009; Semarnat, 2006) citado por Chávez *et al.*, (2014).

De acuerdo a lo expuesto por Bravo (2011) frente a este panorama, surge la necesidad de manejar estos recursos naturales, especialmente en lugares ricos en biodiversidad, lo que crea una oportunidad del sector financiero para mejorar la economía de estos sectores antes impensados, a través de propuestas llamativas para el mercado como es el aseguramiento de servicios ecosistémicos entre los que se hallan el control de gases de efecto invernadero, la captura de carbono y otros.

Según estudios realizados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2008, dice que la concentración de mezclado de dióxido de carbono en la atmósfera alcanzó 385.2 ppm (número de moléculas de gas por millón de moléculas) comprendiendo un aumento del 2.0 ppm con respecto al año 2007. En el transcurso de los años los Gases de Efecto Invernadero (GEI), emitidos a la atmósfera han afectado considerablemente a la temperatura del planeta, ya que su excesiva injerencia ha modificado su real funcionamiento causando el calentamiento del planeta.

Según Chambi (2001) la indebida valoración de los servicios que proveen los recursos naturales a la humanidad ha sido la principal causa del uso no sostenible en América Latina. La mayoría de los procesos que realizan las industrias, los sistemas domésticos y el transporte, dependen de los derivados de los combustibles fósiles, como consecuencia de estas actividades se da la emisión de dióxido de carbono. En el 2005 se pone en vigencia el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto que trata sobre que los países industrializados se comprometieron a disminuir en un promedio del 5% su nivel de emisiones de GEI con respecto al año de 1990. A pesar de que se elaboró una estructura para que se creen mercados de carbono entre estos países (a través de permisos de emisión y su comercialización), se integró un mecanismo factible para que los países en proceso de desarrollo participen y contribuyan de ésta manera al amortiguamiento del cambio climático, obteniendo beneficios económicos y promoviendo el desarrollo sustentable.

Ecuador, se integró en el mercado de carbonos desde el año 2003, aun así, la participación del país no ha sido muy considerable, aunque presenta un máximo potencial de mejora continua, fundamentada en la capacidad de adquisición recursos (Económicos y Socio-Ambientales) sin embargo no los gana por falta de estrategias que faciliten el acceso del país al mercado de bonos de CO₂.

Con los antecedentes antes expuestos se permite formular la siguiente pregunta de investigación.

¿Mediante la valoración de la captación de carbono, podría el sector La Pita de la parroquia Quiroga considerarse como área de conservación ambiental?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación tiene como finalidad valorar la captación de carbono en el sector La Pita, parroquia Quiroga, por lo que se pretende asignar un valor económico a la zona y contribuir a la disminución de los Gases de Efecto Invernadero - GEI, debido a que existe un recurso forestal sometido a la deforestación que puede ser recuperado y aprovechado con el fin de evitar cambios en la vegetación que existe en la zona, enfocándose en lo propuesto por el Protocolo de Kioto (1997), para reducir emisiones de GEI como alternativa contra el cambio climático, favoreciendo el aprovechamiento sostenible y a la conservación de los recursos naturales existentes.

Con los programas de sostenibilidad ambiental, 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” (SENPLADES, 2013).

Teniendo en cuenta la amplia diversidad de ecosistemas del Ecuador y el actual escenario de transformación de los sistemas naturales (MAE. 2013), es necesario ampliar la base de conocimiento científico de aquellos ecosistemas que se encuentran en mayor situación de amenaza, como el bosque húmedo tropical. A esto se suma, que ha recibido un bajo interés por parte de la comunidad científica, la cual ha enfocado tradicionalmente sus investigaciones

en otros ecosistemas como selvas húmedas y páramos. Esta situación crea la necesidad imperiosa de aumentar las actividades de preservación, conservación y restauración en las porciones remanentes de ese tipo de bosque, pero con una base de información científica, que en muchos casos es escasa o prácticamente nula.

Cabe mencionar que el proyecto se efectuará para conocer cuáles son las zonas de bosques con mayor valoración a la captación de carbono para que los habitantes del sector y de los alrededores conozcan el grado de captación de CO₂, y la vez sirva como fuente de información para realizar futuras investigaciones, generando así un impacto positivo al sector La Pita.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Valorar la captación de carbono en el sector La Pita de la Parroquia Quiroga para la conservación ambiental de la zona.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las zonas con mayor potencial de captación de carbono que hay en el sector La Pita de la parroquia Quiroga
- Estimar los niveles de captación de carbono en el Sector La Pita de la parroquia Quiroga
- Determinar los valores de captación de carbono que ofrece el Sector La Pita de la parroquia Quiroga.

1.4. HIPÓTESIS

Los niveles de captación de carbono inciden en la valoración como zona de conservación ambiental del Sector La Pita, parroquia Quiroga.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO₂

La captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) es un proceso que consiste en separar dicho compuesto de fuentes industriales y energéticas, transportarlo a una localización en la que será almacenado, y aislarlo a largo plazo. Se trata de una tecnología con muchas cuestiones por resolver para ser viable, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Por otro lado, sólo se puede considerar como paliativa, en el sentido de que no pretende reducir nuestra producción de CO₂ (Ramos, 2005).

La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) (CAC) constituyen un proceso consistente en 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 (IPCC, 2005).

2.2. APLICACIONES DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

La captura y almacenamiento de carbono (CAC) está diseñada para ser aplicada a las grandes centrales termoeléctricas de carbón y gas, de nuevo diseño, aunque también se puede aplicar a las actuales centrales. Se vende como una forma "limpia" de generar electricidad y supone una magnífica excusa para promover y alargar la extracción de carbón, uno de los combustibles más sucios y contaminantes (Arribas, 2013).

La aplicación generalizada de la CAC dependerá de la madurez tecnológica, los costos, el potencial global, la difusión y la transferencia de la tecnología a los países en desarrollo y su capacidad para aplicar la tecnología, los aspectos normativos, las cuestiones ambientales y la percepción pública (IPCC, 2005).

2.3. LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO₂ EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Las tecnologías de captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC) podrían reducir las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de las centrales eléctricas de combustibles fósiles (evidencia media, nivel de acuerdo medio). Mientras que todos los componentes de los sistemas integrados de CAC existen y se utilizan en la actualidad por la industria de la extracción y el refinado de los combustibles fósiles, la CAC aún no se ha aplicado a escala a una gran central eléctrica de combustible fósil comercial operativa. Las centrales eléctricas de CAC podrían estar en el mercado si se incentivaran estas tecnologías mediante reglamentación y/o si fueran competitivas respecto de sus homólogas sin que hayan experimentado un decaimiento, por ejemplo, si los costos de inversión y operativos, causados en parte por disminuciones de eficiencia, se compensaran con unos precios por emisiones de carbono suficientemente elevados (o mediante apoyo financiero directo). Para la implantación futura de CAC a gran escala, se necesitan reglamentaciones bien definidas en relación con las responsabilidades a corto y largo plazo para el almacenamiento, así como incentivos económicos. Entre los obstáculos existentes para la implantación a gran escala de las tecnologías de CAC cabe destacar la seguridad operativa y la integridad a largo plazo del almacenamiento de CO₂ así como los riesgos de transporte (IPCC, 2014).

2.4. LA CONTRIBUCIÓN DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO₂ EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las opciones de mitigación comprenden la mejora de la eficiencia energética, la preferencia de combustibles que dependan menos intensivamente del carbono, la energía nuclear, las fuentes de energía renovables, el perfeccionamiento de los sumideros biológicos y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO₂. La CAC tiene la capacidad potencial de reducir los costos generales de la mitigación y aumentar la flexibilidad para lograr la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. (IPCC, 2005).

2.5. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LA BIOMASA

La estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que ésta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes y, representa la cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmósfera, o conservado o fijado en una determinada superficie cuando los bosques son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero (Brown, 1997).

Existen métodos directos e indirectos para estimar la biomasa de un bosque. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco. Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de las ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales. También se puede estimar la biomasa a través del volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor expansión para determinar el peso seco total (Brown *et al.*, 1996).

2.5.1. ESTIMACIÓN DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA

Ríos (2012) establece una metodología para la valoración económica de captura de carbono, para lo cual se estimó la cantidad de biomasa aérea de las diferentes especies de árboles y la biomasa total en una hectárea, utilizando un método indirecto basado en el uso de datos secundarios de densidad maderable, altura y diámetro alrededor del pecho (DAP) a partir del inventario forestal existente del área, objeto de estudio. El inventario partió de un muestreo sistemático estratificado, en el que se implantaron parcelas de monitoreo con un rango entre 1000 a 2000 m² en cada polígono correspondientes a la zona alta y baja respectivamente.

Con los datos obtenidos en el campo se determinó el volumen utilizando, la altura, el DAP, y la densidad maderable para posteriormente calcular la biomasa.

La fórmula que se empleó fue:

$$V = \pi * r^2 * H \quad \text{Ec. 2.1.}$$

Donde

V = Volumen del árbol en centímetros cúbicos

$$R = \text{radio del árbol en centímetros} = \frac{DAP}{2}$$

H = altura del árbol en centímetros

Con los datos obtenidos se calculó la biomasa de cada árbol en base a la fórmula:

$$\text{Biomasa (g)} = \text{Volumen del árbol (cm}^3\text{)} * \text{densidad (g/cm}^3\text{)} \quad \text{Ec. 2.2}$$

A la cantidad de biomasa en gramos se la multiplica por 10.000 y obtenemos toneladas de biomasa. Para convertir toneladas de biomasa a toneladas de carbono, se multiplica por un factor de conversión 0.47 que es un factor estándar bajo estudios realizados para métodos no destructivos del bosque como se lista en la tabla 4.3 en página 4.48 de IPCC (2006).

Por tanto, para determinar el carbono fijado se utilizó la fórmula:

$$\text{Carbono fijado} = \text{Biomasa} * 0,47 \quad \text{Ec. 2.3.}$$

Una vez estimado el número de toneladas de carbono, y traducidas a toneladas de CO₂ equivalente mediante el correspondiente factor de conversión de 3.3667 Azqueta (2007) citado por Ríos (2012) se aplica a cada tonelada el factor matemático con la finalidad de obtener el valor económico considerando un precio de \$10 por tonelada de carbono, esto según Point Carbon (2012) citado por Ríos (2012).

El siguiente cálculo comprende el valor económico a aplicarse para la zona de estudio:

$$\text{Valor económico CO}_2 = \text{Cantidad de CO}_2 * \text{precio referencial (\$10)} \quad \text{Ec. 2.4}$$

2.6. CONSERVACIÓN AMBIENTAL

La conservación ambiental es una propuesta que supone la preservación de los recursos naturales y ambientales y su uso sostenible, tomando en cuenta la resiliencia en tanto que, el uso de los recursos puede involucrar un impacto sobre el ambiente. La conservación implica considerar este impacto y la posibilidad de recuperación de los recursos (Yarlequé, 2003).

La conservación ambiental tiene tres elementos y son complementarios entre sí: la preservación, el aprovechamiento racional y la restauración.

- La preservación se centra en proteger y resguardar estrictamente ambientes y especies frágiles o esenciales.
- El aprovechamiento racional comprende el uso sostenible de los recursos y el control de los impactos de las actividades humanas.
- Mientras tanto, la restauración se orienta a recuperar los ambientes y poblaciones que hayan sido afectados negativamente por efectos naturales o humanos (Coello & Encalada, 2006).

2.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

La sostenibilidad ambiental, se define como la permanencia en el tiempo de las capacidades biofísica, socio-espacial, económica y político institucional de un territorio para albergar una población de manera confortable, organizada en núcleos poblacionales, y entornos rurales diversos, con potencialidades y restricciones ambientales específicas, en función de las complejas interacciones que emergen entre hombre y naturaleza que, interrelacionadas con las diferentes fuerzas ejercidas sobre él, permiten que éste persista y sea apto para el desarrollo de diversas funciones y de su viabilidad en el tiempo (Botero *et al.*, 2012).

2.8. ENFOQUE DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

La Sostenibilidad ambiental se enfoca en mejorar la calidad de vida y la realización plena del ser humano, sin aumentar el uso de recursos naturales más

allá de la capacidad del ambiente de proporcionarlos indefinidamente o poniendo en peligro las fuentes del desarrollo. A la vez que se extiende la preocupación por la insostenibilidad del modelo económico hacia el que nos ha conducido la civilización industrial, que ha sobrepasado la capacidad de recuperación y de absorción de desechos por parte del ambiente (Arregui, 2006).

2.9. BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

En términos generales, los bienes y servicios ambientales (también conocidos como externalidades positivas) son funciones o características de los ecosistemas o agroecosistemas, que de alguna manera proveen un beneficio o utilidad a las poblaciones humanas y que, por lo tanto, pueden incidir directa o indirectamente en la protección y mejoramiento del ambiente y de la calidad de vida de las personas (Flores *et al.*, 2004).

Un ejemplo claro es el suelo, el cual provee importantes bienes y servicios ambientales, dentro de los cuales se destaca ser el sustento de alimento para las plantas, almacenar nutrientes; poseer y albergar materia orgánica proveniente de restos de animales y vegetales; ser el hábitat de diversos organismos que transforman la materia orgánica presente en él; entre otros factores que lo hacen ser esencial en el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte (Arroyave *et al.*, 2010).

Los bienes y servicios ambientales pueden presentarse como productos y servicios económicos tradicionales tales como materias primas, frutos, empleo, etc., o también como otros servicios no tradicionales tales como la captación de carbono, la diversidad genética, medicamentos o materia prima para su producción, protección del suelo contra la erosión, mantenimiento de la fertilidad del suelo, protección de fuentes o mantos de agua, y valores paisajísticos, entre otros (Scherr & Khare, 2004).

2.10. LOS BOSQUES Y EL USO DE LA TIERRA

Los bosques pueden ser considerados un equilibrio dinámico en relación con el carbono bajo ciertas condiciones climáticas y para ciertas concentraciones atmosféricas de CO₂ (FAO, 2002). Estos capturan, almacenan y liberan carbono

como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca; son considerados como los ecosistemas terrestres responsables de la mayor parte de los flujos de carbono (90%) entre la tierra y la atmósfera (Tipper, 1998). El almacenamiento neto de carbono orgánico en los bosques depende del manejo dado a la cobertura vegetal, edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. El servicio ambiental que proveen los bosques y selvas como secuestradores de carbono permite reducir la concentración de este elemento en la atmósfera, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres & Guevara, 2002)

Según la FAO, los bosques tienen un valor inestimable para la vida en la Tierra y por lo tanto se puede destacar lo siguiente:

- Los bosques cubren 1/3 de la superficie terrestre
- Los bosques albergan la mayor parte de la biodiversidad terrestre
- 1.600 millones de personas dependen de los bosques para subsistir
- 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.
- 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
- Hacen falta políticas adecuadas para asegurar el futuro de los bosques (FAO, 2013)

2.11. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DE LOS BOSQUES

El bosque hoy en día está desapareciendo aceleradamente por efecto de la actividad antrópica; debido a que de éste se obtienen madera y otros bienes, tanto para su consumo como materia prima; así como para diferentes actividades de transformación y conocer el valor económico de este servicio forestal, permitirá tomar decisiones más acertadas sobre la aplicación de políticas y programas de conservación (Fernández *et al.*, 2006).

Con la valoración económica de ecosistemas se intenta medir la sostenibilidad ecológica y económica del manejo de los recursos naturales, implementados a nivel de los sistemas de producción (Sencion *et al.*, 1992).

Valorar económicamente al ambiente supone el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por los recursos ambientales, independientemente de la existencia de precios de mercado para los mismos. Esto quiere decir que la necesidad de la valoración excede largamente al trabajo que hace el mercado otorgando precios y asignando recursos dentro de la economía. Hay una enorme cantidad de bienes y servicios ambientales para los cuales es imposible encontrar un mercado donde se generen los “precios” que racionen su uso dentro del sistema. La valoración nos señala que el ambiente no es gratis, el desafío es expresar en términos de qué (Aguilar, 2002).

2.12. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN REDD+

La reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD+) es una propuesta de mitigación del cambio climático que busca limitar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por medio de la conservación de la cobertura forestal, principalmente (Libert & Trench, 2016).

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 (CEPAL, 2012).

La evolución de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD +), la ha transformado de una herramienta para la mitigación del cambio climático basado en el almacenamiento de carbono, en un marco complejo que opera a través de múltiples niveles de gobierno.

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 tiene más avances en el diseño de REDD+; además un sentido de propiedad nacional y la presencia de coaliciones para el cambio, también son importantes (Matínez, 2014).

2.13. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL DAP

El diámetro del árbol se mide con la corteza, a la altura del pecho 1,3 m sobre el terreno (Figura 2.2.) con la excepción de casos particulares que se mencionan a continuación. La medición puede realizarse con la ayuda de una cinta diamétrica (cinta cuya unidad diamétrica está en centímetros) o con el uso de una forcípula.

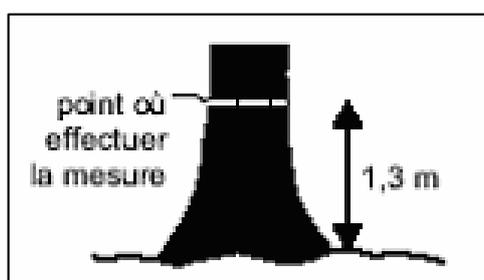


Figura 2.2. Esquema de medición del diámetro normal en terreno normal
Fuente: FAO. 2004

En terreno inclinado, la medición del DAP del árbol a 1,3 m se realiza desde la posición cuesta arriba (Figura 2.3.).

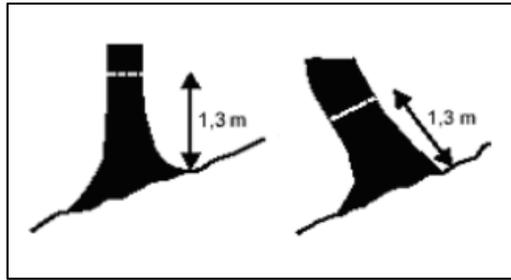


Figura 2.3. Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno inclinado
Fuente: FAO. 2004

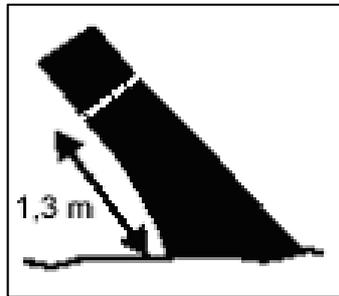


Figura 2.4. Posición para la medición del DAP de un árbol inclinado
Fuente: FAO. 2004

La medición de la altura de los árboles se realiza por medio de varios instrumentos, como: la tabla dendrométrica, Blume-Leiss, Suunto, Haga, el Relascopio Bitterlich. La medición de la altura se realiza en varias etapas:

1. Distancia del árbol (a 15, 20, 30 ó 40 metros). Para evitar los errores de medición, la distancia desde el árbol debe ser equivalente a su altura.
2. Observación de la copa del árbol
3. Observación de la base del árbol
4. Adición o sustracción de los dos resultados de observación, según el caso: adición, si el operador está en pie en la parte alta de la ladera (véase la Figura 2.5.a), o sustracción si el operador está en pie en la parte baja de la ladera en relación con el árbol (véase la Figura 2.5.b)
5. Corrección por pendiente

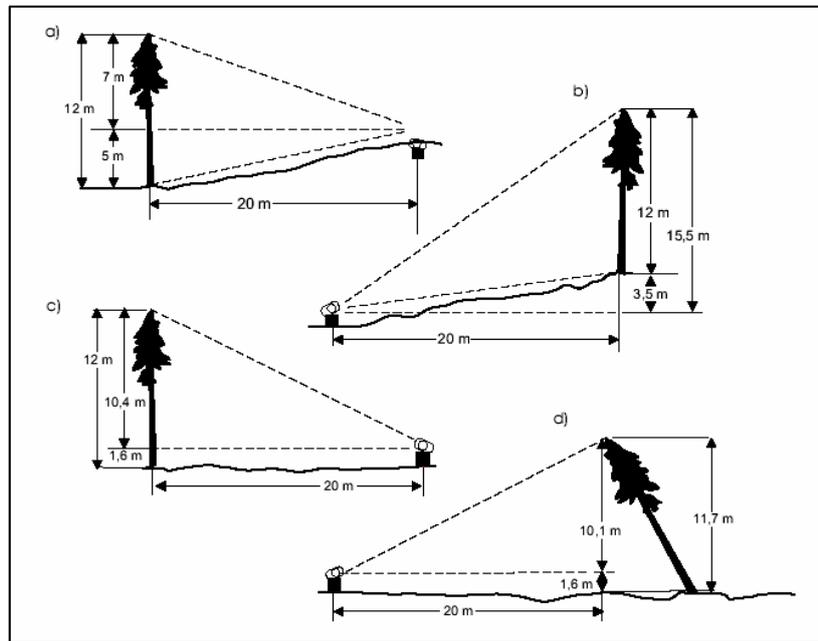


Figura 2.5. Cálculo de la altura del árbol
Fuente: FAO. 2004

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio propuesto se enmarca en el Manual de Investigación (ESPAM MFL, 2012).

3.1. UBICACIÓN

Esta investigación se realizó en el Sector La Pita, Parroquia Quiroga del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí

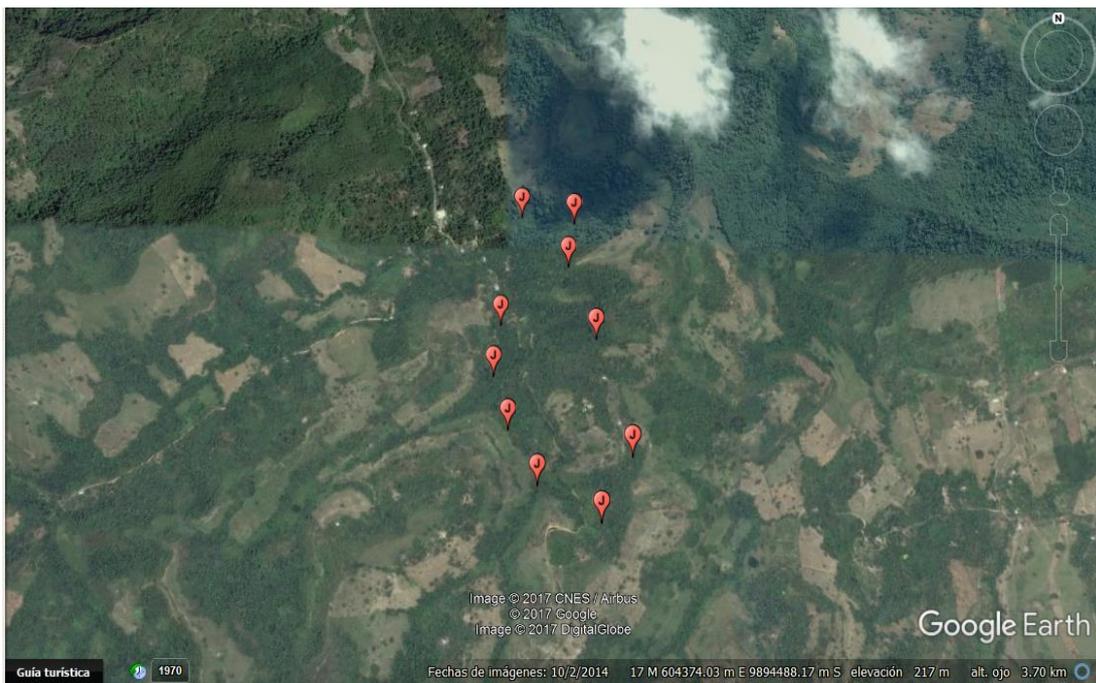


Foto 3.1. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Bing Maps

3.2. DURACIÓN

La investigación tendrá un tiempo de duración de 9 meses a partir de la fecha de aprobación del proyecto de tesis.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación será de tipo cuantitativa, valorativa no experimental.

3.4. VARIABLES DE ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Captación de carbono

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Conservación ambiental

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

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 de los bosques y de las especies con mayor capacidad de captación de carbono.

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.

3.6. PROCEDIMIENTOS

3.6.1. FASE1.- CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS CON MAYOR POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE HAY EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA

ACTIVIDAD 1.1. Visitas y recorrido de observación

Previo a la ejecución del proyecto se realizaron tres visitas de observación a la zona de estudio con el que se obtuvo datos puntuales para el desarrollo de la investigación. Posteriormente se realizaron 4 visitas que en primera instancia fueron efectuadas con el fin de recorrer el sector La Pita para establecer las zonas arbóreas que presenten características de bosque perturbado y semiperturbado, luego se contactó a personas que viven en dicha área para la colaboración en la división de unidades de análisis en base a la mayor o menor cantidad de árboles presentes.

ACTIVIDAD 1.2. Georreferenciación de las áreas con mayor potencial para las captaciones de carbono

Con base a las observaciones realizadas y el conversatorio efectuado con informantes clave, se procedió a delimitar las zonas de mayor potencial para captación de carbono, que según la literatura son las zonas boscosas que comprenden las partes altas de las montañas, en este caso aquellas que comprenden el sitio La Pita, por lo que se establecieron dos zonas de transición de análisis de la vegetación en zona alta y media las cuales se ubican entre los 200 y 300 msnm; con esa información se efectuaron los mapas en el software ARCGis 10.3., en una escala de 1:100000, tomando como referencia el DATUM WGS84, zona geográfica 17S.

ACTIVIDAD 1.3. Identificación de la zona de estudio y aplicación de transeptos

En función de los mapas y la hoja con los datos de Excel sobre las características del sitio, se estableció el régimen y criterio del nivel de pendiente para aplicar los transeptos de 50 m x 20 m dando un área total de 1000 m² por cada uno de ellos,

con el fin de identificar las especies arbóreas existentes dentro de los mismos con un diámetro del tallo mayor a 10 cm para poder cuantificarlas por transepto.

3.6.2. FASE 2.-. ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE CAPTACIÓN DE CARBONO EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA

ACTIVIDAD 2.1.: Aplicación de la metodología de Ríos, A. (2012) para Valoración de captación de carbono

Una vez realizados los transeptos y caracterizadas las especies con un diámetro mayor a 10 cm en las cuales se obtuvieron datos sobre el DAP, la altura de cada una de ellas se procedió a realizar tablas en Excel que registraran estos datos para facilitar la tabulación de los cálculos respectivos para la estimación de la captura de carbono, siguiendo la metodología propuesta por Ríos (2012) de carácter no destructiva; aplicando las ecuaciones 2.1; 2.2 y 2.3 descritas en el apartado de marco teórico de la investigación. Luego se calculó el volumen total, densidad relativa, dominancia relativa de cada una de las especies identificadas en total y posteriormente de cada una de las especies por transepto (Castellanos-Bolaños *et al.*, 2013).

ACTIVIDAD 2.2 Análisis y clasificación de la información

Con las tabulaciones realizadas se procedió a extraer de las tablas los datos de las especies que representaban un mayor valor en la captación de carbono para proceder con el proceso de la valoración en este apartado la información fue clasificada de dos formas: la primera de la totalidad de las especies identificadas en los transeptos y la segunda corresponde a los sitios en los que fueron realizados los transeptos es decir la zona alta y media de las montañas que conforman el sector la Pita.

3.6.3. FASE 3.-: DETERMINACIÓN DE LAS TASAS DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE OFRECE EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA

ACTIVIDAD 3.1. Análisis de relación pago/beneficio de las áreas valoradas para la captación de carbono

Ya realizada la valoración de las especies con mayor captación de carbono se analizó y contrastó los resultados con datos de literatura especializada sobre pago/beneficio de valoración de captaciones de carbono en áreas tropicales. El contraste de la información permitió definir propuestas específicas sobre la conservación ambiental de una zona, los cuales pudieron presentarse a la comunidad involucrada.

ACTIVIDAD 3.2. Comparación de resultados obtenidos con datos de tierras incluidas en el programa de protección de bosques y pago de servicios (REDD +) a nivel nacional e internacional

Con los niveles de captación de carbono obtenidos en el sitio La Pita se realizó una tabla comparativa de resultados, donde se presentaron datos de investigaciones similares realizadas en el Ecuador y a nivel internacional, en la que se aplicó la metodología REDD+ y que estuvieron orientadas a realizar pagos por cantidades de captación de carbono almacenado por coberturas boscosas

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. DIAGNÓSTICO DE LAS ZONAS CON MAYOR POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE HAY EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA

En base a las visitas y los recorridos efectuados, junto con las reuniones y asesorías dadas por los señores Daniel Solórzano y Auxilio Barén, moradores y actuales residentes del sector La Pita, este último identificado como un informante clave, se determinó las zonas arbóreas del sitio de estudio determinando según las condiciones observadas dos áreas la media y alta, las cuales presentan las siguientes características:

Cuadro 4.1. Características de las zonas arbóreas del sitio La Pita

Zonas arbóreas del sitio la pita	Descripción
Parte media	Bosque secundario, alterado en proceso de recuperación natural, especies forestales en regeneración, en el pie de monte se evidenció un sistema agroforestal en desuso, presencia de bromelias y epifitas.
Parte alta	Parque de bosque primario, especies forestales mayores, dosel cerrado, vegetación estratificada, árboles de 20 a 30 m de altura.

Se efectuaron 5 transeptos, de 50m de largo por 20 de ancho; tres transeptos se efectuaron en la zona alta y dos en la zona media, en cada transepto se cuantificaron los individuos existentes, se reconocieron las especies y se midieron la altura y el DAP de cada uno de los individuos. Estos datos se presentaron en tablas las cuales se presentan a continuación:

Cuadro 4.2. Transeptos efectuados en el sitio La Pita

Especie	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	Total
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0	6	4	5	3	18
Frutillo	<i>Muntingia calabura</i>	0	0	24	0	0	24
Mango	<i>Mangífera indica</i>	2	1	3	2	1	9
Samán	<i>Samanea saman</i>	3	4	4	0	5	16
Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	4	0	0	5	5	14
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	2	0	0	0	4	6
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	5	0	6	6	17
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0	3	0	0	0	3
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0	0	12	0	0	12
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	0	0	0	12	0	12
Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0	0	0	7	7	14

El cuadro 4.2 expresa los valores de todas las especies existentes por transecto se puede apreciar una variación en la altura de los árboles y en la dispersión de los individuos en los transeptos cabe recalcar que había más individuos en las mediciones, pero no se consideraron por tener un diámetro menor a los 10cm, por lo que fueron excluidos de la investigación. En función de las especies que se repetían en los transeptos realizados, se procedió a realizar una tabla promedio donde se presentan las especies identificadas en total, las cuales fueron 11, con el nombre científico y familia de cada una de ellas; además se agregaron otros datos promediados tales como el DAP y la altura.

Cuadro 4.3. Características de las zonas arbóreas del sitio La Pita

Especie	Nombre científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	Descripción	Zona donde se encontró
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	0,3119	35	Árbol de tronco recto con suelos ricos en M.O.	Zona alta/media
Frutillo	<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiaceae	0,0700	10	Árbol o arbusto caducifolio, de copa estratificada	Zona alta
Mango	<i>Mangífera indica</i>	Anacardiaceae	0,3406	22	Árbol siempreverde, de copa densa y tronco recto	Zona alta/media
Samán	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	0,3661	23	Árbol de fuste cilíndrico, recto; copa densa	Zona alta/media
Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	Mimosaceae	0,1496	23	Árbol caducifolio, de fuste recto y ramificaciones	Zona alta/media

Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	Caesalpinaceae	0,2419	24	Árbol con tronco recto, copa de hojas bipinnadas	Zona alta/media
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	0,2515	21	Árbol caducifolio, de fuste recto, ramas gruesas	Zona alta/media
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Caesalpinaceae	0,2292	20	Árbol de fuste muy ramificado	Zona alta
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	0,1210	18	Árbol caducifolio, con un fuste recto, copa amplia y hojas palmadas, compuestas, opuestas	Zona alta
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae	0,2355	16	Árbol de fuste recto y corteza externa con lenticelas	Zona media
Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	0,1050	13	Árbol caducifolio, de fuste torcido y con ramificaciones desde el metro de altura	Zona media

En el cuadro 4.3., se presenta los valores promediados conjuntamente con datos extras como el lugar donde se encontraron y descripción, cabe recalcar que las especies tenían una distribución aleatoria y estaban presentes en la zona media y alta de la zona de estudio.

4.1.2. ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE CAPTACIÓN DE CARBONO EN EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA

Una vez realizados los transeptos y caracterizadas las especies que tuvieran un diámetro mayor a 10 cm de diámetro, se realizó una hoja de recolección de datos para plasmar información sobre el DAP, la altura de cada una de las plantas, con lo que se sistematizó esa información en tablas de Excel en las cuales se tabularon los cálculos respectivos para la estimación de la captura de carbono y cuya información se condensa en el cuadro 4.4.:

Cuadro 4.4. Datos recolectados en campo

Especie	Nombre científico	DAP	Altura (m)	Altura (cm)	Área basal (cm ²)	Volumen (cm ³)
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0,3119	35	3500	0,0243	13,2802
Frutillo	<i>Muntingia calabura</i>	0,0700	10	1000	0,0012	0,0429
Mango	<i>Mangifera indica</i>	0,3406	22	2200	0,0290	10,8650
Samán	<i>Samanea saman</i>	0,3661	23	2300	0,0335	14,1019
Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	0,1496	23	2300	0,0056	0,9627
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	0,2419	24	2400	0,0146	4,2473

Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,2515	21	2100	0,0158	4,1741
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0,2292	20	2000	0,0131	3,0094
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,1210	18	1800	0,0037	0,3982
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	0,2355	16	1600	0,0139	2,6138
Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,1050	13	1300	0,0028	0,1883

Luego se calcularon el volumen total, densidad relativa y la dominancia relativa de cada una de las especies identificadas en total y posteriormente de cada una de las especies por transecto, la información se presenta en el cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Datos de densidad/dominancia

Especie	Nombre científico	Número de individuos	Densidad relativa	Área basal	Dominancia relativa
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	18	12,50	0,0243	15,45
Frutillo	<i>Muntingia calabura</i>	24	16,67	0,0012	0,78
Mango	<i>Mangífera indica</i>	8	5,56	0,0290	18,41
Samán	<i>Samanea saman</i>	16	11,11	0,0335	21,27
Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	14	9,72	0,0056	3,55
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	6	4,17	0,0146	9,29
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	17	11,81	0,0158	10,04
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	3	2,08	0,0131	8,34
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	12	8,33	0,0037	2,32
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	12	8,33	0,0139	8,81
Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	14	9,72	0,0028	1,75
		144		0,1575	

Los datos del cuadro 4.5., fueron necesarios para el cálculo de la biomasa como valor primordial para la obtención del carbono fijado por las especies; además, estos parámetros son parte de lo que establece Ríos, (2012) en su metodología como mecanismos de análisis de información para el cálculo del carbono fijado en el sitio La Pita.

Cuadro 4.6. Resumen de la relación Biomasa/Carbono fijado

Especie	Nombre científico	Volumen (cm ³)	Densidad relativa	Biomasa (T _B)	Carbono fijado (T _{Ci})
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	13,2802	12,5000	1660021,1933	780209,9608 7,80E+05
Frutillo	<i>Muntingia calabura</i>	0,0429	16,6667	7154,4152	3362,5751 3,36E+03
Mango	<i>Mangífera indica</i>	10,8650	5,5556	603613,3786	283698,2879 2,84E+05
Samán	<i>Samanea saman</i>	14,1019	11,1111	1566881,6549	736434,3778 7,36E+05
Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	0,9627	9,7222	93593,2012	43988,8045 4,40E+04
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	4,2473	4,1667	176969,3782	83175,6078 8,32E+04
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	4,1741	11,8056	492770,0977	231601,9459 2,32E+05
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	3,0094	2,0833	62696,5431	29467,3753 2,95E+04
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,3982	8,3333	33181,7584	15595,4265 1,56E+04
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	2,6138	8,3333	217816,7351	102373,8655 1,02E+05
Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,1883	9,7222	18310,8314	8606,0908 8,61E+03

Con los valores del volumen del cuadro 4.4., y del de densidad relativa del cuadro 4.5., se obtuvieron los datos de la biomasa por especie

Con las tabulaciones realizadas se procedió a extraer de las tablas los datos de las especies que representaban un mayor valor en la captación de carbono para proceder con el proceso de la valoración en este apartado la información fue clasificada de dos formas: la primera de la totalidad de las especies identificadas en los transeptos y la segunda corresponde a los sitios en los que fueron realizados los transeptos es decir la zona alta y media de las montañas que conforman el sector la Pita.

Cuadro 4.7. Valores de carbono por zona de estudio

Zona	Transecto	Área (m ²)	Carbono secuestrado (toneladas)	Valor de carbono/transecto	Valor de carbono/zona
Alta	T1	1000	1147297,08	1147297078,07	5028009654,06
	T2	1000	2061411,95	2061411947,79	
	T3	1000	1819300,63	1819300628,20	
Media	T4	1000	1903215,05	1903215045,39	4070930120,99
	T5	1000	2167715,08	2167715075,61	

En el cuadro 4.7., se evidencia que la zona con mayor potencial para la captación de carbono es la ALTA, ya que en estas están los arboles más maduros y adultos y los que almacenan mayor cantidad de CO₂ sumando un valor total de 50,28 x 10⁸ Toneladas de carbono a diferencia de la zona media cuyo valor es de 40,70 x10⁸ toneladas.

4.1.3. DETERMINACIÓN DE LAS TASAS DE CAPTACIÓN DE CARBONO QUE OFRECE EL SECTOR LA PITA DE LA PARROQUIA QUIROGA

Finalmente, con los datos de las toneladas de carbono por especies y por zonas de estudio, se procedió a cuantificar los valores de esa captación de carbono por el área muestreada por cada uno de los transeptos realizados en el área de estudio.

Cuadro 4.8. Valores de las especies por transecto con relación a la captación y el área

Especie	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	Total por especie
Mango	<i>Mangífera indica</i>	283698,288	283698,288	283698,288	736434,378	283698,288	1871227,530
Samán	<i>Samanea saman</i>	736434,378	736434,378	736434,378	0,000	736434,378	2945737,511
Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	43988,805	0,000	0,000	43988,805	43988,805	131966,414
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	83175,608	0,000	0,000	0,000	83175,608	166351,216
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0,000	780209,961	780209,961	780209,961	780209,961	3120839,843
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,000	231601,946	0,000	231601,946	231601,946	694805,838
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0,000	29467,375	0,000	0,000	0,000	29467,375
Frutillo	<i>Muntingia calabura</i>	0,000	0,000	3362,575	0,000	0,000	3362,575
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,000	0,000	15595,426	0,000	0,000	15595,426
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	0,000	0,000	0,000	102373,865	0,000	102373,865
Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,000	0,000	0,000	8606,091	8606,091	17212,182
Total por transecto		1147297,078	2061411,948	1819300,628	1903215,045	2167715,076	9098939,775

Con los datos del cuadro 4.8., se extrajo información de las especies que representaron la mayor tasa de captura de carbono por transecto, luego, se aplicó un factor de corrección para la tasa de carbono secuestrado, llevando dichos valores de Ton/m² a Ton/Ha, por lo que se multiplicaron los valores por 0,1 y se dividió para 1000. Luego los datos corregidos por dicho factor se multiplicaron por el valor de 10, con lo que se obtuvo el valor neto del pago que puede recibir cada especie, para posteriormente realizar un sumatorio total de todos los transectos.

Cuadro 4.9. Valoración de las especies con mayor potencial de captación de CO₂

Transecto 1					
Especie	Nombre científico	Carbono secuestrado (Toneladas/m ²)	Factor de corrección (Ton/Ha)	Valor pago por tasa de carbono (\$*Ton*Ha ⁻¹)	Valor neto pago (\$)
Mango	<i>Mangifera indica</i>	283698,29	28,3698	10	2,8370
Samán	<i>Samanea saman</i>	736434,38	73,6434	10	7,3643
TOTAL					10,2013
Transecto 2					
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	780209,96	78,0210	10	7,8021
Mango	<i>Mangifera indica</i>	283698,29	28,3698	10	2,8370
Samán	<i>Samanea saman</i>	736434,38	73,6434	10	7,3643
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	231601,95	23,1602	10	2,3160
TOTAL					20,3194

Transecto 3					
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	780209,96	78,0210	10	7,8021
Mango	<i>Mangifera indica</i>	283698,29	28,3698	10	2,8370
Samán	<i>Samanea saman</i>	736434,38	73,6434	10	7,3643
TOTAL					18,0034
Transecto 4					
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	780209,96	78,0210	10	7,8021
Mango	<i>Mangifera indica</i>	736434,38	73,6434	10	7,3643
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	231601,95	23,1602	10	2,3160
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	102373,87	10,2374	10	1,0237
TOTAL					18,5062
Transecto 5					
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	780209,96	78,0210	10	7,8021
Mango	<i>Mangifera indica</i>	283698,29	28,3698	10	2,8370
Samán	<i>Samanea saman</i>	736434,38	73,6434	10	7,3643
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	231601,95	23,1602	10	2,3160
TOTAL (Ton/ha)			873,4985	TOTAL (\$)	
					20,3194
TOTAL DE LAS ESPECIES CON MAYOR POTENCIAL DE CAPTACION DE CO₂ EN EL SITIO LA PITA					87,3498

A continuación, se presenta la comparación de resultados obtenidos con datos de tierras incluidas en el programa de protección de bosques y pago de servicios (REDD +) a nivel nacional e internacional:

Cuadro 4.10. Valoración de las especies con mayor potencial de captación de CO₂

Zonas estudiadas	Valor de carbono fijado (Ton/ha)	Valor económico (\$)
La Pita, Quiroga, Bolívar, Manabí, Ecuador	873,4985	87,3498
Bosque Tropical del Ejido Noh Bec, Quintana Roo, México	353341,000	3533,41
Robledales del sur de los Andes Colombianos, Parque Natural Regional Corredor Biológico Parque Nacional Natural Puracé – Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos, Huila, Colombia	272,900	27,2900

En el cuadro 4.10 se hace la comparación de los resultados de la investigación de las toneladas de carbono por hectárea obtenidas y del valor monetario que se recibiría por el carbono fijado según las tasas del mercado internacional. Se comparan con datos de estimación y valoración de carbono de un bosque tropical en el estado de Quintana Roo en México y también con datos provenientes de un estudio realizado en un bosque de roble en un parque nacional del

departamento de Huila, Colombia. Como se aprecia en el cuadro del bosque tropical en México, tiene una tasa más elevada de captura de carbono, cuyo valor es de 353341,000 Ton/ha en relación con las cifras obtenidas en nuestra investigación realizada en el sector La Pita con datos de 873,4985 Ton/ha; pero a su vez, este valor (La Pita) es superior al obtenido en el robledal de los parques naturales de Huila, Colombia, cuyo valor es de 272,900 Ton/ha.

4.2. DISCUSIÓN

Castellanos-Bolaños, *et al.*, (2013) consideran que los valores de almacenamiento de carbono varían según sea el tipo de establecimiento vegetal ya sean bosques, sistemas forestales o agroforestales, y a esto se suman las condiciones edafoclimáticas dentro de cada uno de esos sistemas, las que inciden considerablemente en dichos valores, ejemplos claro de esta situación sucede en México cuyo contenido de carbono en la vegetación del área de estudio (San Pedro Jacuaro, municipio Ciudad de Hidalgo, Michoacán) se calculó con una estimación alta y una baja; la primera indicó un total de 129.1 Mg C*ha⁻¹, con valores entre 71 y 198 Mg C*ha⁻¹, mientras que la segunda dio un total de 103.1 Mg C *ha⁻¹, con valores entre 67 y 177 Mg C*ha⁻¹ (Ordoñez *et al.*, 2015). Mientras que en el caso de La Pita la tasa de almacenamiento de carbono fue baja con un valor de 873,4985 Ton/ha. Por su parte Albán (2015) mantiene una postura similar sobre el estado de los robledales en Colombia situados en los parques naturales de Huila, cuyo valor es de 272,900 Ton/ha, muy inferior al obtenido en La Pita, lo que de acuerdo a Yepes, *et al.*, (2016), es debido a la diversidad de especies presentes, puesto que en Colombia solo son robles no hay diversidad, es decir es un bosque mono específico, con solo una variedad de especie y en Quiroga tanto como en México los bosques son de composición florística similar, son bosques subtropicales en proceso de regeneración, de varios estratos arbóreos con rangos altitudinales de 50 a 500 m.s.n.m. El valor de la captación de carbono en La Pita es bajo y no apto para entrar en un programa de conservación ambiental según las directrices de la REDD+ expuesto por la CEPAL (2012) que establece que el rango de captura de carbono para la conservación debe ser mayor a 5000 Ton/ha.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la investigación se concluye que:

- Las zonas con mayor potencial de captación de carbono fueron la parte media y alta, correspondientes a las montañas existentes en el sector la Pita, por presentar bosques en estado primario y medianamente alterado, razón por la cual no es apta para entrar en un programa de conservación.
- En el sector la Pita parroquia Quiroga cantón Bolívar la tasa estimada de captación de carbono es de 873,4985 Ton/ha.
- El valor de captura de carbono en la zona de investigación fue de \$87,35 y se refleja que no tiene incidencia en la conservación ambiental del sector La Pita de la parroquia Quiroga.

5.2. RECOMENDACIONES

En base a lo concluido se recomienda que:

- Se amplíe la zona de medición de bosques en la Pita para determinar valores mayores de captación de carbono en futuras investigaciones.
- Se combinen varias metodologías para la estimación de carbono en bosques tropicales con la finalidad de ampliar las variables a considerar en las captaciones de carbono.
- Se realice una búsqueda más exhaustiva de información sobre la valoración de contenido de carbono en bosques tropicales para obtener un promedio con una correlación positiva y que no permita un sesgo en el análisis de información.

BIBLIOGRAFÍA

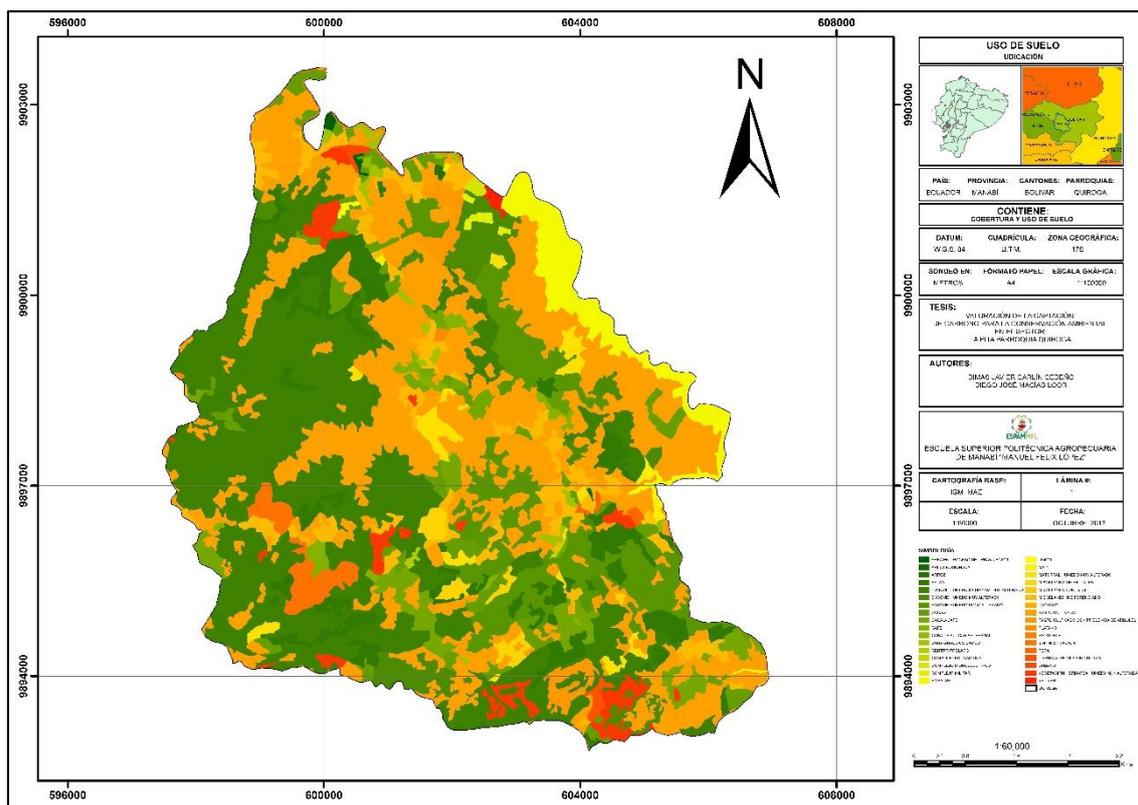
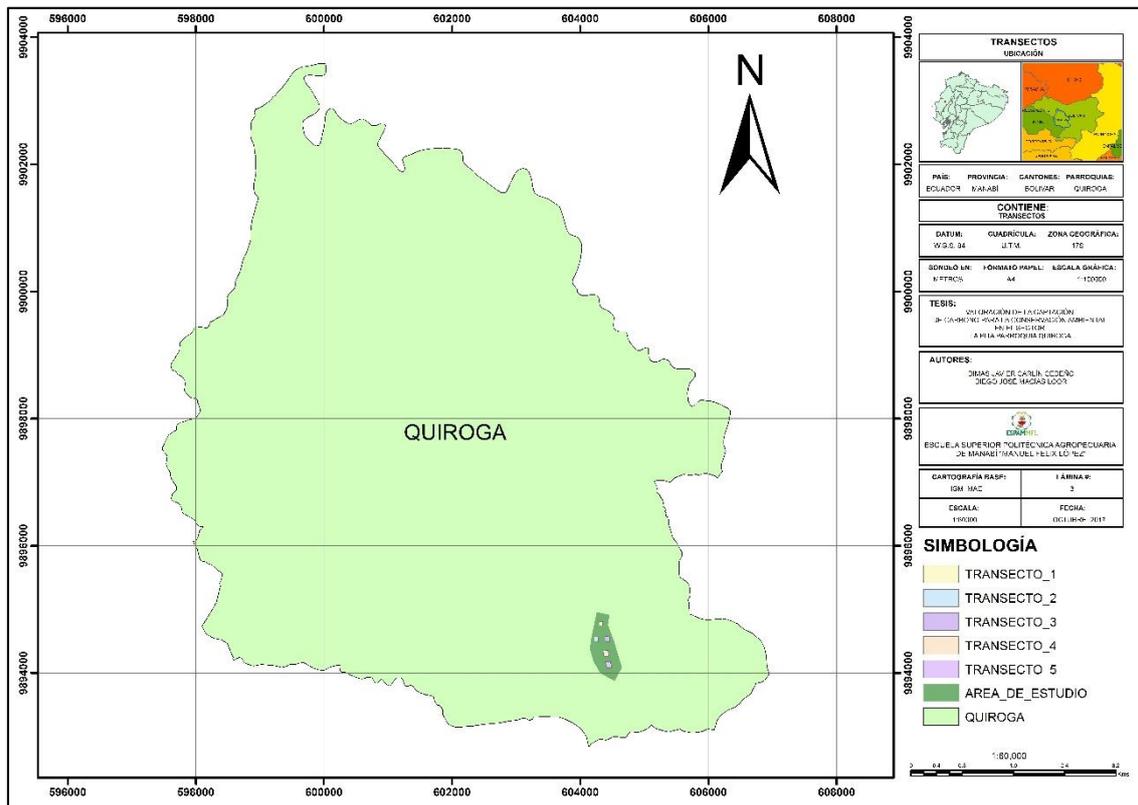
- Albán, O. (2015). Análisis de fragmentación de hábitats para la creación de corredores de conservación entre áreas protegidas utilizando herramientas SIG. Trabajo de titulación. Grado Mg. en Sistemas de Información Geográfica. Universidad San Francisco de Quito USFQ
- Aguilar, H. (2002). Valoración económica de bienes ambientales. Semestre Económico, 5(9).
- Arregui, O. (2006). Sostenibilidad y estudios de impacto ambiental. Fundación Universitaria Católica del Norte, mayo-agosto, Issue 18, p. 11.
- Arribas, C., (2013). Captura y almacenamiento del carbono: promesas y realidades de una tecnología puesta en solfa. El Ecologista, pp. 34-36.
- Arroyave, S., Milena, S., Restrepo, C. & Correa, F., 2010. Valoración económica del suelo y gestión ambiental: Aplicación en empresas floricultoras colombianas. Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, junio, Issue 1, pp. 247-267. Available at: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/174206/>
- Barbero, J.A.; Rodríguez, R. 2012. Transporte y cambio climático: hacia un desarrollo sostenible y de bajo carbono. Revista Transporte y Territorio. (6): 8-26
- Bautista Hernández, J.; Torres Pérez, J. A. (2003). Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del Ejido Noh Bec, Quintana Roo, México Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9(1), 6975
- Botero, P., Victoria, M., Álvarez, E. & Cristina, I., 2012. La sostenibilidad ambiental regional: Una propuesta metodológica para su estudio más allá de la ecología urbana. Luna Azul, enero-junio, Issue 34, pp. 131-147.
- Bravo, E. (2011). Una crítica a las propuestas de conservación de la biodiversidad a través de mecanismos de Mercado.
- Brown, 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests, Roma: Foresty Paper.
- Brown, Sathaye, Cannell & Kauppi, 1996. Mitigation of carbon emission to the atmosphere by forest management. Roma: Commonwealth Foresty Review.
- Castaño-Villa, G. (2006). Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural. Vol. 10: 79-101

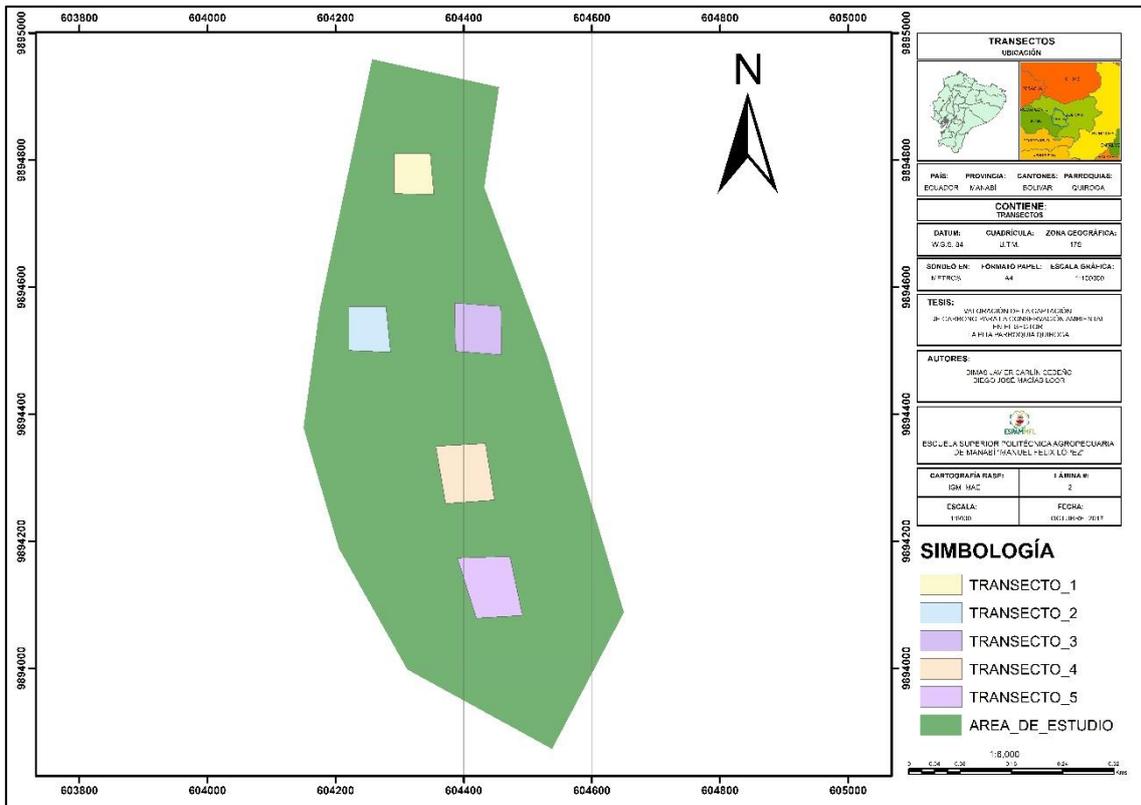
- Castellanos-Bolaños, J. F., M. Gómez-Cárdenas, J. R. Contreras-Hinojosa y R. González-Cubas. (2013). Metodologías para cuantificar biomasa y carbono en bosques. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etna, Oaxaca, México. Libro Técnico. (19): 101.
- CEPAL. (2012). Reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD+) en los países de América Latina: Requerimientos institucionales y jurídicos para su implementación, s.l.: CEPAL.
- Chávez, H., González, M., Hernández de la Rosa, P. (2014). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6 (27): 8-23
- Coello, S. & Encalada, M., 2006. Por qué conservar la naturaleza en el Ecuador, Quito: OIKOS.
- FAO. 2002. Captura de Carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra, ROMA: s.n.
- _____. 2004. Inventario Forestal Nacional: Manual de Campo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Documento de trabajo 94/S. Guatemala.
- _____. 2013. Silvicultura: Los bosques y el uso de la tierra. [En línea]
- Fernández, M., Rivas, F. & Durán, M., 2006. Valoración económica ambiental del Bosque Experimental "El Caimital", Municipio Obispos Estado Barinas. *For. Lat.*, Issue 40, pp. 29-45.
- Flores, E., Granadino, M., Martínez, M. & Villatoro, N., 2004. Bienes y servicios ambientales en Honduras. Una alternativa para el desarrollo sostenible, Tegucigalpa: Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales.
- Graudal, L., Yanchuk, A. y Kjaer, E. (2004) 'Chapter 3: National planning', en FAO, FLD, IPGRI, *Forest Genetic Resources Conservation and Management, Vol 1, Overview, Concepts and Some Systematic Approaches*, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma, Italia
- IPCC. 2005. La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono, s.l.: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.
- _____. 2014. Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Nueva York: s.n.
- Libert, A. & Trench, T., 2016. Bosques y suelos en el contexto de REDD+: Entre Gobierno y Gobernanza en México. *Terra Latinoamericana*, enero-marzo, 34(1), pp. 113-124.

- Martínez, M. Z., 2014. Algunos retos de REDD+ para transitar de la mitigación a la adaptación. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, noviembre-diciembre, 5(26), pp. 4-5.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador – MAE. (2013). *Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador. Áreas protegidas por ti*. Quito, Ecuador.
- Ordóñez, J. Rivera, R. Tapia, M. Ahedo, L. (2015). Contenido y captura potencial de carbono en la biomasa forestal de San Pedro Jacuaro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6 (32): 7-16
- Ramos, P. 2005. Captura y almacenamiento de CO₂: Una tecnología que todavía no resulta viable y que no incide en la raíz del cambio climático. *El Ecologista*, Diciembre, Issue 46, pp. 39-41.
- Ríos, A. (2012). Valoración económica de captura de carbono en el cerro Chamusquín, año 2012. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Scherr, W. & Khare, 2004. The current Status and future potential of markets for the ecosystem services provided by tropical forests. ITTO Technical Series, Julio. Issue 21.
- Sencion, Ammour & Solis, 1992. Valoración Económica de los Humedales de Petexbatún, El Petén, Guatemala. Proyecto Olafo, Costa Rica: CATIE.
- Torres & Guevara, 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico., México: Gaceta Ecológica INE.
- Yarlequé, M. Z. 2003. Actitudes hacia la conservación ambiental en estudiantes de educación secundaria de las tres regiones naturales del Perú. Un estudio preliminar, Huancayo - Perú: s.n.
- Yepes, A., Sierra, A., Niño, L.M., López, M., Garay, C., Vargas, D., Cabrera, E. & Barbosa, A. (2016). Biomasa y carbono total almacenado en robledales del sur de los Andes Colombianos: aportes para el enfoque REDD+ a escala de proyectos. *Revista de Biología Tropical*. 64 (1): 415-428

ANEXOS

ANEXO 1. MAPAS TEMÁTICOS DE LA GEORREFERENCIACIÓN DEL SITIO LA PITA





ANEXO 2. FOTOGALERÍA DEL DESARROLLO EN CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN



Foto 1. Instrumentos de trabajo de campo

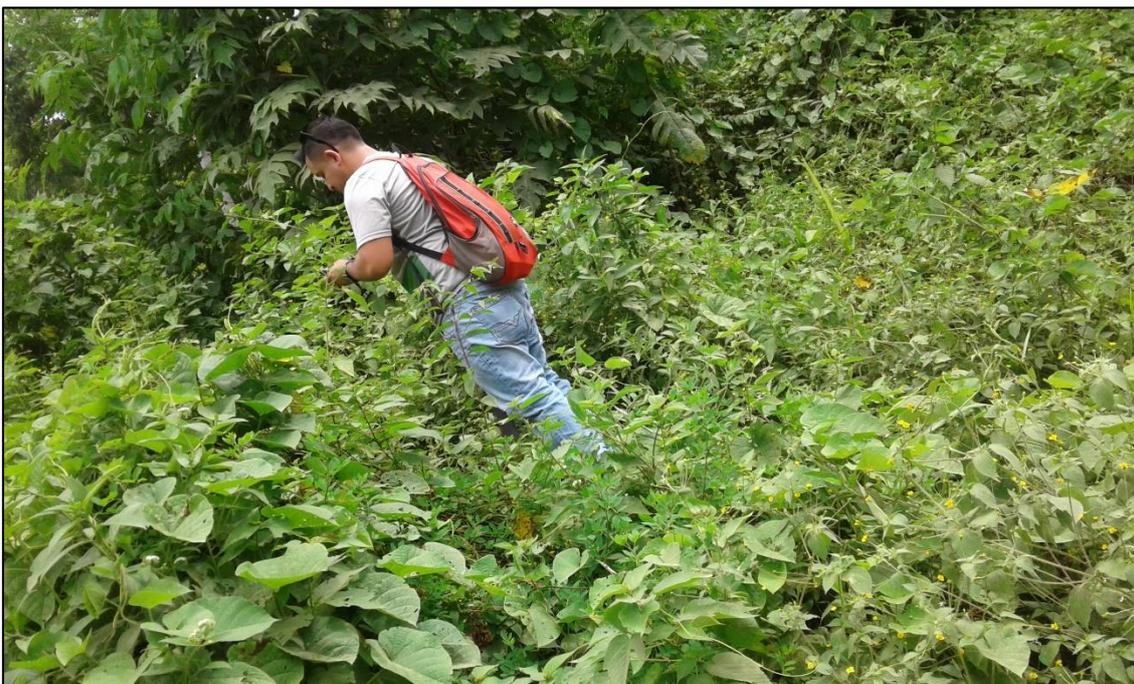


Foto 2. Georeferenciación del área de estudio



Foto 3. Delimitación del transepto

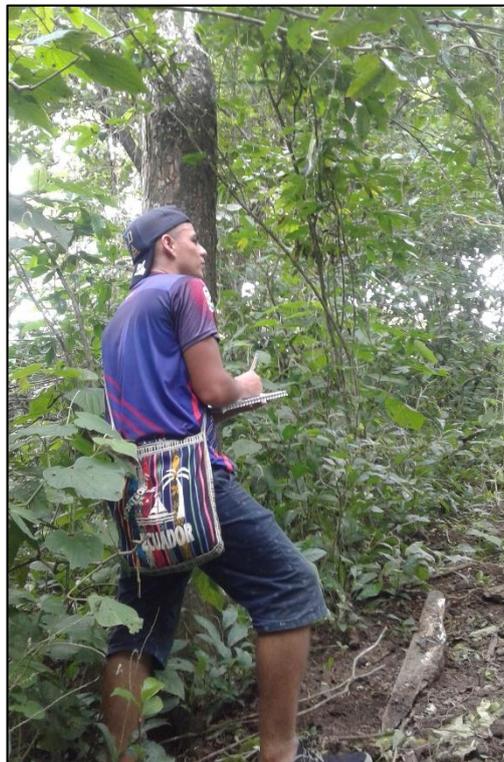


Foto 4. Registro de datos



Foto 5. Marcación de especies para registro



Foto 6. Medición del DAP