



Article scientific

## Carbon stored in the biomass of the Botanical Garden - Universidad Nacional Agraria de la Selva

 Yessenia Solange Viviano Cortez <sup>a</sup> and  Jonatan Estiff León Santa María <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú 

### ITEM INFORMATION

Published: 2023-06-28  
Accepted: 2023-06-26  
Received: 2023-03-24

#### Keywords:

Carbon content  
Storage  
Botanical Garden

### ABSTRACT

The objective of this research is to estimate the carbon stored in the aerial biomass, leaf litter, necromass and soil of the Botanical Garden of the Universidad Nacional Agraria de la Selva. The non-destructive method was used, that is, the use of allometric equations to calculate the carbon content. The methodology used was to take the DAP, wood density and height of mature trees, stems and Latizales. For the dead trees it was necessary to obtain their length, diameters, and density. For the litter, its wet and dry weight was recorded; finally, for the soil, the calcination methodology was used where the wet and dry weight was recorded. It was obtained that the carbon stored in the aerial biomass is 773,923 tC/ha, in the leaf litter a value of 1,106 tC/ha, in the soil a value of 42,137 tC/ha and in the necromass a value of 15,341 tC/ha.

### Carbono almacenado en la biomasa del Jardín Botánico- Universidad Nacional Agraria de la Selva


#### RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea, hojarasca, necromasa y suelo del Jardín botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Para lo cual se hizo uso del método no destructivo, es decir del uso de las ecuaciones alométricas para calcular el contenido de carbono. La metodología usada fue la toma del DAP, densidad de la madera y altura de los árboles maduros, fustales y Latizales. Para los árboles muertos fue necesario obtener su longitud, diámetros y la densidad de esta. Para la hojarasca se registró su peso húmedo y seco, finalmente para el suelo se usó la metodología de la calcinación donde se registró el peso húmedo y seco. Se obtuvo que el carbono almacenado en la biomasa aérea es de 773.923 tC/ha, en la hojarasca un valor de 1.106 tC/ha, en el suelo un valor de 42.137 tC/ha y en la necromasa un valor de 15.341 tC/ha.

#### Palabras clave:

Contenido de carbono  
Almacenamiento  
Jardín botánico



 <https://doi.org/10.47422/GreenHorizon.v2i1.16>



## INTRODUCCIÓN

El incremento de los gases de efecto invernadero son uno de los principales problemas que incrementa los efectos del cambio climático. Menciona la IPCC que debido a que la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> está con un valor de aproximadamente 400 ppm, aumenta un 2°C en la temperatura global del planeta. Por lo cual es de sumo interés poder tratar de que estos valores no sean sobrepasados para poder evitar de que se desencadene consecuencias peligrosas por los efectos del cambio climático a escala global.

Debido a esto los países que son principales emisores de estos gases de efecto invernadero, han tratado de disminuir sus emisiones a niveles que sean aceptables.

Debido a esto la respuesta al cambio climático se enfoca en la adaptación y mitigación, pero las acciones de adaptación son costos as al momento de implementarlo por eso se opta por la implementación de actividades que mitiguen estos impactos negativos Beaumont (1999).

Por lo cual crece el interés de poder determinar cuánto carbono almacena los bosques, ya que estos ecosistemas son sumideros terrestres que juegan un papel importante en el ciclo de carbono y combinan altas tasas de fijación de carbono con una gran área disponible. La biomasa aérea puede almacenar el carbono dependiendo mucho de la relación entre la distribución y el tamaño de los árboles según Montagnini y Nair (2004).

Aproximadamente la mitad del carbono mundial se encuentra almacenado en la biomasa de estos y un 14% del carbono se halla en los suelos según menciona el IPCC (2000). Y no solo en estos componentes se debe de presentar mayor interés, sino que también la necromasa juega un papel fundamental en el funcionamiento que tienen los bosques debido a que, en el proceso de descomposición, este genera nutrientes que benefician a la vegetación que está por darse y carbono incorporado al suelo según lo indica Zaninovich (2017).

La investigación presente tuvo como finalidad estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea, en el suelo, necromasa y en la hojarasca del Jardín botánico perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el 2023.

## MATERIALES Y METODOS

### Ámbito

El trabajo se realizó en el jardín botánico perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, este se encuentra localizado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

Las coordenadas del JB son: 389655 m E y 8971298 m S.

El JB comprende de una extensión de 4.475 hectáreas. Tiene como fines la conservación de especies vegetales nativas y exóticas de importancia económica, ornamental, medicinal, forestal, alimenticia, entre otras; albergando aproximadamente 44 familias, 103 géneros y 134 especies.

### Material

Para este trabajo se utilizó los siguientes materiales: Placas de aluminio (7 x 5 cm), cinta diamétrica, fichas de campo, bolsas Ziploc, marcadores permanentes, tubos de PVC (1/2 pulgada) de 15 cm de largo, rafia, machete, martillo, cilindro.

### Equipo

GPS, clinómetro, estufa, mufla, balanza analítica

### Metodología

#### Plaqueado y numeración de árboles

Las placas previamente codificadas fueron puestas en los árboles a 1.50 m de altura para mayor visibilidad.

#### Toma de datos de los árboles

Se midió con la cinta diamétrica a 1.30 m del suelo de cada árbol que tuvo > 10 cm DAP.

Se usó el clinómetro para poder obtener la altura de cada árbol que fue registrado.

#### Estimación de la biomasa aérea de los árboles maduros y fustales

Se usó la ecuación alométrica para los bosques tropicales desarrollado por Chave et al. (2014)

$$BA = 0.673 \times (De \times DAP^2 \times H)^{0.976}$$

Donde:

BA= Biomasa aérea (Kg)

De= Densidad de la madera ( $\text{g/cm}^3$ )

DAP= Diámetro a la altura del pecho (cm)

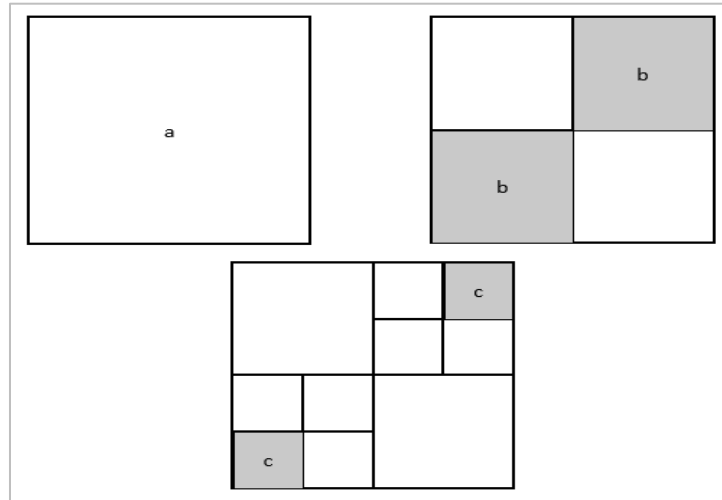
H: Altura total (m)

### Toma de datos de latizales

Se determinó trabajar con 15 subparcelas para la obtención de los datos como altura y DAP de los latizales Altos y Bajos, el diseño de las parcelas se muestra a continuación

### Figura 1

Diseño de las subparcelas para la identificación de latizales



Nota. Donde a: parcelas de 10 x 10 m, b: área para la identificación de los Latizales A de 5 x 5 m, c: área para la identificación de los Latizales B de 2.5 x 2.5 m.

### Estimación de la biomasa aérea de los Latizales

Se usó la ecuación aplicada a los Latizales que poseen el DAP < 10 cm, de Andrade et al. (2014)

$$BL = 10^{-1.27+2.20 \times \log(\text{Dap})}$$

Donde:

BL=Biomasa aérea de los latizales (kg)

DAP: Diámetro a la altura de pecho (cm)

Y la ecuación alométrica de Segura et al. (2006) para los latizales de *Theobroma cacao*

$$\text{BTC} = 10(-1.625 + 2.63 \times \log(D))$$

Donde:

BTC= Biomasa aérea del *Theobroma cacao* (Kg)

D= Diámetro (cm)

### Obtención de datos de la hojarasca del suelo

Se delimitó un cuadrante de 1 x 1 m en cada subparcela, donde se recolectó toda la hojarasca presente en una bolsa Ziploc. Se registró su peso fresco y se tomó una muestra representativa de 50 g que fue llevado a la estufa por 48 horas a una temperatura de 60°C, finalmente fue pesado para la obtención del peso seco.

### Estimación de la biomasa de la hojarasca

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Bh = \left( \frac{PSM}{PFM} \times PFT \right) \times 0.01$$

Donde:

BH= Biomasa de la hojarasca (t/ha)

PSM= Peso seco de la muestra colectada

PFM= Peso fresco de la muestra colectada

PFT= Peso fresco total por metro cuadrado

0.01: Factor de conversión

### **Obtención de datos de la necromasa**

Se registró el DAP a 1.30 m del suelo a los árboles muertos en pie que fueron previamente codificados.

Para los árboles muertos caídos se midió los dos diámetros de los extremos del tronco y su longitud. Además, se le asignó un estado de densidad dependiendo del estado en el que se encontró el tronco.

### **Estimación de la biomasa de la necromasa**

Se usó la siguiente fórmula para los árboles muertos en pie:

$$BAMP \left( \frac{kg}{\text{árbol}} \right) = 0.1184 \times DAP^{2.53}$$

Donde:

BAMP= Biomasa árboles muertos en pie

0.1184= constante

DAP=Diámetro a la altura del pecho (cm)

2.53=constante

La siguiente fórmula es para determinar la biomasa de la madera caída

$$BMC = V \times \rho \times 0.001$$

Donde:

BMC= Biomasa de la madera caída (kg)

V= Volumen del tronco (cm<sup>3</sup>)

$\rho$ = Densidad de la madera (g/cm<sup>3</sup>)

0.001= Factor de conversión

### **Obtención de datos del suelo**

Se determinó la densidad aparente y % de carbono orgánico. La densidad aparente se determinó usando 4 parcelas que tienen mayor representatividad del jardín botánico, con ayuda del cilindro se recolectó las muestras a profundidad de 0-10 cm, 10 – 20 cm y 20 – 30 cm. Los cuales fueron trasladados en bolsas Ziploc al Laboratorio, se registró su peso húmedo y luego se secó en la estufa a una temperatura de 105°C durante 48 horas, y se registró su peso seco.

Para el % de carbono orgánico se recolectó 45 muestras de suelo en total (0-10 cm, 10-20 cm, 20 – 30 cm), se mezcló las muestras obtenidas por cada profundidad hasta obtener finalmente tres muestras que representan cada profundidad, de esta se obtuvo 20 gramos representativos mediante el método del cuarteo y fueron colocados en la mufla a una temperatura de 105°C durante 24 horas para la obtención del peso seco del suelo. Por último, se colocó las muestras en la mufla a una temperatura de 360°C durante 2 horas para la obtención del peso calcinado del suelo. Con esos datos de tiene el % de materia orgánica y el % de CO se utilizó el factor de Van Bemmelem (1.724) para la obtención del resultado.

### **Estimación del contenido de carbono en el suelo a diferentes profundidades**

Se usó la siguiente ecuación

$$CC = DA \times \%CO \times P$$

Donde:

CC= Contenido de carbono (tC/ha)

%CO= Porcentaje de carbono orgánico total (%)

DA= Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)

P= Profundidad del suelo (cm)

### **Análisis del contenido de carbono en la biomasa aérea, hojarasca y necromasa**

Con el resultado de la biomasa se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo de contenido de carbono

$$CC = B \times CF$$

Donde:

CC= Cantidad de carbono (tC/ha)

B= Biomasa de la hojarasca, Biomasa de la necromasa, Biomasa aérea

CF= Fracción de carbono, valor de IPCC = 0.5

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el jardín botánico se obtuvo una biomasa aérea de 773.923 tC/ha, un resultado tres veces superior al reportado por Lapeyre et al. (2004) de 234.3 tC/ha evaluado en el distrito de La Banda de Shilcayo, de la región de San Martín - Perú, a pesar de no encontrarse en una altitud con diferencia abrupta y años similares, aun así, cada lugar difiere en las cantidades de carbono, dado que poseen climas, edáficas, ubicación y vegetación diferentes. Ocurre lo mismo si comparamos con la investigación de Yquise et al. (2010) que fue llevado a cabo en el distrito José Crespo y Castillo, en el cual se obtuvo valores de 232 tC/ha y 273.1 tC/ha en bosques de edad de 12 años, la diferencia con este son los años puesto que el jardín botánico posee una edad de aproximadamente 60 años. En definitiva, podemos indicar que la edad juega también un papel importante en el incremento de carbono almacenado de los ecosistemas forestales porque en el crecimiento de los árboles, estos absorben el carbono presente en la atmósfera y lo fijan en su madera, FONAM (2010).

El carbono almacenado en el suelo es de 42.137 tC/ha, un valor por debajo de lo reportado por Ibrahim et al. (8), el cual determinó que en el suelo de los bosques primarios se tiene 60 tC/ha y en bosques secundarios un valor de 115 tC/ha, esta diferencia principalmente se debe a que en los bosques primarios y secundarios se presenta mayor cantidad de biomasa en el suelo, debido a que al descomponerse la materia vegetal aumenta la cantidad de carbono. Al igual que en la investigación llevada a cabo por Zavala et al. (2018) que tuvo como resultado que el carbono almacenado en el suelo es de 59.08 tC/ha, un valor no tan lejano de nuestra investigación, ya que se encuentran semejanzas tanto en la altitud como el contenido de especies forestales (incluido el *Theobroma cacao*), además posee una edad de más de 16 años.

En la hojarasca se obtuvo 1.106 tC/ha, un valor bajo a comparación de Alegre (2010) de 3.93 tC/ha, este valor se obtuvo de un bosque de uso forestal de 40 años ligeramente desmontado ubicado en Yurimaguas, Perú. Podemos señalar que la diferencia recae en el grado de descomposición, la riqueza florística que existe en ambos, condiciones climáticas y periodo de floración de las especies presentes.

Para la necromasa se obtuvo un valor de 15.341 tC/ha, valor casi cercano al estudio de Meza (2016) llevada a cabo en una concesión maderable en Masisea donde obtuvo que, en la necromasa, considerando al árbol muerto en pie o caído, es de 20.46 tC/ha. La diferencia se puede deber a lo que sugieren algunos autores: a menor altitud, la mortalidad de árboles en pie es menor, pero se tiende a aumentar la mortalidad por caída. Navarrete et al (2011), Herrera et al (2023), debido a que Masisea presenta una altitud de 129 mientras que Tingo María, una altitud de 647 m.

## **CONCLUSIONES**

En el jardín botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva del distrito de Rupa Rupa se obtuvo que el carbono almacenado en la biomasa aérea es de 773.923 tC/ha, en la hojarasca un valor de 1.106 tC/ha, en el suelo un valor de 42.137 tC/ha y en la necromasa un valor de 15.341 tC/ha.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alegre J., Arevalo, L. Ricse, A. (2002). Reservas de carbono según el uso de la tierra en dos sitios de la Amazonia Peruana. Taller Internacional de Sistemas Agroforestales, CORPOICA.
- Andrade, H. J., Segura, M., & Forero, A. (Eds.) (2014). Desarrollo de modelos alométricos para volumen de madera, biomasa y carbono en especies leñosas perennes: conceptos básicos, métodos y procedimientos, ISBN: 978-958-8747-58-3. Ibagué, Colombia. Universidad del Tolima.
- Beaumont, R. Merenson, C. (1999). El protocolo de Kyoto y el mecanismo para un desarrollo limpio. Nuevas posibilidades para el sector forestal de America latina y el Caribe. FAO. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1062>.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190. <https://doi.org/10.1111/GCB.12629>
- Chave, J. (2006). Medición de densidad de madera en árboles tropicales. Proyectos Pan Amazonía - RAINFOR. 7 p.
- Garro, F. (2010, 19-20 de mayo) Mercados del Carbono- FONAM, [Póster]. Eficiencia Energética y Energías Renovables en Universidades para mitigar el Cambio Climático (Seminario), Lima, Perú. [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/Universidades%20Sostenibles/Presentaciones\\_Universidades%20Sostenibles/06\\_-%20FONAM.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/Universidades%20Sostenibles/Presentaciones_Universidades%20Sostenibles/06_-%20FONAM.pdf).
- Herrera, M. Del Valle, J. Orrego, S. (2003). Biomasa de la Vegetación Herbácea y Leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales primarios y secundarios de Colombia. CAEMA. 145-168.
- Ibrahim, M. Chacón, M. Cuartas, C. Naranjo, J. Ponce, G. Vega, P. Casasola, F. Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45 (418), 27-36. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7934>
- IPCC (2000). The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. (Land Use Change and Forestry: A Special Report of the International Panel on Climate Change) 185-237. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/TAR-03.pdf>.
- Lapeyre, T. Alegre, J. Arévalo, L. (2004). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. *Ecología Aplicada*. 3 (1-2). 35- 44. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v3n1-2/a06v3n1-2.pdf>
- Montagnini, F. Nair, P. (2004). Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 61, 281-295. <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000029005.92691.79>
- Meza Doza, E. (2016) Estimación del carbono almacenado en la biomasa forestal y suelo de una concesión maderable ubicada en el distrito de Masisea, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – Perú [ Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3288/000001486T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Navarrete, D.A, Duque, A.J., Yapes, A.P., Philips, J.F. Cabrera, K.R., López, E.W., Rivera, C.M., García, M.C. y Ordoñez, M.F. (2011). Madera muerta: un reservorio de carbono en bosques naturales de Colombia. Validación metodológica para su medición en el marco de proyectos REDD+. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM. Editorial Scripto. <https://docplayer.es/19098620-Madera-muerta-un-reservorio-de-carbono-en-bosques-naturales-de-colombia-aproximacion-metodologica-y-validacion.html>.
- Yquise, P. (2010) Carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del distrito de José Cresco y Castillo, Huánuco, Perú [ Tesis para la titulación, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/710>.
- Zaninovich, S. (2017) Dinámica y almacenamiento del carbono en la necromasa y el suelo de ecosistemas forestales: efecto de la degradación del bosque nativo y su reemplazo por plantaciones de Pinus taeda L. en el NE de Argentina [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Nordeste]. Repositorio Institucional CONICET Digital. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/84021>.
- Zavala, w. Merino, E. Peláez, P. (2018). Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono. *Scientia Agropecuaria*. 9(4). 493-501. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.04>