



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“EVALUACIÓN DE CARBONO FIJO EN BOSQUE NUBLADO EN LA
RESERVA SABIA ESPERANZA UBICADA EN IMBABURA-ECUADOR”**

Autor: Rossaura Salomé Collahuazo Santander
Karla Katherine Taicud Pantoja

Director: Dr. Juan Carlos García. PhD.

Asesores: Ing. María Vizcaíno

MSc. José Guzmán

MSc. Franklin Sánchez

Lugar de investigación: La investigación se desarrolló en el bosque nublado de la Reserva Sabia Esperanza en la comunidad La Floresta ubicada en el cantón San Pedro de Pimampiro de la provincia de Imbabura.

Beneficiarios: Comunidad La Floresta, Administradores de la Reserva, UTN, Investigadores.

Ibarra – Ecuador

2018

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Collahuazo Santander

NOMBRES: Rossaura Salomé

C. CIUDADANÍA: 1003699384

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2551-252

TELÉFONO CELULAR: 0998861112

CORREO ELECTRÓNICO: salomecollahuazo2016@gmail.com

DIRECCIÓN: San Antonio – Ibarra – Imbabura

FECHA: 27 de octubre de 2018

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Taicud Pantoja

NOMBRES: Karla Katherine

C. CIUDADANÍA: 1003503297

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2932-727

TELÉFONO CELULAR: 0985828574

CORREO ELECTRÓNICO: karlykat19933101@gmail.com

DIRECCIÓN: San Antonio – Ibarra – Imbabura

FECHA: 27 de octubre de 2018

“EVALUACIÓN DE CARBONO FIJO EN BOSQUE NUBLADO EN LA RESERVA SABIA ESPERANZA UBICADA EN IMBABURA-ECUADOR”

Salomé Collahuazo^{1*}, Karla Taicud^{1*}, Juan García¹

¹Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Av. 17 de julio 5-21 y José Córdova, Ibarra-Ecuador

*Autoras correspondiente: salomecollahuazo2016@gmail.com /

karlykat19933101@gmail.com

Teléfono: 0998861112 / 0985828574

RESUMEN

El Ecuador ha experimentado anomalías en la temperatura producto del cambio climático que está afectando al mundo en general. Las emisiones de gases de efecto invernadero y principalmente el CO₂ son generadas por las actividades antrópicas. Sin embargo, en el proceso natural de la tierra, el carbono es absorbido por los bosques, suelo y océanos principalmente. Es así que el manejo sostenible de bosques es una de las estrategias para mitigar el cambio climático. Esta investigación pretende evaluar la capacidad de almacenamiento de carbono fijo en el bosque nublado de la Reserva Sabia Esperanza, ubicada en el cantón San Pedro de Pimampiro, provincia de Imbabura, a través de ecuaciones alométricas, también proponer estrategias de conservación de éste ecosistema. Se empleó la metodología propuesta por la Evaluación Nacional Forestal, con una ligera modificación debido a problemas de accesibilidad al terreno, se utilizó el método no destructivo, en donde se establecieron relaciones en función de la biomasa y variables independientes. Se construyeron modelos alométricos para biomasa y carbono, con las variables DAP y HT, posteriormente se analizan las correlaciones y regresiones entre la biomasa y los valores reales y transformados. La ecuación alométrica generada para el estrato bosque es $B = 46,51 + 478,20 DAP (LN (DAP \times HT))$ con un R² de 0,95. Para la estimación de contenido de carbono se utilizó el factor de conversión estándar de material vegetal a contenido de carbono de 0,5. Se registró una biomasa total de 62616,67 ton y 31308,33 ton de contenido de carbono en 1122,57 ha de zonas homogéneas. Finalmente se elaboran estrategias de conservación como bosque nublado como sumidero de carbono, educación ambiental y proyectos de desarrollo local.

Palabras clave: Bosque nublado, biomasa, carbono, ecuaciones alométricas, conservación.

ABSTRACT

Ecuador has experienced anomalies in temperature caused by climate change which affects local and worldwide. The emissions of green house gases and mainly CO₂ are generated by anthropogenic activities. However, in the natural process of earth, carbon is absorbed by forests, soil and oceans mainly. In the case of forests, its sustainable management is one of the strategies to mitigate climate change. This research aims to evaluate the storage capacity of fixed carbon in cloud forest of Sabia Esperanza Reserve, located in the San Pedro de Pimampiro canton, Imbabura province, by using allometric equations. Then propose strategies for the conservation of this ecosystem. The methodology proposed by the National Forest Evaluation was used, with a modification due to problems of accessibility to land. A non-destructive method was used where relationships were established based on biomass and independent variables. Allometric models for biomass and carbon were constructed, with the variables DAP and HT. Thus, the correlations and regressions between the biomass and the real and transformed values were analyzed. The allometric equation generated for the forest stratum is $B = 46,51 + 478,20 \text{ DAP} (\text{LN} (\text{DAP} \times \text{HT}))$, with R² of 0,95. For the estimation of carbon content, the standard conversion factor of vegetable material to carbon content of 0,5 was used. A total biomass of 62616,67 tons and 31308,33 tons of carbon content was recorded in 1122,57 ha of homogeneous zones. Finally, conservation strategies were elaborated, such as cloud forest as a carbon sink, environmental education and local development projects.

Keywords: Cloud forest, biomass, carbon, allometric equations, conservation.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que afronta la humanidad es el progresivo descenso de la cobertura vegetal, esto se da como respuesta al crecimiento exponencial de la población y el aumento de recursos requeridos para la satisfacción de sus necesidades, las actividades antrópicas promueven el cambio de uso del suelo y el crecimiento de la frontera agrícola, con estas acciones los sumideros de carbono en bosques nativos se reducen progresivamente (FAO, 2015). La evaluación del contenido de carbono presente en los bosques es fundamental, pues, entorno a ello se genera un gran debate entre quienes forman parte de comités de cambio climático, la gestión forestal gubernamental y privada, con el

objetivo de conocer el aporte que realizan estos ecosistemas a la mitigación del cambio climático (Landázuri, 2013).

Los bosques están estrechamente relacionados con el equilibrio del ciclo del carbono, debido al proceso biológico que poseen, la fotosíntesis es la capacidad de los árboles para tomar el dióxido de carbono (CO₂), de la atmósfera y retenerla en su estructura (Pardos, 2010). La deforestación es considerada una fuente importante de liberación de carbono, pues al retirar la cobertura vegetal el carbono retenido queda libre, además, el ecosistema pierde su capacidad de prestar bienes y servicios ecosistémicos, como el almacenamiento de CO₂ (Sierra, 2013). Una alternativa de contrarrestar el

cambio climático es proteger los sumideros de carbono existentes y a su vez, promover el aumento de más lugares como estos, por medio de estrategias de conservación que tiendan al desarrollo sustentable del lugar.

Ecuador está vinculado a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1994 y se ratificó el Protocolo de Kioto en el año 1999, desde entonces por medio del Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE), gestiona la reducción de emisiones y obtención de energía limpia, mediante estrategias de mitigación frente al cambio climático (MAE, 2012). El estado ecuatoriano participa activamente en el mercado de carbono desde el 2003, ha desarrollado estrategias que le permitan incursionar en el mercado internacional y obtener réditos económicos de los (MDL), sin embargo, los proyectos forestales han sido deficientes (Landázuri, 2013).

Este estudio evaluó el carbono fijo almacenado en el bosque nublado andino de la Reserva Sabia Esperanza, donde existe diversidad florística y faunística de las cuales no existen estudios al respecto. Bajo este contexto, la presente investigación pretende proporcionar información actualizada del contenido de carbono fijo aéreo de las especies arbóreas del lugar. Y a su vez, se plantearon medidas adecuadas para la protección de los bosques nublados con el fin de contrarrestar el cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La Reserva Sabia Esperanza se localiza en la parroquia San Francisco de Sigsipamba del cantón San Pedro de Pimampiro, presenta una superficie de 1500 hectáreas. Limitando al sur con la

provincia de Pichincha y al oeste con la provincia de Sucumbíos. Presenta un clima Ecuatorial de Alta Montaña a la altura de 2.440 y 3.960 m.s.n.m, su precipitación desde los 750 mm hasta los 1.500 mm y su temperatura fluctúa entre los 6°C y 11° C (MAGAP, 2012). El área es de administración privada y cuenta con ecosistemas nativos.



Figura. 1. Ubicación del Área de Investigación

Metodología

La metodología de la presente investigación se desarrolló en tres fases: la fase de campo o caracterización y obtención de datos de las especies arbóreas y arbustivas presentes en bosque nublado. La fase de análisis de datos obtenidos a partir de ecuaciones alométricas. Finalmente, la fase de planteamiento de estrategias de conservación para bosques nublados.

Fase 1. Caracterización y obtención de datos de las especies arbóreas y arbustivas presentes en bosque nublado.

En esta fase se realiza la ubicación de conglomerados de muestreo, para la caracterización de las especies vegetales en los estratos arbóreo y arbustivo, así como también la toma de datos de las especies.

a. Establecimiento de los conglomerados.

El establecimiento de conglomerados se realiza de acuerdo al Manual de Campo para la Evaluación Nacional Forestal (ENF), este documento fue elaborado por el Ministerio del Ambiente de Ecuador, juntamente con ONU.REDD+ y el aporte de Manejo Forestal ante el cambio climático” FAO (MAE, 2011). La zona de estudio presenta pendientes pronunciadas mayores a 70°, por tal motivo se modificó parcialmente la metodología mencionada. Se trazaron cinco conglomerados que constan de dos parcelas con dimensiones de 30 x 30 m cada uno, cuya separación entre ambas es de 40 m (Ver Figura 2).

b. Parcelas Principales

La parcela principal número uno se ubica en dirección Noroeste, dentro de ella se miden todos los árboles vivos, árboles muertos en pie y tocones mayores de 10 cm de DAP.

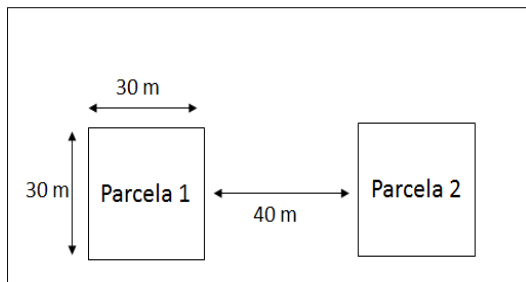


Figura 2. Distribución de las parcelas

c. Parcela anidada 1

La parcela anidada número uno está ubicada al extremo sureste de la parcela principal, como lo muestra la figura 3. En esta parcela se miden los árboles vivos, árboles muertos en pie y tocones mayores a 5 cm y menores a 10 cm de DAP.

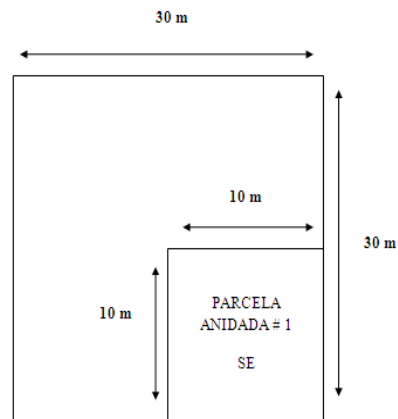


Figura 3. Parcela anidada número 1

d. Parcela anidada 2

La segunda parcela anidada se basa en cuadrantes con dimensiones de 50 x 50 cm. Se ubican en las esquinas de la parcela principal, de manera que una se sobrepone dentro de la primera subparcela y otra en la esquina opuesta, en esta parcela se registra el peso de detritus no vivo y hojarasca menor a 5 cm.

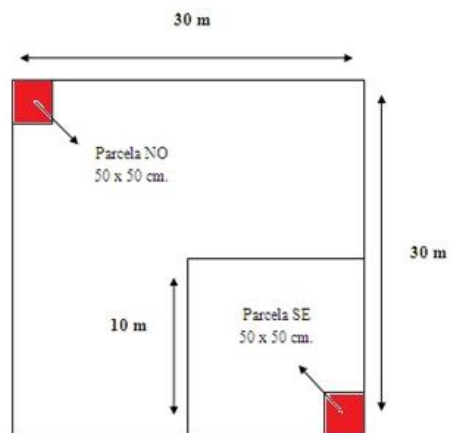


Figura 4. Parcela anidada número 2

e. Obtención de muestras vegetales

Se colectaron dos grupos de muestras, el primero para la identificación de géneros de las especies y el segundo para los datos del cálculo de la materia seca.

Para la identificación de géneros, se recolectó una muestra botánica por especie arbórea. Para el cálculo de

materia seca se procedió a la obtención de la biomasa fresca (BF); tomando una muestra de 2 Kg de los componentes (ramas secundarias, corteza y hojas) por cada familia, además, se colectó 2 Kg de especies herbáceas predominante. En cuanto al fuste se retiró una porción del mismo utilizando el taladro de Pressler para calcular el volumen y la densidad básica de cada especie.

f. Secado y prensado de las muestras vegetales

Para identificar géneros, se ubicó las muestras botánicas sobre papel periódico, de manera que se pueda apreciar el haz y el envés de las hojas, posteriormente se prensaron utilizando una prensadora tipo rejilla de madera y se colocaron en la secadora de la Central Maderera de la Universidad Técnica del Norte, por un periodo de cinco días a una temperatura de 65 °C.

Para el cálculo de la materia seca, los componentes (ramas secundarias, hojas, corteza y madera) fueron deshidratados, donde, se obtuvo el peso inicial y posteriormente se monitoreo la pérdida de humedad diariamente, cuando el peso fue constante se consideró como muestra deshidratada.

g. Cálculos para el inventario forestal

Se registró los siguientes parámetros de las especies arbóreas y arbustivas, después se procesaron los datos con las siguientes ecuaciones:

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

$$DAP = \frac{P}{\pi}$$

En donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

P = Perímetro (1,30 m)

$\pi = 3,14159226$

Área Basal

$$AB = \pi \left(\frac{DAP^2}{4} \right)$$

AB = Área Basal

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30)

Densidad básica

$$V_v = 3,1416D^2 \left(\frac{L}{4} \right)$$

En donde:

V_v = Volumen verde

D = Diámetro (5 mm)

L = Largo de la muestra (cm)

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

En donde:

Db = Densidad básica

Po = Peso anhidro

V_v = Volumen verde

Fase 2. Estimación de carbono fijo a partir de ecuaciones alométricas

Se procede con la clasificación de las variables dentro de un modelo o ecuación, donde son consideradas las variables independientes o de medición en campo: el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (HT), diámetro de copa (DC) y las variables dependientes son los valores pertenecientes a la extracción de 2 kg de los componentes, tales como ramas secundarias, corteza, hojas, y especies herbáceas dominantes.

Cálculo del volumen

El cálculo del volumen se realizó a partir de la muestra colectada con el taladro de Pressler y los datos de DAP y HT de los mismos individuos, se calculó el volumen individual de cada árbol.

$$V_v = (\pi(DAP^2 \times HT)/4) \times 0,7$$

En donde:

Vv = Volumen promedio

DAP = Diámetro a la altura del pecho

HT = Altura total

Cálculo de biomasa

La biomasa se calculó multiplicando el volumen de las muestras, con la densidad básica, como lo muestra la siguiente relación.

$$B = Vv \times Db$$

En donde:

B = Biomasa total

Vv = Volumen promedio

Db = Densidad básica

Una vez obtenida la biomasa total de cada individuo por familia, se procedió a buscar las mejores combinaciones con los valores reales de DAP, HT y los valores transformados (Logaritmo natural, cuadrado y productos) respectivamente. Los datos individuales que presentaron mayor coeficiente de determinación R^2 sirvieron de base para establecer modelos alométricos, mediante los programas InfoStat 2017 (e), e IBM SPSS Statistics 20, como resultado se obtuvo coeficientes de correlación, de determinación normal (R^2) y ajustado (Ra^2); los análisis de varianza (ADEVA), error típico de la estimación y la prueba de t de los coeficientes.

Los modelos que obtuvieron coeficientes de determinación ajustados mayores al 85% se aplicó la ecuación con los valores de DAP y HT, posteriormente, se comparó los valores de biomasa total y biomasa estimada; finalmente, los modelos que se encontraron sobre el 85% de esta última comparación, fueron aceptados.

Extrapolación de datos

La extrapolación de los datos de la biomasa aérea y contenido de carbono se realizó por unidad de superficie en

áreas homogéneas de toda la Reserva Sabia Esperanza.

Cálculo del contenido de carbono

Para la estimación del contenido de carbono se utilizó el factor de conversión de 0.5 propuesto por (IPCC, 2003).

Fase 3. Elaboración de estrategias de conservación.

Para definir las estrategias de conservación se utilizaron los resultados obtenidos de la caracterización de especies arbóreas y arbustivas, la estimación de contenido de carbono a partir de ecuaciones alométricas, así como también el empleo de un análisis de factores internos y externos que inciden en el problema o afectan al bosque nublado y a la comunidad La Floresta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de parcelas de muestreo

En el área de bosque nublado de la Reserva Sabia Esperanza se distribuyeron cinco conglomerados de acuerdo con la metodología propuesta por MAE, (2011). Simultáneamente fueron ubicadas diez parcelas de acuerdo a condiciones topográficas accesibles.

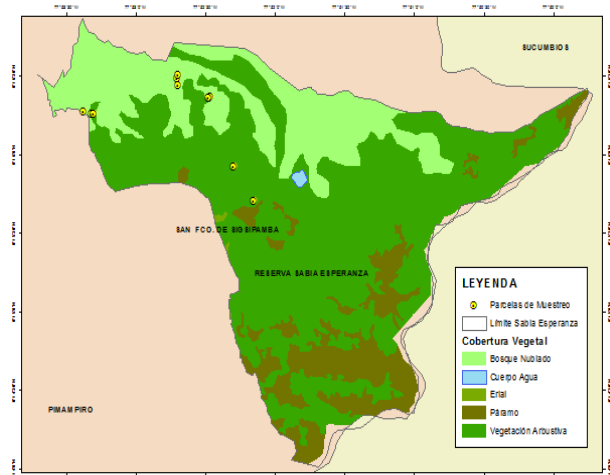


Figura 5. Distribución de parcelas de muestreo

Inventario Forestal

En las parcelas principales y las parcelas anidadas se encontraron 15 familias, totalizando quinientos trece individuos, de los cuales 194 registros pertenecen a la familia Melastomataceae con el género *Miconia*, representando el 37,8 %. En segundo lugar, la familia Betulaceae del género *Alnus*, con 94 registros, esto representa el 18,3 %. En cuanto a los géneros con menor frecuencia se encuentra la familia Rubiaceae con el género *Palicourea* y Boraginaceae con el género *Tournefolia* con un solo individuo registrado como lo muestra la tabla 1.

Los resultados tienen concordancia con el Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, donde, se menciona que en los bosques principalmente se encuentran individuos pertenecientes a las familias Melastomataceae con el género *Miconia*, Solanaceae, Araliaceae, Rubiaceae. Además, resalta a los géneros *Alnus* y *Oreopanax*, por ser especies de sucesión temprana, formando bosques monoespecíficos en áreas de derrumbes como se evidenció en la zona de estudio (MAE, 2012). Según Caranqui, (2015) también se evidencia la dominancia del género *Miconia*, Asteraceae y Solanaceae, sin embargo, no manifiesta la presencia de las familias Araliaceae y Betulaceae; se presume la diferencia radica en la altitud, puesto que dicho estudio se realizó a 3400 y 3600 msnm en la provincia de Chimborazo y la zona de estudio de la presente se encuentra en un rango de 2228 a 3080 msnm.

Distribución de frecuencias

Se analizó la distribución de frecuencias de los parámetros de medición tales como Diámetro a la altura del pecho, Área basal, Altura total y Diámetro de copa de los individuos de cada familia.

Tabla 1. Frecuencia absoluta y relativa de las familias vegetales.

Familias	Géneros	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	63	12.28
Asteraceae	<i>Gynoxys</i>	2	0.39
Betulaceae	<i>Alnus</i>	94	18.32
Boraginaceae	<i>Tournefolia</i>	1	0.19
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i>	15	2.92
Cunonaceae	<i>Weinmannia</i>	29	5.65
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sp.</i>	18	3.51
Ericaceae	<i>Macleania</i>	18	3.51
Laminaceae	<i>Aegiphila sp.</i>	11	2.14
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	194	37.82
Moraceae	<i>Ficus</i>	10	1.95
Oleaceae	<i>Olea sp.</i>	4	0.78
Poaceae	<i>Chusquea sp.</i>	38	7.41
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	1	0.19
Solanaceae	<i>Solanum</i>	15	2.92
Σ	15	513	100

En el DAP y AB muestran que las especies están mayormente agrupadas en rangos menores formando una parábola de “J invertida” la cual es típica de bosques disetáneos, es decir, aproximadamente doscientos sesenta individuos poseen un DAP entre 0,07 m a 0,14 m y doscientos veinte individuos tienen una HT entre 4 m a 10 m, en cuanto al AB se estima que quinientos diez individuos se encuentran entre 0,01 m a 0,06 m. En referencia al DC se puede apreciar que doscientos veinticinco individuos se encuentran en el rango de 2 m a 3,3 m. Ver figura 6.

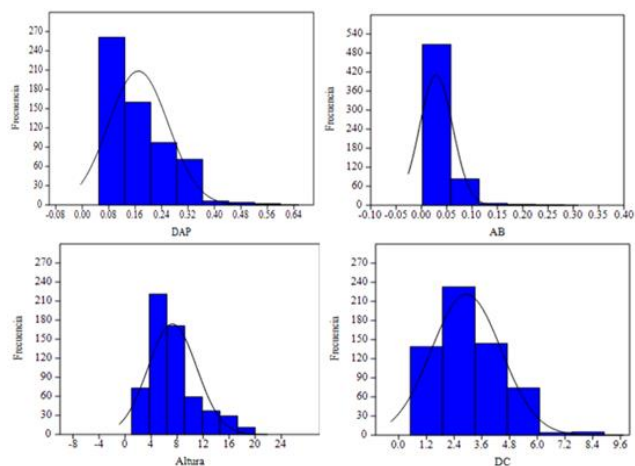


Figura 1. Distribución de frecuencias

Densidad básica

El valor promedio de la densidad básica que se obtuvo fue de 469,2 kg/m³, el valor máximo fue de 620,6 kg/m³ y el mínimo de 75,1 kg/m³, pertenecientes a las familias Araliaceae con el género *Oreopanax* y Dicksoniaceae con el género *Dicksonia* respectivamente. La tabla 2 muestra en resumen los datos obtenidos.

Tabla 2. Densidad básica y biomasa total.

Familia	Género	Densidad Básica kg/m ³	Biomasa total kg
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	620.6	30.52
Asteraceae	<i>Gynoxys</i>	565.9	28.27
Betulaceae	<i>Alnus</i>	411.6	220.40
Boraginaceae	<i>Tournefolia</i>	500.0	5.62
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i>	541.1	26.14
Cunonaceae	<i>Weinmannia</i>	590.8	30.74
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sp.</i>	74.1	1.61
Ericaceae	<i>Macleania</i>	573.0	23.07
Laminaceae	<i>Aegiphila sp.</i>	519.9	90.17
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	422.3	19.06
Moraceae	<i>Ficus</i>	603.9	212.83
Oleaceae	<i>Olea sp.</i>	460.2	35.29
Poaceae	<i>Chusquea sp.</i>	81.5	0.58
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	605.4	27.73
Solanaceae	<i>Solanum</i>	468.0	38.65

Se contrastó la densidad básica por genero obtenida en este estudio con la densidad básica reportada por International Tropical Timber Organization (ITTO, 2018), Global Database of Wood Density (BGDM, 2014), Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2014). Se puede apreciar existen diferencias que van de 0,05 g/m³ a 0,07 g/m³, las variaciones de la densidad básica principalmente se le atribuye a la de la edad de los árboles muestreados ya que hay presencia de árboles adultos jóvenes y adultos viejos en donde no se puede distinguir la diferencia. Finalmente, para los géneros *Chusquea*, *Dicksonia*, *Macleania* y *Olea* no se encontró reportes en la literatura para densidad.

Biomasa total

En la columna de biomasa total por familia se obtuvo el valor máximo de 220,40 kg perteneciente a la familia Betulaceae con el género *Alnus*, seguido por la familia Moraceae con el género *Ficus* con 212,83 kg, el valor mínimo fue para la familia Poaceae con el género *Chusquea sp* con 0,58 kg; todos los datos están disponibles en la tabla 2.

Estimación de biomasa y carbono a partir de ecuaciones alométricas

El modelo alométrico generado para biomasa, con las variables DAP y HT transformadas, a partir del análisis ADEVA, se determinó el siguiente modelo como el acertado para el estrato bosque, se obtuvo un coeficiente de correlación (R) de 0.975 y un coeficiente de determinación (R²) de 0.950.

$$Bt = 46,51 + 478,20DAP(LN(DAP \times HT))$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

HT = Altura total

LN= Logaritmo natural

Mediante la aplicación de la ecuación a cada individuo presente en todos los conglomerados de muestreo, proporciona los resultados de la estimación de biomasa aérea y contenido de carbono en cada parcela y en zonas homogéneas con su respectiva superficie, se estimó que existen un total de 62616,67 Tn / zonas homogéneas de biomasa aérea, en cuanto al contenido de carbono presenta un total de 31308,33 Tn / zonas homogéneas.

Estrategias de conservación de bosques nublados

La elaboración de estrategias de conservación abarca proyectos y actividades planteadas para ayudar a la mitigación del cambio climático y la protección de los bosques nublados. A partir de los resultados obtenidos de la evaluación del contenido de carbono fijo se plantean las estrategias detalladas a continuación.

Estrategia 1: Conservación del bosque nublado como sumidero de carbono.

Esta estrategia está enfocada a mantener el potencial de captación de carbono por parte del bosque nublado, promoviendo el manejo y protección de este ecosistema del cual la población se favorece de bienes y servicios ambientales.

Estrategia 2: Educación ambiental

Esta estrategia pretende capacitar de manera continua a los dirigentes, esencialmente a niños y jóvenes de la comunidad La Floresta, a través de talleres con temáticas ambientales enfocados en la protección del bosque nublado y la importancia ecológica como sumidero de carbono.

Estrategia 3: Proyectos de desarrollo local

La estrategia Proyectos de desarrollo local pretende que la comunidad obtenga beneficios de los bienes y servicios ambientales que provee el bosque nublado de manera razonable, a través de actividades de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

La caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva permitió conocer que la zona de estudio posee gran diversidad, reconocer al género *Miconia* con mayor número de individuos

registrados en el lugar, seguida por el género *Alnus*, *Oreopanax* y *Weinmannia*. Además, se evidenciaron la dominancia de dos familias herbáceas, tales como la familia Poaceae y la Dryopteridaceae, en todas las parcelas de evaluación.

La biomasa aérea total estimada fue de 62616,67 Tn / zonas homogéneas, mediante el factor de conversión propuesto por el IPCC se estimó 31308,33 Tn/ zonas homogéneas de carbono en el 72% de la Reserva Sabia Esperanza.

Se plantearon tres propuestas de conservación para bosques nublados con el fin proteger los bienes y servicios que estos proveen a la población y a su vez fomentar el manejo responsable de los recursos naturales.

RECOMENDACIONES

La presente investigación proporciona una línea base para evaluar las reservas de biomasa y carbono fijo almacenados en la parte aérea de bosques nublados.

Difundir los resultados obtenidos de biomasa y contenido de carbono en bosque nublado para el mercado de créditos de carbono.

Evaluar la efectividad de las estrategias de conservación propuestas, para mejorar la eficiencia en su campo de aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caranqui, J. (2015). FLORÍSTICA EN LOS BOSQUES MONTANOS EN EL CENTRO DEL ECUADOR. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4365>
- Cascante, A. (2008). GUÍA PARA LA RECOLECTA Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS BOTÁNICAS. Recuperado de

- <http://www.museocostarica.go.cr/hebrario/pdf/Guia-para-recolectar.pdf>
- IPCC, 2013. Cambio Climático. Cambios observados en el sistema climático. Extraído de: https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf
- Landázuri. (2013). El mercado de carbono en el Ecuador (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador. (2012), *Tipos de Clima*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2011). *Proyecto Evaluación Nacional Forestal. Manual de Campo*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente Ecuador.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador ENCC 2012- 2025*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente Ecuador.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente Ecuador.
- Ministerio del Ambiente Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. 2015. Las emisiones de carbono de los bosques disminuyen un 25% entre 2001 y 2015
- Pardos J, 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Madrid: Instituto Nacional de la Investigación y Tecnología Agraria y alimentaria
- Sánchez, A. 2016. Estimación Del Carbono Orgánico Sobre El Suelo, A Partir De Imágenes Satelitales Landsat 7 Etm+, En El Bosque De Ceja Andina De La Comunidad Indígena Huangras - Achupallas- Chimborazo (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4996>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo Ecuatoriano, 2013. Plan Nacional del Buen Vivir. Quito, Ecuador.
- Sierra, R. 2013. Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.
- Urien, A. (2013). Trabajo de Fin de Máster de Investigación. OBTENCIÓN DE BIOCARBONES Y BIOCOMBUSTIBLE MEDIANTE PIRÓLISIS DE BIOMASA RESIDUAL. Pág.: 20-26. Obtenido de: digital.csic.es/bitstream/10261/80225/1/BIOCARBONES_CENIM_CSIC.pdf