

# Biomasa y carbono almacenado en bosques de la Amazonia colombiana

## Biomass and carbon stored in forests of the Colombian Amazon

Jenniffer Tatiana Díaz-Cháux<sup>ID 1\*</sup>, Mauren Andrea Ordoñez-García<sup>ID 2</sup>, Cindy Tatiana Cerón-U<sup>ID 3</sup>, Alexander Velasquez-Valencia<sup>ID 4</sup>

- Recibido: 10/Feb/2022
- Aceptado: 18/Jul/2023
- Publicación en línea: 16/Sep/2023

**Citación:** Díaz-C JT, Ordoñez-G MA, Cerón-U CT, Velasquez-VA. 2024. Biomasa y carbono almacenado en bosques de la Amazonia colombiana. *Caldasia* 46(1):81-98. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v46n1.99728>

### RESUMEN

Los bosques de la Amazonia colombiana son uno de los más grandes sumideros de carbono a nivel global. En el departamento del Caquetá estos bosques representan alrededor del 80 % del territorio, con importantes aportes socioeconómicos y ecológicos. Las actividades agrícolas y pecuarias generan altas presiones sobre estos ecosistemas, promoviendo la pérdida de las coberturas naturales, la biodiversidad y el aumento de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático. Se cuantificó el contenido de biomasa y carbono en bosques amazónicos, en un bosque alto de tierra firme en la vereda Peregrinos, del municipio de Solano (Caquetá). Se estableció una Parcela Permanente de Monitoreo de Biodiversidad y Carbono (PPMBC) de una hectárea desarrollada en 2021, se estimó la biomasa, el carbono almacenado y la tasa de fijación de carbono en función de CO<sub>2</sub> equivalente. Mediante modelos alométricos para el área de vida, la biomasa aérea fue 240,17 t ha<sup>-1</sup>, la biomasa radicular de 44,02 t ha<sup>-1</sup> en la PPMBC, con un total de 284,19 t ha<sup>-1</sup> de biomasa y un carbono total almacenado de 142,09 t ha<sup>-1</sup>, lo que contribuye a la remoción de 521,50 t ha<sup>-1</sup> de dióxido de carbono de la atmósfera. Los bosques amazónicos estudiados poseen alta capacidad de almacenamiento y fijación de carbono y se reconoce su importancia en la mitigación de los efectos del cambio climático con la remoción de 9,3 Tg de emisiones de CO<sub>2</sub> atmosférico producto de la deforestación y cambios en el uso del suelo en la Amazonia caqueteña.

**Palabras claves:** Amazonia, cambio climático, deforestación, fijación de carbono, servicios ecosistémicos.

<sup>1</sup> Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica - INBIANAM, Grupo Investigación Fauna Silvestre, Semillero Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos -BySE, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia. Calle 31a 2-33 Florencia, Caquetá, Colombia; [jenniffertd@gmail.com](mailto:jenniffertd@gmail.com) (Correspondencia\*)

<sup>2</sup> Centro INBIANAM, Semillero BySE, Universidad de la Amazonia. Calle 16a 2-15 Florencia, Caquetá, Colombia; [maurenandrea.og@gmail.com](mailto:maurenandrea.og@gmail.com)

<sup>3</sup> Centro INBIANAM, Semillero BySE, Universidad de la Amazonia. Diagonal 13b 2J-41, Florencia, Caquetá, Colombia; [ceroncindytatiana@gmail.com](mailto:ceroncindytatiana@gmail.com)

<sup>4</sup> Centro INBIANAM, Grupo Investigación Fauna Silvestre, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia. Calle 31a 2-33 Florencia, Caquetá, Colombia; [alexandervelasquezvalencia@gmail.com](mailto:alexandervelasquezvalencia@gmail.com)

\* Autor para correspondencia.



## ABSTRACT

The forests of the Colombian Amazon are one of the largest carbon sinks globally. In the department of Caquetá these forests represent about 80 % of the territory, with important socioeconomic and ecological contributions. Agricultural and livestock activities generate high pressures on these ecosystems, promoting the loss of natural cover, and biodiversity, and the increase of greenhouse gases that cause climate change. The biomass and carbon content of Amazonian forests was quantified in a tall terra firme forest in the Peregrinos Vereda, municipality of Solano (Caquetá). A Permanent Biodiversity and Carbon Monitoring Plot (PPMBC) of one hectare was established and developed in 2021, biomass, carbon stored, and carbon fixation rate in terms of CO<sub>2</sub> equivalent were estimated. Using allometric models for the life area, the aboveground biomass was 240.17 t ha<sup>-1</sup>, the root biomass of 44.02 t ha<sup>-1</sup> in the PPMBC, with a total of 284.19 t ha<sup>-1</sup> of biomass and a total carbon stock of 142.09 t ha<sup>-1</sup>, which contributes to the removal of 521.50 t ha<sup>-1</sup> of carbon dioxide from the atmosphere. The Amazonian forests studied have a high carbon storage and fixation capacity and are recognized for their importance in mitigating the effects of climate change by removing the 9.3 Tg CO<sub>2</sub> emissions from the atmosphere as a result of forest deforestation and changes in land use in the Caqueta Amazon.

**Keywords:** Amazonia, carbon fixation, climate change, deforestation, ecosystem services.

## INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos de regulación de los bosques amazónicos, proporcionan beneficios directos al bienestar humano a partir del mantenimiento de la calidad del aire con el almacenamiento de carbono y la reducción de las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico (Uribe-Botero 2015, Guio-Rodríguez y Rojas-Suárez 2019). La Amazonia colombiana presenta el 65,62 % de su extensión en áreas de bosque húmedo tropical con 170 tipos generales de ecosistemas y gran variedad de coberturas vegetales, de las cuales el 97,31 % se mantiene en estado natural (IDEAM 2019, Kairuz 2020). Sin embargo, producto de la expansión de la frontera agrícola y pecuaria ocurrida durante los últimos años, se han identificado áreas forestales con aumento de los núcleos activos de deforestación y degradación de los bosques naturales, principalmente en el departamento de Caquetá (Londoño-Vega y Alvarez-Dávila 1997, García-Quintana *et al.* 2021). Estas actividades productivas generan un impacto positivo en la economía departamental, sin embargo, la transformación del uso de la tierra, sumado a los incendios del bosques y praderas generan el 80,67 % de las emisiones de material particulado (Yepes *et al.* 2011). En la región amazónica caqueteña se han implementado estrategias de producción sostenible como alternativa de mitigación de los efectos del cambio de uso del suelo en el marco de las soluciones basadas en la naturaleza. Estas

prácticas sostenibles se reconocen por incluir interacciones entre el capital natural, el capital cultivado y el capital sociocultural (Harvey *et al.* 2006, Nair 2011). Las cuales buscan la recuperación de suelos degradados y aumentar la cobertura forestal y la heterogeneidad de los bosques amazónicos para mejorar la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y contribuir al bienestar humano.

La diversidad forestal de los bosques naturales se considera un importante reservorio de carbono, así mismo, la captura y almacenamiento de carbono como proceso biológico, permite la mitigación de los efectos del cambio climático al remover el CO<sub>2</sub> de la atmósfera (Álvarez *et al.* 2012). De esta manera, el aumento en la heterogeneidad y conectividad del bosque, permite la purificación del aire y regulación de la temperatura ambiental (Phillips *et al.* 2011, Barreto *et al.* 2018). En este contexto, las acciones encaminadas a la conservación y mantenimiento de la cobertura vegetal, la producción de biomasa del bosque y la captura de carbono, se consideran prioridad en la reducción de los gases de efecto invernadero (Phillips *et al.* 2011). En esta investigación, realizada en un bosque alto de tierra firme en la vereda Peregrinos, del municipio de Solano en el departamento de Caquetá, se cuantificó la producción de biomasa aérea y radicular a partir de un método indirecto con el uso de ecuaciones alométricas propuestas para bosques tropicales de la región amazónica. A

partir de estos datos se estimó el carbono almacenado y la tasa de fijación de carbono en función de CO<sub>2</sub> equivalente, que determine de forma cuantitativa la contribución de los bosques amazónicos en la reducción de la huella de carbono derivado de actividades antrópicas. En este sentido el objetivo principal de esta investigación fue determinar el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea y radicular en bosques de la Amazonia colombiana. Esta información es base científica para evidenciar el aporte de los bosques amazónicos en la mitigación del cambio climático y la oportunidad de las comunidades de acceder a incentivos a la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a través de la adopción de prácticas ambientalmente sostenibles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

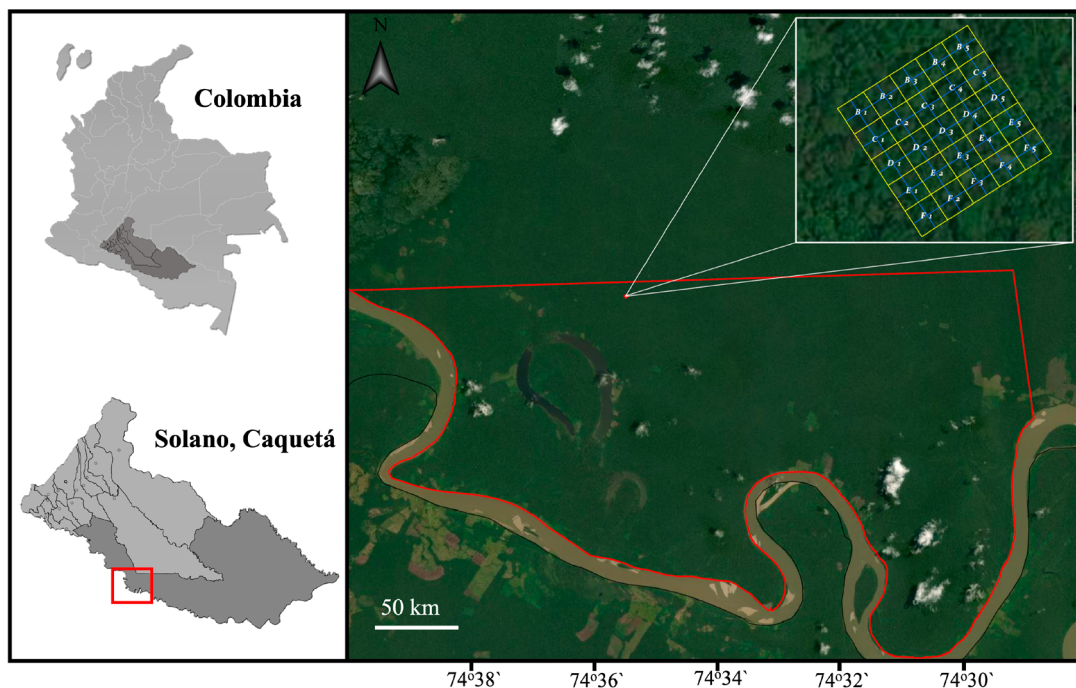
La investigación se realizó en la vereda Peregrinos; ubicada a 80 km del casco urbano del municipio de Solano, departamento de Caquetá, Colombia (Fig. 1). El área corresponde a un Bosque Húmedo Tropical (bh-T) con altitud < 800 m, una temperatura > 24,51 °C y una precipitación entre 2000 – 4000 mm año<sup>-1</sup> (Phillips et al. 2011). El bosque cubre un área total de 18 000 hectáreas destinadas a la conservación a partir de la firma de acuerdos de conservación desde el 2018 entre el Programa Visión Amazonía y las familias de

la vereda, para la financiación de una estrategia de turismo de naturaleza como forma de desarrollo sostenible.

El bosque presenta seis tipos de cobertura vegetal dominado por el Bosque Alto de Tierra Firme, seguido de las coberturas de Bosque fragmentado, Vegetación secundaria o en transición, áreas de cuerpo de agua, y en menor proporción coberturas con Tierras desnudas o degradadas y Pastos y cultivos dedicados a la productividad agropecuaria para la seguridad alimentaria de los pobladores de la vereda. El 53,64 % de su población realiza actividades productivas de subsistencia relacionadas con la agricultura con cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.), plátano (*Musa AAB*), banano (*Musa AAA*), pildoro (*Musa AAB*), papaya (*Carica papaya* L.), pimentón (*Cap-sicum annuum* L.) y aguacate (*Persea americana* MILL.); donde obtienen ingresos para otros alimentos de la canasta familiar. También, la explotación de madera fue una de las actividades desarrolladas para su sostenimiento por 40 años lo cual impactó la diversidad forestal de la vereda hasta el 2018 (Díaz-Cháux et al. 2021).

### Recolección de datos

Con la finalidad de evaluar la contribución de los acuerdos de conservación sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el área de estudio, en el 2021 se estableció una Parcela Permanente de Monitoreo de Biodiversidad y Carbono (PPMBC) de una hectárea (100 x 100 m) (Barreto



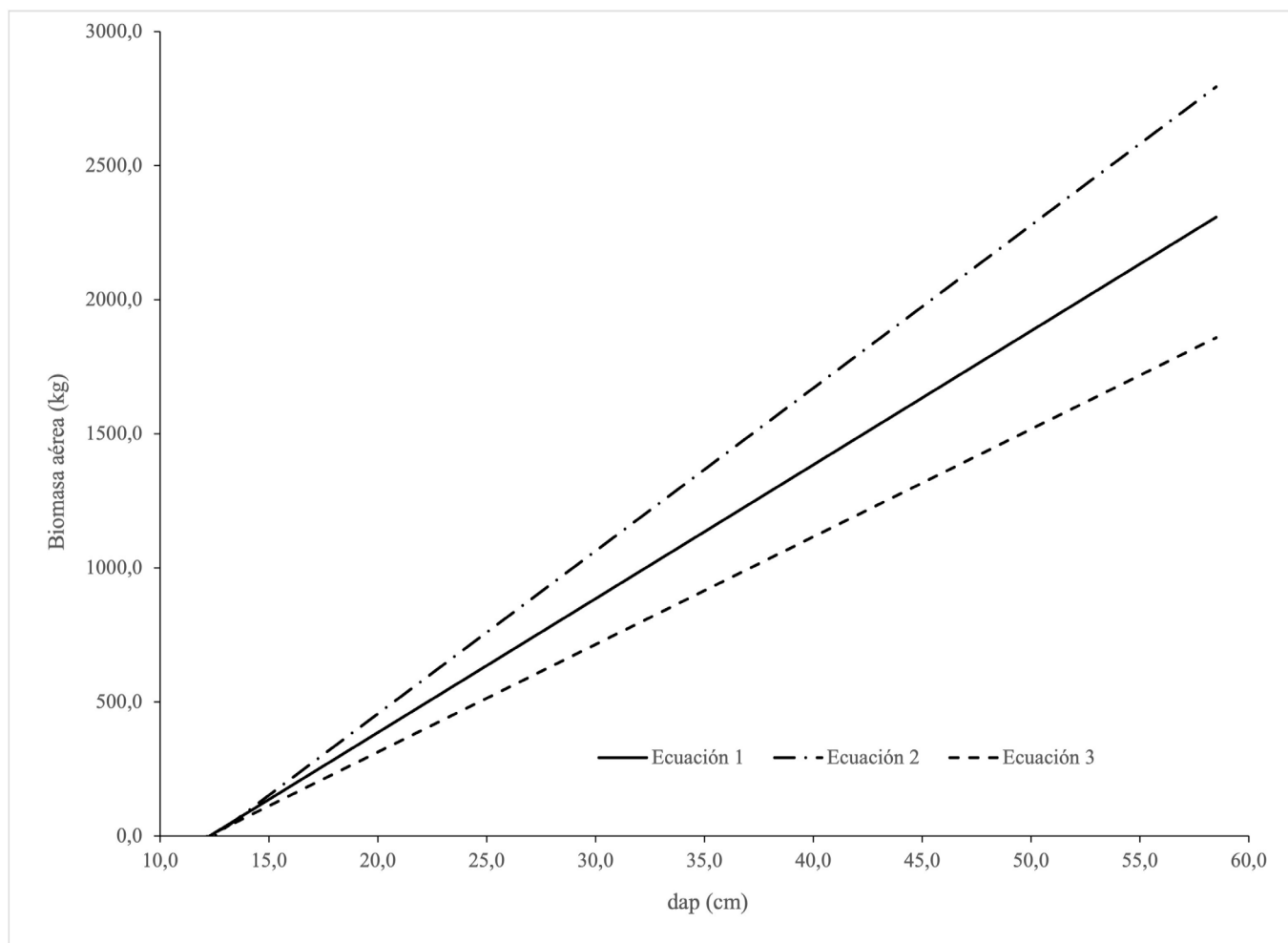
**Figura 1.** Área de estudio para el establecimiento de la Parcela Permanente de Monitoreo de Biodiversidad y Carbono (PPMBC) en la vereda Peregrinos (Solano, Caquetá, Colombia).

*et al.* 2018) en la cobertura vegetal Bosque Alto de Tierra Firme (BATF) del área de estudio entre las coordenadas 0°03' Norte, 75° 34' Oeste. La estructura vegetal en la parcela presenta un dosel mayor a 25 m de altura y árboles emergentes de hasta 40 m, con sotobosque dominado por especies de las familias Arecaceae, Heliconiaceae, Araceae y Maranthaceae y árboles maderables en crecimiento de cinco años aproximadamente, producto de la historia extractivista de la vereda.

En la PPMBC se realizó el censo de los árboles con DAP  $\geq 10$  cm, donde se tomaron variables dasométricas de DAP a 1,30 m del suelo (Castellanos *et al.* 2010), altura total, el diámetro de la copa del árbol y el registro fotográfico. Se realizó la recolección de dos muestras botánicas por cada morfoespecie censada en la parcela para la determinación taxonómica y posterior depósito en la colección de referencia del Herbario Enrique Forero de la Universidad de la

Amazonia -HUAZ, con Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas -RNC 203 (SiB 2022). Se marcaron los árboles con una placa de aluminio con el código del árbol y el valor del DAP para el monitoreo de la parcela (Chave 2006). Las muestras fueron transportadas al laboratorio del Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica -INBIANAM para el análisis de la densidad de la madera de cada especie. Con las variables de altura total, DAP y densidad de la madera cuantificadas, se calculó la biomasa aérea para cada especie forestal, a partir de modelos alométricos tipo I y tipo II. Estos modelos se seleccionaron a partir del área de vida y el tipo de bosque donde se desarrolló el estudio:

Ecuación 1: Tipo II.1 (Álvarez *et al.* 2012):  $BA = EXP(2,406 - 1,289 * Ln(DAP) + 1,169 * Ln(DAP)^2 - 0,122 * Ln(DAP)^3 + 0,445 * Ln(\rho))$



**Figura 2.** Regresión lineal entre el DAP (cm) y los datos de Biomasa aérea por cada ecuación de las especies forestales presentes en la PPMBC establecida en el bosque alto de tierra firme de la Vereda Peregrinos (Solano, Caquetá, Colombia).

Ecuación 2: Tipo II (Chambers et al. 2001):  $BA = (\rho / 0,67 \text{ EXP}(0,33 (\text{Ln DAP}) + 0,933 (\text{Ln DAP})^2 - 0,122 (\text{Ln DAP})^3 - 0,37)$

Ecuación 3: Tipo I.1 (Chave et al. 2005):  $BA = \text{EXP}(-2,408 + 2,040 * \text{Ln}(\text{DAP}) + 0,659 * \text{Ln}(\text{H}) + 0,746 * \text{Ln}(\rho))$

Donde BA es la biomasa aérea (kilogramos); DAP es el diámetro medido a 1,30 m del árbol (metros), H es la altura total del árbol (metros) y  $\rho$  es la densidad de la madera ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

La densidad de la madera se calculó a partir de la metodología propuesta por Chave (2006) a partir de la relación entre el volumen verde y el peso seco de las muestras. Se calculó el valor de la biomasa aérea total (BA), a partir de la sumatoria de los valores de la biomasa de cada especie obtenidos con las ecuaciones alométricas, expresadas en kilogramos y se realizó la conversión a toneladas dividiendo el valor de BA en 1000 expresada en unidades de toneladas por la hectárea de la PPMBC ( $\text{t ha}^{-1}$ ). A partir de BA se estimó el valor de la biomasa debajo del suelo o de raíces (BR), se utilizó el modelo propuesto por Cairns et al. (1997) y recomendado por el IPCC (2003):

Ecuación 4:  $BR = \text{EXP}(-1,0587 + 0,8836 * \text{Ln}(\text{BA}))$

Donde BR es la biomasa debajo del suelo ( $\text{t ha}^{-1}$ ) y BA es la biomasa aérea ( $\text{t ha}^{-1}$ ).

Se calculó la biomasa total de los árboles de la parcela (BT), producto de la suma entre los valores de la BA y BR ( $\text{t ha}^{-1}$ ). La estimación del carbono almacenado en la BT se realizó con el método indirecto sugerido por el IPCC (2006), el cual estima que entre el 45 % al 50 % de la biomasa vegetal corresponde al carbono. De esta manera, el carbono almacenado (CA) se calculó multiplicando la biomasa total (BT) por el factor 0,50: Ecuación 5:  $CA = \text{BT} * 0,50$ .

## Análisis de datos

Se realizó un análisis de regresión lineal para determinar la relación entre el DAP y la biomasa aérea con el software estadístico Infostat versión 10,0 (Di Rienzo et al. 2020) ( $\alpha < 0,05$ ). Se compararon los valores de la biomasa aérea, de raíces y el carbono almacenado calculados a partir de las tres ecuaciones alométricas tipo I y tipo II aplicadas para el área de vida de Bosque Húmedo Tropical en la región amazónica colombiana. Se realizó el análisis de la tasa de fijación de carbono (TF) en términos de  $\text{CO}_2$  equivalente, usando una constante estequiométrica de 3,67, que consiste en la relación de pesos moleculares del  $\text{CO}_2$  y el C,  $TF = CA * 3,67$  (ecuación 6), expresada en unidades de  $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$  (IPCC 2006, Marín-Q et al. 2016). Los valores de carbono almacenado y emisiones removidas por tonelada se extrapolaron al área total del bosque de la vereda de 18 000 y expresados en Tg:  $CA_{\text{total}} (\text{Tg}) = (CA (\text{t ha}^{-1}) * 18 000) * 1 000 000$  (ecuación 7) y  $TF_{\text{total}} = (TF (\text{t ha}^{-1}) * 18 000) * 1 000 000$  (ecuación 8).

## RESULTADOS

Se encontraron 626 árboles con  $\text{DAP} \geq 10$  cm en la Parcela, que están distribuidos en 232 especies, 132 géneros y 59 familias (Anexo 1). La especie con mayor abundancia fue *Protium alvarezianum* Daly y P. Fine con 60 individuos, seguida por *Tachigali cf. paniculata* Aubl. con 44 individuos. Tres géneros representan el 29,22 % del total de la abundancia de individuos del muestreo; *Protium* (81 individuos), *Virola* (57 individuos), *Tachigali* (45 individuos). Del total de géneros encontrados en el estudio 103 reportaron menos de tres individuos, lo que corresponde al 27,35 % de la abundancia total de las parcelas. La mayor riqueza de especies se encontró en los géneros *Protium* y *Eschweilera* con once y ocho especies respectivamente. La

**Tabla 1.** Comparación de los datos de biomasa producida, carbono almacenado y emisiones capturadas por las tres ecuaciones alométricas seleccionadas.

Ecuación	BA ( $\text{t ha}^{-1}$ )	BR ( $\text{t ha}^{-1}$ )	BT (BA+BR) ( $\text{t ha}^{-1}$ )	CA ( $\text{t ha}^{-1}$ )	ECA ( $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ )
Ecuación 1	203,87	38,08	241,96	120,98	444,00
Ecuación 2	240,17	44,02	284,19	142,09	521,50
Ecuación 3	165,88	31,74	197,62	98,81	362,64

BA= Biomasa aérea, BR= Biomasa de raíces, BT= Biomasa total, CA= Carbono almacenado, ECA= Emisiones capturadas.

familia Burseraceae presentó la mayor riqueza y abundancia; con 22 especies y 101 individuos.

El análisis de regresión lineal muestra una relación del 0,72 entre los datos obtenidos con los tres modelos para las variables de BA y DAP; ecuación 1 ( $R^2=0,86$ ;  $F=3811$ ;  $gl=1$ ;  $P<0,05$ ), ecuación 2 ( $R^2=0,84$ ;  $F=3006$ ;  $gl=1$ ;  $P<0,05$ ), ecuación 3 ( $R^2=0,83$ ;  $F=32757$ ;  $gl=1$ ;  $P<0,05$ ) (Fig. 2). Según el modelo tipo II.1 propuesto por Álvarez *et al.* (2012) la biomasa total es de 203,87 t ha<sup>-1</sup> el cual utiliza variables alométricas como DAP y densidad para la estimación. El modelo de Chave *et al.* (2005) determinó un total de 165,88 t ha<sup>-1</sup> de biomasa aérea en la parcela; siendo resultado más bajo debido a que incorpora la altura (H), la cual es igual a 20 m en la estructura florística del bosque de Peregrinos (Tabla 1).

De esta manera, para este análisis se utilizó el modelo de Chambers *et al.* (2001) el cual presentó los valores más altos de biomasa aérea (BA) de 240,17 t ha<sup>-1</sup> y la biomasa radicular (BR) de 44,02 t ha<sup>-1</sup> en la PPMBC, donde la biomasa total (BA+BR) corresponde a 284,19 t ha<sup>-1</sup>. El carbono total almacenado fue de 142,09 t ha<sup>-1</sup> en el bosque estudiado, lo que contribuye a la remoción de 521,50 t ha<sup>-1</sup> de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera.

La especie *P. alvarezianum* Daly y *P. Fine* de la familia Burseraceae; la más abundante del estudio, también pre-

sentó la mayor cantidad de carbono almacenado (13,81 t ha<sup>-1</sup>). La comunidad local expone usos para la construcción y el aprovechamiento medicinal de sus flores, frutos y tallos. Esta especie es seguida por *Eschweilera itayensis* R.Knuth (5,96 t ha<sup>-1</sup>) de la familia Lecythidaceae con uso artesanal y un papel ecológico importante en la producción de alimento para especies polinizadoras y dispersoras de frutos y semillas (Tabla 2).

En consecuencia, en las 18 000 hectáreas del área de estudio se estima que se encontró un total de 2 557 782,03 t de carbono almacenado (2,56 Tg CA) y el bosque contribuye a la remoción de 9 387 000,10 t de CO<sub>2</sub> equivalente (9,39 Tg CO<sub>2</sub> eq).

## DISCUSIÓN

La parcela presentó una abundancia forestal similar a estudios realizados en otros bosques amazónicos; 641 individuos en la Estación Biológica Caparú, Vaupés, Colombia (Cano y Steverson 2009) y en Perú se registraron 566 individuos por hectárea (Dueñas y Garate 2018), y en bosques de la Amazonia Brasileira 670 individuos (Oliveira *et al.* 2008). La riqueza de especies encontrada es superior en comparación con estudios realizados por Dueñas y Garate (2018) con 135 especies pertenecientes a 49 familias. Sin embargo, comparado con los estudios de Cano y Steverson (2009) y Oliveira *et al.* (2008) el número de especies en-

**Tabla 2.** Familias y especies con la mayor biomasa aérea y carbono almacenado encontradas en el bosque alto de tierra firme de la vereda Peregrinos (Solano, Caquetá, Colombia) obtenidos con la ecuación 2 Chambers *et al.* (2001).

Familia	BA (kg)	CA (t ha <sup>-1</sup> )	Especies	BA (kg)	CA (t ha <sup>-1</sup> )
Burseraceae	37,44	18,72	<i>Protium alvarezianum</i> Daly y <i>P. Fine</i>	27,62	13,81
Lecythidaceae	24,03	12,01	<i>Eschweilera itayensis</i> R. Knuth	11,93	5,96
Fabaceae	22,04	11,02	<i>Nectandra amazonum</i> Nees	8,87	4,43
Myristicaceae	21,48	10,74	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	8,36	4,18
Moraceae	15,09	7,55	<i>Tachigali cf. paniculata</i> Aubl.	7,87	3,93
Lauraceae	13,90	6,95	<i>Licania harlingii</i> Prance	6,98	3,49
Euphorbiaceae	12,06	6,03	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke.	5,41	2,70
Sapotaceae	11,23	5,61	<i>Pradosia cf. schomburgkiana</i> (A. D)	5,22	2,61
Meliaceae	10,25	5,12	<i>Prunus</i> sp.	5,13	2,56
Chrysobalanaceae	9,32	4,66	<i>Guarea juglandiformis</i> T.D. Penn.	5,02	2,51

BA: Biomasa aérea; CA: Carbono almacenado

contrado en la vereda Peregrinos es menor, con 256 y 245 especies respectivamente en esos trabajos. De acuerdo con lo anterior, el área de estudio presenta una amplia diversidad forestal de árboles con altura y DAP medios entre  $\pm 15$  m y  $\pm 25$  cm que muestran un bosque en estado de sucesión natural debido al proceso de recuperación por el manejo posterior a los acuerdos de conservación firmados en el 2018 por la comunidad (Paky-Barbosa *et al.* 2017, Díaz-Cháux *et al.* 2021).

El género *Protium* (Burseraceae) presentó la mayor riqueza y abundancia en la PPMBC lo que concuerda con lo planteado por Cavalheiro *et al.* (2021) y Rozo-Mora y Parrado-Rosselli (2004) quienes encontraron en sus sitios de trabajo que el 80 % de las especies de la región amazónica pertenecen a este género. Daly y Fine (2011) reportan que este género en Colombia se restringe a los departamentos de Caquetá y Amazonas. Según Fagundes *et al.* (2021), las especies de esta familia son dominantes en bosques tropicales, debido a su preferencia por suelos arenosos/arcillosos propios de esta región.

Los resultados de biomasa aérea del presente estudio son semejantes a estudios publicados para zonas climáticas similares como el de Álvarez-Dávila *et al.* (2017) quienes reportan 259,71 t ha<sup>-1</sup> en bosques de la Amazonia colombiana, Pallqui *et al.* (2014) reportaron 258,15 t ha<sup>-1</sup> en bosques tropicales amazónicos en el Perú y los resultados obtenidos se encontraron en el intervalo de 200 – 360 t ha<sup>-1</sup> también reportados por Malhi *et al.* (2006) y Baker *et al.* (2004) en estudios en la cuenca amazónica. Pese al grado de intervención al que estuvo sometido el bosque por más de 40 años antes del 2018, la biomasa aérea reportada es superior a los resultados obtenidos por Pardo-Toledo *et al.* (2014), con 173,65 t ha<sup>-1</sup> para la Amazonia en Bolivia y de 124,8 t ha<sup>-1</sup> para la Amazonia peruana (Cuenca *et al.* 2017).

El carbono promedio en la PPMBC estimado con modelos alométricos tipo II fue de 120,98 t CA ha<sup>-1</sup> con una tasa de fijación (TF) de 444,00 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>. Estos valores representan el 90,43 % del carbono promedio obtenido para la Amazonia colombiana de 133,78 t ha<sup>-1</sup>, TF de 488,11 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> estimada con los mismos modelos por Álvarez-Dávila *et al.* (2017). También representan el 91,58 % de las estimaciones realizadas por Yepes *et al.* (2011) donde el CA y la TF para los bosques húmedos tropicales en Colombia asciende a 132,10 t ha<sup>-1</sup> y 484,80 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> respectivamente. De acuerdo con lo anterior, la PPMBC presentó valores infe-

riores de CA y TF CO<sub>2</sub> que los demás estudios, sin embargo, es de resaltar, que el 97 % de los árboles censados no ha presentado la primera floración, encontrándose en proceso de crecimiento y madurez. De esta manera, los valores reportados en este estudio, son muy cercanos a los encontrados en bosques naturales en otras áreas de la Amazonia (Quinto Mosquera y Moreno Hurtado 2011, Yepes *et al.* 2011, Pallqui *et al.* 2014, Pardo-Toledo *et al.* 2014, Paiparíos y Triana-Gómez 2018 y Álvarez-Dávila *et al.* 2017).

Conforme con lo anterior, el bosque de la vereda Peregrinos presenta una alta capacidad de almacenamiento y fijación de carbono, de ahí su importancia al reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> atmosférico producto de la degradación y deforestación de los bosques y cambios en el uso del suelo en la región amazónica (Phillips *et al.* 2011, Fauset *et al.* 2015, IDEAM 2019). De esta manera, es necesario el establecimiento de estrategias de desarrollo sostenible que generen ingresos y mejoramiento de los medios de vida de las familias de la vereda y la continuidad de los compromisos de no tala del bosque enmarcados en los acuerdos de conservación firmados con la comunidad en el 2018. De esta manera se contribuirá a la conservación de 18 000 hectáreas de bosque amazónico y la provisión de importantes servicios ecosistémicos de regulación como la captura de 2,55 Tg de carbono que evitan la emisión de 9,38 Tg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Lo cual genera un importante aporte a la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción de los gases de efecto invernadero.

## PARTICIPACIÓN DE AUTORES

JTDC recolección de información, tabulación y análisis estadísticos, organización de resultados, escritura de documento, MAOG recolección de información, análisis de laboratorio, organización de resultados, escritura del documento, CTCU recolección de información, análisis de laboratorio, organización de resultados, escritura del documento. AVV, revisión de bases de datos, análisis estadístico y revisión general del manuscrito. Todos los autores contribuyeron críticamente al documento y aportaron su aprobación final para el desarrollo de la publicación.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto Colombia BIO-Expedición Caquetá BIO “Fortalecimiento de la gestión integral

de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para el establecimiento de herramientas que contribuyan a su conservación en áreas de posacuerdo del departamento del Caquetá”, BPIN 2018000100003. A la Universidad de la Amazonia y al Centro INBIANAM. Al Herbario HUAZ de la Universidad de la Amazonia y al equipo del componente de Botánica del proyecto Caquetá BIO; Marco Correa, Oscar López y Claudia Santofimio. A Milady Molina auxiliar del componente de Servicios Ecosistémicos; y a la comunidad de la Asociación comunitaria de turismo amazónico -ASOPEREGRINOS.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez-Dávila E, Cayuela L, González-Caro S, Aldana AM, Stevenson PR, Phillips O, Cogollo Á, Peñuela MC, Von Hildebrand P, Jiménez E, Melo O, Londoño-Vega AC, Mendoza I, Velásquez O, Fernández F, Serna M, Velázquez-Rua C, Benítez D, Rey-Benayas JM. 2017. Forest biomass density across large climate gradients in northern South America is related to water availability but not with temperature. *PLoS ONE*. 12(3):1-16. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171072>
- Álvarez E, Duque A, Saldarriaga J, Cabrera K, de las Salas G, del Valle I, Lema A, Moreno F, Orrego S, Rodríguez L. 2012. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *For. Ecol. Manag.* 267(1):297-308. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.12.013>
- Baker TR, Phillips OL, Malhi Y, Almeida S, Arroyo L, Di Fiore A, Erwin T, Killeen TJ, Laurance SG, Laurance WF, Lewis SL, Lloyd J, Monteagudo A, Neill DA, Patiño S, Pitman NCA, Silva JN, Vásquez-Martínez R. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian Forest biomass. *Glob Chang Biol.* 10(5):545-562. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00751.x>
- Barreto JS, Ramírez-Echeverry S, Peña MA, Capachero C, Barbosa AP, Panev M, Phillips JF, Moreno LM. 2018. Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. Bogotá. p. 1-160.
- Cairns MA, Brown S, Helmer EH, Baumgardner GA. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*. 111:1-11. doi: <https://doi.org/10.1007/s004420050201>
- Cano A, Stevenson PR. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. *Colomb. For.* 12(1):63-80. doi: <https://doi.org/10.14483/udis-trital.jour.colomb.for.2009.1.a06>
- Castellanos EJ, Quilo A, Mato AR. 2010. Metodología para la estimación del contenido de carbono en bosques y sistemas agroforestales en Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala.
- Cavaleiro WCS, Scoti MSV, Vendruscolo J, de Paulo Evaristo A, de Brito Júnior JF, Bento AR, de Oliveira E, da Silva RP, do Carmo CCA, da Silva JP, dos Santos JA. 2021. Caracterização da floresta ombrófila aberta submontana na Rebio Guaporé, Amazônia Ocidental, Brasil. *Nat. Conserv.* 14(3):175-184. doi: <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.003.0015>
- Cuenca ME, Jadan O, Cueva K, Aguirre C. 2017. Carbono y ecuaciones alométricas para grupos de especies y bosque de tierras bajas, Amazonía Ecuatoriana. *CEDAMAZ.* 4(1):21-31
- Chambers JQ, dos Santos J, Ribeiro RJ, Higuchi N. 2001. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon Forest. *For. Ecol. Manag.* 152(1-3):73-84. doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00591-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00591-0)
- Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Folster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Nelson BW, Ogawa H, Puig H, Riera B, Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*. 145:87-89. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Chave J. 2006. Medición de Densidad de Madera en Árboles Tropicales: *Manual de Campo*. Lab. Evolution et Diversité Biologique Université Paul Sabatier 31000 Toulouse, France. [https://rainfor.org/wp-content/uploads/sites/129/2022/07/wood\\_density\\_spanish1.pdf](https://rainfor.org/wp-content/uploads/sites/129/2022/07/wood_density_spanish1.pdf)
- Daly DC, Fine PVA. 2011. A New Amazonian Section of *Protium* (Burseraceae) including Both Edaphic Specialist and Generalist Taxa. *Studies in Neotropical Burseraceae XVI. Systematic Botany.* 36(4):939-949. doi: <https://doi.org/10.1600/036364411X604958>
- Díaz-Cháu X JT, Cerón Urquina CT, Molina Mendieta M, Ordoñez García MA, Velásquez-Valencia A. 2021. Cuantificación del carbono almacenado en la vereda Peregrinos (Solano-Caquetá). Informe técnico del componente de Servicios Ecosistémicos de la Expedición No. 01 Proyecto Colombia BIO Caquetá BIO. Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica -INBIANAM. Universidad de la Amazonia. Caquetá, Colombia.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CM. 2020. InfoStat versión 10. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.info-stat.com.ar>
- Dueñas H, Garate JS. 2018. Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Rev. for. Perú.* 33(1):4-23. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1152>
- Fagundes STS, Scoti MSV, Brito Junior JF. 2021. Dinâmica de espécies da família Burseraceae em área de exploração florestal, Flona do Jamari, RO. *RBCA.* 10(2):1-11. <https://periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/view/5242/4287>



- Fauset S, Johnson MO, Gloor M, Baker TR, Monteagudo MA, Brienen RJW, Feldpausch TR, López-Gonzalez G, Malhi Y, Ter Steege H, Pitman NCA, Baraloto C, Engel J, Pétronelli P, Andrade A, Camargo JLC, Laurance SGW, Laurance WF, Chave J, Allie E, Núñez P, Terborgh JW, Ruokolainen K, Silveira M, Aymard GA., Arroyo L, Bonal D, Ramirez-Angulo H, Araujo-Murakami A, Neill D, Hérault B, Dourdain A, Torres-Lezama A, Marimon BS, Salomão RP, Comiskey JA, Réjou-Méchain M, Toledo M, Licona JC, Alarcón A, Prieto A, Rudas A, van der Meer PJ, Killeen TJ, Marimon BH, Poorter L, Boot RGA, Stergios B, Vilanova E, Costa FRC, Levis C, Schiatti J, Souza P, Groot N, Arets E, Chama V, Castro W, Honorio EN, Peña-Claros M, Stahl C, Barroso J, Talbot J, Guimarães IC, van der Heijden G, Thomas R, Vos V, Almeida EC, Álvarez E, Aragão LEOC, Erwin TL, Morandi PS, de Oliveira EA, Valadão MB, Zagt RJ, van der Hout P, Alvarez P, Pipoly JJ, Wang O, Alexiades M, Cerón CE, Huamantupa-Chuquimaco I, Di Fiore A, Peacock J, Camacho NCP, Umetsu R, de Camargo P, Burnham RJ, Herrera R, Quesada CA, Stropp J, Vieira SA, Steininger M, Reynel C, Restrepo Z, Esquivel A, Lewis SL, Pickavance GC, Phillips OL. 2015. Hyperdominance in Amazonian Forest carbon cycling. *Nat. Commun.* 6(6857). doi: <https://doi.org/10.1038/ncomms7857>
- García-Quintana Y, Arteaga-Crespo Y, Torres-Navarrete B, Bravo-Medina C, Robles-Morillo M. 2021. Aerial biomass of botanical families in piedmont evergreen forest subject to intervention levels. *Colombia Forestal.* 24(1):45-59. doi: <https://doi.org/10.14483/2256201X.15939>
- Guio-Rodríguez CA, Rojas-Suárez A. 2019. Amazonia colombiana, dinámicas territoriales. Fundación Heinrich Böll. Número 22.
- Harvey CA, Medina A, Sánchez DM, Vilchez S, Hernández B, Saenz JC, Maes JM, Casanoves F, Sinclair FL. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecol. Appl.* 16(5):1986-1999. doi: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1986:POADID\]2.o.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1986:POADID]2.o.CO;2)
- [IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2019. 1er inventario indicativo nacional de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro 2010-2014. Bogotá.
- [IPCC] Panel Intergubernamental en Cambio Climático. 2003. Los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Programa intergubernamentales. Guía de Buenas Prácticas para el uso de la tierra, cambio de uso y Silvicultura. Hayama, Kanagawa, Japón. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/o\\_Overview/Vo\\_o\\_Cover.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/o_Overview/Vo_o_Cover.pdf)
- [IPCC] Panel Intergubernamental en Cambio Climático. 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- Kairuz MP. 2020. Diversidad florística en el piedemonte amazónico: efectos del grado de fragmentación y la conectividad [Tesis]. [Bogotá]. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/48879/u833103.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Londoño-Vega AC, y Alvarez-Dávila E. 1997. Composición florística de dos bosques (Tierra firme y varzea) en la región de Araraucara, Amazonia Colombiana. *Caldasia.* 19(3):431-463 <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17444>
- Malhi Y, Wood D, Baker T, Wright J, Phillips O, Cochrane T, Meir P, Chave J, Almeida S, Arroyo L, Higuchi N, Killeen TJ, Laurance SG, Laurance WF, Lewis SL, Monteagudo A, Neill DA, Núñez P, Pitman NCA, Quesada CA, Salomão R, Silva JNM, Torres A, Terborgh J, Vásquez R, Vinceti B. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Glob Chang Biol.* 12(7):1107-1138. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01120.x>
- Marín-Q MP, Andrade HJ, Sandoval AP. 2016. Fijación de Carbono atmosférico en la Biomasa total de sistemas de producción de Cacao en el departamento del Tolima, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica.* 19(2):351-360. doi: <https://doi.org/10.31910/rudca.v19.n2.2016.89>
- Nair PKR. 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *J. Environ. Qual.* 40(3):784-790. doi: <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0076>
- Oliveira AN, Amaral IL, Pinto MB, Nobre AD, Couto LB, Sahdo RM. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amaz.* 38(4):627-641. doi: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400005>
- Paipa-Ríos NA, Triana-Gómez MA. 2018. Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea de un bosque húmedo tropical en Paimadó, Chocó. *Ingenierías USBMed.* 9(1):18-29. doi: <https://doi.org/10.21500/20275846.3180>
- Pallqui NC, Monteagudo A, Phillips OL, López-Gonzalez G, Cruz L, Galiano W, Chávez W, Vásquez R. 2014. Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Rev. Perú. biol.* 21(3):235-242. doi: <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10897S>
- Paky-Barbosa E, Moreno F, Álvarez-Dávila E. 2017. Contenido de carbono en un Bosque de Tierra Firme del Resguardo Nonuya-Villazul, Amazonia colombiana. *Colombia Forestal.* 20(2):144-157. doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.2.a04>
- Pardo-Toledo E, Araujo-Murakami A, Arroyo Padilla L, Heredia JP, Rojas-Landivar VD, Flores-Valencia M, Pérez Z, Sibling R, Mendizabal LM, Vega-Martínez M, Moreno L. 2014. Productividad interanual e interestacional de la biomasa aérea en la Chiquitanía transicional a la Amazonía (Guarayos, Bolivia). *Ecología En Bolivia.* 49(2):77-92. [http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v49n2/v49n2\\_a04.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v49n2/v49n2_a04.pdf)
- Phillips JF, Duque AJ, Yepes AP, Cabrera KR, García MC, Navarrete DA, Álvarez E, Cárdenas D. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia: Estratificación, alometría y métodos analíticos. Bogotá (Colombia): Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM, Proyecto "Capacidad Institucional Técnica Científica para apoyar Proyectos REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación en Colombia.

- Quinto Mosquera H, Moreno Hurtado F. 2011. Dinámica de la Biomasa Aérea en un Bosque Pluvial Tropical del Chocó Biogeográfico. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(1):5917-5936. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a16v64n01.pdf>
- Rozo-Mora MC, Parrado-Rosselli Á. 2004. Dispersión primaria diurna de Semillas de *Dacryodes chimantensis* y *Protium paniculatum* (Burseraceae) en un Bosque de Tierra Firme de la Amazonia Colombiana. *Caldasia*. 26(1):111-124. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39356>
- [SiB] Sistema de Información de Biodiversidad. 2022. Herbario Enrique Forero de la Universidad de la Amazonia (HUAZ). 2022, julio 20, del Global Biodiversity Information Facility – GBIF. <https://www.gbif.org/dataset/ec76ce73-e02b-45e6-af0b-b2128f77ac22#dataDescription>
- Uribe-Botero E. 2015. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295\\_en.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1)
- Yepes A, Navarrete DA, Phillips JF, Duque AJ, Cabrera E, Galindo G, Vargas D, García MC, Ordoñez MF. 2011. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010. <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Emisiones.pdf/a86b9bd1-0050-4bb9-a54f-c3ad6b3cda26>

**Anexo 1.** Especies registradas en la Parcela Permanente de Monitoreo de Biodiversidad y Carbono (PPMBC) establecida en un bosque de la Amazonia colombiana. El código colección corresponde al depósito en la colección de referencia del Herbario Enrique Forero de la Universidad de la Amazonia -HUAZ, RNC 203.

Familia	Especie	Código Colección
Achariaceae	<i>Mayna</i> sp.	21431
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	21498
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	21500
	<i>Tapirira</i> sp.	21497
	<i>Annona</i> sp.	21665
Annonaceae	<i>Duguetia quitarensis</i> Benth.	21668
	<i>Gutteria liesneri</i> D.M. Johnson & N.A. Murray	21677
	<i>Gutteria megalophylla</i> Diels	21672
	<i>Gutteria</i> sp.	21675
	<i>Unonopsis veneficiorum</i> (Mart.) R. E. Fr.	21666
	<i>Xylopia crinita</i> R.E. Fr.	21671
Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	21447
	<i>Parahancornia fasciculata</i> (Poir.) Benoist	21455
	<i>Tabernaemontana</i> cf. <i>heterophylla</i> Vahl	21375
	<i>Tabernaemontana sananho</i> Ruiz & Pav.	21359
	<i>Anthurium obtusum</i> (Engl.) Grayum	21385
	<i>Anthurium bakeri</i> Hook. f.	21417
	<i>Anthurium breviscapum</i> Kunth	21415
	<i>Anthurium cuyabenoense</i> Croat	21399
	<i>Anthurium ernestii</i> Engl.	21384
	<i>Anthurium miritiparanaense</i> Croat & J. Watt	21379
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	21400
	<i>Dracontium</i> sp.	21391
	<i>Monstera obliqua</i> Miq	21403
	<i>Monstera</i> sp.	21378
	<i>Philodendron edwinii</i> Croat & M. Correa	21398
	<i>Philodendron elaphoglossoides</i> Schott.	21422
	<i>Philodendron exile</i> G. S. Bunting	21380
	<i>Philodendron linnaei</i> Kunth	21423
<i>Philodendron lupinum</i> E.G. Gonç. & J.B. Carvalho	21412	

(Continúa)

Familia	Especie	Código Colección
Araliaceae	<i>Philodendron wittianum</i> Engl.	21381
	<i>Rhodospatha</i> sp.	21386
	<i>Spathiphyllum</i> sp.	21389
	<i>Urospatha</i> sp.	21377
	<i>Dendropanax caucanus</i> (Harms) Harms.	21427
Arecaceae	<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude	21540
	<i>Attalea maripa</i> Mart.	21547
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	21543
	<i>Geonoma stricta</i> (Poit.) Kunth	21545
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	21542
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia cornuta</i> Mast.	21366
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i> L.	21434
Bignoniaceae	<i>Xylophragma</i> sp.	21443
Boraginaceae	<i>Cordia</i> cf. <i>kingstoniana</i> J.S. Mill.	21468
	<i>Cordia lucidula</i> I.M. Johnst.	21437
	<i>Cordia ucayaliensis</i> (I.M. Johnst.) I.M. Johnst.	21429
Burseraceae	<i>Crepidospermum</i> sp.	21750
	<i>Dacryodes amplexans</i> Daly & M.C. Martínez	21753
	<i>Dacryodes</i> cf. <i>cuspidata</i> (Cuatrec.) Daly	21742
	<i>Dacryodes</i> cf. <i>roraimensis</i> Cuatrec.	21738
	<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	21752
	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam	21727
	<i>Dacryodes</i> sp.	21746
	<i>Protium alvarezianum</i> Daly & P. Fine	21563
	<i>Protium calanense</i> Cuatrec.	21734
	<i>Protium</i> cf. <i>crassipetalum</i> Cuatrec.	21725
	<i>Protium</i> cf. <i>gallosum</i> Daly	21724
	<i>Protium</i> cf. <i>nodulosum</i> Swart	21723
	<i>Protium crassipetalum</i> Cuatrec.	21562
	<i>Protium divaricatum</i> Engl.	21732
	<i>Protium guianense</i> (Aubl.) Marchand	21730
<i>Protium llanorum</i> Cuatrec.	21744	
<i>Protium opacum</i> Swart	21564	

(Continúa)

Familia	Especie	Código Colección
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	21737
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	21747
	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>glaziovii</i> Swart	21745
	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>lawrancei</i> Standl.	21733
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Cuatrec.	21741
Calophyllaceae	<i>Marila</i> cf. <i>tomentosa</i> Poepp.	21376
Capparaceae	<i>Preslianthus pittieri</i> (Standl.) Iltis & Cornejo	21373
Celastraceae	<i>Maytenus</i> cf. <i>amazonica</i> Mart. ex Reissek	21479
	<i>Maytenus</i> cf. <i>guyanensis</i> Klotzsch	21473
	<i>Maytenus krukovii</i> A.C. Sm.	21480
	<i>Maytenus laevis</i> Reissek	21472
	<i>Peritassa nectandrifolia</i> (A.C. Sm.) Lombardi	21478
	<i>Peritassa</i> sp.	21477
	<i>Licania arachnoidea</i> Fanshawe & Maguire	21370
Chrysobalanaceae	<i>Licania canescens</i> Benoist	21471
	<i>Licania harlingii</i> Prance	21467
	<i>Clusia</i> cf. <i>flavida</i> (Benth.) Pipoly	21659
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	21681
	<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	21693
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	21653
	<i>Tovomita eggertii</i> Vesque	21656
	<i>Buchenavia macrophylla</i> Eichler	21490
Combretaceae	<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	21433
	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	21449
	<i>Terminalia</i> cf. <i>fagifolia</i> Mart. & Zucc.	21362
	<i>Cyathea</i> cf. <i>platylepis</i> (Hook.) Domin	21450
Ebenaceae	<i>Diospyros capreifolia</i> Mart. ex Hiern	21464
	<i>Diospyros</i> cf. <i>hispida</i> A. DC.	21463
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> cf. <i>guianensis</i> (Aubl.) Benth.	21633
	<i>Sloanea terniflora</i> (DC.) Standl.	21632

(Continúa)

Familia	Especie	Código Colección
Euphorbiaceae	<i>Alchornea cf. triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	21645
	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	21649
	<i>Alchornea</i> sp.	21634
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	21638
	<i>Hevea cf. pauciflora</i> (Spruce ex Benth.) Müll. Arg.	21642
	<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	21648
	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i> (Müll. Arg.) Esser	21635
	<i>Sagotia brachysepala</i> (Müll. Arg.) Secco	21636
	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	21600
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	21597
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	21594
	<i>Dussia cf. tessmannii</i> Harms	21588
	<i>Guarea</i> sp.	21603
	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	21595
	<i>Hymenaea</i> sp.	21861
Fabaceae	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	21584
	<i>Inga gracilior</i> Sprague	21602
	<i>Inga</i> sp.	21585
	<i>Parkia cf. panurensis</i> Benth. ex H.C. Hopkins	21604
	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	21586
	<i>Parkia velutina</i> Benoist	21587
	<i>Swartzia auriculata</i> Poepp.	21601
	<i>Swartzia cf. oraria</i> R.S. Cowan	21590
	<i>Tachigali cf. paniculata</i> Aubl.	21583
	<i>Tachigali</i> sp.	21593
Gentianaceae	<i>Potalia amara</i> Aubl.	21457

(Continúa)

Familia	Especie	Código Colección
Humiriaceae	<i>Vantanea</i> sp.	21512
	<i>Vantanea spichigeri</i> A.H. Gentry	21462
	<i>Endlicheria</i> cf. <i>paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	21568
	<i>Endlicheria sericea</i> Nees	21571
	<i>Endlicheria</i> sp.	21566
	<i>Nectandra amazonum</i> Nees	21569
	<i>Nectandra</i> sp.	21570
Lecythidaceae	<i>Couratari</i> sp.	21721
	<i>Eschweilera itayensis</i> R. Knuth	21702
	<i>Eschweilera laevicarpa</i> S.A. Mori	21699
	<i>Eschweilera ovalifolia</i> (DC.) Nied.	21700
	<i>Eschweilera parvifolia</i> Mart. ex DC.	21706
Loranthaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	21703
	Morfoespecie 1	21364
Malpighiaceae	<i>Bunchosia cauliflora</i> W.R. Anderson	21367
Malvaceae	<i>Matisia ochrocalyx</i> K. Schum.	21550
	<i>Theobroma obovatum</i> Klotzsch ex Bernoulli	21551
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	21549
Marantaceae	<i>Ischnosiphon arouma</i> (Aubl.) Körn.	21356
Melastomataceae	<i>Maieta guianensis</i> Aubl.	21683
	<i>Miconia aponeura</i> Triana	21686
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	21685
	<i>Miconia</i> sp.	21617
	<i>Salpinga secunda</i> Schrank & Mart. ex DC.	21687
	<i>Tococa bullifera</i> Mart. & Schrank ex DC.	21684
	<i>Guarea juglandiformis</i> T.D. Penn.	21371
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	21755
	<i>Guarea silvatica</i> C. DC.	21757
	<i>Trichilia krukovii</i> A.C. Sm.	21759
Metteniusaceae	<i>Trichilia stipitata</i> T.D. Penn.	21760
	<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	21435

(Continúa)

Familia	Especie	Código Colección
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke	21494
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	21519
	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken	21493
	<i>Helicostylis elegans</i> (J.F. Macbr.) C.C. Berg	21495
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	21496
	<i>Maquira</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	21523
	<i>Naucleopsis</i> cf. <i>oblongifolia</i> (Kuhl.) Carauta	21530
	<i>Naucleopsis</i> sp.	21528
	<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	21524
	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	21529
	<i>Trymatococcus amazonicus</i> Poepp. & Endl.	21521
Myristicaceae	<i>Compsonera</i> sp.	21794
	<i>Iryanthera</i> cf. <i>tricornis</i> Ducke	21765
	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	21764
	<i>Iryanthera polyneura</i> Ducke	21768
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	21773
	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	21789
	<i>Virola carinata</i> (Benth.) Warb.	21775
	<i>Virola</i> cf. <i>marleneae</i> W.A. Rodrigues	21777
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	21767
	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	21763
<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	21782	
Myrtaceae	<i>Calycolpus</i> cf. <i>calophyllus</i> (Kunth) O. Berg	21555
	<i>Eugenia variareolata</i> McVaugh	21556
	<i>Myrcia</i> sp.	21554
Nyctaginaceae	<i>Neea</i> cf. <i>divaricata</i> Poepp. & Endl.	21577
	<i>Neea</i> cf. <i>macrophylla</i> Poepp. & Endl.	21575
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	21368
	<i>Heisteria duckei</i> Sleumer	21440
	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	21453
Oleandraceae	<i>Oleandra pilosa</i> Hook.	21452
Oxalidaceae	<i>Biophytum somnians</i> (Mart. ex Zucc.) G. Don	21374

(Continúa)



Familia	Especie	Código Colección
Peraceae	<i>Pera arborea</i> Mutis	21357
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll. Arg.	21432
Picramniaceae	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	21360
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	21481
	<i>Piper calanyanum</i> Trel. & Yunck.	21474
	<i>Piper cililimum</i> Yunck.	21482
Polygonaceae	<i>Piper</i> sp.	21382
	<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	21580
	<i>Coccoloba</i> sp.	21579
	<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	21581
Proteaceae	<i>Euplassa madeirae</i> Sleumer	21361
Quiinaceae	<i>Quiina blackii</i> Pires	21476
Rosaceae	<i>Prunus</i> sp.	21483
Rubiaceae	<i>Calycophyllum megistocaulum</i> (K. Krause) C.M. Taylor	21626
	<i>Faramea berryi</i> Steyerem.	21605
	<i>Faramea brevipes</i> Steyerem.	21615
	<i>Ferdinandusa</i> sp.	21606
	<i>Genipa americana</i> L.	21622
	<i>Pagamea coriacea</i> Spruce ex Benth.	21613
	<i>Palicourea campyloneura</i> (Müll. Arg.) Delprete & J.H. Kirkbr.	21607
	<i>Palicourea</i> cf. <i>amapaensis</i> Steyerem.	21618
	<i>Palicourea</i> cf. <i>mansoana</i> (Müll. Arg.) Standl.	21608
	<i>Palicourea deflexa</i> (DC.) Borhidi	21612
	<i>Pentagonia</i> cf. <i>gigantifolia</i> Ducke	21621
	<i>Psychotria platypoda</i> DC.	21624
	<i>Psychotria bolivarensis</i> (Standl. & Steyerem.) Steyerem.	21616
	<i>Psychotria</i> sp.	21628
	<i>Remijia longifolia</i> Benth. ex Standl.	21611
<i>Rudgea</i> sp.	21614	
<i>Sipaneopsis huberi</i> Steyerem.	21630	
Sabiaceae	<i>Meliosma</i> sp.	21441
Saccolomataceae	<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett.	21445

(Continúa)

Familia	Especie	Código Colección
Salicaceae	<i>Laetia</i> sp.	21461
Sapindaceae	<i>Matayba adenanthera</i> Radlk.	21444
	<i>Paullinia capreolata</i> (Aubl.) Radlk.	21436
	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	21690
	<i>Chrysophyllum bombycinum</i> T.D. Penn.	21692
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	21697
	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	21695
	<i>Pouteria campanulata</i> Baehni	21691
Simaroubaceae	<i>Pradosia</i> cf. <i>schomburgkiana</i> (A. DC.) Cronquist	21696
	<i>Simaba orinocensis</i> Kunth	21438
Siparunaceae	<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A. DC.	21446
	<i>Siparuna thecaphora</i> (Poepp. & Endl.) A. DC.	21363
Urticaceae	<i>Cecropia distachya</i> Huber	21454
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	21459
Violaceae	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	21451
	<i>Leonia cymosa</i> Mart.	21561
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	21537
	<i>Vochysia venulosa</i> Warm.	21535