

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS SEGÚN EL  
USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY”**

Realizado por:

**SANTIAGO DANIEL VEGA PAZMIÑO**

Director del proyecto:

**MSc. José Gabriel Salazar Loor**

Como requisito para la obtención del título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 09 de marzo de 2018



## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, SANTIAGO DANIEL VEGA PAZMIÑO, con cédula de identidad No. 171662915-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



**ING. SANTIAGO DANIEL VEGA PAZMIÑO**

**C. I.: 171662915-7**

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**"VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS SEGÚN EL  
USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY"**

Realizado por:

**ING. SANTIAGO DANIEL VEGA PAZMIÑO**

Como requisito para la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Ha sido dirigido por el profesor

**Msc. JOSÉ GABRIEL SALAZAR LOOR**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Msc. José Gabriel Salazar Loor

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

**Msc. RODOLFO JEFFERSON RUBIO AGUIAR**

**Ph. D. JUAN CARLOS NAVARRO CASTRO**

Después de revisar el trabajo presentado, lo han calificado como apto para su defensa oral  
ante el tribunal examinador.



**Msc. Rodolfo Jefferson Rubio Aguiar**



**Ph. D. Juan Carlos Navarro Castro**

Quito, 22 de febrero de 2018

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a mis padres, por todo el apoyo, soporte, ejemplo de enfoque y determinación. A mis hermanos, amigos de flanco y retaguardia, a las personas que han llegado y a las que ya no están que han sido parte de este camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor tutor Msc. José Salazar, que, gracias a su profesionalismo y disposición, ha permitido que este documento pueda ser concluido.

A la Universidad Internacional SEK por facilitar personal capacitado y dispuesto a la formación de profesionales eficientes.

To be submitted to:

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS SEGÚN EL  
USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY**

Economic Assessment of Ecosystem Services according to the Use of Soil in the Capucuy  
River Basin

Santiago Vega<sup>1</sup> & José Salazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales,  
Quito, Ecuador. Email: [santiago.vega31@hotmail.com](mailto:santiago.vega31@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales,  
Quito, Ecuador. Email: [jose.salazar@uisek.edu.ec](mailto:jose.salazar@uisek.edu.ec)

<sup>2</sup>Autor de Correspondencia: Universidad Internacional Sek, Facultad de Ciencias  
Naturales y Ambientales, Quito Ecuador. Campus Miguel de Cervantes Carcelén  
Quito Ecuador [jose.salazar@uisek.edu.ec](mailto:jose.salazar@uisek.edu.ec)

Título Corto (Running Title): VESA según uso de suelo. Cuenca Del Río Capucuy.

## RESUMEN

La cuenca del Río Capucuy se encuentra ubicada en el noroeste del territorio ecuatoriano en la provincia de Sucumbíos, parroquia de Limoncocha. La predominancia por Uso de Suelo está dada por: bosque nativo denominado “Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía”, tierras agropecuarias, cuerpos de agua natural, áreas pobladas y áreas sin cobertura vegetal que han sido sujeto de una alta variabilidad durante el período de estudio (1976-2016) generado por la deforestación, crecimiento económico y las dinámicas migratorias, provocando la fragmentación de hábitats y la pérdida de bosques. Teniendo en cuenta que cada uso de suelo proporciona uno o varios servicios ambientales, el bosque nativo es el que mayor aporte representa, debido a que es el eje principal de la provisión en conjunto de los mismos. Ante esto, el presente proyecto, tiene como objetivo el análisis de los siguientes: regulación gaseosa (CO<sub>2</sub>) por parte del bosque nativo, provisión de alimentos por la agricultura y provisión de materia prima (aprovechamiento maderero). El uso de sistemas de información geográfica y la aplicación de la metodología de análisis de mercados de bienes y servicios, y la herramienta transferencia de valores, han permitido obtener un diagnóstico preliminar de la realidad situacional de la zona de estudio, sentando bases para estudios posteriores.

**Palabras clave:** Sostenibilidad, Usos de suelo, Sistemas de Información Geográfica, Valoración Económica, Servicios Ambientales.

## ABSTRACT

The basin of the Capucuy River is located in the northwest of the Ecuadorian territory in the province of Sucumbíos, parish of Limoncocha. The predominance of Land Use is given by:

native forest called "Evergreen Forest of Lowlands of the Amazon", agricultural lands, bodies of natural water, populated areas and areas without plant cover that have been subject to high variability during the period of study (1976-2016) generated by deforestation, economic growth and migratory dynamics, causing the fragmentation of habitats and the loss of forests. Bearing in mind that each land use provides one or several environmental services, the native forest is the one that contributes the most, because it is the main axis of the overall provision of the same. Given this, the present project aims to analyze the following: gaseous regulation (CO<sub>2</sub>) by the native forest, provision of food for agriculture and provision of raw material (timber). The use of geographic information systems and the application of the methodology of market analysis of goods and services, and the transfer of values tool, have made it possible to obtain a preliminary diagnosis of the situational reality of the study area, laying the groundwork for subsequent studies.

**Key words:** Sustainability, Land uses, Geographic Information Systems, Economic Valuation, Environmental Services.

## INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han asignado una valoración económica al ambiente sustentándose en el principio de acumulación e intercambio de bienes y servicios, colocando al stock natural como una fuente de bienes de carácter “inagotable”. Este escenario ha puesto en jaque al balance de las especies animales y vegetales en los ecosistemas a nivel mundial, acrecentándose el impacto debido a la interconexión e interdependencia ecológica que representan como unidades según la zona y ubicación. Este factor ha sido empeorado por el crecimiento poblacional basado en un consumismo extensivo fomentado por desmesuradas actividades insostenibles de “crecimiento” económico con visión miope de corto plazo generando un resultado prácticamente predecible: el colapso económico.

La economía predominante neoclásica ha estado generando las reglas del uso de los recursos en base a precios mercantiles disociados del ambiente y las comunidades. Sin embargo, por las presiones que este sistema ha generado, se han desarrollado alternativas económicas para consensuar la disonancia entre la Economía Ecológica y la Economía Ambiental. Según Van Hauwermeiren (1998) la primera es una crítica a la economía tradicional debido a que esta “infravalora la escasez y los perjuicios ambientales y sus repercusiones sobre el presente y el futuro” tornando a los bienes ambientales en un stock aislado, sin considerar profundamente al crecimiento demográfico. Siendo completamente integradora, pone acento en que los problemas ecológicos tienen incidencia inter e intrarregionales agregando que la Sostenibilidad Ecológica debe ser el eje principal de la economía, con el fin de disminuir y controlar el transflujo de energía y materiales, respetando las tasas de renovación y reciclaje de residuos. Así, Norgaard (1984) citado por el autor, denota que “la economía ecológica interpreta la actividad económica y la gestión ecológica como un proceso coevolucionario”;

la segunda es una “especialización” de la economía tradicional con un enfoque hacia el medio ambiente. Se pone énfasis a la valoración monetaria de los beneficios y costos ambientales (traducidos como externalidades). El principal problema es que el stock ambiental tiene un “valor de uso, pero no de mercado” y es sujeto de distintas interpretaciones de lo que es útil y escaso, sumando a la ecuación, que la internalización de externalidades a los precios no considera argumentos éticos ni distributivos.

Ante esta aclaración y aproximación, tomando en cuenta las graves consecuencias ambientales que han afectado al hombre y su economía, y como medida de conservación, protección ambiental y gestión integrada, en un sentido sumamente orientado al bienestar antropocéntrico, la herramienta económica denominada Valoración Económica de Servicios Ambientales (VESA) ha sido desarrollada como una alternativa sostenible (débil) que busca el equilibrio entre el crecimiento económico, la estabilidad social y mantener un stock de desarrollo cuasi óptimo de los ecosistemas (Lele et al., 2013). Cabe recalcar que, Harris & Roach (2013), como parte del crecimiento, y según la economía ecológica, resaltan que es de gran importancia el respetar los ciclos naturales de regeneración y depuración que tienen los ecosistemas, y que no es aconsejable dar un precio al ambiente ni sustituirlo por otras formas de capital.

## **DESARROLLO SOSTENIBLE**

El término *Desarrollo Sostenible* se consolida con el Informe de Brundtland, el cual se define como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, de satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987). Riechmann (1995) determina que esta terminología es análoga al término Crecimiento Económico

Continuo (García et al, 2000). Siendo un concepto totalmente antropocentrista, motivado por el crecimiento económico, se lo puede apreciar desde dos aristas: la Sostenibilidad Débil y la Sostenibilidad Fuerte, ambas partiendo en que se debe asegurar que el capital total debe ser constante o aumentar entre generaciones diferenciando que en la primera el capital natural decrece y en la segunda el aumento es paralelo en el capital total, o se mantiene (Davies, 2013). Estas aristas son influenciadas por corrientes tecnocentristas y ecocentristas respectivamente. En conclusión, la sostenibilidad se puede traducir a las condiciones necesarias para que un sistema socioeconómico tenga viabilidad en un tiempo determinado, haciendo uso del capital natural de tal manera que se permita que la tasa de regeneración de los recursos naturales o el stock del capital natural sea superior a la de la extracción así como no sobrepasar la tasa de asimilación de contaminantes por parte de los ecosistemas (Rodríguez & Ruiz-Sandoval, 2001).

## **SOSTENIBILIDAD DÉBIL**

Es una extensión de la economía neoclásica, resaltando la sustituibilidad de cualquier forma de capital y el desarrollo tecnológico. Neumayer (2003) expresa que, según este “paradigma”, el capital manufacturado puede sustituir al capital natural a contraposición de la sostenibilidad fuerte, que su principal engranaje es que el capital natural no puede ser sustituido (Davies, 2013). Castañeda et al. (1996) citado por Palmero et al. (2004) explica que es un paradigma debido a que en el caso de que exista algún tipo de sustitución, en primer plano de capitales, al final recae que el capital natural (recursos y energía) permite la obtención de flujos de bienes y servicios. Consecuentemente, cualquier proceso productivo es dependiente del capital natural, de tal manera que el capital manufacturado es complementario e interdependiente del capital natural. Con esto, es necesario volver a

resaltar que el capital natural posee más atributos funcionales aparte que el de productividad como son los *Servicios Ecosistémicos*; en segundo plano, la sustituibilidad tecnológica provoca impactos ambientales graves (P. ej.: la implementación de una planta de fusión nuclear para reemplazar termoeléctricas o plantas eléctricas que usan carbón reducirá gases de efecto invernadero pero producirá residuos radiactivos muy contaminantes) y no puede sustituir la escases del capital natural ni apaciguar el alza de su precio relativo a través de la distorsión de precios por “subsidios, monopolios, corrección de externalidades, etc.”

## **SOSTENIBILIDAD FUERTE**

Engranaje de la economía ecológica, enfatiza su importancia en el capital natural como recurso energético y su papel en los sistemas económicos, ajustando las actividades humanas a los ciclos naturales y la capacidad de carga del ambiente, lo que involucra que el capital natural sea constante para las siguientes generaciones, puntualizando que las leyes de la termodinámica y biológicas predominen ante los estatutos económicos (Davies, 2013). Implica el “Principio de Valoración Ecológica” el cual determina el stock total de los Servicios Ecosistémicos y los estándares mínimos seguros de sostenibilidad, definidos como la tasa de regeneración y capacidad asimilativa del ecosistema, considerando el capital natural crítico, exponiendo que el ambiente no debe ser degradado al punto de tener efectos irreversibles (Hediger, 2006). La aproximación ecológica dictamina que la valoración expresada en precios no puede aplicarse a la complejidad de los procesos ecológicos. Los economistas ecológicos han determinado que la valoración económica standard debe reflejar la realidad de los ecosistemas o debe ser complementada con otras formas de valoración enfocadas a los flujos energéticos, la capacidad de carga de los ecosistemas y los requerimientos del balance ecológico (Harris & Roach, 2013).

## **VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES**

La Valoración Económica de Servicios Ambientales (VESA), como una herramienta de la sostenibilidad débil, es la “Asignación de un valor cuantitativo y monetario a los bienes y servicios suministrados por los recursos o sistemas ambientales, ya sea que se cuente o no con precios de mercado que nos puedan prestar asistencia” (Lambert, 2003). Se dividen en bienes y servicios para diferenciarlos de tangibles (provisión) de los intangibles (paisajísticos o culturales) aunque esta clasificación no pone a evidencia la “forma en que se proporcionan los servicios y la forma en que la sociedad se ve favorecida” (Balvanera & Cotler, 2009). Es todo aquel beneficio que los seres humanos obtienen de la naturaleza. Dichos servicios comprenden: Regulación gaseosa, regulación climática, regulación de disturbios, regulación hídrica, suministro hídrico, control erosivo y retención de sedimentos, formación de suelo, ciclo de nutrientes, depuración de residuos, polinización, control biológico, refugio, producción de alimentos, materia prima, recursos genéticos, recreación y cultura (Constanza et al., 1997). También se los puede definir como todos “aquellos que proporcionados por los ecosistemas que tienen el potencial de generar el bienestar humano” (UNCTAD, 2002). Los ecosistemas, al estar distribuidos de forma heterogénea, el aporte de los beneficios proporcionados por la prestación de servicios ambientales, depende de sus características particulares y la capacidad tecnológica e institucional de los seres humanos, de tal forma que la importancia socio-ecológica variará a lo largo del tiempo según la región. Fisher et al. (2009), de acuerdo al criterio espacial, caracteriza a los servicios ecosistémicos en tres formas: In situ, cuando la provisión y percepción de beneficios es en el mismo lugar; Omni-direccional, cuando la provisión de servicios es en un lugar específico beneficiando al

“paisaje circundante sin sesgo direccional”; y Direccional, cuando un ecosistema provee a un lugar debido a la dirección de flujo de sus servicios (Ferrer et al., 2012).

La valoración de los sistemas naturales y sus servicios se encuentran conformados por tres principales razones. La primera muestra que los sistemas naturales se encuentran ligados directamente al bienestar humano, aunque su valoración sea cero. De hecho, no es la valoración monetaria sino la importancia de la integridad entre los sistemas humanos y los sistemas naturales. El objetivo es que el capital natural sea de importancia en la toma de decisiones dentro del rol del papel económico. La segunda es una valoración económica, en base a información técnico-científica, realizada ante la importancia relativa que tienen la variedad de ecosistemas dentro de la economía y la sociedad. El tercer aspecto y según Arrow (1986) manifiesta que, ante la ausencia de mercado y la carencia de datos para la toma de decisiones, las conjeturas entran en juego alterando la realidad del objeto de estudio. La economía ambiental intenta corregir estos desvíos mediante la valoración monetaria directa o indirecta “de los cambios operados en la calidad de algún bien o servicio ambiental” a través del análisis costo-beneficio para la toma de decisiones alternativas como la regulación de impactos por el desarrollo, evaluación de daños, determinación de rutas de acceso, pagos por uso y acceso y la determinación de niveles óptimos de pago de impuestos (Cristeche & Penna, 2008; Pritchard et al., 2000).

Es así que para la correcta valoración económica y la generación de herramientas de gestión se debe basar en tres postulados: correcta definición de los derechos de uso de los ecosistemas y/o sus servicios; trabajar sobre los servicios ecosistémicos finales (“evita la doble contabilidad de la contribución de la naturaleza al bienestar social”); y crear instrumentos

hipotéticos para asignar precios de transacción a los servicios ecosistémicos que no tengan un precio mercantil (Ferrer et al., 2012).

## **VALORACIÓN SEGÚN USO DE SUELO**

El tipo de uso de suelo es una categorización de la morfología de la superficie terrestre la cual es usada o alterada por el ser humano para actividades que le proporcionan bienestar. Permite interpretar de mejor manera los servicios ecosistémicos proporcionados por la naturaleza desde la arista del ordenamiento territorial, para mejorar los esfuerzos de conservación o aprovechamiento del capital natural. Ejemplificando este aspecto, Costanza et al. (1998 y 2014), estableció un análisis en un área de  $51.625 \times 10^6$  hectáreas a nivel global en donde consideraba a 16 biomas (pudiendo considerarlos como usos de suelo) marino-costeros, terrestres y urbanos dentro de los cuales se enfocó en el cálculo del valor de 17 servicios ambientales de provisión, regulación, hábitat y cultural (regulación gaseosa, regulación climática, regulación ante disturbios, regulación del agua, abastecimiento de agua, control de la erosión, formación del suelo, recirculación de nutrientes, tratamiento de desechos, polinización, control biológico, hábitat/refugio, producción de alimentos, provisión de materia prima, recursos genéticos, recreación y cultura), obteniendo un valor de USD 33 trillones por año para 1995. Para el año 2007 fue de USD 46 trillones por año y para el 2011 fue de USD 125 trillones por año.

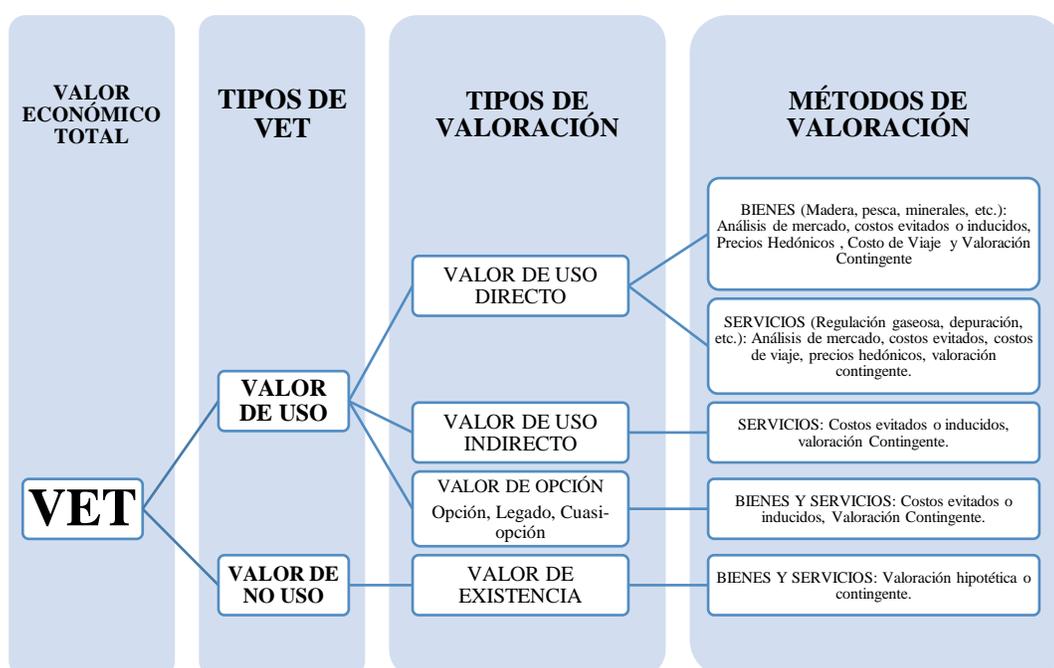
Dentro de un análisis regional, se encuentra el estudio del pantanal brasileño que, según Silva et al., (1998), cuenta con una extensión de  $138.000 \text{ km}^2$ , en donde Nhecolandia figura como la segunda más grande subregión de humedales representando el 19,5% ( $26.921 \text{ km}^2$ ) de la

zona, proporcionando, para los 17 servicios ambientales, más de USD 15.644,09 billones o USD 5 millones por habitante del área para 1997 (Seidl & Moraes, 2000).

## **MÉTODOS DE VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

Los métodos están contemplados por la determinación del Valor Económico Total, el cual es el resultado de una valoración integral de los servicios ambientales a través de la sumatoria del Valor de Uso (Valor de Uso Directo, Valor de Uso Indirecto, Valor de Opción y Valor de Cuasi-Opción) y el Valor de No Uso (Valor de existencia), como lo refleja el *Gráfico 1*. Esto permite diagnosticar si las comunidades tienen afectaciones en calidad o cantidad por la percepción de los servicios ecosistémicos. El Valor de Uso se refiere a la valoración que se les otorga a los servicios destinados a la producción y consumo que reducen o no (Otros usos) el capital natural, siendo usados en el presente de manera directa, indirecta o que pueden proporcionar un Valor de Uso Futuro. Así, el Valor de Uso Directo es referido a los servicios obtenidos como la provisión de alimentos, materia prima, actividades culturales, etc. El Valor de Uso Indirecto describe el aporte de servicios generados por un ecosistema como es la regulación gaseosa, regulación de disturbios, regulación hídrica, suministro hídrico, etc. El Valor de Opción se refiere al bienestar experimentado por los usuarios debido a la preservación para uso en el futuro por generaciones venideras (valor de opción) o futuras (valor de legado) que también puede incluir servicios culturales, provisión y regulación si no son usadas al presente. Agregando al último, el Valor de Cuasi-Opción expresa el beneficio dado por uso postergado ante el principio de precaución (lo cual requiere de información más detallada para toma de decisiones ante la incertidumbre). El Valor de No Uso -muy subjetivo, valoración intrínseca- (Valor de Existencia, Valor de Conservación, Valor de Uso Pasivo) describe el beneficio que los usuarios perciben al saber el tipo de servicio ecosistémico que

existe sin esperar su beneficio directo o indirecto los cuales deben ser determinados según las preferencias de la comunidad con el objetivo de no vulnerar sus derechos. Por último, en principio, es complicado obtener estimaciones que reflejen la realidad de todos los servicios proporcionados por la naturaleza, debido a las producciones conjuntas de diferentes servicios inherentes del mecanismo ecosistémico (Cristeche & Penna, 2008, p. 7-11).



**GRÁFICO 1:** Valor Económico Total y Métodos de Valoración. Los métodos de costos evitados o inducidos, análisis de mercado, costo de viaje y precios hedónicos “intentan inferir la valoración que hacen las personas de un hecho que ya ocurrió a partir de la observación de su conducta en el mercado”; el método de Valoración Contingente y variantes representan a un supuesto situacional que aún no se produce. **Fuente:** Cristeche & Penna (2008). Elaborado y modificado por el autor.

Ante esto, el presente proyecto se enfoca en realizar un diagnóstico situacional y la determinación parcial de la Valoración Económica Total a través del cálculo del Valor de

Uso Directo según los diferentes usos de suelo en la CRC, considerando los siguientes servicios ecosistémicos: regulación gaseosa (retención de carbono en biomasa vegetal) que afecta al cambio climático, provisión de alimentos por la agricultura y provisión de materia prima (madera) las cuales se encuentran en un relación directamente proporcional con la degradación del bosque, siendo todas estas contextualizadas en el siguiente apartado.

## **ANTECEDENTES**

### **REGULACIÓN GASEOSA Y CAMBIO CLIMÁTICO**

El cambio climático es una variación natural de condiciones que afectan el estado medio del clima a nivel global dentro de un período determinado, que evitan que la tierra tenga temperaturas cerca de -18 °C (NASA, 1998). Tanto los Gases de Efecto Invernadero (GEI), integrantes de la atmósfera de origen natural (vapor de agua, dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y ozono) como los de fuente antropogénica, absorben y reflejan radiación infrarroja proveniente del sol, la cual es remitida por la superficie terrestre, atmósfera y nubes, atrapando calor. A esto se le conoce como Efecto Invernadero. El proceso natural ha sido alterado y acelerado por la emisión de GEI y gases que reducen la capa de ozono y sumado a esto, el acelerado cambio de uso del suelo que han alterado los sumideros terrestres y marinos, producto de actividades industriales antrópicas motivadas por el crecimiento demográfico (IPCC, 2001).

Para entender la variabilidad actual, es necesario remontarse al clima preindustrial (tomado como base de referencia de lo más próximo a condiciones naturales), en donde la temperatura promedio oscilaba entre los 13,17 °C y la concentración troposférica de CO<sub>2</sub> promedio se situó en aproximadamente 280 ppm (ver *Anexo* para mayor información) (CDIAC, 2016).

Entre el año 1880 al 2012, la temperatura promedio global entre la superficie terrestre y oceánica, ha tenido un incremento de 0,85 (0,65 a 1,06) °C superior a la temperatura en los decenios precedentes a la época preindustrial (IPCC, 2014). Para el año 2013, el CO<sub>2</sub> se situó en 399,52 ppm con una temperatura media de 14,02 °C, llegando a un límite no visto desde hace siglos (CDIAC, 2016). Para diciembre de 2017, las concentraciones de CO<sub>2</sub> registradas a nivel global fueron de 403,96 ppm, sobrepasando el rango observado del GEI en los reportes históricos mundiales (menos de 400 ppm), entrando en un margen riesgoso (ESRL, 2018).

Estos eventos han provocado cambios e impactos en todos los sistemas naturales. El cambio climático ha causado transformaciones abruptas de los ciclos biogeoquímicos, pérdida de la calidad y cantidad de agua, alteración de la biodiversidad y extinciones en masa, cambios en los regímenes climáticos estacionales, impactos socioeconómicos, afección y alteración de los sumideros marinos y terrestres, entre otros (IPCC, 2014).

Por lo que ante la evidente hecatombe socioeconómica y ambiental, se han establecido varios acuerdos fomentados a nivel mundial como es la Conferencia de las Partes (COP), en donde se ha trazado metas y diseñado herramientas como la reducción de emisiones, comercio de derecho de emisiones, cambio en la matriz productiva, transferencia de tecnología, financiamiento, apoyo en el desarrollo de políticas públicas, conservación, etc., para reducir al mínimo los impactos y adaptarse al máximo a los cambios manteniendo el incremento de la temperatura bajo los 2 °C con respecto a niveles preindustriales (ONU, 2015).

## **SUMIDEROS TERRESTRES DE CARBONO**

Según el IPCC (2001) citado por Yañez (2004), expone que para el año 2050, entre 60 a 87 giga toneladas de carbono podrían retenerse en la biomasa forestal y entre 23 a 44 giga toneladas (Gt) en suelos agrícolas. Los suelos son considerados también como sumideros de carbono al contar con la capacidad de almacenamiento en forma orgánica entre 1.500 Gt a 1 metro de profundidad y 2.546 Gt a 2 metros de profundidad, y en forma inorgánica de 1.700 Gt, superando al sumidero vegetal (650 Gt) y a la atmósfera (750 Gt). El almacenamiento de carbono dependerá de su geomorfología y región climática, llegando a tener variaciones de  $4\text{kg/m}^2$  en zonas áridas, entre 8 a  $10\text{kg/m}^2$  en zonas tropicales y entre 21 a  $24\text{kg/m}^2$  en zonas polares o boreales. La degradación y pérdida tanto de bosques como suelo, provocan que el proceso de calentamiento global se acelere, lo que tiene consecuencias extremadamente peligrosas para los ecosistemas y los sistemas socioeconómicos (Robert, 2002).

## **COMERCIO DE DERECHO DE EMISIONES DE CARBONO**

El Comercio de Derechos de Emisiones (CDE) busca cumplir con metas ambientales (estabilizar el  $\text{CO}_2$  en la atmósfera por debajo de los 400 ppm) comercializando remanentes en bonos de carbono por medio de funciones económicas como es la provisión de señales de precios y la generación de rentas públicas, con el objetivo de compensar las emisiones entre empresas o países a nivel nacional e internacional (IPCC, 2001).

Su origen se dio con el Protocolo de Kyoto, en donde el CDE debía de ser establecido en función a un cupo de emisión sustentado de acuerdo a “la verificación, la presentación de informes y la rendición de cuentas en relación con el comercio de los derechos de emisión” (ONU, 1998). Posteriormente, el IPCC (1995), en su “*Segunda Evaluación sobre el Cambio*

*Climático*”, incorporó los sistemas de “permisos negociables de emisiones” para el comercio nacional y “cuotas negociables de emisiones” para el comercio internacional. Así también el Acuerdo de París “reconoce las opciones de mercado como mecanismos idóneos para estimular la mitigación del cambio climático” (ONU, 2015).

Esta herramienta permite integrar las externalidades ambientales dentro de los mercados mediante la regulación por precios o por montos, fijando precios al carbono por impuestos y el comercio de emisiones. El impuesto logra establecer límites máximos permisibles en el uso de los combustibles fósiles y el contenido de carbono. El Esquema de Comercio de Emisiones insta restricciones a las emisiones extra de fuentes controladas en función a un permiso limitado de emisiones, el cual es transable, el mismo que requiere que todas las fuentes reguladas cuenten con una declaratoria de emisiones. Cuando presenten emisiones, que sean verificadas, por debajo del cupo, éstas podrán ser vendidas en forma de créditos, creando así, un sistema de oferta y demanda por permisos de emisión en el que países o entidades privadas podrán adquirirlas para compensar sus emisiones (Finanzas Carbono, 2018).

A nivel mundial existen 17 Sistemas de Comercio de Emisiones (SCE) o Sistemas de Tope-y-Trueque (Cap-and-Trade) y otras 15 por entrar al mercado o en preparación que fundamentan sus bases en los principios de desarrollo limpio, eficiencia energética, compensaciones por ahorro de emisiones y el comercio de emisiones en donde únicamente Nueva Zelanda considera dentro de sus SCE a los sistemas forestales y tierras agrícolas mediante el incentivo de políticas que aumenten la plantación de árboles y el secuestro de carbono (Serre et al., 2015).

## **PROVISIÓN DE MATERIA PRIMA (MADERA)**

El aporte históricamente ha provenído de los bosques nativos en la Costa ecuatoriana, los cuales se han ido reduciendo con el tiempo y su suministro ha sido reemplazado por plantaciones forestales en la zona y de la Sierra. La integración de la Amazonía provocada por el desarrollo de rutas, ha incentivado el uso del recurso forestales provisto por el bosque nativo. Su importancia radica en que, si bien no representa un gran matiz en la economía nacional, el aprovechamiento forestal satisface un vigoroso mercado interno motivado por el crecimiento demográfico y la expansión del sector de la construcción, el cual, según el Banco Central del Ecuador (2012), contribuyó al PIB con 2.338 millones de dólares (Mejía & Pacheco, 2013).

## **APROVECHAMIENTO FORESTAL**

La región amazónica presenta un 16,4% del volumen de corta nacional dominado por la costa que cuenta con el 49,8% seguido por la Sierra con 33,7%. Un gran porcentaje de la madera extraída en la Amazonía tiene como fuente de origen la parte sur de la misma que comprende las provincias de Sucumbíos y Orellana. Esto es debido al acceso que brindan las vías construidas en torno a la explotación petrolera, dando facilidad a la movilización de la madera, en contraposición con el centro y sur de la región. El flujo está comprendido en un 50% de especies provenientes del bosque nativo, 30% de sistemas agroforestales y el 27% en formaciones pioneras como es el caso del Canelo amarillo el cual del bosque nativo ha tenido un aporte de 1.700 m<sup>3</sup> y 1.800 m<sup>3</sup> de sistemas agroforestales para el 2011. Según el MAE (2010) y MAE (2011) expone que el aprovechamiento maderero en la región amazónica ha pasado de 357.000 m<sup>3</sup> en el año 2007 a 458.000 m<sup>3</sup> en el 2011 de los cuales

únicamente se movilizaron 246.000 m<sup>3</sup> hacia mercados en la ciudad de Quito, Cuenca y Ambato (Mejía et al., 2013).

El aprovechamiento de la madera aserrada está sujeto a dos estrategias en base a las actividades de aserrado y transporte hasta la carretera las cuales son: participación del productor forestal y sin participación del productor. El primero, ya sea colono o indígena, alude a que el propietario contrata terceras personas como es el caso del aserrado por motosierra, acémilas para su transporte y arrieros. El segundo, contempla la venta de árboles en pie a un comerciante o intermediario. Independientemente de la estrategia, dentro del volumen comercial maderero aprovechado, el 32% representa a especies de madera dura (peso específico mayor o igual a 0,55 g/cm<sup>3</sup>) y el 68% representa a especies de madera blanda (menor a 0,55 g/cm<sup>3</sup>) (Gatter et al., 2005).

Para el presente caso de estudio, se ha estimado la Valoración del Servicio Ecosistémico por provisión de madera en base a la determinación del Volumen Comercial, asumiendo la participación directa del dueño de los bosques o finquero como productor forestal.

## **EVALUACIÓN NACIONAL FORESTAL**

La Evaluación Nacional Forestal (2014) ha sido implementada para componer una valoración de los ecosistemas forestales del Ecuador (bosque seco andino, bosque seco pluviestacional, bosque siempre verde andino montano, bosque siempre verde andino pie de monte, bosque siempre verde andino de ceja andina, bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia, bosque siempre verde de tierras bajas del chocó, manglares y Moretales), el contenido de carbono y su relación con el ámbito socio-económico. La determinación de la captura de carbono ha sido realizada en función del cálculo de la biomasa forestal a través de las

ecuaciones alométricas proporcionadas por Chave et al. (2005) clasificadas de acuerdo a la precipitación anual y número de meses secos al año para los estratos: bosque seco (precipitación igual o menor a 1.500 mm/año, con más de 5 meses secos), bosque húmedo (precipitación entre 1.500 y 3.500 mm/año, con 1 a 5 meses secos), bosque muy húmedo (precipitación igual o mayor a 3.500 mm/año sin meses secos) y manglares, teniendo como resultado la siguiente clasificación nacional: 9% bosques secos, 46% bosques húmedos, 42% bosques muy húmedos, y 3% manglares (MAE, 2014). De esta manera, el BSVTBA se sitúa en la categoría de bosques muy húmedos.

La amazonía ecuatoriana cuenta con 6'293.513,34 ha de BSVTBA (representando el 49.8% de la cobertura dada por Bosque Nativo a nivel nacional) y 466.068,87 ha de Moretales (MAE, 2014). Esto, contrastando con información obtenida a través de la delimitación del área de la CRC utilizando sistemas de información geográfica y adaptando los mapas de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental para el año 2016 proporcionadas por el MAE (2017), se ha determinado que el BSVTBA, en la CRC, representa a 9.153,28 ha (0,14% de esta cobertura para el nivel regional).

## **PROVISIÓN DE ALIMENTOS POR LA AGRICULTURA**

El Ecuador continental cuenta con una superficie agropecuaria de 4'872.049,88 ha representado al 19% de todo el territorio. El uso de la superficie mencionada se encuentra repartida de la siguiente manera: 2'332.698,09 ha de pastos cultivados, 1'495.148,56 de cultivos permanentes y 1'044.203,24 de cultivos transitorios (INEC, 2016). Únicamente en la región amazónica, existe una cobertura boscosa de más de la mitad de su superficie representando un 55% en comparación con la Sierra que cuenta con 27,5% y la Costa 21,7%.

Además, según el INEC (2011), el 85% de la población de la región amazónica depende exclusivamente de la agricultura (Mejía & Pacheco, 2013).

## **TIERRA AGROPECUARIA**

Es el “área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación entre éstos” (MAE 2014). Según Quezada (2017), basándose en un inventario en torno a 177 encuestas realizadas en el año 2010 a 327 UPA (Unidades Productoras Agrícolas) en la CRC, enfocadas en determinar los siguientes datos: de “cultivos sembrados, edad, cosechas, así como uso y formas de aplicación de fertilizantes, labranzas, enmiendas orgánicas y riego”, han determinado que existe la predominancia de productos agrícolas como el café, cacao, maíz, malanga, plátano y yuca, y con una menor cantidad la palma, arroz y pastizales.

## **RELACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y LA EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA GENERADA POR LA DEFORESTACIÓN**

Entre 1990 y 2014 la cobertura vegetal boscosa pasó de 14'587.771 ha (51,44%) de la superficie del Ecuador continental (28'356100 ha) a 12'753.387 (44,97%) y a 12'533.387 (44,2%) para el 2017. Esto representa una pérdida de 2'054.384 ha durante los 17 años. La deforestación bruta promedio para el período 1990-2000 fue de 129.943 ha/año (regeneración 37.201 ha/año), para el período 2000-2008 fue de 108.650 ha/año (regeneración 30.918 ha/año), para el período 2008-2014 fue de 97.917 ha/año (regeneración 50.421 ha/año) y para el período 2014-2017 ha sido de 55.000 ha/año. Así, el ecosistema con la tasa anual promedio más alta de deforestación durante el período 1990-2014 fue el Bosque Seco Andino y con mayor extensión deforestada fueron el “Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la

Amazonía, Bosque Siempreverde de Tierras Bajas del Chocó y el Bosque Siempreverde Andino de Piedemonte”. De tal manera que las provincias con las mayores tasas de deforestación durante el período 2008-2014 fueron Esmeraldas, Morona Santiago, Guayas y el Oro con 12.006 ha/año, 10.429 ha/año, 8.740 ha/año y 8.136 ha/año respectivamente (MAE, 2014 & MAE, 2016).

**EVOLUCIÓN DE LA DEFORESTACIÓN BRUTA EN EL ECUADOR (POR TIPO DE BOSQUE)**

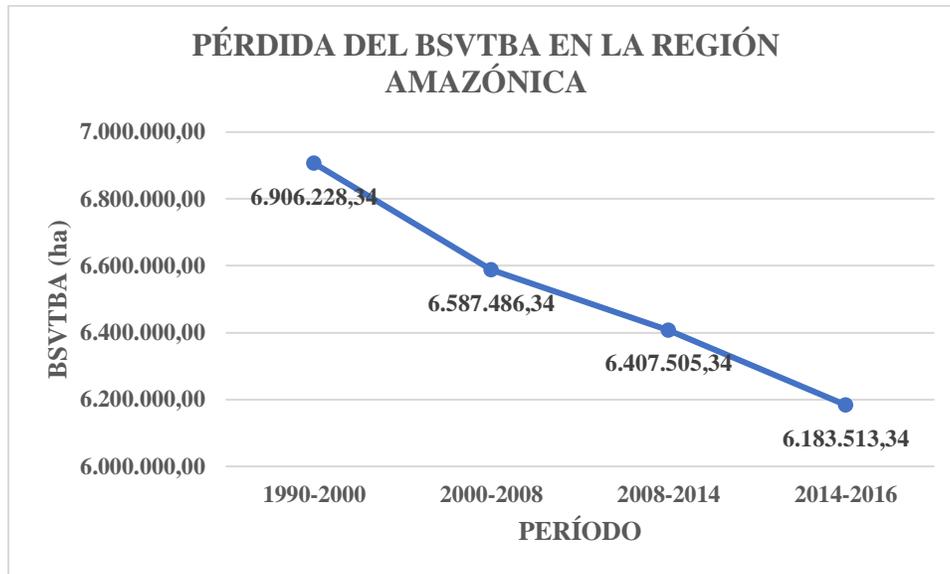
Categorías de tierras forestales convertidas a otras categorías de tierras	1990-2000		2000-2008		2008-2014	
	ha	ha año-1	ha	ha año-1	ha	ha año-1
Bosque seco andino	19.154	1.915	17.135	2.141	16.868	2.929
Bosque seco pluvistacional	152.989	15.298	106.680	13.335	84.742	15.395
Bosque siempre verde andino montano	183.291	18.329	138.404	17.300	68.323	13.941
Bosque siempre verde andino piemontano	250.064	25.006	185.587	23.198	90.269	19.312
Bosque siempre verde andino de ceja andina	31.681	3.168	20.431	2.553	14.622	2.833
Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía	318.742	31.874	179.981	22.497	113.992	22.394
Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	324.627	32.462	208.887	26.110	99.099	19.503
Manglar	12.569	1.256	10.095	1.261	6.347	1.181
Moretal (bosque de palmeras)	6.309	630	1.997	249	2.237	427
<b>Total de deforestación bruta</b>	<b>1'299.430</b>	<b>129.943</b>	<b>869.201</b>	<b>108.650</b>	<b>496.504</b>	<b>97.917</b>

**TABLA 1:** Evolución de la deforestación bruta en el Ecuador (por tipo de bosque).

Deforestación bruta: el resultado del proceso de conversión antrópica del bosque en otra cobertura y uso de la tierra. En esta definición no se incluyen las áreas de bosque regeneradas. Deforestación neta: la diferencia entre la pérdida y la ganancia de la superficie de bosque en un período de tiempo **Fuente:** (MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador), 2016).

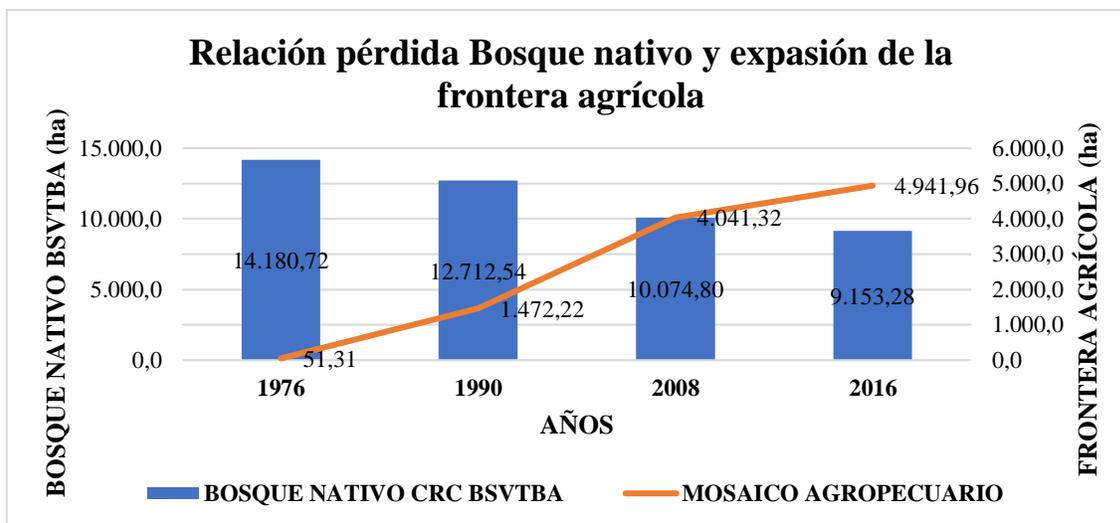
Guerrero y Saráuz (2015) determinan que la agricultura y posteriormente la ganadería, si bien dentro el ámbito económico y social juegan un rol muy importante como actividades productivas del país, son las que más causan pérdida de bosques primarios. Las dinámicas que inciden en la deforestación son: Políticas, leyes e institucionalidad (políticas extractivistas petroleras, mineras, agropecuarias y migratorias -como la Ley de Reforma Agraria de 1973-, Constitución de la República del Ecuador del 2008, etc.), Incentivos fiscales y monetarios (como impuestos, subsidios, tasas, exoneraciones y tarifas), Prácticas agropecuarias y forestales (dada por una dominancia de prácticas insostenibles como el caso de la amazonía en donde los cultivos son extensivos e invasivos), Demanda de productos agropecuarios y forestales y Otros factores sociales, económicos y ambientales (crecimiento demográfico, desempleo -cuando en las regiones con bosques disminuye el empleo, aumenta la deforestación-, precio del petróleo, desastres naturales, cambio climático, etc.) (MAE, 2016).

Consecuentemente, el BSVTBA en la región amazónica ha tenido una pérdida de aproximadamente 722.715,00 ha en el período 1990-2016 como se puede observar en el ***Gráfico 2.***



**GRÁFICO 2:** Pérdida del Bosque Siembre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía en el período 1990-2016. **Fuente:** MAE (2014) & MAE (2016). Datos adaptados y cuadro elaborado por el autor.

La CRC, en el año 1976 contaba con 14.180,72 ha de BSVTBA y 51,31 ha de tierras agropecuarias; en 1990, 12.712,54 ha de BSVTBA y 1.472,22 ha de tierras agropecuarias; en el 2008, 10.074,80 ha de BSVTBA y 4.041,32 ha de tierras agropecuarias; y finalmente, para 2016, 9.153,28 ha de BSVTBA y 4.941,96 ha de tierras agropecuarias (Gil, 2017 & MAE, 2017), como se puede observar en el *Gráfico 3*.



**GRÁFICO 3:** Relación entre la pérdida de bosque primario (BSVTBA) y la expansión de la frontera agrícola. **Fuente:** MAE (2017). Gráfico elaborado y adaptado por el autor.

Es claro que la expansión de la frontera agrícola es proporcional al detrimento en hectáreas del BSVTBA teniendo una pérdida de 5.023,44 ha hasta el año 2016.

Los cambios de uso del suelo generados por la deforestación y actividades agropecuarias, motivadas por el crecimiento demográfico y “desarrollo” económico, han provocado que el carbono retenido en los diferentes estratos se libere, fomentando el calentamiento global, por lo que el presente estudio, concentra sus esfuerzos en la determinación de la Valoración de Servicios Ecosistémicos por Regulación Gaseosa (retención de CO<sub>2</sub>) provisto por el ecosistema del bosque nativo como sumidero terrestre, para establecer un punto de referencia en torno al comercio de derecho de emisiones en la bolsa de valores del carbono sustentados en la información proporcionada por la Evaluación Nacional Forestal del Ecuador y el Acuerdo Ministerial . Sumado a esto, se determinará el aporte económico proporcionado de acuerdo a la producción agrícola y producción maderera en zona de estudio. Para esto, se ha

procedido a utilizar información preliminar para obtener datos que permitan entender la realidad situacional de los servicios ambientales objeto de estudio de acuerdo al uso de suelo.

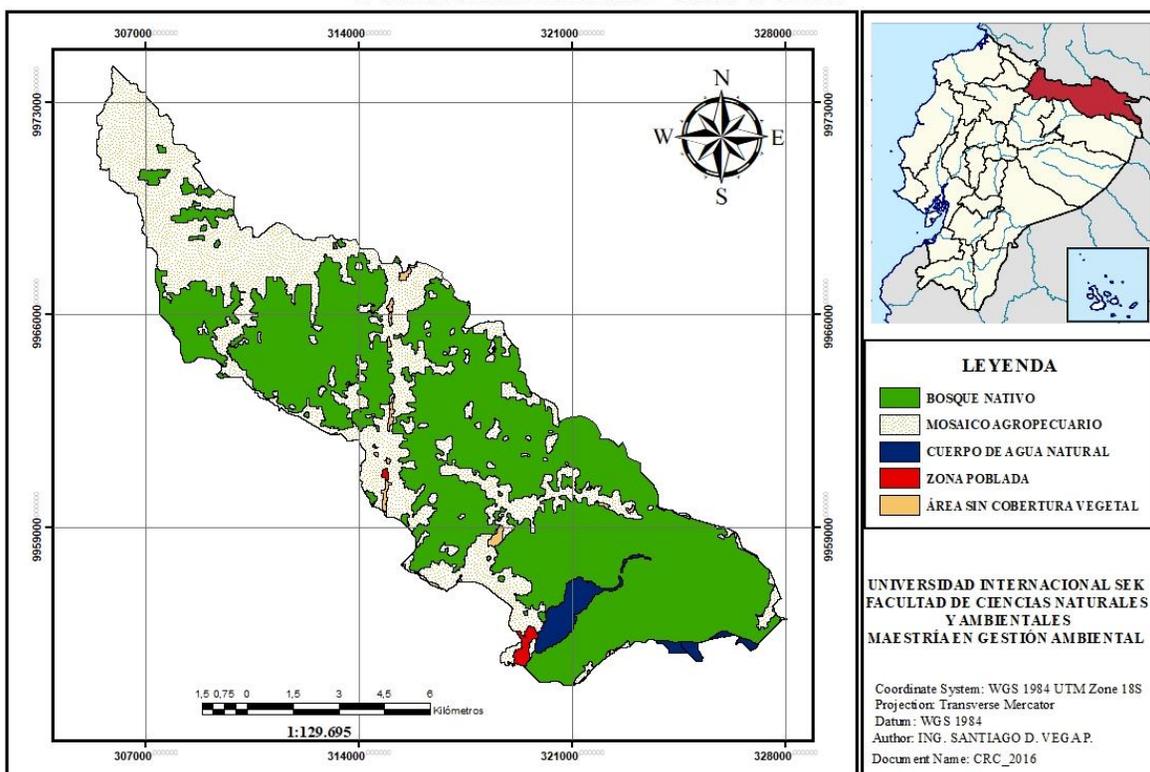
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

La cuenca del Río Capucuy (CRC) se encuentra ubicada el noreste del Ecuador, entre la parroquia Limoncocha y Shushufindi (con mayor extensión en la primera), cantón Shushufindi, provincia de Sucumbíos. Cuenta con aproximadamente 14.500 ha en su extensión. Actualmente, la predominancia del uso de suelo está dada por bosque nativo (Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonia y Moretales con mayor concentración en la Reserva Biológica Limoncocha), mosaico agropecuario, cuerpos de agua natural (Laguna de Limoncocha, río Capucuy y afluentes) y zonas antrópicas (de norte a sur: Precooperativa “Nuevo Paraíso”, Precooperativa “Luz y Vida”, Comunidad Shirian, 8 de Septiembre, Yamanunka, Comuna Kukush, Comuna Yananunka, Comuna Wanputzar, San Juan Bosco, Yamaran Suku, 8 de diciembre, Santa Elena, Playayacu y Limoncocha). De esta manera, tres grupos étnicos se reparten en el área. Al sur se encuentra el pueblo Kichwa, en el centro el pueblo Shuar y al norte predomina población mestiza (MAE, 2017; Quezada, 2017).

### **MAPA DE UBICACIÓN**

## CUENCA DEL RÍO CAPUCUY



**MAPA 1:** Cuenca del río Capucuy, provincia de Sucumbíos. **Fuente:** MAE (2016).

Elaborado y adaptado por el autor.

### USOS DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL

Para la determinación del uso del suelo y cobertura vegetal se empleará la información sobre uso de suelo elaborada por el MAE (2017) para los años 1990, 2008 y 2016 y el por Gil (2017) para el año 1976. Las coberturas y uso de suelo han sido clasificadas en dos niveles. El primero hecho por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) determinando 6 clases y el segundo realizado por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), y el Instituto

Espacial Ecuatoriano (IEE) diferenciando 16 clases para el año 2016 como se puede evidenciar en el *Tabla 2* (MAE, 2017).

<b>COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DEL ECUADOR CONTINENTAL 2016</b>				
<b>Nivel I</b>	<b>Nivel II</b>	<b>Definición Operativa</b>	<b>Fuente</b>	<b>Hectáreas</b>
<b>Bosque</b>	Bosque Nativo	Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.	MAE (2016)	12631197,69
	Plantación Forestal	Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales.	MAE (2011)	123719,94
<b>Vegetación Arbustiva y Herbácea</b>	Vegetación Arbustiva	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.	MAE (2011)	763180,11
	Páramo	Vegetación tropical altoandino caracterizada por especies dominantes no arbóreas que incluyen fragmentos de bosque nativo propios de la zona.	SINAGAP - CLIRSEN (2012)	1515272,49
	Vegetación Herbácea	Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.	SINAGAP - CLIRSEN (2012)	83035,17
<b>Tierra Agropecuaria</b>		Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se	MAGAP - IEE (2012)	8933864,49

		encuentran dentro de una rotación entre éstos.		
<b>Cuerpo de Agua</b>	Natural	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento.	MAE-MAGAP-IEE (2012)	295476,12
	Artificial	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento asociadas con las actividades antrópicas y el manejo del recurso hídrico.	MAE-MAGAP-IEE (2012)	199287,27
<b>Zona Antrópica</b>	Área Poblada	Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos.	MAE-MAGAP-IEE (2012)	229182,39
	Infraestructura	Obra civil de transporte, comunicación, agroindustrial y social.	MAE-MAGAP-IEE (2012)	23884,2
<b>Otras Tierras</b>	Área sin cobertura vegetal	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que, por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo, pueden tener otros usos.	MAE-MAGAP-IEE (2012)	93841,92
	Glaciar	Nieve y hielo localizados en las cumbres de las elevaciones andinas.	MAE-MAGAP-IEE (2012)	-----
<b>Sin Información</b>		Corresponde a áreas que no han podido ser mapeadas.	-----	-----

**TABLA 2:** Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental, 2016. **Fuente:**

Ministerio de Ambiente del Ecuador (2017).

Usando de base a la información mencionada anteriormente y en función de las condiciones de la CRC, estos datos han sido ajustados a la realidad de la zona para el año 2016 como se puede observar en la **Tabla 3**:

<b>COBERTURA Y USO DE LA TIERRA PARA LA CRC 2016</b>				
<b>Nivel I</b>	<b>Nivel II</b>	<b>Definición Operativa</b>	<b>Fuente</b>	<b>Hectáreas</b>
<b>Bosque</b>	Bosque Nativo	Predominancia del Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonia (BSVTBA) y Moretales (en regiones inundables).	Cobertura y uso de la tierra 2016 (MAE, 2017) y adaptado por el autor	9153,28
<b>Tierra Agropecuaria</b>	Mosaico Agropecuario	Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación entre éstos.		4941,96
<b>Cuerpo de Agua</b>	Natural	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento.		317,09
<b>Zona Antrópica</b>	Área Poblada	Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos.		58,65
	Área sin cobertura vegetal	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que, por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin		133,74

	embargo, pueden tener otros usos.	
--	-----------------------------------	--

**TABLA 3:** Cobertura y Uso de la Tierra para la Cuenca del río Capucuy, 2016. **Fuente:** MAE (2017). Elaborado y adaptado por el autor.

Es así que con la determinación de las áreas se ha procedido a realizar la determinación de los servicios ecosistémicos objeto de estudio.

### **CÁLCULO DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO POR REGULACIÓN GASEOSA (CO<sub>2</sub>) PROVISTO POR EL BOSQUE NATIVO**

La determinación de la retención y captura de carbono se manifiesta con base en la biomasa y el área basimétrica presente en un área determinada. La biomasa se calculó según la metodología no destructiva ENF-MAE 2012, a través de método directo aplicada en la RBL por Chamorro (2017), la cual establece la instalación de tres parcelas de 3.600 m<sup>2</sup> cada una, dos implementadas para el BSVTBA y una en la sección de Moretales, con el objetivo de determinar la biomasa total aérea, subterránea y por desechos leñosos. Además, se realizó el análisis en laboratorio del suelo para obtener datos como la densidad aparente, porcentaje de humedad y el porcentaje de carbono.

Para el presente estudio se ha procedido a recalcular los datos del área basimétrica y biomasa de árboles vivos con un DAP > 10 cm, siguiendo los lineamientos de la ENF, basándose en la obtención del promedio para el peso específico y altura total por especie identificada en el inventario forestal realizado por Chamorro (2017), de tal manera, que los datos obtenidos han sido extrapolados para la CRC mediante la herramienta de VESA Transferencia de

Valores. Además, para la valoración económica según la fijación de carbono, se ha hecho uso de la metodología de VESA Análisis de Mercados.

### **VARIABLE: ÁREA BASIMÉTRICA**

Es la medición y sumatoria de la sección transversal del fuste a la altura del DAP de todos los árboles en una determinada unidad de superficie (Cancino, 2007). Se formula de la siguiente manera:

$$G(m^2/ha) = \frac{\Sigma g_i (m^2)}{S (m^2 \text{ por parcela})}$$

$$g_i = \frac{\pi DAP^2}{4}$$

**En dónde:**

**G:** área basal total (m<sup>2</sup>/ha).

**S:** superficie (ha).

**DAP:** Diámetro a la Altura del Pecho (m)

**g<sub>i</sub>:** sección transversal de un árbol (m<sup>2</sup>).

Si es necesario determinar el DAP promedio de diferentes diámetros se recomienda calcular utilizando la fórmula de ponderados geométricos ya que representa de mejor manera la biomasa.

$$DAP_g = \sqrt{\frac{\sum n_i \times DAP^2}{\sum n_i}}$$

**En dónde:**

**DAP<sub>g</sub>:** diámetro ponderado geométrico (m<sup>2</sup>)

**n<sub>i</sub>:** número de individuos en el rango de un determinado DAP.

**DAP:** diámetro a la altura del pecho (m).

### **VARIABLE: BIOMASA**

Es la materia viva existente en un determinado ecosistema forestal expresado en toneladas de materia por hectárea (Cancino, 2007). Según Fonseca et al. (2009) citado por Cuenca et al. (2014), es la capacidad que tiene el ecosistema para almacenar materia orgánica en diferentes períodos de tiempo la cual está compuesta por el peso de materia orgánica epigea y subterránea. La ENF (2013) considera la biomasa aérea que incluye árboles vivos con un DAP > 10 cm, árboles muertos en pie, biomasa de madera caída con un DAP ≥ 10 cm, biomasa arriba del suelo en tocones, hojarasca y detritus, sotobosque y raíces (MAE, 2014). Para el presente estudio han sido aplicadas las ecuaciones alométricas de Chave et al., presentes a continuación para la biomasa en el BSVTBA y para los Moretales.

Estimación de la biomasa para el BSVTBA:

$$B(kg) = \delta^{(-1,499+(2,148 \times \ln(DAP))+(0,207 \times (\ln(DAP))^2)-0,0281 \times (\ln(DAP))^3)}$$

Estimación de la biomasa para los Moretales:

$$B(kg) = \delta^{(-1,239+(1,98 \times \ln(DAP))+(0,207 \times (\ln(DAP))^2)-0,0281 \times (\ln(DAP))^3)}$$

Estimación de la biomasa en raíces:

$$B(kg) = B_a \times F$$

**En dónde:**

**B:** biomasa en kg.

**δ:** peso específico básico en g/cm<sup>3</sup>.

**DAP:** diámetro a la altura del pecho en cm.

**F:** factor de relación biomasa aérea-biomasa subterránea de 0,24 (utilizado para todas las especies) según sugiere Cairns et al. (1997).

## **VARIABLE: RETENCIÓN Y CAPTURA DE CARBONO**

En primera instancia, con el recálculo de parámetros dasométricos determinados por Chamorro (2017) para la biomasa arbórea con DAP > 10 - ≤ 20 y Raíces de árboles con DAP > 10 - ≤ 20, para la determinación de la retención de carbono, como lo menciona la ENF (2013) citada por MAE (2014), la determinación de la VESA por regulación gaseosa, se

realizó mediante la estimación de la biomasa multiplicando por el factor 0,5 (representa 50% de contenido de carbono) y para determinar el CO<sub>2</sub> equivalente atmosférico se ha usado el factor 3,66 (representa la cantidad proporcional de carbono en la atmósfera). Para el cálculo del valor por el servicio ambiental en la regulación gaseosa se ha aplicado el precio en la bolsa de valores de carbono para el 02 de enero del 2018 (según el portal <https://es.investing.com>) obteniendo un valor de € 7,78 CFI2H8 (USD 9,53).

## **CÁLCULO DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO POR PROVISIÓN DE MATERIA PRIMA (MADERA) POR EL BOSQUE NATIVO**

La determinación del aporte maderero ha sido fundamentada en base a variables obtenidas según los lineamientos basimétricos de la Evaluación Nacional Forestal y la metodología volumétrica del Acuerdo Ministerial No. 272 sobre “Las normas para el manejo forestal sostenible de los bosques húmedos” explicados a continuación.

### **VARIABLE: VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL**

Según el estudio realizado por Chamorro (2017), en lo referente al inventario forestal para la altura total y comercial, resalta que: *“Debido a que un bosque nativo es completamente cerrado y en ciertos casos es imposible medir las alturas con algún equipo, para esto se procedió con la estimación de las alturas”*, por lo que Chamorro incluyó únicamente las alturas totales de las especies identificadas dentro del inventario forestal como se puede apreciar en el *ANEXO*. Sin embargo, dentro de su documento, en la *Tabla 11: Volumen comercial y total* obtiene datos del volumen comercial carentes de respaldo en la información disponible. Por lo tanto, para el presente estudio, se proseguirá a realizar una transferencia

de valores, determinando el porcentaje de aprovechamiento en base a los datos de Chamorro en función de la estimación del Volumen Total calculado mediante la fórmula que se muestra en el Anexo 4: Fórmula para el Cálculo del Volumen de Madera del Acuerdo Ministerial No. 272 señalado a continuación:

$$V_c (m^3) = G(m^2/ha) \times h_c(m) \times F_m$$

**En dónde:**

**V<sub>c</sub>:** volumen comercial (m<sup>3</sup>). Son todos los componentes del árbol aceptados para fines mercantiles (Cancino, 2007). Denominado también volumen de fuste libre de ramificaciones con utilidad comercial desde la base hasta donde empieza la primera ramificación. En la ENF el volumen ha sido calculado en especies con DAP > 10 cm (MAE 2014).

**G:** área basal total (m<sup>2</sup>/ha).

**h<sub>c</sub>:** altura comercial (m). Distancia en el tronco de un árbol, desde el suelo hasta la primera bifurcación o hasta el lugar en el tronco donde se efectuará un corte para eliminar la parte superior del árbol que quedará en el bosque (Gutiérrez-Ulloa, 2015).

**F<sub>m</sub>:** factor de forma para especies latifoliadas usado en la ENF (0,7).

**CÁLCULO DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO  
ECOSISTÉMICO POR PROVISIÓN DE ALIMENTOS EN EL MOSAICO  
AGROPECUARIO**

La valoración ha sido realizada en función al análisis de mercados en torno a la determinación de los principales productos agrícolas cultivados en la cuenca del río Capucuy, basándose en

un inventario a 177 encuestas realizadas en el año 2010 a 327 UPA (Unidades Productoras Agrícolas) por Quezada (2017), seleccionando como los más representativos, a los siguientes productos agrícolas: café, cacao, maíz, malanga, plátano y yuca, y con una menor cantidad la palma y arroz. De esta manera, se ha procedido a verificar el estado de productividad en la provincia como lo evidencia la **Tabla 4** para posteriormente transferir valores y ajustar al área agrícola de la CRC de 4.941,96 ha como lo evidencia la **Tabla 5**. Cabe resaltar que, según el INEC (2016), el área agrícola de la provincia de Sucumbíos es de 158.777 ha, de la cual, 64.724 ha (40,76% del área) se encuentran los productos establecidos para el presente estudio.

<b>PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS</b>					
<b>PRODUCTOS</b>	<b>SUPERFICIE PLANTADA (ha)</b>	<b>%</b>	<b>PRODUCCIÓN (Tm)</b>	<b>VENTAS (Tm)</b>	<b>% RENDIMIENTO</b>
<b>CACAO (CCN51)</b>	20587,25	31,81	6113,32	4727,39	77,3
<b>CAFÉ ROBUSTA (CEREZA)</b>	10462,80	16,17	1249,53	1230,42	98,5
<b>MAÍZ DURO SECO</b>	4114,37	6,36	4107,87	2417,44	58,8
<b>PLÁTANO</b>	3951,37	6,10	12230,21	5088,11	41,6
<b>YUCA (RAÍZ SECA)</b>	481,86	0,74	3281,40	1594,28	48,6
<b>ARROZ (EN CÁSCARA)</b>	461,84	0,71	424,87	284,41	66,9
<b>PALMA AFRICANA (FRUTA FRESCA)</b>	24664,51	38,11	228638,49	228638,49	100,0
<b>TOTAL</b>	64724,00	100,00	256045,69	243980,54	95,3

**TABLA 4:** Datos de productividad en la provincia de Sucumbíos. **Fuente:** MAE (2017).

Elaborado y adaptado por el autor.

<b>PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY (ADAPTADO)</b>					
<b>PRODUCTOS</b>	<b>SUPERFICIE PLANTADA (ha)</b>	<b>%</b>	<b>PRODUCCIÓN (Tm)</b>	<b>VENTAS (Tm)</b>	<b>% RENDIMIENTO</b>
<b>CACAO (CCN51)</b>	1572,00	31,81	466,80	360,97	77,33
<b>CAFÉ ROBUSTA (CEREZA)</b>	798,86	16,17	95,41	93,95	98,47
<b>MAÍZ DURO SECO</b>	314,14	6,36	313,65	184,58	58,85
<b>PLÁTANO</b>	301,70	6,10	933,81	388,49	41,60
<b>YUCA (RAÍZ SECA)</b>	36,79	0,74	250,54	121,73	48,59
<b>ARROZ (EN CÁSCARA)</b>	35,26	0,71	32,44	21,72	66,94
<b>PALMA AFRICANA (FRUTA FRESCA)</b>	1883,20	38,11	17457,15	17457,15	100,00
<b>TOTAL</b>	4941,96	100,00	19549,80	18628,59	95,29

**TABLA 5:** Datos de productividad en la CRC. **Fuente:** MAE (2017). Elaborado y adaptado por el autor.

Para la determinación de precios por productos, se ha asumido que la totalidad del área de la CRC genera los productos mencionados. Así, se ha fundamentado primeramente en homologar las unidades de cada producto traduciéndolos en quintales (qq = 45,36 kg) para posteriormente extraer datos de la encuesta de superficie y producción agropecuaria del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador para el 2016 y los precios promedio a nivel de productor del boletín situacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador para el 2016 del cacao, café y palma aceitera para el año 2016, determinando los siguientes valores: cacao CCN51 (qq USD 112,52), café robusta cereza (qq UDS 13,60), maíz duro seco (qq USD 14,90), plátano (qq USD 4,77), yuca raíz seca (qq USD 5,72), arroz en cáscara (qq USD 17,12) y la palma africana fruta fresca (qq USD 5,22).

## RESULTADOS

### VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO POR REGULACIÓN GASEOSA (CO<sub>2</sub>) PROVISTO POR EL BOSQUE NATIVO

#### DETERMINACIÓN DEL ÁREA BASIMÉTRICA

<b>PARCELA 1</b>	<b>VARIABLE (cm)</b>	<b>f (n<sub>i</sub>)</b>	<b>DAPp (m)</b>	<b>g<sub>i</sub></b>	<b>f g<sub>i</sub></b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>
	> 10 - < 20	10	0,13	0,014	0,14	400	3,45
	> 20 - < 30	55	0,24	0,04	2,47	3200	7,73
	> 30 - < 40	10	0,33	0,09	0,88		2,74
	> 40 - < 50	3	0,47	0,18	0,53		1,65
	> 50 - < 60	8	0,53	0,22	1,79		5,59
	> 60	4	0,65	0,33	1,33		4,16
		<b>Σ n<sub>i</sub> DAP &gt; 20</b>	<b>PONDERADO GEOMÉTRICO</b>				<b>TOTAL (ΣG)</b>
	> 20	80	0,33	0,087	7,00	3200	21,87
<b>PARCELA 2</b>	<b>VARIABLE (cm)</b>	<b>f (n<sub>i</sub>)</b>	<b>DAPp (m)</b>	<b>g<sub>i</sub></b>	<b>f g<sub>i</sub></b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>
	> 10 - < 20	7	0,14	0,016	0,11	400	2,87
	> 20 - < 30	39	0,25	0,05	1,84	3200	5,76
	> 30 - < 40	14	0,35	0,10	1,35		4,21
	> 40 - < 50	5	0,44	0,15	0,76		2,38
	> 50 - < 60	5	0,54	0,23	1,16		3,64
	> 60	9	0,68	0,36	3,24		10,11
		<b>Σ n<sub>i</sub> DAP &gt; 20</b>	<b>PONDERADO GEOMÉTRICO</b>				<b>TOTAL (ΣG)</b>
	> 20	72	0,38	0,12	8,36	3200	26,11
<b>PARCELA 3 (MORETALES)</b>	<b>VARIABLE (cm)</b>	<b>f (n<sub>i</sub>)</b>	<b>DAPp (m)</b>	<b>g<sub>i</sub></b>	<b>f g<sub>i</sub></b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>
	> 10 - < 20	11	0,14	0,016	0,18	400	4,53
	> 20 - < 30	17	0,26	0,05	0,88	3200	2,75
	> 30 - < 40	27	0,35	0,10	2,63		8,23
	> 40 - < 50	15	0,44	0,15	2,24		7,01
	> 50 - < 60	12	0,55	0,24	2,82		8,82
	> 60	2	0,75	0,44	0,88		2,74
		<b>Σ n<sub>i</sub> DAP &gt; 20</b>	<b>PONDERADO GEOMÉTRICO</b>				<b>TOTAL (ΣG)</b>

	> 20	73	0,41	0,13	9,46	3200	29,55
--	------	----	------	------	------	------	-------

**TABLA 6:** Determinación del área basal total en las parcelas de muestreo. Elaborado y adaptado por el autor.

Según el MAE (2015), para el BSVTBA en la región amazónica, el área basal es de 26,6 m<sup>2</sup>/ha y en la CRC, se ha determinado que el promedio de las tres parcelas es de 29,4 m<sup>2</sup>/ha. Cabe resaltar que los datos obtenidos para los Moretales han sido incluidos como BSVTBA debido a que el muestreo realizado por Chamorro (2017) precisa de más puntos en este estrato con el objetivo de tener información más variada y concluyente.

## DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA

Es así que aplicando estas fórmulas a los datos obtenidos anteriormente para el área basimétrica se ha obtenido la siguiente información expresada en la *Tabla 5*:

	DAP (cm)	f (n <sub>i</sub> )	S (m <sup>2</sup> por parcela)	DAPp (cm)	δ promedio (g/cm <sup>3</sup> )	B (kg/parcela) Inventario forestal	B (kg/parcela) calculada	B (kg/ha) calculada
<b>PARCELA 1</b>	> 10 - < 20	10	400	13,26	0,51	69,3	72,05	1.801,34
	> 20 - < 30	55	3200	23,93	0,65	438	436,06	1.362,70
	> 30 - < 40	10		33,39	0,42	662,96	667,56	2.086,12
	> 40 - < 50	3		47,4	0,17	1.208,02	655,25	2.047,64
	> 50 - < 60	8		53,35	0,32	1.636,38	1.652,95	5.165,47
	> 60	4		65,1	0,375	3.109,53	3.144,84	9.827,62
<b>PARCELA 2</b>	> 10 - < 20	7	400	14,44	0,49	93,77	86,80	2.170,07
	> 20 - < 30	39	3200	24,54	0,52	371,53	372,55	1.164,21
	> 30 - < 40	14		35,02	0,52	924,73	933,70	2.917,80

	> 40 - < 50	5		44,04	0,41	1.301,06	1.315,06	4.109,58
	> 50 - < 60	5		54,46	0,5	2.676,93	2.716,86	8.490,18
	> 60	9		67,66	0,48	4.466,49	4.416,01	13.800,03
<b>PARCELA 3 (MORETALES)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>f (n<sub>i</sub>)</b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>DAP prom (cm)</b>	<b>δ promedio (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>B (kg/parcela) Inventario forestal</b>	<b>B (kg/parcela) calculada</b>	<b>B (kg/ha) calculada</b>
	> 10 - < 20	11	400	14,48	0,56	84,93	82,72	2.068,04
	> 20 - < 30	17	3200	25,68	0,55	342,27	333,47	1.042,08
	> 30 - < 40	27		35,24	0,55	720,81	715,36	2.235,50
	> 40 - < 50	15		43,63	0,65	1.409,85	1.400,62	4.376,94
	> 50 - < 60	12		54,72	0,68	2.476,02	2.475,10	7.734,68
	> 60	2		74,75	0,415	3.342,1	4.840,15	15.125,48

**TABLA 7:** Determinación de la Biomasa en las parcelas de muestreo. Elaborado y adaptado por el autor.

La biomasa promedio para el BSVTBA en el área de las dos parcelas de muestreo de 3.600 m<sup>2</sup> fue de 1.985,7 kg/ha (7,23%) para especies con un DAP entre > 10 - < 20 cm y 25.485,68 kg/ha (92,77%) para especies con un DAP >20 cm. Para los Moretales dentro de un área de 3.600 m<sup>2</sup> fue de 2.068,04 kg/ha (6,35%) para especies con un DAP entre > 10 - < 20 y 30.514,68 kg/ha (93,65%) para especies con un DAP >20 cm. Hablando en términos generales, el bosque inundable tiene un 8,5% más que el BSVTBA debido a la predominancia de la especie *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum (Capirona de río), la cual se encuentra en el rango de un DAP >20 cm con un DAP promedio de 45,8 cm, peso específico de 0,74 g/cm<sup>3</sup>, altura promedio de 20 m y una biomasa de 1785,99 kg/ha.

## DETERMINACIÓN DE LA FIJACIÓN DE CARBONO

PARCELA 1	VARIABLE (cm)	S (m2 por parcela)	B (kg/ha) calculada	Coefficiente de cálculo	C fijado (kg/ha)	C fijado (T/ha)	Coefficiente de cálculo	CO <sub>2</sub> equivalente (TM/ha)
	Árboles con DAP > 10 - ≤ 20	400,00	1801,34	0,50	900,67	0,90	3,66	3,30
	Árboles con DAP > 20	3200,00	20489,55		10244,78	10,24		37,50
	Detritus no vivo (hojarasca + madera < 10 cm)	0,50	17935,23		8967,62	8,97		32,82
	Sotobosque, arbustos o hierbas	49,89	668,69		334,35	0,33		1,22
	Raíces de árboles con DAP > 10 - ≤ 20	400,00	432,32		216,16	0,22		0,79
	Raíces de árboles con DAP > 20	3200,00	45562,00		22781,00	22,78		83,38
	Suelo hasta 20 cm de profundidad	3600,00			22067,80	22,07		80,77
	<b>TOTAL</b>		<b>86889,14</b>			<b>65,51</b>		<b>159,01</b>
PARCELA 2	VARIABLE (cm)	S (m2 por parcela)	B (kg/ha) calculada		Coefficiente de cálculo	C fijado (kg/ha)		C fijado (T/ha)
Árboles con DAP > 10 - ≤ 20	400,00	2170,07	0,50	1085,03	1,09	3,66	3,97	
Árboles con DAP > 20	3200,00	30481,81		15240,90	15,24		55,78	
Detritus no vivo (hojarasca + madera < 10 cm)	0,50	25294,79		12647,40	12,65		46,29	
Sotobosque, arbustos o hierbas	49,89	474,25		237,13	0,24		0,87	
Raíces de árboles con	400,00	520,82		260,41	0,26		0,95	

	DAP > 10 - ≤ 20						
	Raíces de árboles con DAP > 20	3200,00	65643,16		32821,58	32,82	120,13
	Suelo hasta 20 cm de profundidad	3600,00			22067,80	22,07	80,77
	<b>TOTAL</b>		<b>124584,89</b>			<b>84,36</b>	<b>227,99</b>
<b>PARCELA 3 (MORETALES)</b>	<b>VARIABLE (cm)</b>	<b>S (m2 por parcela)</b>	<b>B (kg/ha) calculada</b>	<b>Coefficiente de cálculo</b>	<b>C fijado (kg/ha)</b>	<b>C fijado (T/ha)</b>	<b>CO<sub>2</sub> equivalente (TM/ha)</b>
	Árboles con DAP > 10 - ≤ 20	400,00	2068,04	0,50	1034,02	1,03	3,78
	Árboles con DAP > 20	3200,00	30514,68		15257,34	15,26	55,84
	Detritus no vivo (hojarasca + madera < 10 cm)	0,50	12482,96		6241,48	6,24	22,84
	Sotobosque, arbustos o hierbas	49,89	323,92		161,96	0,16	0,59
	Raíces de árboles con DAP > 10 - ≤ 20	400,00	496,33		248,16	0,25	0,91
	Raíces de árboles con DAP > 20	3200,00	62118,41		31059,21	31,06	113,68
	Suelo hasta 20 cm de profundidad	3600,00			22067,80	22,07	80,77
	<b>TOTAL</b>		<b>108004,34</b>				<b>76,07</b>
							3,66

**TABLA 8:** Determinación del carbono fijado y carbono equivalente en las parcelas de

muestreo. **Fuente:** Chamorro (2017). Elaborado y adaptado por el autor.

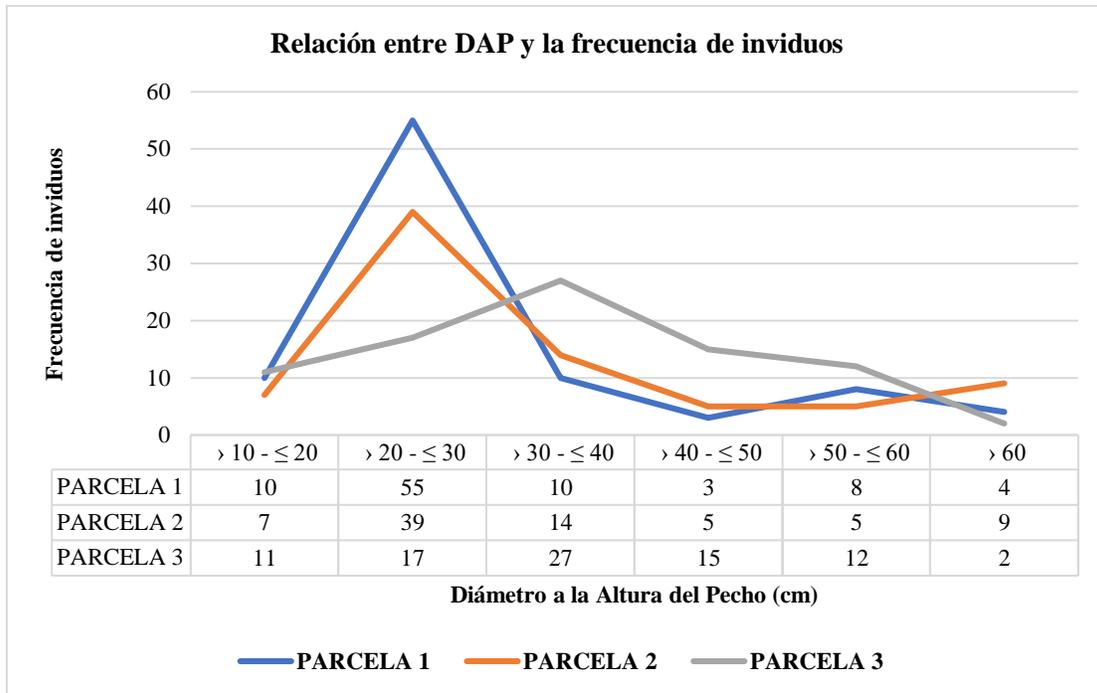
<b>ESTRATO</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>B (T/ha)</b>	<b>Carbono fijado (T/ha)</b>	<b>CO<sub>2</sub> equivalente (T/ha)</b>
<b>PARCELA 1</b>	0,36	86,89	65,51	159,01

<b>PARCELA 2</b>		124,58	84,36	227,99
<b>BSVTBA</b>		211,47	149,87	387,00
<b>PARCELA 3: MORETALES</b>	0,36	108,00	76,07	197,65

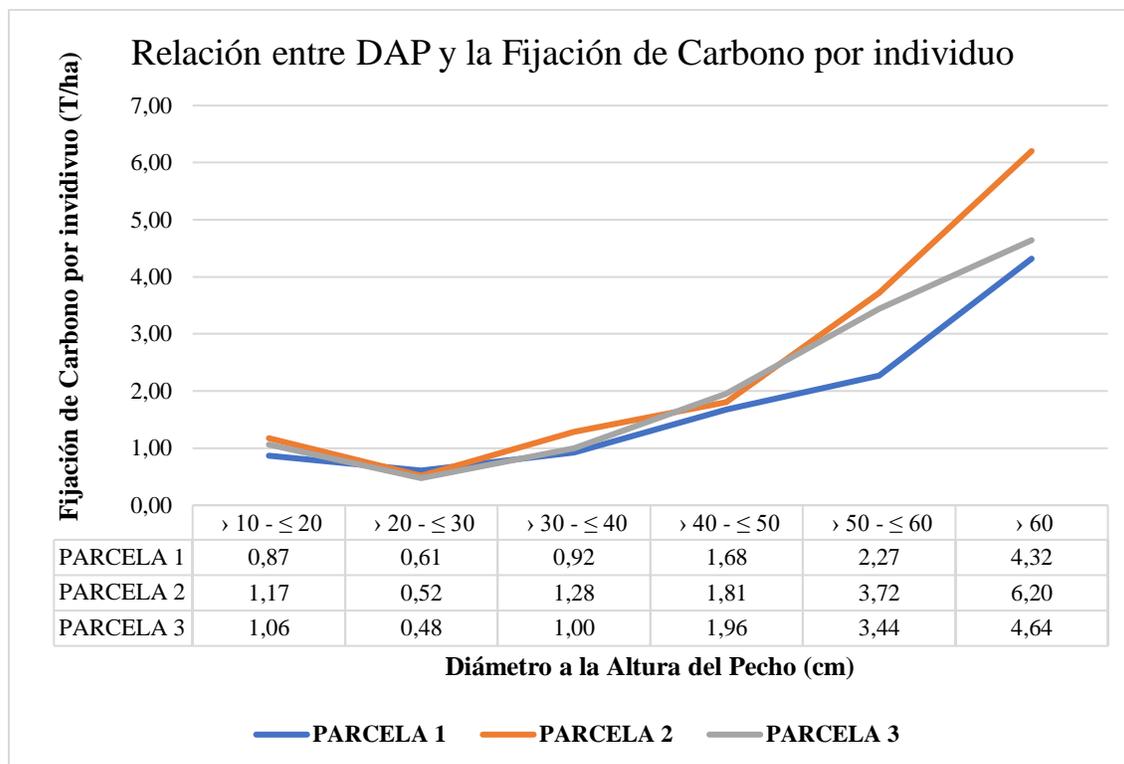
**TABLA 9:** Determinación de la fijación de carbono en las parcelas de muestreo. Elaborado y adaptado por el autor

Para el BSVTBA LA de retención de carbono es de 149,87 T/ha con un equivalente atmosférico de 387,00 T de CO<sub>2</sub>. Para Moretales se tiene que se encuentra fijado 76,07 T/ha con un equivalente de 197,65 T de CO<sub>2</sub>. Según el MAE (2015), para el BSVTBA la retención de carbono es de 160,4 T/ha y para Moretales de 75,8 T/ha. Como se puede observar existe una gran diferencia para el estrato BSVTBA esto se soluciona incluyendo más individuos dentro del inventario forestal.

Slik et al. (2013) expone que, en los bosques tropicales, la retención de carbono bordea los 143,9 T/ha y aproximadamente el 25% se encuentra en árboles con DAP  $\geq$  70 cm representando el 1,5% de árboles con DAP  $\geq$  10 cm. Según Sist et al. (2014) señala que, en bosques primarios de Brasil, árboles con DAP  $\geq$  60 cm conservaron un 49% de carbono representando el 9,3% de árboles con DAP  $\geq$  10 cm. A su vez, Vieira et al. (2005) y Rutishauser et al. (2011) citados por Sist et al. (2014) concluyen que árboles grandes representan entre el 2,3% y 2,6% y conservan entre 17,8% a 19,7% de carbono en su biomasa (MAE, 2014). En el presente estudio se obtuvieron las siguientes correlaciones:



**GRÁFICO 4:** Relación DAP promedio y Frecuencia de individuos observados en las parcelas de muestreo. Datos tomados del Inventario Forestal realizado por Chamorro (2017) y adaptados por el autor.



**GRÁFICO 5:** Relación DAP y Fijación de Carbono promedio por individuo según especie en la parcela de muestreo 1. Datos tomados del Inventario Forestal realizado por Chamorro (2017) y adaptados por el autor.

En el *Gráfico 4*, para la Parcela 1, 2 y 3 existe una mayor cantidad de individuos en el DAP > 20 - ≤ 30 cm representando el 61,11%, 49,37% y 20,24% respectivamente. Para individuos con DAP > 60 representan el 4,44%, 11,39% y 2,38% respectivamente. Sin embargo, en el *Gráfico 5*, las especies con DAP > 60 cm presentan la mayor cantidad de retención de carbono por individuo, cumpliendo con el análisis previamente mencionado para la retención de carbono llegando a almacenar el 40,5%, 42,2% y 36,91% respectivamente para cada parcela de muestreo. Esto es debido a la biomasa y el peso específico de las especies inventariadas.

## DETERMINACIÓN VENTA BONOS DE CARBONO

Extrapolando los datos obtenidos en las parcelas de muestreo hacia la Reserva Biológica de Limoncocha en conjunto con la valoración económica del servicios ecosistémicos se ha obtenido la siguiente *Tabla 8*:

<b>Estrato</b>	<b>Área RBL (ha)</b>	<b>B RBL (T/ha)</b>	<b>Carbono fijado RBL (T/ha)</b>	<b>CO<sub>2</sub> equivalente (T/ha)</b>	<b>USD BOLSA</b>	<b>USD/ha*año</b>
<b>BSVBA</b>	1424,64	418436,61	209218,30	765738,99	9,53	1993850,44
<b>Moretales</b>	751,34	225411,06	158762,26	412502,25		1513004,30
<b>TOTAL</b>	<b>2175,98</b>	<b>643847,67</b>	<b>367980,56</b>	<b>1178241,24</b>		<b>3506854,74</b>

**TABLA 10:** Determinación de la valoración económica por fijación de carbono en la RBL.

Elaborado y adaptado por el autor

La RBL para el Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía retiene 367.980,56 T de carbono por hectárea, lo que representa a 1'178.241,24 T de CO<sub>2</sub> equivalente atmosférico. Esto se traduce a un valor de USD 3'506.854,76 por las 2.175,98 ha, lo que quiere decir 1.611,62 USD/ha para el año 2016. De igual manera, los datos obtenidos para la RBL han sido transferidos y extrapolados hacia la Cuenca del Río Capucuy, obteniendo los siguientes resultados:

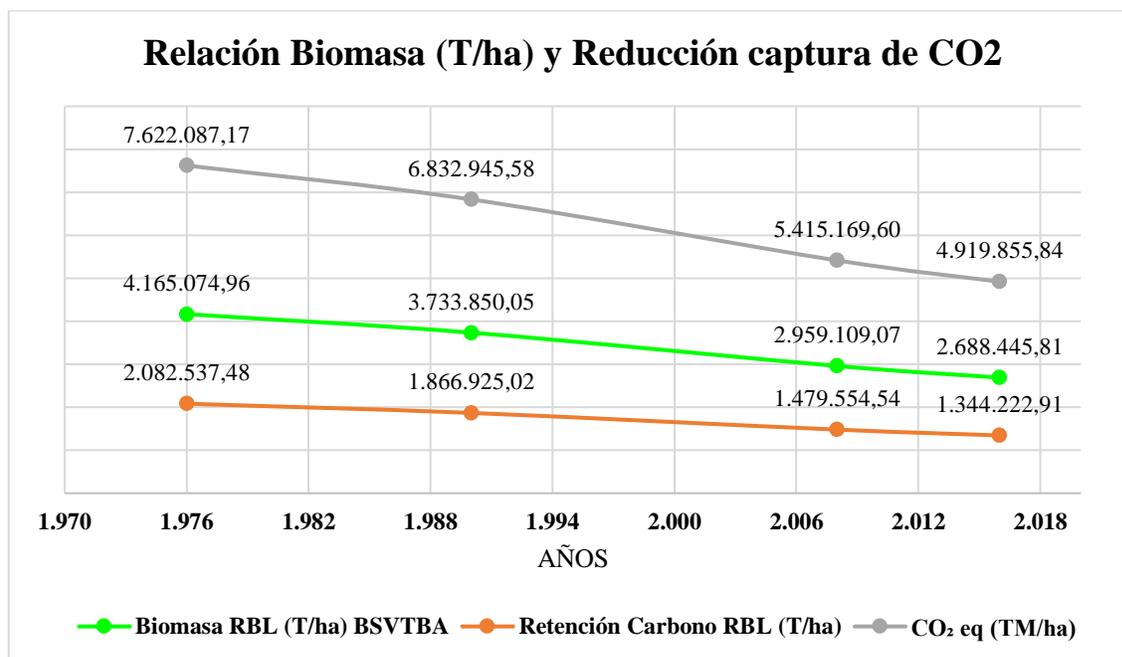
<b>Valoración Económica por Fijación de Carbono</b>					
	<b>Área RBL (ha) BSVBA 2017</b>	<b>Área CRC (ha) BSVBA</b>			
		<b>1976</b>	<b>1990</b>	<b>2008</b>	<b>2016</b>
	1424,64	14180,72	12712,54	10074,80	9153,28
<b>Carbono fijado RBL (T)</b>	209218,30	2082537,48	1866925,02	1479554,54	1344222,91
<b>CO<sub>2</sub> equivalente (T)</b>	765738,99	7622087,17	6832945,58	5415169,60	4919855,84
<b>B RBL (T) BSVTBA</b>	418436,61	4165074,96	3733850,05	2959109,07	2688445,81

<b>USD BOLSA USD/año</b>	1993850,44	19846582,1 8	17791795,4 6	14100154,7 3	12810444,3 0
------------------------------	------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

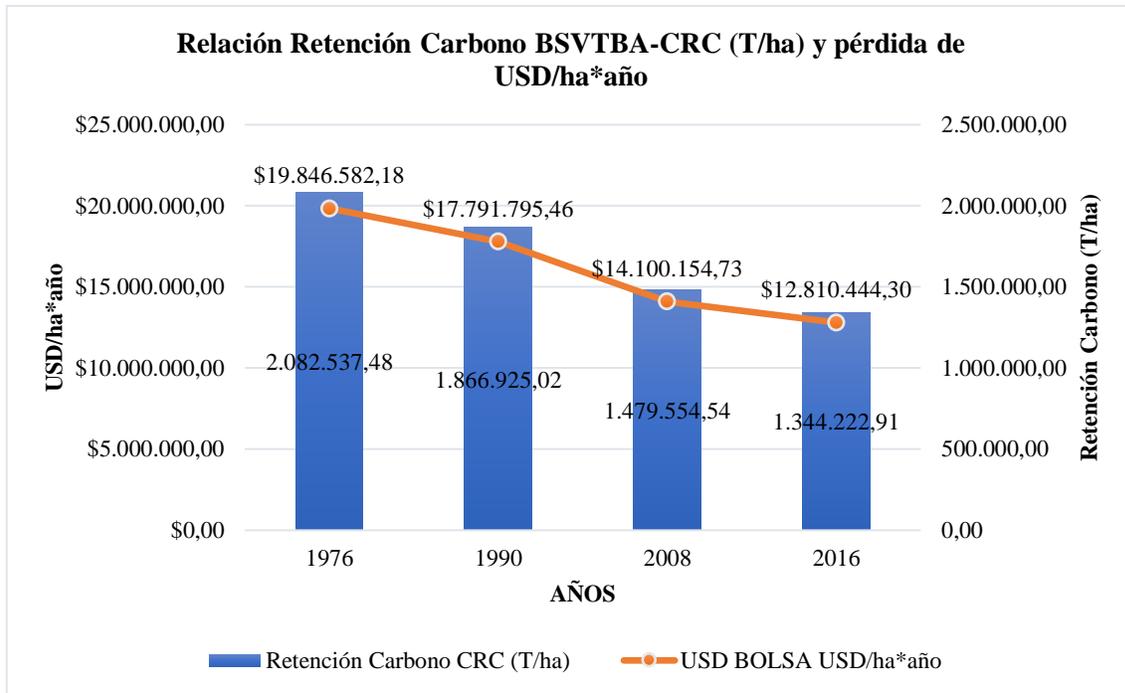
**TABLA 11:** Determinación del valor por fijación de carbono de la CRC. Elaborado y adaptado por el autor

Es notable que la expansión de la frontera agrícola ha provocado que la fijación de carbono por parte del BSVTBA se reduzca, traduciendo a que entre el año 1.976 y el año 2.016 no se fijara 738.314,57 de Toneladas de CO<sub>2</sub>, hecho que contribuye al calentamiento global.

Así mismo, existe un comportamiento directamente proporcional entre la pérdida de biomasa, retención de carbono, fijación de CO<sub>2</sub> y pérdida económica como se muestra en el *Gráfico 6* y el *Gráfico 7*.



**GRÁFICO 6:** Relación entre la pérdida de Biomasa y reducción de la fijación de CO<sub>2</sub> por parte del BSVTBA. Elaborado y adaptado por el autor



**GRÁFICO 7:** Relación entre la Retención de Carbono por parte del BSVTBA y la pérdida en bonos de carbono. Elaborado y adaptado por el autor

En el período 1975-2016, se ha generado una pérdida de USD 7'036.137,88. Sin embargo, la valoración del servicio ecosistémico por fijación de carbono que presta 9.153,28 ha de bosque nativo, ha generado un beneficio de USD 12'810.444,30 para el año 2016, lo que representa a USD 1.399,54 por ha dentro de condiciones hipotéticas ideales de venta total de los bonos de carbono.

**CÁLCULO DE LA VALORACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO POR  
PROVISIÓN DE MATERIA PRIMA (MADERA) POR EL BOSQUE NATIVO**

**DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN COMERCIAL EN PARCELAS DE  
MUESTREO**

Se ha estimado el porcentaje del volumen comercial contrastando con el volumen total de las tres parcelas determinado por Chamorro (2017). En base a esto y mediante la determinación del Volumen Total calculado en el presente estudio, se ha procedido a calcular el Volumen Comercial en función del porcentaje de aprovechamiento previamente mencionado como se puede apreciar en la *Tabla 10*.

<b>DAP (cm)</b>	<b>f (ni)</b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>Vt (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>% Aprovechamiento según Chamorro (2017)</b>	<b>Vc (m<sup>3</sup>/ha)</b>
> 10 - < 20	10	400	43,42	47,6	20,7
> 20	80	3200	294,48	54,7	161,1
<b>DAP (cm)</b>	<b>f (ni)</b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>Vt (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>% Aprovechamiento según Chamorro (2017)</b>	<b>Vc (m<sup>3</sup>/ha)</b>
> 10 - < 20	7	400	35,27	67,8	23,9
> 20	72	3200	347,23	54,1	187,9
<b>DAP (cm)</b>	<b>f (ni)</b>	<b>S (m<sup>2</sup> por parcela)</b>	<b>Vt (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>% Aprovechamiento según Chamorro (2017)</b>	<b>Vc (m<sup>3</sup>/ha)</b>
> 10 - < 20	11	400	49,11	54,4	26,7
> 20	73	3200	344,66	64,1	220,9

**TABLA 12:** Determinación del volumen comercial en las parcelas de muestreo. Elaborado y adaptado por el autor.

De esta forma, para especies con un DAP > 10 cm, en el BSVTBA se ha obtenido un promedio del volumen total de 337,91 m<sup>3</sup>/ha y para Moretales de 393,66 m<sup>3</sup>/ha. Según el MAE (2014) el volumen comercial para el BSVTBA es de 239,7 m<sup>3</sup>/ha y 288,0 m<sup>3</sup>/ha para Moretales. En el presente estudio fue de 196,8 m<sup>3</sup>/ha representado un 17,8% menos para BSVTBA y 247,6

m<sup>3</sup>/ha para Moretales representando un 14% menos. Estas variaciones se deben a que en el inventario forestal no se toma en cuenta las alturas comerciales in situ, lo que no permite tener datos más representativos de la realidad situacional.

Como se ha mencionado, el estrato de los Moretales será incluido como parte del BSVTBA dando como resultado que, para la CRC, el volumen total es de 1'956.250,5 m<sup>3</sup> de biomasa arbórea y un volumen comercial de 1'117.214,6 m<sup>3</sup> (57,11% Aprovechamiento promedio).

Es importante resaltar que el aprovechamiento comercial no abarca todo el espectro de la biomasa calculada debido a que, dependiendo del uso, no todos los árboles tienen el mismo uso ni valor mercantil.

## **APROVECHAMIENTO MADERERO EN LA CRC**

Como previamente se había mencionado, en la *Tabla 11*, se puede evidenciar las características de las especies contempladas para el aprovechamiento forestal según el censo comercial e inventario forestal para su valoración dentro de las 90 hectáreas determinadas para la reconversión con un aprovechamiento máximo de 50 árboles por hectárea. Ante esto, se hace uso de la herramienta transferencia de los valores presentes en el trabajo de Gatter et al. (2005), en donde se hace mención a los costos asumidos por el productor o propietario de las zonas de extracción por el aserrado de la madera, transporte y posterior venta en la carretera. Estos precios han sido promediados y tomados de referencia en base a tres ciudades ubicadas en el centro-sur de la amazonía ecuatoriana las cuales son: Macas, Gualaquiza y Zamora. Cabe recalcar que la variable Diámetro a la Altura del Pecho ha sido asumida relacionándola con el Diámetro Mínimo de Corta. Además, la altura comercial ha sido asumida conforme al trabajo “*Manual para el Aprovechamiento Forestal en los bosques*

*húmedos de las comunidades de la parroquia Hatun Sumaku, Archidona, Napo, Ecuador*” realizado por Gutiérrez-Ulloa (2015), en donde se cuenta con características similares al caso del presente estudio.

<b>ESPECIES PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SIMPLIFICADO</b>								
<b>No.</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>f (ni)/ha</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>DMC (cm)</b>	<b><math>\delta</math> prom (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Hc (m)</b>	<b>VcB (m<sup>3</sup>/ha)</b>
<b>1</b>	Canelo amarillo	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	10	60	60	0,53	12	23,75
<b>2</b>	Capirona de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	10	30	30	0,74	12	5,94
<b>3</b>	Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	10	30	30	0,57	12	5,94
<b>4</b>	Moral bobo	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	10	50	50	0,71	12	16,49
<b>5</b>	Sangre de gallina	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr) A.H. Gentry	10	60	60	0,33	12	23,75

**TABLA 13:** Especies incluidas para el Aprovechamiento Forestal Simplificado. Fuente: Acuerdo Ministerio No. 272, Anexo 3: Diámetro Mínimo de Corta (DMC) por Región y Especie e Inventario Forestal realizado por Chamorro (2017). Datos adaptados por el autor.

Es así que las especies *Ocotea javitensis* (Kunth) Pittier (Canelo amarillo) y *Otoba parvifolia* (Markgr) A.H. Gentry (Sangre de gallina) se encuentran en la clasificación de madera suave y las especies *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum (Capirona de río), *Triplaris dugandii* Brandbyge (Fernán Sánchez) y *Clarisia biflora* Ruiz & Pav. (Moral bobo) como madera dura. En primera instancia, se ha determinado el Volumen Comercial Bruto de la biomasa arbórea en pie contemplando la altura comercial asumida en base a la fórmula del Acuerdo Ministerial previamente mencionado usando la información sobre área basimétrica

promedio por hectárea según la especie presente en el Inventario Forestal realizado por Chamorro (2017).

Conforme con Gatter et al. (2005), existe un desperdicio de madera al momento de procesarla artesanalmente por el aserrado a pulso con motosierra, lo que genera un desperdicio del 61,8% del volumen comercial total (remanente 38,20%) para luego ser tratado mediante canteado y cepillado, llegando a obtener únicamente el 30,86% del Volumen Comercial Bruto (pérdida del 69,14%). Por lo tanto, de los 50 árboles por hectárea, la **Tabla 12** expresa el costo de producción por aserrado, costo de arrastre hacia la carretera y el precio de venta en la misma, la **Tabla 13** precisa el Volumen Comercial Neto, y la **Tabla** el beneficio que percibe el productor forestar según las existencias en madera dura y blanda.

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN Y PRECIO VENTA DE TABLONES EN MADERA BLANDA Y DURA</b>				
	<b>Costo de producción por aserrado (USD)</b>	<b>Costo por transporte-arrastre hacia la carretera (USD)</b>	<b>Precio de venta (USD)</b>	<b>Beneficio (USD)</b>
<b>Madera blanda</b>				
<b>Unidad</b>	0,77	1,08	2,53	0,68
<b>m<sup>3</sup></b>	35,41	33,50	78,38	9,48
<b>Madera dura</b>				
<b>Unidad</b>	1,23	1,17	4,55	2,15
<b>m<sup>3</sup></b>	37,93	36,66	140,34	65,75

**TABLA 14:** Costo de producción, costo por arrastre hacia la carretera y venta de tablonos de 0,0324 m<sup>3</sup> de madera blanda y dura. Precio del dólar del año 2005 ajustado a valores del 2016 mediante el análisis del Índice de Precios al Consumidor (IPC) de ambos años proporcionados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Fuente: Gatter et al. (2005). Datos adaptados por el autor.

Del mismo modo, Gatter et al. (2005) determina que, con valores ajustados para el año 2016, entre las ciudades mencionadas, los precios para el productor por la venta del metro cúbico de madera blanda se encuentran en el rango de USD 42,73 a USD 83,45, y, para madera dura, entre USD 76,46 a USD 147,93.

VOLUMEN COMERCIAL NETO				
Nombre común	Nombre científico	VcB (m <sup>3</sup> /ha)	Pérdida por procesamiento artesanal	VcN (m <sup>3</sup> /ha)
Canelo amarillo	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	23,75	30,86%	7,33
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	5,94		1,83
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	5,94		1,83
Moral bobo	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	16,49		5,09
Sangre de gallina	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr) A.H. Gentry	23,75		7,33

**TABLA 15:** Volumen Comercial Neto. **Fuente:** Gatter et al. (2005). Elaborado y adaptado por el autor.

EXISTENCIAS EN MADERA BLANDA Y DURA						
Nombre común	TIPO	VcN (m <sup>3</sup> /ha)	Tablones/ha	Costo de fabricación (USD)	Precio de venta (USD)	Beneficio (USD)
Canelo amarillo	BLANDA	7,33	226,22	8009,47	14428,03	6418,56
Sangre de gallina	BLANDA	7,33	226,22	8009,47	14428,03	6418,56
Capirona de rio	DURA	1,83	56,55	2144,85	6457,89	4313,04

Fernán Sánchez	DURA	1,83	56,55	2144,85	6457,89	4313,04
Moral bobo	DURA	5,09	157,09	5957,91	17938,58	11980,67
<b>TOTAL</b>		23,41	722,63	26266,56	59710,42	33443,86

**TABLA 16:** Existencias en tablones de 0,0324 m<sup>3</sup> para madera blanda y dura. Beneficio para el productor. **Fuente:** Gatter et al. (2005). Elaborado y adaptado por el autor.

Por lo tanto, el beneficio total percibido por hectárea por la venta de 722,63 m<sup>3</sup> en tablones es de USD 33.443,86. Dentro de las 90 hectáreas de producción es de USD 3'009.947,46 las mimas que serán aprovechadas durante 15 años (Ciclo de corta). Esto quiere decir que el aprovechamiento forestal anual en la CRC generará USD 2.229,59 por hectárea y USD 200.663,16 para la zona de aprovechamiento de 90 ha. Es de menester resaltar que los precios de venta pueden variar según el tipo de madera.

### **CÁLCULO DE LA VALORACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO POR PROVISIÓN DE ALIMENTOS EN EL MOSAICO AGROPECUARIO**

Se ha procedido a transferir valores de los datos provinciales del porcentaje por producto ajustando al área de la CRC, obteniendo el rédito económico según producto, Itados presentes en la *Tabla 17*.

<b>PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY</b>						
<b>PRODUCTOS</b>	<b>VENTAS (Tm)</b>	<b>USD/T m</b>	<b>VENTAS* USD/Tm 2016</b>	<b>VENTAS (qq)</b>	<b>USD/qq (45,36 kg)</b>	<b>VENTAS* USD/qq 2016</b>
<b>CACAO (CCN51)</b>	360,97	2480,6	\$906.726,31	7958	\$112,52	\$895.432,08
<b>CAFÉ ROBUSTA (CEREZA)</b>	93,95	299,8	\$28.522,35	2071	\$13,60	\$28.167,07
<b>MAÍZ DURO SECO</b>	184,58	328,5	\$60.630,81	4069	\$14,90	\$60.630,81

<b>PLÁTANO</b>	388,49	105,1	\$40.848,80	8565	\$4,77	\$40.848,80
<b>YUCA (RAÍZ SECA)</b>	121,73	126,0	\$15.337,68	2684	\$5,72	\$15.337,68
<b>ARROZ (EN CÁSCARA)</b>	21,72	377,4	\$8.196,45	479	\$17,12	\$8.196,45
<b>PALMA AFRICANA (FRUTA FRESCA)</b>	17457,15	115,0	\$2.032.894,6 2	384858	\$5,22	\$2.007.572,79
<b>TOTAL</b>	<b>19549,8</b>		<b>\$3.093.157,0 3</b>	<b>410683</b>		<b>\$3.056.185,69</b>

**TABLA 17:** Producción agrícola de la cuenca del río Capucuy para el año 2016. Precios del 2015 ajustados para el 2016 mediante el análisis del Índice de Precios al Consumidor (IPC) de ambos años proporcionados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). **Fuente:** Base de datos de la encuesta de superficie y producción agropecuaria (INEC, 2016) & Boletín situacional del cacao, café y palma aceitera para el año 2015. Precio promedio a nivel de productor (MAGAP, 2016).

Elaborada y adaptada por el autor.

Se puede evidenciar una diferencia de USD 36.971,34 entre el beneficio por venta en unidades de toneladas y quintales, esto es debido a que los productos son comercializados en diferentes presentaciones ya sea saco, racimo, quintales o toneladas. Para el presente estudio se ha procedido a tomar de referencia a los datos por quintales, debido a que es una zona mayoritariamente artesanal, en la cual los productores o dueños de los cultivos, tienden a comercializar sus productos en quintales.

Es así que para el año 2016, en la producción agrícola de la CRC, el cacao (CCN51) generó USD 895.432,08, el café robusta (cereza) USD 28.167,07, el maíz duro seco USD 60.630,81,

el plátano USD 40.848,80, la yuca (raíz seca) USD 15.337,68, el arroz (en cáscara) USD 8.196,45 y la palma africanada (fruta fresca) USD 2.007.572,79.

Se puede concluir que la valoración económica por uso directo que genera el mosaico agropecuario es de USD 3.056.185,69 dentro de una superficie agrícola de 4.941,96 ha para el año 2016.

## **DISCUSIÓN**

Los servicios ambientales o servicios ecosistémicos pueden ser definidos como “los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas” (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). El agua, los alimentos, el aire, el clima y muchos otros recursos empleados por los seres humanos en realidad son beneficios proveídos por los ecosistemas, y, por lo tanto, el mantenimiento de estos bienes y servicios depende del estado de los espacios naturales que los suministran. Ejemplificando al servicio de producción alimentaria, para el año 2000 representó 981 billones de dólares en la economía mundial, representando el 24% de la producción nacional en países en vías de desarrollo. Así, un cambio en los factores dependientes de los ecosistemas como la calidad del agua que son indispensables en la producción agrícola, no sólo provocaría una enorme afectación en la economía, sino que tendría implicaciones en el bienestar de las personas que los producen y se alimentan de ellos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

En este sentido, el estudio sobre los cambios y afectaciones sobre los servicios que brindan los ecosistemas ha tomado gran relevancia en los últimos años. En el año de 1988, las Naciones Unidas (ONU) mediante la resolución de la Asamblea General en pleno decidió la constitución del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

con el objetivo de brindar evaluaciones científicas sobre los efectos del cambio climático provocado por el hombre, los efectos ambientales y socioeconómicos de este cambio y las estrategias de mitigación y adaptación de los futuros cambios (IPCC, 2016). Una de las principales preocupaciones del IPCC es la investigación sobre los ecosistemas, la capacidad de respuesta al cambio y la alteración en el suministro de bienes y servicios que estos proveen (Fischlin et al., 2007). En este sentido, el IPCC ha puesto especial atención a un servicio ambiental: la captura y retención de carbono, por sus efectos en el cambio de la temperatura a nivel mundial. Para realizar esta tarea, el IPCC creó a la Fuerza de Tarea en Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (TFI), organismo encargado del desarrollo y difusión de metodologías y material técnico a nivel de los países miembros del IPCC para la estimación de las emisiones de gases efecto invernadero (TFI, 2016). En otro de los aspectos que ha trabajado el IPCC es en el cambio del uso del suelo y sus implicaciones en el cambio climático. Al respecto, se estima que al año 2000 que las actividades agrícolas fueron responsables del 52 % y 84 % de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O respectivamente, mostrando el gran impacto que el cambio de uso de suelo puede causar en el clima (IPCC, 2007).

La Cuenca del Río Capucuy ha experimentado una dinámica social y ambiental que ha producido constantes cambios en los últimos 40 años. Como evidencia de esta dinámica, se encuentran cambios en el uso de suelo. En los años 1976 estaba casi totalmente cubierto de vegetación natural y con escasa presencia de grupos humanos, pero en la actualidad, existe gran cantidad de actividades extractivas (agricultura, ganadería, pesca y actividades petroleras) y grupos poblacionales indígenas y mestizos. Esta dinámica ha sido producida en varias etapas, las cuales han generado una transformación del espacio natural y de los beneficios que perciben las comunidades en el área. En este sentido, es importante conocer

cómo estos cambios, que se han dado a través tiempo, han repercutido de manera positiva o negativa en los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan (Gil, 2017; MAE, 2017).

El Ecuador como signatario del convenio marco del IPCC cuenta con una estrategia para la medición de los gases de efecto invernadero que emite. Dentro de esta estrategia, uno de los principales componentes es la Evaluación Nacional Forestal (ENF), programa creado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) en colaboración con Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que dentro de sus metas se encuentra “aplicar y desarrollar metodologías que permitan cuantificar acertada y confiablemente los bienes y servicios ecosistémicos que proveen los bosques naturales del Ecuador” (Cuenca, Jadán, Cueva, & Aguirre, 2014). Entre los resultados destacados por la ENF se encuentran el desarrollo de una metodología piloto para la implementación de parcelas de medición de carbono retenido, el Inventario Nacional Forestal que cuenta con una red de parcelas alrededor del país para la estimación de carbono a nivel nacional y la publicación los resultados de carbono capturado por tipo de ecosistema, los cuales sirven como base para la realización de nuevos estudios que ayuden a cuantificar el beneficio de los ecosistemas del Ecuador. En este sentido, a pesar de los esfuerzos por evaluar a mayor profundidad realizados por Cuenca et al. (2014) y Solano et al. (2014) en bosques secos de la Costa Ecuatoriana y en bosques de tierras bajas de la amazonía ecuatoriana, aún falta profundizar en el estudio de otros ecosistemas en el país.

Con respecto al cambio del uso del suelo, Ecuador también ha desarrollado en los últimos años instrumentos para su estimación. El MAE está llevando al momento proyectos como el Mapa de Vegetación y Ecosistemas del Ecuador, el Mapa Histórico de Deforestación año 1990 – 2014, Mapa de Cobertura y Uso de Suelo año 2016 los cuales han evaluado el cambio

en la vegetación a través de las últimas décadas y que son un insumo de gran importancia de para la estimación de las emisiones de carbono que se genera en el país.

Los servicios ecosistémicos se encuentran fundamentados en el principio de producción conjunta y están sujeto a incertidumbres, por lo que es relativamente complejo determinar el Valor Económico Total proporcionado por los ecosistemas. Sumando a esto, los servicios no se encuentran totalmente internalizados en los mercados o cuantificados y comparados con otras formas de capital. Esto desemboca en que el ambiente representa un peso muy escueto en la toma de decisiones a nivel gubernamental para el desarrollo. A pesar de que todas las economías dependen directamente del correcto funcionamiento del capital natural, ya sea por valor de uso o de no uso, la negligencia en las políticas públicas provoca que los ecosistemas sufran presiones antrópicas sin precedentes, alterando su dinámica natural y desembocando, como último resultado, en afecciones a la economía.

El estudio de los ecosistemas a través de la determinación del VET, permite tener el esquema de las relaciones e interdependencia del ambiente, la sociedad y la economía. Este procedimiento se enfoca en determinar cómo los cambios en la calidad o cantidad de los servicios ecosistémicos repercuten en el bienestar humano. Tales cambios pueden ser a gran escala como es la modificación de concentraciones gaseosas en la atmósfera, acelerando el cambio climático, o cambios a pequeña escala como es la alteración de bosques locales, lo que genera alteraciones en ecosistemas terrestres y acuáticos, ambos casos impactando en todas las actividades humanas a nivel local, regional o global.

## **CONCLUSIONES**

Si bien la determinación de los datos obtenidos ha sido fundamentada en información preliminar, transferida y proyectada de años anteriores, regiones y estudios técnicos, sus valores económicos han sido adaptados para el año 2016, lo que es de menester profundizar en la extracción de información actualizada in situ siguiendo los lineamientos que la valoración económica de servicios ecosistémicos determina según el tipo de servicio a analizar.

Promedio geométrico ponderado del área basal en la RBL para el Bosque siempre verde de Tierras bajas de la Amazonía es de 27,15 m<sup>2</sup>/ha, y según el MAE (2015) 26,6 m<sup>2</sup>/ha. Para los Moretales es de 34,08 m<sup>2</sup>/ha y según el MAE (2015) es de 30,00 m<sup>2</sup>/ha. La diferencia está influenciada por las características de la zona al contar con una reserva biológica de alta diversidad. El valor del MAE es un promedio regional.

Los Moretales tienen a presentar valores más amplios en lo referente al área basal, biomasa y retención de carbono debido a que cuentan con especies como la Capirona de río las cuales presentan un DAP promedio de 45,8 cm, peso específico de 0,74 g/cm<sup>3</sup>, altura promedio de 20 m y una biomasa de 1.785,99 kg/ha.

Existe mayor frecuencia de individuos con DAP >20 – ≤30 pero la mayor retención presenta los árboles con DAP >50. Esto es debido a que los primeros cuentan con especies de DAP bajo o son individuos jóvenes y los segundos son árboles maduros o especies con alta densidad, diámetro y altura.

Para la regulación gaseosa proporciona un beneficio de USD 12'810.444,30 para el año 2016, lo que representa a USD 1.399,54 por hectárea, con la retención de 1'344.222,91 toneladas de carbono y su equivalente atmosférico de 4'919.855,84 para las 9.153,28

hectáreas. Esto representa a 146.85 toneladas por hectárea para el estrato del BSVTBA y 181,36 para Moretales. Según el MAE (2014), para el primer estrato cuenta con una retención de 161,79 toneladas por hectárea y para el segundo de 66,78 toneladas por hectárea. La variación entre los estratos se ven influenciados según la especie, el DAP y el peso específico tomados en consideración en los diferentes inventarios forestales. El bosque nativo, como sumidero de carbono, permite retener un 84,6% en materia viva repartida de la siguiente forma: 66,2% en la biomasa con un DAP  $\geq$  10 cm, 15,8% en raíces vivas, 2,6% en el sotobosque con DAP < 10 cm; y en el 15,4% de la materia muerta, un 8,9% se encuentra en la necromasa, 3% en la biomasa muerta en pie y 1,4% en las raíces muertas por lo que es imperativo el establecer políticas públicas que limiten la deforestación ya que este hecho contribuye a la liberación de carbono, acelerando las dinámicas del cambio climático.

El Ecuador en conjunto cuenta con una reserva de carbono de 1.533'168.425,46 toneladas equivalentes en CO<sub>2</sub> no emitido a la atmósfera de 5.621'617.560,01 toneladas, con un ponderado promedio de reserva de carbono en la biomasa de 134,92 toneladas por hectárea. El 67% del stock está ubicado en el BSVTBA, el cual retiene 1.018'227.523,28 de toneladas de carbono por hectárea (66,41% sobre el nivel continental) y representa al 55% de la cobertura boscosa del Ecuador continental. La CRC cuenta con una retención de carbono de 0,08% sobre el nivel continental y 0,13% sobre el nivel regional.

El BSVTBA con un DAP > 10 cm cuenta con un promedio del volumen total de 337,91 m<sup>3</sup>/ha y volumen comercial de 196,8 m<sup>3</sup>/ha (17,8% menos que el establecido por el MAE) y los Moretales con un DAP > 10 cm cuentan con un volumen total de 393,66 m<sup>3</sup>/ha y volumen comercial de 247,6 m<sup>3</sup>/ha (14% menos).

Existe un mayor aporte económico por parte de especies maderables próximas a la zona de Moretales, debido a que en su mayoría cuentan con un tipo de madera de alta densidad (madera dura) como es el caso de la Capirona de río, Fernán Sánchez y el Moral Bobo, las mismas que en el mercado representan un mayor valor que las maderas de baja densidad (madera suave).

En lo referente al aprovechamiento forestal, se cuenta con un beneficio de USD 3'009.947,46 por la venta de 65.036,7 m<sup>3</sup> de tablonos obtenidos dentro de las 90 hectáreas aprovechadas durante 15 años de cinco especies forestales, lo que anualmente genera, para la CRC, un beneficio de USD 200.663,16.

Volumen comercial BSVTBA con un DAP > 10 cm 17,8% menos que el establecido por el MAE y los Moretales con un DAP > 10, 14% menos.

Mayor aporte económico por parte de especies de alta densidad como la Capirona de río, Fernán Sánchez y el Moral Bobo.

La tecnificación de procesos apoyada por instituciones gubernamentales y planes de desarrollo hacia los productores artesanales permite que se reduzca la pérdida del Volumen Total Bruto, pudiendo tener mayores réditos económicos y, a través de una correcta capacitación, controlar la tala excesiva.

El mosaico agropecuario permite tener un beneficio de USD 3.056.185,69 dentro de una superficie plantada de 4.941,96 ha para el año 2016.

Cuenta con mayor aporte económico por parte de la producción de palma africana y cacao representando el 94% de la producción agrícola (USD 2'903,004.87).

La expansión de la frontera agrícola ha sido el principal factor de pérdida del bosque nativo. Se puede evidenciar que por el aporte económico de la palma africana y el volumen de producción es el cultivo predominante para tal motivo.

Es así que la hipótesis planteada se cumple, demostrando que el bosque nativo presenta el mayor aporte en términos de servicios ecosistémicos y económicos por la regulación gaseosa. Cabe recalcar que proporciona otros como es la regulación climática, protección contra disturbios, regulación del agua, control de la erosión, ciclo de nutrientes, refugio, producción de alimentos, recursos genéticos, recreación y cultura, aumentando su representación económica en el espectro del VET.

Para finalizar, el aporte del VESA por Uso Directo de la CRC para los tres servicios ecosistémicos determinados se ha calculado en USD 18'876,577.45 para el año 2016.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balvanera, P., & Cotler, H. (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. *Capital Natural de Mexico, Vol. II: Estado de Conservacion Y Tendencias de Cambio, II*, 185–245. Retrieved from [http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/VolII/II04\\_EdoTendenciasServiciosEcosistemicos.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/VolII/II04_EdoTendenciasServiciosEcosistemicos.pdf)
- Cancino, J. (2007). Dendrometría Básica, 171. Retrieved from [http://www.sibudec.cl/ebook/UDEC\\_Dendrometria\\_Basica.pdf](http://www.sibudec.cl/ebook/UDEC_Dendrometria_Basica.pdf)
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... van den Belt, M. (1998). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Cristeche, E., & Penna, J. A. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. *Estudios Socioeconómicos de La Sustentabilidad de Los Sistemas de Produccion Y Recursos Naturales*, 3, 58.
- Cuenca, M. E., Jadán, O., Cueva, K., & Aguirre, C. (2014). Carbono y ecuaciones alométricas para grupos de especies y bosque de tierras bajas, Amazonía Ecuatoriana. *Revista CEDAMAZ*, 4(1), 21–31.
- Davies, G. (2013). Appraising Weak and Strong Sustainability: Searching for a Middle Ground. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*, 10(1), 111–124.
- Echeverría, H. 2008. La Convención Ramsar en el Ecuador. Guía sobre la conservación y

uso racional de los humedales. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental. Quito, Ecuador.

Ferrer, G., La Roca, F., & Gual, M. (2012). Servicios Ecosistémicos: ¿Una Herramienta Útil Para La Protección O Para La Mercantilización De La Naturaleza? *XIII Jornada de Econimía Crítica*, 1, 281–294.

Gatter, S., & Romero, M. (2005). Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía Ecuatoriana. *Servicio Forestal Amazónico*. Retrieved from <http://www.sfa-ecuador.com/Assets/Analisis economico.pdf>

Gil, C. (2017). *Análisis Del Uso Del Suelo Y Cobertura Vegetal De La Cuenca Del Río Capucuy Al Año 1976*. Retrieved from <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2188/1/TESIS CAROLINA GIL PDF.pdf>

Gutiérrez-Ulloa, F. (2015). Manual para el Aprovechamiento Forestal en los bosques húmedos de las comunidades de la parroquia Hatun Sumaku, Archidona, Napo, Ecuador., 12.

Hediger, W. (2006). Weak and strong sustainability, environmental conservation and economic growth. *Natural Resource Modeling*, 19(3), 359–394. <https://doi.org/10.1111/j.1939-7445.2006.tb00185.x>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2016). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. *Instituto Nacional de Estadísticas Y Censos*, 23.

<https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2016). Información Ambiental En La Agricultura, 32. Extraído de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-agroambiental/>

IPCC. (1995). Segunda evaluación Cambio Climático 1995, 81.

IPCC. (2001). Cambio climático 2001: Informe de síntesis / Impactos, adaptación y vulnerabilidad. *Cambio Climático 2001: Informe de Síntesis*, 3–92. <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>

IPCC. (2014). *Cambio climático 2014 - Informe de síntesis*.

Lele, S., Springate-Baginski, O., Lakerveld, R., Deb, D., & Dash, P. (2013). Ecosystem Services: Origins, Contributions, Pitfalls, and Alternatives. *Conservation and Society*, 11(4), 343. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.125752>

Luffiego García, M. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Historia Y Epistemología de Las Ciencias*, 18(3), 473–486. Extraído de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21701/21535>

Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2014). Plan Nacional de Restauración Forestal, 1–33.

Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2015). Estadísticas de Patrimonio Natural. *Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de Bosques, Ecosistemas, Especies, Carbono Y Deforestación Del Ecuador Continental*, 20.

Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2016). *Plan de Acción Redd+*. Extraído de <http://suia.ambiente.gob.ec/redd>

Mejía, E., & Pacheco, P. (2013). *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana. Documentos Ocasionales 97.*

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2014). Evaluación nacional forestal resultados. *Ministerio Del Ambiente Del Ecuador (MAE) Y El Proyecto “Manejo Forestal Sostenible Ante El Cambio Climático (MFSCC)” de La Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO).*, 316.

ONU. (1998). Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. *Protocolo de Kyoto, 61702, 20.* Extraído de: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

ONU. (2015). Convención Marco sobre el Cambio Climático - PARIS. *Journal of Chemical Information and Modeling, 21930, 40.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Palmero, F., González, F., Miguélez, F., Menéndez, E., & Castro, J. (2004). *Desarrollo sostenible y huella ecológica. Una aplicación a la economía gallega. Netbiblio.* Extraído de <http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/11861/8497450809.pdf?sequence=2&isAllowed=y#page=187>

Pritchard, L., Folke, C., & Gunderson, L. (2000). Valuation of ecosystem services in institutional context. *Ecosystems, 3*(1), 36–40. <https://doi.org/10.1007/s100210000008>

Quezada, A. (2017). Determinación De La Huella De Carbono En La Zona Agrícola De La Cuenca Del Rio Capucuy, Provincia De Sucumbíos.

Robert, M. (2002). *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informe sobre recursos mundiales de suelos No. 96. Fao.* Retrieved from [http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OKZt9agfRksC&oi=fnd&pg=PR3&dq=CAPTURA+DE+CARBONO+EN+LOS+SUELOS+PARA+UN+MEJOR+MANEJO+DE+LA+TIERRA&ots=5xOjDqvtWf&sig=c9-6h5Q4W\\_qU0xBHudD4IqchYyc](http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OKZt9agfRksC&oi=fnd&pg=PR3&dq=CAPTURA+DE+CARBONO+EN+LOS+SUELOS+PARA+UN+MEJOR+MANEJO+DE+LA+TIERRA&ots=5xOjDqvtWf&sig=c9-6h5Q4W_qU0xBHudD4IqchYyc)

Rodríguez, L., & Ruiz-Sandoval, D. (2001). El concepto de capital natural en los modelos de crecimiento exógeno. *Revista Análisis Económico, XVI*, 109–128.

Seidl, A. F., & Moraes, A. S. (2000). Global valuation of ecosystem services: Application to the Pantanal da Nhecolandia, Brazil. *Ecological Economics, 33*(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00146-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00146-9)

Serre, C., Santikarn, M., Stelmakh, K., Eden, A., Frerk, M., Kachi, A., ... Haug, C. (2015). Emissions Trading Worldwide International Carbon Action Partnership ( ICAP ) Emissions Trading Worldwide International Carbon Action Partnership ( ICAP ).

Van Hauwermeiren, S. (1998). Manual de Economía Ecológica. Extraído de: [http://www.fes-ecuador.org/fileadmin/user\\_upload/pdf/indice\\_libros-manual-de-economia-ecologica\\_0357.pdf](http://www.fes-ecuador.org/fileadmin/user_upload/pdf/indice_libros-manual-de-economia-ecologica_0357.pdf)

Yañez, S. A. (2004). La captura de carbono en bosques : ¿una herramienta para la gestión ambiental? *Gaceta Ecológica, (70)*, 5–18.



## ANEXOS

### ANEXO 1: CONCENTRACIONES DE GEI EN LA ATMÓSFERA.

Gas	Concentraciones troposféricas previas a la época industrial de 1750	Concentraciones en la tropósfera para el 2013	Poder de Calentamiento Mundial Directo dentro de 100 años de horizonte	Vida media en la atmósfera (años)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) ppm	Aproximadamente 2807	399,52	1	Aproximadamente 100-3005
Metano (CH <sub>4</sub> ) ppb	7229	18342	28	12.45
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) ppb	27010	3283	265	1215
Ozono troposférico (O <sub>3</sub> ) ppb	2371	3372	n.a.	horas-días
CFC-11 (CCl <sub>3</sub> F) ppt	CERO	2323	4,66	45
CFC-12 (CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) ppt	CERO	5163	10,2	100
CFC-113 (CCl <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub> ) ppt	CERO	723	5,82	85
HCFC-22 (CHClF <sub>2</sub> ) ppt	CERO	2333	1,76	11,9
HCFC-141b (CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F) ppt	CERO	243	782	0,07
HCFC-142b (CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub> ) ppt	CERO	223	1,98	17.2
Halón 1211 (CBrClF <sub>2</sub> ) ppt	CERO	3,63	1,75	16
Halón 1301 (CBrClF <sub>3</sub> ) ppt	CERO	3,3	6,29	65
HFC-134a (CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub> ) ppt	CERO	843	1,3	13,4

Tetracloruro de carbono (CCl4) ppt	CERO	823	1,73	26
Hexafloruro de Azufre (SF6) ppt	CERO	8,63	23,5	3200

**Fuente:** CDIAC (2016). Tabla adaptada por el autor.

**ANEXO 2: INVENTARIO FORESTAL DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE LIMONCOCHA**

PARCELA 1								
Nombre común	Nombre científico	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	Vt (m <sup>3</sup> /ha)	δ prom (g/cm <sup>3</sup> )	B (kg/ha)	Cret (kg)
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	10,5	12	0,01	0,07	0,39	29,65	14,82
Cordoncillo	<i>Piper reticulatum</i> L.	12,7	8	0,01	0,07	0,39	49,13	24,57
Guarango espinudo	<i>Acacia spp</i>	16	14	0,02	0,2	0,4	93	46,5
Cabo de acha	<i>Machaerium millei</i> Standl.	11	10	0,01	0,07	0,79	67,95	33,97
Coco	<i>Virola flexuosa</i> A.C. Sm.	10,3	12	0,01	0,07	0,37	26,73	13,36
Coco	<i>Virola flexuosa</i> A.C. Sm.	15,6	11	0,02	0,15	0,37	80,44	40,22
Sangre de gallina	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr) A.H. Gentry	19,5	16	0,03	0,33	0,33	129,38	64,69
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	10,5	10	0,01	0,09	1,03	78,3	39,15
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	23,9	21	0,04	0,66	0,39	260,78	130,39
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	26,5	22	0,06	0,85	0,39	341,32	170,66
Chuco	<i>Erythrina amazónica</i> Krukoff	30,5	20	0,07	1,02	0,56	705,28	352,64
Anona	<i>Annona duckei</i> Diels	24,5	12	0,05	0,4	0,27	194,76	97,38
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	25,6	21	0,05	0,76	0,39	311,97	155,99

	(Ruiz & Pav.) Oken							
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	22,22	12	0,04	0,47	1,03	569,13	284,56
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	23,3	22	0,04	0,66	0,39	244,01	122,01
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	22	10	0,04	0,38	0,5	269,16	134,58
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	24	16	0,05	0,72	1,03	696,28	348,14
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	24	14	0,05	0,44	0,5	338	169
Chonta	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	24	18	0,05	0,81	1,03	696,28	348,14
Guabilla	<i>Inga acuminata</i> Benth.	26,4	20	0,05	0,77	0,51	441,98	220,99
Canelo amarillo	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	21,5	19	0,04	0,48	0,53	268,61	134,31
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	51	16	0,2	2,29	0,3	1386,65	693,33
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	26	18	0,05	0,67	0,5	416,44	208,22
Caoba veteadada	<i>Trichillia pleeana</i> (A. Juss.) C.DC.	33,4	22	0,09	1,35	0,5	795,32	397,66
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	30,9	27	0,07	1,42	0,39	507,95	253,97
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	22,6	10	0,04	0,4	0,5	288,83	144,41
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	22	11	0,04	0,42	0,5	269,16	134,58
Guarango	<i>Parkia spp</i>	65	19	0,33	4,41	0,4	3342,11	1671,05

Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	72	25	0,41	7,13	0,3	3201,38	1600,69
Guarango	<i>Parkia spp</i>	37,4	23	0,11	1,77	0,4	849,22	424,61
Colca	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	24	14	0,05	0,44	0,64	432,64	216,32
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	26	8	0,05	0,42	0,5	416,44	208,22
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	29	10	0,07	0,66	0,5	552,82	276,41
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	22	8	0,04	0,3	0,5	269,16	134,58
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	36,5	15	0,1	1,1	0,5	997,74	498,87
Guarango	<i>Parkia spp</i>	35,2	25	0,1	1,7	0,4	727,69	363,85
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	28	21	0,06	1,29	1,03	1039,91	519,96
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	52	18	0,21	2,68	0,32	1527,53	763,76
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	48	16	0,18	2,03	0,32	1252,74	626,37
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	24,5	18	0,05	0,85	1,03	734,8	367,4
Caimito	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	27,7	16	0,06	0,67	0,74	726,55	363,27
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	20	21	0,03	0,46	0,39	163,44	81,72
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	47,2	12	0,17	1,47	0,32	1201,41	600,71
Colca	<i>Miconia tomentosa</i>	29,3	10	0,07	0,47	0,64	726,69	363,35

	(Rich.) D. Don ex DC.							
Guayusa	<i>Mollinedia caudata</i> J.F. Macbr.	24,9	10	0,05	0,34	0,5	372,09	186,05
Parimonton	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	22,5	22	0,04	0,61	0,62	354,01	177
Cali cali	<i>Macrocnemum spp</i>	29,2	12	0,07	0,56	0,61	686,53	343,27
Canelo amarillo	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	20,5	18	0,03	0,42	0,53	237,02	118,51
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	33,9	5	0,09	0,32	0,3	495,71	247,85
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	56	16	0,25	2,76	0,32	1832,76	916,38
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	27	26	0,06	1,49	1,03	946,29	473,15
Colca	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	23,2	14	0,04	0,41	0,64	395,95	197,97
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	26,5	18	0,06	0,69	0,5	437,59	218,79
Guarango	<i>Parkia spp</i>	51,9	27	0,21	4	0,4	1930,52	965,26
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	21,1	14	0,03	0,49	1,03	496,9	248,45
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	23,2	17	0,04	0,72	1,03	637,23	318,61
Cauchillo	<i>Sapium marmieri</i> Huber	24,3	17	0,05	0,55	0,48	335,18	167,59
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	52,2	15	0,21	2,25	0,32	1542,06	771,03
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	23,3	16	0,04	0,48	0,57	356,63	178,32

Aguacatillo	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	21,9	14	0,04	0,37	0,53	281,92	140,96
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	22,3	24	0,04	0,94	1,03	574,51	287,26
Tachuelo	<i>Zanthoxylum spp.</i>	25	17	0,05	0,58	0,4	300,8	150,4
Calun calun	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	29,2	10	0,07	0,47	0,41	461,44	230,72
Guarango	<i>Parkia spp</i>	62,2	25	0,3	5,32	0,4	3005,15	1502,57
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	23,2	16	0,04	0,68	1,03	637,23	318,61
Uva de monte	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	58,6	24	0,27	4,53	0,29	1885,09	942,55
Peine de mono	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth	24,6	12	0,05	0,4	0,3	216,31	108,15
Parimonton	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	20,5	10	0,03	0,23	0,62	277,27	138,63
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	24,7	12	0,05	0,4	0,5	364,35	182,17
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	31	16	0,08	0,85	0,5	656,66	328,33
Peine de mono	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth	25,3	18	0,05	0,63	0,3	232,72	116,36
Colca	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	26,8	14	0,06	0,55	0,64	576,74	288,37
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	20,8	17	0,03	0,4	0,39	181,2	90,6
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	20	6	0,03	0,19	1,03	431,66	215,83

Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	20,5	20	0,03	0,66	1,03	460,62	230,31
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	23,1	7	0,04	0,21	0,3	183,51	91,76
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	53	26	0,22	4,02	0,3	1524,7 3	762,37
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	23,9	16	0,04	0,72	1,03	688,73	344,37
Damagua	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	21,5	12	0,04	0,3	0,65	329,43	164,71
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	31,9	17	0,08	0,95	0,3	424,1	212,05
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	33,2	12	0,09	0,73	0,3	469,9	234,95
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	52,1	23	0,21	3,43	0,3	1461,7	730,85
Cauchillo	<i>Sapium marmieri</i> Huber	21,6	16	0,04	0,41	0,48	246,25	123,13
Guayusa	<i>Mollinedia caudata</i> J.F. Macbr.	20,1	8	0,03	0,18	0,5	212,31	106,15
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	23,8	10	0,04	0,44	1,03	681,23	340,61
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	25,3	14	0,05	0,7	1,03	799,02	399,51
Guarango	<i>Parkia spp</i>	61,2	28	0,29	5,77	0,4	2889,4 6	1444,7 3
Obo	<i>Spondias mombin</i> L.	47	26	0,17	3,16	0,31	1169,9	584,95
Colca	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	22,9	12	0,04	0,35	0,64	382,69	191,34

Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	21,5	18	0,04	0,65	1,03	522,02	261,01
<b>PARCELA 2</b>								
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Ht (m)</b>	<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>Vt (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>δ prom (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>B (kg/ha)</b>	<b>Cret (kg)</b>
Damagua	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	13,5	10	0,01	0,1	0,65	96,31	48,16
Calun calun	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	12,3	6	0,01	0,05	0,41	47,45	23,72
Batidora	<i>Quararibea witti</i> K. Schum. & Ulbr.	14,2	10	0,02	0,11	0,26	44,06	22,03
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	17,8	12	0,02	0,21	0,61	188,01	94,01
Moral bobo	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	14,4	13	0,02	0,15	0,71	124,85	62,43
Guabilla	<i>Inga acuminata</i> Benth.	15,8	8,5	0,02	0,12	0,51	114,69	57,34
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	13,1	14	0,01	0,13	0,3	41,04	20,52
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	24,4	14	0,05	0,46	0,39	275,27	137,64
Guarumo	<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	26,7	16	0,06	0,63	0,3	267,73	133,87
Achotillo	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	68	20	0,36	5,08	0,4	3724,45	1862,22
Uva de monte	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	38,5	18	0,12	1,47	0,29	662,71	331,35
Pitón	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	24	17	0,05	0,54	0,67	452,92	226,46

Tucuta	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	38,8	16	0,12	1,32	0,69	1608,1 2	804,06
Pitón	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	22,7	10	0,04	0,28	0,67	391,53	195,77
Guayacan pechiche	<i>Vitex schunkei</i> Moldenke	20,4	19	0,03	0,43	0,61	269,31	134,66
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	37,4	20	0,11	2,2	0,5	1061,5 3	530,76
Porotón	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) D.F. Cook	35,8	8	0,1	0,56	0,56	1063,6 7	531,83
Parimonton	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	26	17	0,05	0,63	0,62	516,39	258,19
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	24,2	20	0,05	0,92	1,03	711,54	355,77
Pitón	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	25	18	0,05	0,62	0,67	503,84	251,92
Tillo	<i>Celtis schippii</i> Standl.	35,6	18	0,1	1,25	0,59	1104,7 5	552,38
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	25,5	12	0,05	0,43	0,57	451,34	225,67
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	45,7	18	0,16	2,07	0,5	1759,3 6	879,68
Parimonton	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	22,5	16	0,04	0,45	0,62	354,01	177
Tillo	<i>Celtis schippii</i> Standl.	51,3	20	0,21	2,89	0,59	2766,9 1	1383,4 6
Caimito	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	30,9	16	0,07	0,84	0,74	963,8	481,9
Cali cali	<i>Macrocnemum spp</i>	65	22	0,33	5,11	0,61	5096,7 1	2548,3 6

Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	22	14	0,04	0,37	0,39	209,95	104,97
Sapote	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	21,5	9	0,04	0,23	0,39	197,66	98,83
Tillo	<i>Celtis schippii</i> Standl.	29	23	0,07	1,06	0,59	652,33	326,16
Tillo	<i>Celtis schippii</i> Standl.	55,1	24	0,24	4,01	0,59	3299,15	1649,58
Guabo	<i>Inga capitata</i> Desv.	37	22	0,11	1,66	0,51	1053,56	526,78
Anzuelo	<i>Trichillia pallida</i> Sw.	23	12	0,04	0,35	0,5	302,4	151,2
Peine de mono	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth	47,5	17	0,18	2,11	0,3	1162,4	581,2
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	23,5	10	0,04	0,3	0,39	249,53	124,76
Tillo	<i>Celtis schippii</i> Standl.	40,2	24	0,13	2,13	0,59	1504,11	752,05
Achotillo	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	82	25	0,53	9,24	0,4	5799,1	2899,55
Sangre de gallina	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr) A.H. Gentry	57	26	0,26	4,64	0,33	2004,99	1002,49
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	25,1	13	0,05	0,45	0,39	296,35	148,17
Platanillo	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frondin	27,2	13	0,06	0,53	0,54	505,71	252,86
Moral bobo	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	21,8	14	0,04	0,37	0,71	373,16	186,58
Parimonton	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	28,8	17	0,07	0,78	0,62	673,34	336,67

Pitón	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	22	12	0,04	0,32	0,67	360,68	180,34
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	27,9	14	0,06	0,6	0,39	390,12	195,06
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	57	18	0,26	3,22	0,39	2369,53	1184,77
Tucuta	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	20,3	12	0,03	0,27	0,69	300,72	150,36
Sapote	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	26	17	0,05	0,63	0,39	324,82	162,41
Manzano colorado	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	32,7	18	0,08	1,06	0,69	1039,52	519,76
Calun calun	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	30,3	14	0,07	0,71	0,41	507,68	253,84
Sande	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	44,8	25	0,16	2,76	0,4	1339,18	669,59
Cauchillo	<i>Sapium marmieri</i> Huber	61	26	0,29	5,32	0,48	3439,94	1719,97
Chuco	<i>Erythrina amazónica</i> Krukoff	29,4	14	0,07	0,67	0,56	641,48	320,74
Mindal	<i>Simira cordifolia</i> (Hook. F.) Steyerm	51,9	17	0,21	2,52	0,61	2944,05	1472,02
Manzano colorado	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	21,3	16	0,04	0,4	0,69	341,23	170,61
Tachuelo	<i>Zanthoxylum</i> spp.	65	30	0,33	6,97	0,34	2840,79	1420,39
Platanillo	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frondin	30,9	16	0,07	0,84	0,54	703,31	351,66

Tucuta	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	25,4	17	0,05	0,6	0,69	540,79	270,4
Manzano colorado	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	26,1	12	0,05	0,45	0,69	580,46	290,23
Manzano colorado	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	33,7	14	0,09	0,87	0,69	1122,98	561,49
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	60,2	26	0,28	5,18	0,32	2186,27	1093,14
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	23,7	10	0,04	0,31	0,39	255,12	127,56
Obo	<i>Spondias mombin</i> L.	23	12	0,04	0,35	0,31	187,49	93,75
Calun calun	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	21,4	13	0,04	0,33	0,41	205,27	102,63
Obo	<i>Spondias mombin</i> L.	26,8	14	0,06	0,55	0,31	279,36	139,68
Calun calun	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	26,2	12	0,05	0,45	0,41	348,36	174,18
Guabilla	<i>Inga acuminata</i> Benth.	37,1	11	0,11	0,83	0,51	1060,81	530,41
Caoba veteada	<i>Trichillia pleeana</i> (A. Juss.) C.DC.	21,2	15	0,04	0,37	0,5	244,23	122,11
Canelo amarillo	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	24,5	21	0,05	0,69	0,53	378,1	189,05
Sande	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	29,9	20	0,07	0,98	0,4	478,6	239,3
Cacao de monte	<i>Herrania spp.</i>	38,2	12	0,11	0,96	0,26	582,48	291,24
Cacao de monte	<i>Herrania spp.</i>	33,33	10	0,09	0,61	0,26	411,35	205,68
Cacao de monte	<i>Herrania spp.</i>	26,9	11	0,06	0,44	0,26	236,58	118,29
Cacao de monte	<i>Herrania spp.</i>	42	12	0,14	1,16	0,26	740,26	370,13

Obo	<i>Spondias mombin L.</i>	24,7	18	0,05	0,6	0,31	225,89	112,95
Tillo	<i>Celtis schippii Standl.</i>	78,2	25	0,48	8,41	0,59	7653,65	3826,82
Calun calun	<i>Sloanea grandiflora Sm.</i>	24,1	12	0,05	0,38	0,41	280,19	140,09
Canelo amarillo	<i>Ocotea javitensis (Kunth) Pittier</i>	64	22	0,32	4,95	0,53	4265,92	2132,96
Yuyun	<i>Terminalia oblonga (Ruiz &amp; Pav.) Steud.</i>	65,5	28	0,34	6,6	0,61	5191,55	2595,78
Sapotillo	<i>Matisia obliquifolia Standl.</i>	23	17	0,04	0,49	0,39	235,88	117,94
<b>PARCELA 3</b>								
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Hc (m)</b>	<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>Vt (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>δ prom (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>B (kg/ha)</b>	<b>Cret (kg)</b>
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys Burret</i>	15,1	8	0,02	0,14	0,5	81,96	40,98
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys Burret</i>	14,8	7	0,02	0,12	0,5	77,98	38,99
Palma de ramos	<i>Astrocaryum urostachys Burret</i>	19	9	0,03	0,26	0,5	144,77	72,39
Yuyun	<i>Terminalia oblonga (Ruiz &amp; Pav.) Steud.</i>	15,3	12	0,02	0,15	0,61	103,32	51,66
Palma	<i>Attalea butyracea (Mutis ex L.F.) Wess, Boer</i>	17,4	16	0,02	0,38	0,5	116,48	58,24
Pitón	<i>Grias neuberthii J.F. Macbr.</i>	14,5	10	0,02	0,12	0,67	99,31	49,66
Guabo	<i>Inga capitata Desv.</i>	12,1	9	0,01	0,07	0,51	48,2	24,1
Limoncillo	<i>Calypttranthes plicata McVaugh</i>	12,3	4	0,01	0,03	0,71	69,9	34,95

Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	13,4	13	0,01	0,13	0,57	69,44	34,72
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	13,7	8	0,01	0,08	0,61	78,52	39,26
Guabilla	<i>Inga acuminata</i> Benth.	11,7	10	0,01	0,08	0,51	44,34	22,17
Capirona de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	42,1	25	0,14	2,44	0,74	1466,49	733,25
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	38,1	16	0,11	1,28	0,57	892,51	446,25
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	22,6	16	0,04	0,45	0,57	252,91	126,46
Guarumo de pantano	<i>Cecropia herthae</i> Diels	36,2	20	0,1	1,44	0,3	416	208
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	22,6	16	0,04	0,45	0,57	252,91	126,46
Capirona de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	45,8	20	0,16	2,31	0,74	1785,99	893
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	34,4	16	0,09	1,04	0,57	699,88	349,94
Capirona de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	42,6	23	0,14	2,29	0,74	1507,71	753,86
Morete	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	36	8	0,1	0,81	0,5	684,25	342,12
Capirona de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	39,6	17	0,12	1,47	0,74	1269,54	634,77

Morete	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	44,6	10	0,16	1,56	0,5	1134,26	567,13
Capiroña de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	59,5	25	0,28	4,87	0,74	3258,95	1629,47
Capiroña de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	50,5	24	0,2	3,36	0,74	2240,05	1120,02
Capiroña de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	57,9	24	0,26	4,42	0,74	3063,58	1531,79
Capiroña de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	38,1	16	0,11	1,28	0,74	1158,69	579,35
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	27,6	6	0,06	0,36	0,5	361,22	180,61
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	31,2	10	0,08	0,76	0,5	485,77	242,88
Aguacatillo	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	84,5	12	0,56	4,71	0,53	5071,96	2535,98
Capiroña de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	54,1	22	0,23	3,54	0,74	2624,17	1312,09
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	37	10	0,11	1,08	0,5	730,32	365,16

Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	36,3	10	0,1	1,03	0,5	697,9	348,95
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	35,2	18	0,1	1,23	0,74	959,88	479,94
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	25,5	16	0,05	0,57	0,61	363,56	181,78
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	44,9	23	0,16	2,55	0,74	1705,2	852,6
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	38,5	8	0,12	0,93	0,5	802,51	401,26
Tachuelo	<i>Zanthoxylum spp.</i>	31,5	16	0,08	0,87	0,34	338,01	169,01
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	31	18	0,08	0,95	0,61	583,53	291,77
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	45,9	22	0,17	2,55	0,74	1795,09	897,55
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	30,9	18	0,07	0,94	0,61	579,01	289,51
Sangre de gallina	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr) A.H. Gentry	24,4	12	0,05	0,39	0,33	176,62	88,31
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	42,3	8	0,14	1,12	0,5	1001,96	500,98

Morete	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	35	21	0,1	2,02	0,5	639,81	319,91
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	57	22	0,26	3,93	0,74	2956,37	1478,19
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	42,3	21	0,14	2,07	0,74	1482,91	741,45
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	26,4	16	0,05	0,61	0,74	479,9	239,95
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	30,8	17	0,07	0,89	0,61	574,51	287,25
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	54,8	24	0,24	3,96	0,74	2702,5	1351,25
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	42	8	0,14	1,11	0,5	985,35	492,68
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	22,7	14	0,04	0,4	0,61	273,61	136,8
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	29	15	0,07	0,69	0,61	496,8	248,4
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	26	16	0,05	0,59	0,61	381,16	190,58
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	25,2	17	0,05	0,59	0,61	353,22	176,61
Guarumo de pantano	<i>Cecropia herthae</i> Diels	65	24	0,33	5,57	0,3	1612,24	806,12
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	29,5	16	0,07	0,77	0,74	628,09	314,05

	(Benth.) Hook. f. ex Schum							
Pata de vaca	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Benth	31,9	12	0,08	0,67	0,67	686,6	343,3
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	32,2	6	0,08	0,49	0,5	524,04	262,02
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	29,8	4	0,07	0,28	0,5	434,88	217,44
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	40,8	21	0,13	1,92	0,74	1362,1 7	681,09
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	41	8	0,13	1,06	0,5	931,05	465,53
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	52,1	23	0,21	3,43	0,74	2406,8 9	1203,4 5
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	39,2	17	0,12	1,44	0,61	1021,7 1	510,85
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	37,5	12	0,11	1,33	0,5	753,98	376,99
Caoba veteadá	<i>Trichillia pleeana</i> (A. Juss.) C.DC.	26,8	16	0,06	0,63	0,5	336,33	168,16
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.)	50,2	12	0,2	1,66	0,74	2209,4 6	1104,7 3

	Hook. f. ex Schum							
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	31,5	16	0,08	0,87	0,74	735,68	367,84
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	36,2	12	0,1	0,86	0,61	845,87	422,93
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	55,8	10	0,24	2,45	0,5	1903,0 1	951,5
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	49,5	20	0,19	2,69	0,61	1763,1 7	881,59
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	38,3	9	0,12	1,04	0,5	792,67	396,34
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	41	21	0,13	1,94	0,74	1377,9 5	688,98
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	50,2	23	0,2	3,19	0,74	2209,4 6	1104,7 3
Higueron	<i>Ficus maxima</i> Mill.	39,3	20	0,12	1,7	0,5	842,52	421,26
Fernán Sánchez	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	25	12	0,05	0,41	0,57	323,71	161,85
Guarumo de pantano	<i>Cecropia herthae</i> Diels	26,3	14	0,05	0,53	0,3	192,76	96,38
Capirona de rio	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	56,4	23	0,25	4,02	0,74	2885,9 8	1442,9 9

Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	33,5	10	0,09	0,88	0,5	576,21	288,1
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	44,9	8	0,16	1,27	0,5	1152,1 6	576,08
Aguacatillo	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	37,3	12	0,11	0,92	0,53	789,13	394,57
Palma	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.F.) Wess, Boer	25,5	5	0,05	0,26	0,5	298	149
Capirona de río	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum	44,8	24	0,16	2,65	0,74	1696,3 4	848,17
Aguacatillo	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	21,7	12	0,04	0,31	0,53	212,85	106,42
Guarumo de pantano	<i>Cecropia herthae</i> Diels	34,9	10	0,1	0,67	0,3	381,27	190,64
Guarumo de pantano	<i>Cecropia herthae</i> Diels	58,1	18	0,27	3,34	0,3	1251,7 6	625,88

**Fuente:** Chamorro (2017). Tabla elaborada y adaptada por el autor.

