

Estimación de carbono y estructura poblacional de *Cedrelinga cateniformis* en el Santuario Nacional Megantoni, Cusco.

Carbon stock estimation and population structure of *Cedrelinga cateniformis* in the Megantoni National Sanctuary, Cusco.

Denis G. Esquivel–Quispe¹ 

¹ Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. La Cultura 733, Cusco, Perú; 100288@unsaac.edu.pe

RESUMEN

El estudio se centró en la estimación de biomasa aérea, contenido de carbono y estructura poblacional de *Cedrelinga cateniformis* en el Santuario Nacional Megantoni (SNM) Cusco, para contribuir a su conservación y manejo sostenible. Se realizó un análisis no experimental y descriptivo en nueve transectos, cubriendo un área total de 4.5 ha en la zona de uso turístico del santuario. Se evaluó la densidad poblacional, clases diamétricas y altimétricas. La biomasa aérea se calculó mediante ecuaciones alométricas, y el carbono almacenado se estimó como el 50% de la biomasa total. Los resultados mostraron una densidad promedio de 7.5 indv/ha para árboles adultos, 0.22 indv/ha para juveniles y 1650.66 indv/ha para plántulas. La biomasa promedio fue de 45.64 T/ha y el contenido de carbono alcanzó 22.82 T/ha. El volumen total de madera fue de 457.14 m³, con un promedio de 50.79 m³/ha. No se encontraron diferencias significativas entre transectos, lo que sugiere una distribución homogénea de biomasa y carbono. Se concluye que *Cedrelinga cateniformis* presenta una elevada capacidad de captura de carbono, aunque su regeneración juvenil es limitada. Estos hallazgos resaltan la importancia del SNM como área estratégica para la conservación de recursos forestales en la Amazonía peruana.

Palabras clave: *Cedrelinga cateniformis*, biomasa, estructura poblacional.

ABSTRACT

The study focused on estimating aboveground biomass, carbon content, and population structure of *Cedrelinga cateniformis* in the Megantoni National Sanctuary (MNS), Cusco, to contribute to its conservation and sustainable management. A non-experimental and descriptive analysis was conducted across nine transects, covering a total area of 4.5 ha in the sanctuary's tourist-use zone. Population density, diameter, and height classes were evaluated. Aboveground biomass was calculated using allometric equations, and carbon storage was estimated as 50% of the total biomass. The results showed an average density of 7.5 indv/ha for adult trees, 0.22 indv/ha for juveniles, and 1650.66 indv/ha for seedlings. The average biomass was 45.64 T/ha, and carbon content reached 22.82 T/ha. The total wood volume was 457.14 m³, with an average of 50.79 m³/ha. No significant differences were found between transects, suggesting a homogeneous distribution of biomass and carbon. It is concluded that *Cedrelinga cateniformis* has a high carbon capture capacity, although its juvenile regeneration is limited. These findings highlight the importance of MNS as a strategic area for the conservation of forest resources in the Peruvian Amazon.

Key words: *Cedrelinga cateniformis*, biomass, carbon, population structure

INTRODUCCIÓN

El Perú alberga una de las mayores diversidades de ecosistemas del mundo, entre los cuales destacan los bosques amazónicos (Ruiz y Levistre, 2011). Los bosques son esenciales para conservar la biodiversidad y capturar carbono, lo cual ayuda a mitigar el cambio climático; sin embargo, la presión ejercida por actividades extractivas y la expansión humana ha aumentado la vulnerabilidad de estos ecosistemas (Arenas et al, 2024; Ipiniza et al, 2021). El "Tornillo" (*Cedrelinga cateniformis*), un recurso forestal de alto valor económico y ecológico, está en constante disminución en la Amazonía peruana debido a su explotación intensiva y a la falta de estrategias de conservación sostenibles, especialmente en áreas como el Santuario Nacional Megantoni en Cusco (Cruz et al, 2020).

El Santuario Nacional Megantoni se estableció como una Área Natural Protegida (ANP) para conservar la biodiversidad única de la región, protegiendo tanto especies de flora y fauna como formaciones naturales de interés científico (MINAM, 2016). Pese a estos esfuerzos, *Cedrelinga cateniformis* continúa siendo vulnerable a la explotación forestal siendo una de las mayores amenazas para la estructura del bosque en términos de estabilidad ecológica y pérdida de capacidad para capturar y almacenar carbono (Monteverde, 2021; Clemente, 2021). Diversos estudios resaltan la importancia de los bosques tropicales en el almacenamiento de carbono, destacando el papel que juegan las especies arbóreas de gran porte, como *Cedrelinga cateniformis*, en la captura de CO₂ a través de su

biomasa aérea, lo que contribuye directamente a reducir la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera (Lozano et al, 2022; Ordonez et al, 2017; Ometto et al, 2013). Sin embargo, en el Santuario Nacional Megantoni existen pocos estudios cuantitativos que determinen con precisión la biomasa y el contenido de carbono de esta especie en particular.

En un contexto de cambio climático global y la creciente necesidad de conservar y gestionar los recursos forestales de manera sostenible, conocer la estructura poblacional y la capacidad de almacenamiento de carbono de *Cedrelinga cateniformis* en la zona de uso turístico y recreativo del Santuario Nacional Megantoni proporciona información valiosa para la gestión de esta especie y para la protección de los servicios ambientales que brinda. Además, permitió evaluar la estabilidad de la población de esta especie en el área, identificando posibles riesgos asociados a la falta de regeneración de individuos jóvenes.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en la zona de uso turístico-recreativo del Santuario Nacional Megantoni, cerca del Puesto de Vigilancia y Control "Yoyato". La investigación fue de tipo descriptivo, simple y no experimental, y los datos se recopilaron en dos periodos: el primero entre abril y mayo de 2017, y el segundo en agosto de 2018. Los transectos se establecieron a partir de información primaria derivada de la zonificación del Santuario Nacional Megantoni, delimitándose nueve transectos de 5000 m² cada uno, formados por 10 fajas de 10 m x 50 m

(500 m²) sobre una línea base de 180 m. En total, se instalaron dos transectos en cada uno de los sectores de Oseroato, Toteroato y Yoyato; uno en Pomoreni, y dos en Osheto. La identificación y evaluación de individuos de *Cedrelinga cateniformis* en los transectos se realizó siguiendo el Manual de Phillips et al. (2001).

La ecuación utilizada para calcular el tamaño mínimo de muestra fue la ecuación propuesta en los Lineamientos para elaborar el Plan General de Manejo forestal. Aprobado por la Resolución Jefatural N°109-2003-INRENA; para concesiones forestales y con fines maderables.

$$N = a + b(S)$$

Donde:

- N : superficie total de la muestra
 S : superficie total a evaluar del área del proyecto (ha)
 A : 5
 b : 0.001

Para calcular la densidad poblacional, se contabilizaron todos los individuos de *Cedrelinga cateniformis* dentro de las 0.5 ha de muestreo, aplicando la fórmula de Mostacedo y Fredericksen (2000).

$$D = \left(\frac{N}{A}\right)$$

Donde:

- D : densidad de la población (indiv/ha)
 N : número de individuos registrados
 A : Área total de la zona de muestreo (ha)

Además, se evaluó la estructura poblacional, se evaluó el estado de crecimiento, es decir; árbol adulto con DAP \geq 25 cm, juvenil con DAP entre 5 cm y 25 cm, plantón/brinjal con altura \geq 10 cm y 4. Categorías de muerto natural y muerto cortado según la FAO (2009). La iluminación de la copa emergente, dominante, codominante, intermedio y suprimido y el Diámetro a la altura del Pecho - DAP en cm, para lo cual se aplicó la fórmula de la longitud de circunferencia (LC) para luego obtener el valor del diámetro (D):

$$D = \frac{LC}{3.1416}$$

Donde:

- D : diámetro del fuste
 LC : longitud de la Circunferencia

La biomasa aérea de cada árbol se estimó utilizando la ecuación alométrica propuesta por Chave et al. (2014), la cual considera el diámetro (D), la altura (H) y la densidad específica de la madera de la especie (p) como variables clave. En este estudio, se empleó una densidad promedio de 0.46 g/cm³ (según Zanne et al., 2009), mientras que los valores de altura y diámetro de cada individuo fueron obtenidos directamente en el campo.

$$AGB = 0.0673 * (P_i D_i^2 H_i)^{0.976}$$

Donde:

- AGB : cuantificación de la biomasa
 P : densidad de la madera
 D : diámetro a la altura del pecho
 H : altura

La estimación del Stock de Biomasa Aérea Total (T/ha) se obtuvo sumando la biomasa de todos los árboles presentes en la parcela, siguiendo la metodología de Honorio et al. (2015).

$$AGB = \sum_i AGB_{est}/Área$$

Donde:

- AGBest : biomasa arbórea sobre el suelo
 Área : tamaño de la parcela en hectárea

Para estimar el contenido de carbono en la biomasa aérea, se asumió que este representa el 50% de la biomasa de los árboles vivos, aplicando así un factor de conversión de 0.5 (MacDicken, 1977; Clark et al., 2001; Malhi et al., 2004; Chave et al., 2005; Aragão et al., 2009). Para calcular el volumen de madera, se utilizó la siguiente fórmula, basada en metodologías de INRENA, Mostacedo y Fredericksen (2000), Sangama (2017) y Cáceres (2017).

$$V_c = AB * H_c * F_f$$

Donde:

- V_c : Volumen (m³)
 AB : área Basal (m²)
 H_c : altura comercial (m)
 F_f : factor de forma (0,65)

Los gráficos estadísticos primarios se generaron en tablas utilizando Excel 2013. Para cálculos estadísticos más complejos, los datos se procesaron en el software IBM SPSS Statistics versión 22, a fin de obtener diagramas de cajas, realizar pruebas de normalidad y análisis de varianza (ANOVA) aplicados a los datos de densidad poblacional, biomasa aérea estimada, carbono almacenado y volumen de madera. Además, se realizó un análisis de conglomerados (Cluster Analysis) mediante el software R Studio versión 3.5.2.

RESULTADOS

Los resultados recopilados corresponden a la evaluación de 9 transectos con un total de 4.5 ha (tabla 1). Los individuos en estado de desarrollo inicial, es decir, los brinzales o plántulas, presentaron las mayores densidades poblacionales, con un promedio de 1650.66 \pm 835.1 indiv/ha. En el transecto SNM_3, en el sector Toteroato, se registró la densidad máxima con 2496 individuos, mientras que la densidad mínima, de 232 individuos, se observó en el transecto SNM_6 en el sector Yoyato. Los individuos juveniles mostraron densidades poblacionales muy bajas, casi nulas en algunos casos.

Los árboles adultos de *Cedrelinga cateniformis* fueron registrados en todos los transectos, con una densidad promedio de 7.5 \pm 1.64 indiv/ha, alcanzando un máximo de 6 individuos y un mínimo de 1 individuo por transecto. Los árboles muertos, todos por causas naturales, tuvieron una densidad poblacional promedio de 1.1 \pm 1.01 indiv/ha.

Para los individuos adultos, el valor de significancia fue de 0.588, mayor que el valor de prueba (0.05), lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que su distribución sigue un patrón simétrico o normal en los nueve transectos. En cambio, los individuos categorizados como brinzales, juveniles y muertos presentaron valores de significancia inferiores a 0.05, indicando una distribución asimétrica (figura 1).

Tabla 1. Número de individuos registrados según transectos.

Transecto	Adultos	Juveniles	Brinzales	Muertos	Total	Área Total (m ²)
SNM_1	6	0	1,848	3	1,857	5000
SNM_2	3	0	262	0	265	5000
SNM_3	5	0	2,496	1	2,502	5000
SNM_4	5	1	1,190	1	1,197	5000
SNM_5	1	0	248	0	249	5000
SNM_6	2	0	232	0	234	5000
SNM_7	4	0	452	0	456	5000
SNM_8	3	0	437	0	440	5000
SNM_9	5	0	263	0	268	5000
PROMEDIO ±D.E.*	7.5 ±1.64	0.2	1,650.66 ±835.09	1.1 ±1.01		1 ha*
TOTAL	34	1	7,428	5	7,468	4.5 ha

* Se realizó el cálculo de la densidad poblacional para 1 ha (10 000 m²)

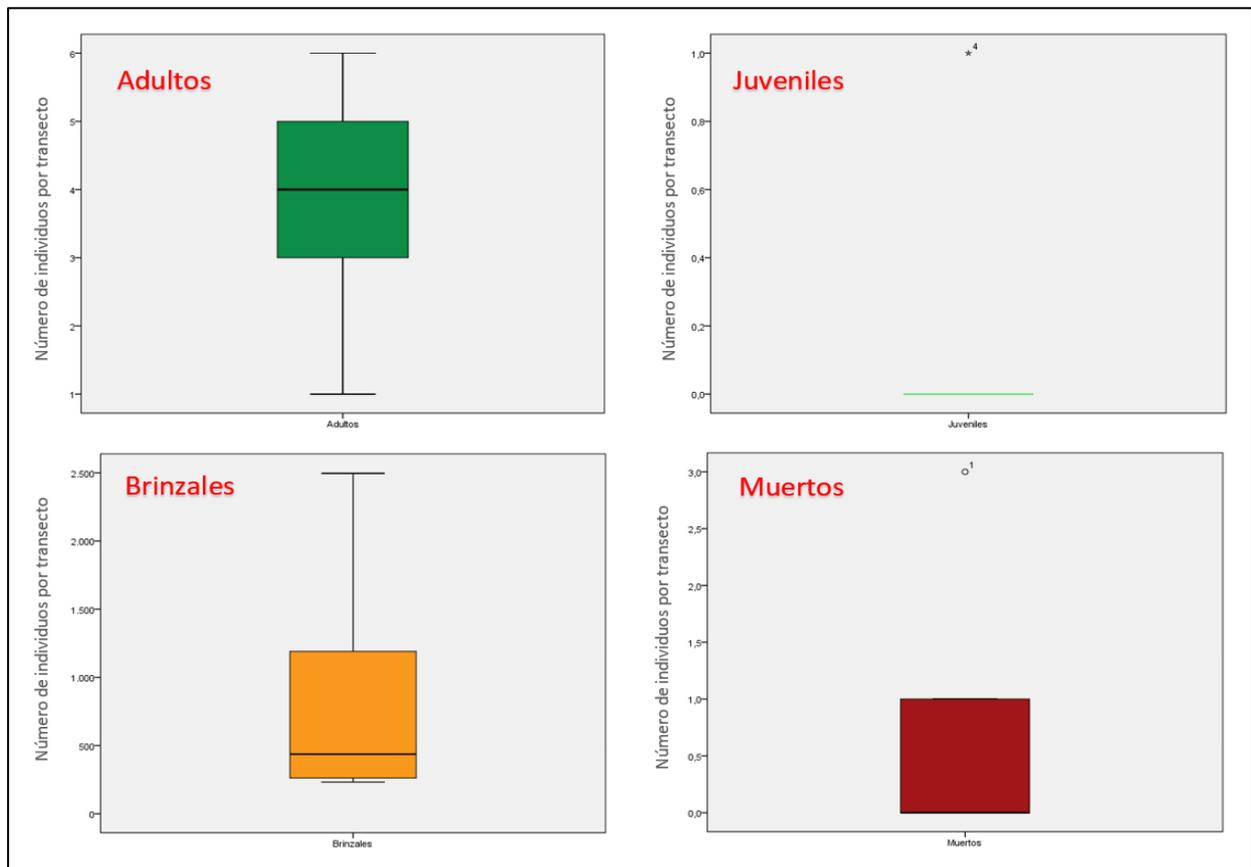


Figura 1. Diagrama de cajas en base a la densidad poblacional de *Cedrelinga cateniformis* por estado de desarrollo en los transectos evaluados

Clasificación diamétrica y altimétrica

La clase diamétrica con mayor número de individuos fue la de 80.1 a 100 cm, que representó el 40% del total evaluado, seguida de aquellos con diámetros superiores a 100 cm. En el extremo opuesto, los individuos con diámetros de entre 5 y 20 cm solo representaron el 2.9% (figura 2).

En términos de altura, se sabe que *Cedrelinga cateniformis* puede alcanzar hasta 50 metros (Baluarte & Álvarez, 2015). En este estudio, el 40% de los individuos encontrados en los bosques naturales del Santuario Nacional Megantoni tienen

alturas entre 20.1 y 30 metros, seguidos de aquellos con alturas entre 30.1 y 40 metros, que representan el 37.1% del total de individuos.

En cuanto a las diferencias en características estructurales y densidad poblacional, identificamos cuatro grupos de transectos (figura 3). El grupo A compuesto por los transectos SNM_4 y SNM_1 se diferencia significativamente entre sí y con los otros, ya que ambos tienen áreas basales altas, 2.12 m² y 4.42 m² respectivamente, y cantidad elevada de individuos adultos y brinzales, especialmente en esta última categoría, y comparten clases dendrométricas entre 40 cm y más de 100 cm,

lo cual los desacopla del resto. El siguiente grupo, B, lo conforman los SNM_5 y SNM_6, tiene una escasa cantidad de adultos, solo un máximo de 2 individuos, y pocos brinzales, 0.67 ind/m². Las clases diamétricas y altimétricas son compartidas en un rango más estrecho pues hay menos individuos. El grupo C lo componen, SNM_2, SNM_7 y SNM_8, donde densidad poblacional, área basal, clases altimétricas y diamétricas registran valores cerca del promedio. En cuanto al grupo D, SNM_3 y SNM_9, tienen áreas basales similares, 3.38 m² y 3.13 m², y cantidad similar de adultos. Predominan las clases diamétricas y altimétricas en rangos de 80 a más de 100 cm para el DAP y de 20 a 40 m para la altura.

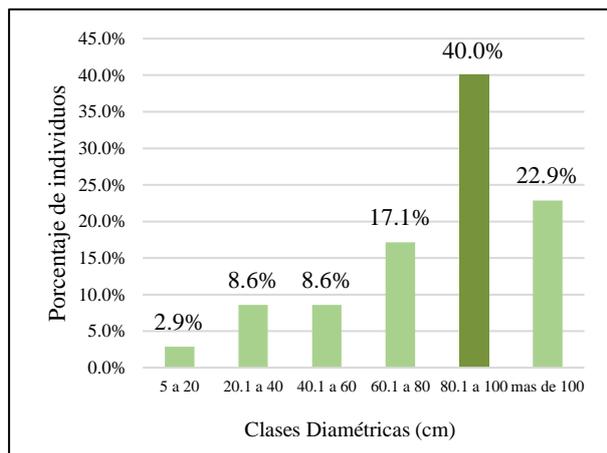


Figura 2. Clases diamétricas de individuos adultos y juveniles de *Cedrelinga cateniformis*

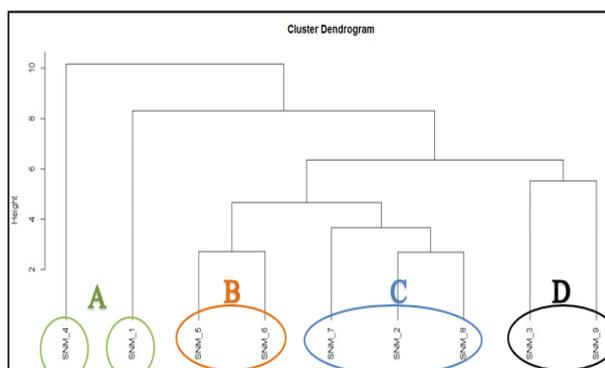


Figura 3. Cluster Analysis de la estructura del bosque de *Cedrelinga cateniformis*

Cuantificación de la Biomasa Aérea Almacenada

En los nueve transectos evaluados, la biomasa aérea totalizó 410.74 (T ha⁻¹). El transecto SNM_1 registró el valor máximo con 98.39 (T ha⁻¹), seguido de SNM_9 con 65.60 (T ha⁻¹). El valor mínimo, de 12.58 (T ha⁻¹) correspondió al transecto SNM_5. En promedio, los nueve transectos presentaron una biomasa de 45.64 ± 25.64 (T ha⁻¹) (tabla 2)

Cuantificación del Contenido de Carbono Almacenado

El carbono almacenado en los individuos de *Cedrelinga cateniformis* fue de 205.37 T en total, con un valor máximo de 49.19 (T ha⁻¹) en el transecto SNM_1, seguido por 32.80 (T ha⁻¹) en el transecto SNM_9. Estos valores máximos se atribuyen a la abundante presencia de individuos adultos en ambos transectos.

Las clases diamétricas mayores a 100 cm presentaron los valores más elevados, con 189.05 T/ha de biomasa y 94.54 TC ha⁻¹ de carbono, lo que equivale al 46.1% del total acumulado

de los nueve transectos. La clase diamétrica de 80.1 a 100 cm acumuló 170.24 T/ha de biomasa, es decir 41.4% del total, el restante 12.5% corresponde a las clases diamétricas menores (figura 4).

En cuanto al volumen de madera, el total cuantificado en nueve transectos fue de 457.14 m³. El transecto SNM_1 presentó el volumen más alto, con 92.88 m³ /ha, seguido del transecto SNM_3, con 85.22 m³/ha. Mediante una prueba de ANOVA, no se detectaron diferencias significativas, demostrándose que los valores de volumen de madera por transecto son homogéneos.

Tabla 2. Biomasa aérea almacenada de *Cedrelinga cateniformis*

Transecto	Área Basal (m ² /ha)	AGB (T ha ⁻¹) Chave <i>et al.</i> (2014)
SNM_1	8.84	98.39
SNM_2	4.08	40.11
SNM_3	6.76	59.32
SNM_4	4.24	42.64
SNM_5	1.34	12.58
SNM_6	2.62	23.23
SNM_7	3.48	32.74
SNM_8	3.52	36.13
SNM_9	6.26	65.60
PROMEDIO ± D.E.	4.57 ± 2.31	45.64 ± 25.64
TOTAL	41.14	410.74

DISCUSIONES

Los valores obtenidos para la densidad poblacional de *Cedrelinga cateniformis* son variables y congruentes con los obtenidos por los Rojas y Villca (2017), con densidades de 18,432 indv/ha para individuos adultos en la región del Huayo, departamento de Loreto; para individuos con DAP ≥ 10 cm. En ambos estudios, *Cedrelinga cateniformis* resultó siendo la tercera con mayor frecuencia y presenta una distribución espacial de media a alta. Por otro lado, Carhuarupay (2018), reportó 3 indv/ha para la misma especie en bosques de terraza alta en Tambopata, y Perales (2017) reportó 4 indv/ha en un bosque húmedo premontano tropical en Satipo, Junín; donde, curiosamente los estudios realizados presentan también una tendencia de media a alta en densidad, y por lo cual se hace mención a la fuerte presión antrópica. En base a estos antecedentes bibliográficos, se obtienen un rango de densidades entre 3 y 18 indv/ha, si consideramos esta última como corte para individuo adulto.

El porcentaje de individuos según clase diamétrica; su distribución es en forma de “J” invertida. Valenzuela *et al.* (2015), caracterizaron la estructura de estos bosques de transición premontanos 650-1100 m en 10 clases diamétricas binarias, que aglomeran individuos desde 5 cm hasta 50 cm de diámetro. La frecuencia en forma de “J” invertida resulta que el 37.63% de los individuos se encuentran entre los 10 y 15 cm, lo que indica una cantidad considerable de plántulas y brinzales, seguidos de preferencia nuevamente por los adultos, mientras que los juveniles son escasos o casi ausentes, lo que permite sugerir que la proporción de brinzales a juveniles, se pierdan de forma drástica probablemente por diversos factores.

En cuanto al área basal, los transectos evaluados presentan un valor máximo de 8.84 m²/ha y un mínimo de 1.34 m²/ha. Según Rojas y Villca (2017) registran un área basal de 2.87 m²/ha, valores comparables a los obtenidos en el presente estudio.

Pinedo (2015) evalúa la biomasa de la especie en diferentes edades y observa que la de 43 años alcanza mayor biomasa con 1142.99 T ha⁻¹, seguida de 765.791 T ha⁻¹ y 183.501 T ha⁻¹, 35 y 15 años, respectivamente; es decir, el secuestro de carbono aumenta con la edad de la plantación.

Asimismo, Luna (2013) estima un total de 488.34T de biomasa para *Cedrelinga cateniformis*, en cuya especie se observa un mayor almacenamiento de biomasa y carbono, junto con *Virola calophylla*, y *Cedrela odorata*. Gonzalo (2013) estimó 8776 t/ha de carbono para individuos de 30-40 años de edad. Comparando, los valores de biomasa y carbono en este estudio son menores que los reportados para plantaciones, ya que, la diferencia en el número de individuos presentes en plantaciones versus bosques naturales es grande e inevitablemente impacta el stock para carbono y biomasa aérea.

No obstante, el carbono para *Cedrelinga cateniformis* reportado en bosques naturales es similar a los reportados por Pinedo (2017), aunque existe una variabilidad sustancial en biomasa.

Por último, Rojas y Villca (2017) registraron volúmenes de 327.8 - 380.5 m³/ha para 2010 y de 383.8 - 510.9 m³/ha para 2012 en Loreto, explicados por el crecimiento diamétrico y las tasas de reclutamiento. Torres (2018), en la cuenca del Itaya - Loreto, reportó un volumen total de madera de 28.51 m³/ha, y Macedo (2012) registró 38.49 m³/ha para *Cedrelinga cateniformis*, siendo esta la especie con mayor volumen. Estos valores son menores a los obtenidos en el presente estudio. Por

otro lado, Vega (2017) y Torres (2015) realizaron estudios en bosques de colina baja en Loreto, reportando para *Cedrelinga cateniformis* valores de 3.36 m³/ha y 2.99 m³/ha, respectivamente, representando el mayor volumen frente a otras especies.

CONCLUSIONES

La densidad poblacional de *Cedrelinga cateniformis* en el área de estudio fue de 7.5 ± 1.64 individuos/ha para adultos, 0.22 individuos/ha para juveniles, y 1650.66 ± 831.1 individuos/ha para plántulas. Además, se observó un promedio de 1.1 ± 1 individuos/ha en individuos de clases diamétricas intermedias. En cuanto al contenido de biomasa y carbono, el total registrado en los nueve transectos evaluados fue de 410.74 ± 25.64 toneladas de biomasa y 205.37 ± 12.82 toneladas de carbono. Esto corresponde a un promedio de 45.64 ± 25.64 T ha⁻¹ de biomasa y 22.82 ± 12.82 TC ha⁻¹, sin diferencias estadísticamente significativas entre los transectos, lo que sugiere una alta capacidad de captura de carbono en forma de biomasa aérea.

El volumen total de madera registrado fue de 457.14 ± 25.42 m³, con un promedio de 50.79 ± 25.42 m³ ha⁻¹. Esto evidencia que los bosques de la zona de Uso Turístico-Recreativo del Santuario Nacional Megantoni albergan grandes volúmenes de madera, lo que aumenta su vulnerabilidad ante la tala selectiva por parte de poblaciones locales

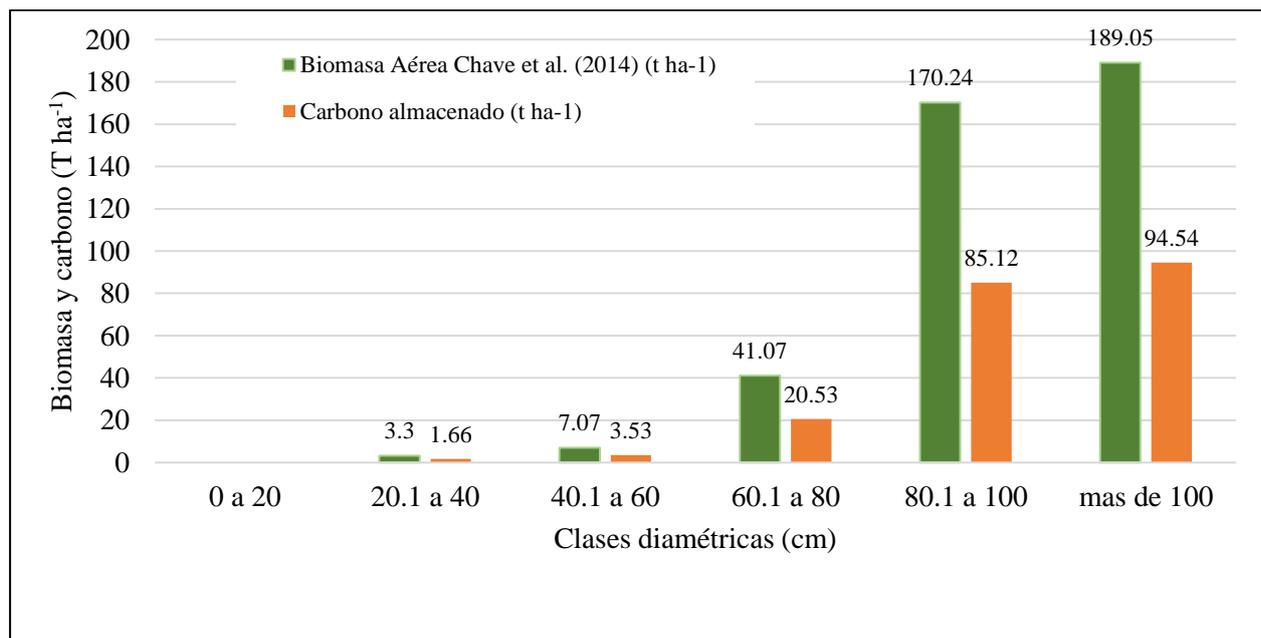


Figura 4. Biomasa aérea y carbono almacenado según clases diamétricas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas M. y García F. (2024). Bosques de Michoacán: guardianes del carbono contra el cambio climático. Revista Digital Universitaria (rdu), 25(1). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.1.5>
- Carhuarupay S. (2018). Estructura, diversidad y composición florística arbórea de un bosque de terraza alta del sector Loboyoc, Distrito de las Piedras, Provincia de Tambopata Madre de Dios. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería, Puerto Maldonado
- Caceres del Aguila, L. E. (2017). Estructura horizontal y valoración económica de un bosque de colina baja en la

cuenca del río Blanco, provincia de Requena-Loreto. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.

- Chave, J. (2005). Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales - Manual de campo. Proyecto: PAN-AMAZONÍA.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B., . . . Vieilledent, G. (2014). Improved Allometric Models to Estimate the Aboveground Biomass of Tropical Trees. *Global Change Biology*(20), 3177–3190. doi:10.1111/gcb.12629
- Clark, D. A., Brown, S., Kicklighter, D. W., Chambers, J. Q., Thomlinson, J. R., & Ni, J. (2001). Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. *Ecological Applications*(11), 356-371.

- Clemente E. 2021. Captura de carbono en sistemas agroforestales en el Perú. *Revista Forestal del Perú* 36(2): 180-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v36i2.1797>
- Cruz, W., Saldaña, C., Ramos, H., Baselly, R., Cancán Loli, J., & Cuellar, E. (2020). Genetic structure of natural populations of *Cedrelinga Cateniformis* "tornillo" from the oriental region of Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 521–528. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.07>
- FAO. (2009). Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales – Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S, Roma.
- Honorio Coronado, E. N., Vega Arenas, J. E., & Corrales Medina, M. N. (2015). Diversidad, Estructura y Carbono de los Bosques Aluviales del Noeste Peruano. *Folia Amazónica*, 24(1), 55-70.
- Ipiniza, R., Barros, S., De la Maza, C. L., Jofré, P., & González, J. (2021). Bosques y Biodiversidad. *Ciencia & Investigación Forestal*, 27(1), 101–132. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2021.475>
- Lozano P., Ulloa M., Gavilanes J. (2022). Estimación de biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke de bosques siempreverdes de tierras bajas de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Universidad estatal Amazonica – Ecuador. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1218>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- Malhi, Y., Baker, T., Phillips, O. L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., . . . Lloyd, J. (2004). The aboveground coarse wood productivity of 104 neotropical forest plots. *Global Change Biology*(10), 563-59.
- Ministerio del Ambiente – MINAM (2016). Áreas Naturales Protegidas del Perú. (2011-2015). Conservación para el desarrollo sostenible
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- Monteverde, E. G. (2021). Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú. *Xilema*, 31(1), 75–83. <https://doi.org/10.21704/x.v31i1.1777>
- Phillips, O., Lawrence, A., Reategui Ismodes, A., Lopez, M., Wood, D., Rose, S., . . . Monteagudo, A. (2001). Una Metodología de Evaluación de la Biodiversidad y de los Recursos del Bosque. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Madre de Dios: Proyecto Biodiversidad y Comunidad.
- Ometto, J., Sampaio, G., Marengo, J., Assis, T., Tejada, G., & Aguiar, A. (2013). Climate change and land use change in Amazonia. Report for Global Canopy Programme and International Center for Tropical Agriculture as part of the Amazonia Security Agenda project.
- Ordóñez Díaz J. A. B., Rivera Vázquez R., Tapia Medina, M. E., & Ahedo Hernández L. R. (2017). Contenido y captura potencial de carbono en la biomasa forestal de San Pedro Jacuaro, Michoacán. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 6(32), 007–016. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i32.95>
- Rojas Tuanama, R., & Villca Tello, J. C. (2017). Distribución espacial y biometría de la composición florística en el arboretum "El Huayo", Loreto, Perú. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos
- Ruiz-Murrieta, J., & Levistre-Ruiz, J. (2011). "el aguajal": el bosque de la vida en la Amazonía Peruana. *Ciencia Amazónica* (Iquitos), 1, 31-40. <https://doi.org/10.22386/ca.v1i1.3>
- Sangama Chota, M. (2017). Estructura Horizontal, Volumen Comercial y Valoración Económica de un Bosque de Colina Baja de la Cuenca del Huallaga, Provincia de Alto Amazonas, Loreto - Perú. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.
- Valenzuela, L., Vasquez, R., Rojas, R., Villalba, M., Phillips, O., Lopez, G., . . . Pallqui, N. (2015). Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS). *Arnaldoa*, 22(1), 243-268.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzales, G., Coomes, D. A., Llic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., . . . Chave, J. (2009). Global Wood Density Database.

Presentado: 15/11/2024

Aceptado: 30/11/2024

Publicado: 20/12/2024