





RESEARCH ARTICLE

Estimación de biomasa aérea en *Cedrelinga cateniformis* en bosques siempreverdes de tierras bajas de Cuyabeno: implicaciones para la conservación.

Dávila Ulloa Maricarmen ^{1*}  Conforme Garcia Mariana Magdalena ¹  Orellana Medina Carmen Iralda ¹ 
Guerrero Naranjo Luis Enrique¹ 

¹ Universidad Estatal Amazónica, Napo, Ecuador, 150950.

✉ Correspondencia: m.davilau@uea.edu.ec  +593 99 771 4425

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj81200>

Resumen: El estudio aborda la estimación de la biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* en bosques siempreverdes de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Ecuador. Dada la importancia de esta especie en la captura de carbono y su potencial de aprovechamiento maderero, se desarrollaron ecuaciones alométricas para una cuantificación precisa de su biomasa. Se empleó un diseño descriptivo correlacional, utilizando variables dendrométricas como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total (Ht), aplicando análisis de regresión mediante modelos alométricos. Los resultados indican que los árboles con DAP superior a 70 cm, aunque escasos, concentran el mayor porcentaje de biomasa aérea. Se evidenció una alta variabilidad en la estructura del bosque, con predominancia de la familia Fabaceae. Además, se determinó que el 81.22 % del volumen comercial corresponde a individuos dentro del rango del Diámetro Mínimo de Corta. Estos hallazgos destacan la relevancia de *C. cateniformis* en la dinámica ecológica del bosque y subrayan la necesidad de estrategias de manejo sostenible para evitar la sobreexplotación de individuos de gran porte, garantizando su conservación y la función ecológica del ecosistema amazónico.

Palabras claves: biomasa aérea; ecuaciones alométricas; *Cedrelinga cateniformis*; Amazonía; manejo forestal sostenible.

Estimation of aboveground biomass of *Cedrelinga cateniformis* in lowland evergreen forests of the Cuyabeno Wildlife Production Reserve.

Abstract: This study addresses the estimation of the aboveground biomass of *Cedrelinga cateniformis* in evergreen forests of the Cuyabeno Wildlife Production Reserve, Ecuador. Given the importance of this species in carbon sequestration and its potential



Cita: Dávila Ulloa, M., Conforme Garcia, Mariana Magdalena Orellana Medina, C. I., & Guerrero Naranjo, L. E. (2025). Estimación de biomasa aérea en *Cedrelinga cateniformis* en bosques siempreverdes de tierras bajas de Cuyabeno: implicaciones para la conservación. *Green World Journal*, 8(1), 200. <https://doi.org/10.53313/gwj81200>

Received: 30/January/2024
Accepted: 27/February/2025
Published: 08/March/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and

for timber harvesting, allometric equations were developed for an accurate quantification of its biomass. A descriptive correlational design was used, using dendrometric variables such as diameter at breast height (DBH) and total height (Ht), applying regression analysis using allometric models. The results indicate that trees with DBH greater than 70 cm, although scarce, concentrate the highest percentage of aerial biomass. A high variability in forest structure was observed, with a predominance of the Fabaceae family. In addition, it was determined that 81.22 % of the commercial volume corresponds to individuals within the range of the Minimum Cutting Diameter. These findings highlight the relevance of *C. cateniformis* in the ecological dynamics of the forest and underline the need for sustainable management strategies to avoid overexploitation of large individuals, guaranteeing their conservation and the ecological function of the Amazonian ecosystem.

Keywords: aerial biomass; allometric equations; *Cedrelinga cateniformis*; Amazon; sustainable forest management.

1. Introducción

El incremento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera es un problema ambiental de gran relevancia, con implicaciones directas en el cambio climático y en la estabilidad de los ecosistemas. Los bosques tropicales, al desempeñar un papel crucial en la captura y almacenamiento de carbono, han sido objeto de múltiples investigaciones que buscan evaluar su capacidad de mitigación ante este fenómeno. En este contexto, *Cedrelinga cateniformis* se destaca como una de las especies forestales de interés debido a su importancia ecológica y su potencial en la fijación de carbono. Sin embargo, la explotación desmedida de sus recursos y la falta de información precisa sobre su biomasa aérea dificultan su manejo sostenible y su conservación en ecosistemas vulnerables como la Amazonía ecuatoriana.

La Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, ubicada en la provincia de Sucumbíos, Ecuador, representa uno de los entornos más biodiversos del planeta y alberga una gran variedad de especies vegetales, entre ellas *C. cateniformis*. Sin embargo, la creciente presión antropogénica, impulsada principalmente por la tala de árboles con fines comerciales y la expansión de actividades agrícolas y ganaderas, ha generado un impacto negativo en la estructura y dinámica de estos ecosistemas. A pesar de su relevancia ecológica y económica, los estudios sobre la biomasa aérea de esta especie en la región son limitados, lo que impide la implementación de estrategias efectivas para su conservación y aprovechamiento sostenible. De acuerdo con (1), la distribución geográfica de *C. cateniformis* en la Amazonía ecuatoriana se ha visto afectada por cambios en el uso del suelo y por la explotación de sus recursos maderables, lo que pone en riesgo la estabilidad de sus poblaciones.

Uno de los principales factores que contribuyen a la degradación de los bosques siempreverdes donde habita *C. cateniformis* es la deforestación. (2) señala que en los últimos años se ha registrado un incremento alarmante en la tasa de deforestación en la Amazonía, lo que ha llevado a una reducción significativa de la cobertura forestal y ha puesto en peligro la biodiversidad de la región. En este contexto, la necesidad de contar con modelos que permitan estimar la biomasa aérea de *C. cateniformis* se vuelve imperante, ya que estos modelos no solo facilitan la cuantificación del carbono almacenado en la especie, sino que también proporcionan información clave para la formulación de políticas de conservación y manejo sostenible.

El desarrollo de ecuaciones alométricas específicas para la estimación de biomasa aérea en *C. cateniformis* es una alternativa viable y eficiente frente a los métodos destructivos tradicionales. Estos modelos, basados en variables dendrométricas como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total del árbol, permiten obtener estimaciones precisas sin la necesidad de talar ejemplares, reduciendo así el impacto ambiental de la investigación. Según (3), la aplicación de estos modelos en estudios sobre la estructura poblacional y el almacenamiento de carbono en *C. cateniformis* ha

demostrado ser una herramienta útil para evaluar la dinámica de la especie y su contribución en la mitigación del cambio climático.

Además de su importancia ecológica, *C. cateniformis* posee un alto valor económico debido a la calidad de su madera, lo que ha incrementado su demanda en el mercado forestal. Sin embargo, la falta de regulaciones adecuadas y el desconocimiento sobre su capacidad de regeneración han generado un aprovechamiento no sostenible de sus poblaciones. (4) menciona que, en ciertas áreas donde se ha explotado intensivamente esta especie, la regeneración natural se ha visto comprometida, lo que podría llevar a una disminución drástica de sus poblaciones a largo plazo. Este escenario resalta la urgencia de implementar medidas de manejo basadas en información científica que permitan equilibrar su aprovechamiento con la conservación de los ecosistemas donde se desarrolla.

En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo principal desarrollar ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa aérea en *C. cateniformis* dentro de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. A través de la recolección y análisis de datos dendrométricos, se pretende generar modelos matemáticos que permitan cuantificar con mayor precisión la cantidad de carbono almacenado en esta especie. La información obtenida contribuirá al diseño de estrategias de manejo forestal sostenible y brindará una base técnica para la toma de decisiones en la conservación de los bosques amazónicos.

Este estudio es viable tanto desde el punto de vista metodológico como en términos de su aplicabilidad en la gestión de recursos forestales. La utilización de modelos alométricos ha sido ampliamente validada en investigaciones previas y representa una alternativa eficiente para la estimación de biomasa en especies forestales sin la necesidad de recurrir a métodos destructivos. (5) destacan la importancia de estos modelos en estudios de crecimiento y desarrollo de especies arbóreas en sistemas agroforestales, lo que demuestra su potencial en diferentes contextos ecológicos y su aplicabilidad en estrategias de conservación.

Los resultados de esta investigación no solo beneficiarán a la comunidad científica, sino que también podrán ser utilizados por instituciones gubernamentales, organizaciones ambientales y comunidades locales interesadas en la conservación y manejo sostenible de los recursos forestales en la Amazonía ecuatoriana. La generación de conocimiento sobre la biomasa aérea de *C. cateniformis* permitirá fortalecer las políticas de conservación y contribuir a la mitigación del cambio climático a través de la gestión adecuada de los bosques. Asimismo, los datos obtenidos servirán como referencia para futuras investigaciones sobre la dinámica ecológica de esta especie y su respuesta ante las presiones antropogénicas en su hábitat natural.

2. Materiales y métodos

El estudio sigue un diseño descriptivo correlacional con el objetivo de obtener modelos que permitan estimar la biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* en función de variables dendrométricas cuantificables. Para ello, se utilizarán medidas como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total (Ht) y la altura comercial (Hc). Se aplicará un análisis de regresión para generar ecuaciones alométricas que faciliten la estimación de la biomasa sin necesidad de recurrir a métodos destructivos.

La selección de los árboles a evaluar se realizará mediante un muestreo por conveniencia, considerando individuos con un DAP igual o superior a 10 centímetros. La identificación de los árboles será apoyada por guías locales con conocimiento sobre la vegetación del área.

El DAP se medirá con una cinta métrica a 1.3 metros del suelo, obteniendo el valor de la circunferencia y dividiéndolo por la constante π para calcular el diámetro, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Circunferencia} = \text{Diámetro} \cdot \pi$$

$$\text{Diámetro} = \frac{\text{Circunferencia}}{\pi}$$

2.1 Área de estudio

El estudio se llevará a cabo en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, situada en las provincias de Orellana y Sucumbíos, en la región nororiental de la Amazonía ecuatoriana, en la frontera con Colombia. Esta reserva tiene una extensión de 590,112 hectáreas y una altitud que varía entre 177 y 326 metros sobre el nivel del mar. La zona se caracteriza por su alta biodiversidad, con una gran variedad de especies de flora y fauna, y se encuentra protegida dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Desde su declaratoria en 1979 como Reserva de Producción Faunística, ha estado sujeta a monitoreo y gestión con el fin de evitar impactos negativos derivados de actividades antropogénicas.

Los sitios específicos de muestreo fueron seleccionados con base en la presencia de *Cedrelinga cateniformis* y en la accesibilidad proporcionada por las comunidades locales. Se trabajará en dos sitios dentro de la reserva: Recinto Las Mercedes, parroquia Tarapoa, cantón Cuyabeno, ubicado a una altitud de 214 m.s.n.m., y la Precooperativa Marian 10, parroquia Aguas Negras, cantón Cuyabeno, a 215 m.s.n.m. Ambos sitios están integrados al SNAP y su acceso se realiza con la autorización de las comunidades locales.

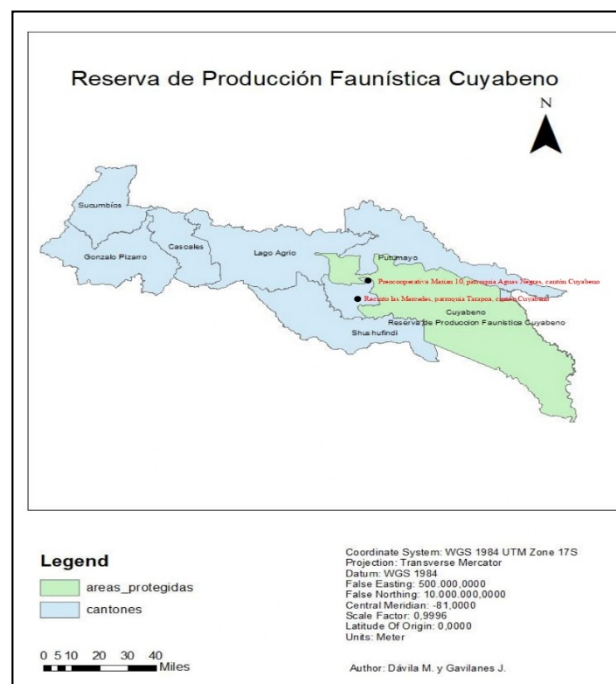


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo

2.2. Métodos

Para la estimación de la biomasa aérea se emplearán modelos alométricos que permiten relacionar las variables medidas en campo con la biomasa de los individuos de *Cedrelinga*

cateniformis. Se evaluarán diferentes ecuaciones matemáticas que incluyen modelos lineales y no lineales en función del DAP y la altura del árbol.

El análisis de regresión se llevará a cabo utilizando el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), el cual permitirá evaluar el ajuste de los datos a los modelos mediante coeficientes de determinación y otros criterios estadísticos. Se probarán diferentes ecuaciones comúnmente utilizadas en la estimación de biomasa, tales como las de Berkhout, Kopezky, Hohenadl-Krenn, Husch, Spurr, Stoate, Meyer y Schumacher-Hall, que incluyen combinaciones del DAP y la altura total o comercial como predictores.

Tabla 1. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea

Nombre del modelo	Ecuación
Berkhout	Biomasa = a + b * DAP
Kopezky	Biomasa = a + b * DAP ²
Hohenadl-Krenn	Biomasa = a + b * DAP + c * DAP ²
Husch	ln(Biomasa) = a + b * ln(DAP)
Spurr	Biomasa = a + b * DAP ² * H
Stoate	Biomasa = a + b * DAP ² + c * DAP ² * H + d * H
Meyer	Biomasa = a + b * DAP ² + c * DAP * H + d * DAP ² * H
Schumacher-Hall	ln(Biomasa) = a + b * ln(DAP) + c * ln(H)

Para garantizar la validez de los modelos, se verificarán los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia de los datos. En caso de que los datos no cumplan con estos requisitos, se aplicarán transformaciones matemáticas mediante logaritmos, potencias o raíces. Finalmente, los modelos con mejor ajuste serán utilizados para estimar la biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis*, proporcionando información clave para su manejo sostenible y conservación en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.

3. Resultados

Esta sección puede dividirse por subtítulos. Debe proporcionar una descripción concisa y precisa de los resultados experimentales, por lo general responderá a su hipótesis, objetivo o problema.

3.1. Estructura y composición del bosque en las zonas de estudio

La zona de estudio corresponde a un ecosistema de bosque siempreverde de tierra firme, caracterizado por la ausencia de intervención humana y la presencia de manchas naturales de vegetación. Este tipo de bosque, común en la Amazonía, se mantiene en estado primario, lo que permite la evaluación de su estructura y composición sin la influencia de actividades antrópicas. En este contexto, *Cedrelinga cateniformis* es una de las especies dominantes en la zona, debido a su gran porte y a su capacidad de adaptación a suelos con distintas condiciones físico-químicas (6).

El levantamiento de datos se realizó en dos áreas de muestreo con características estructurales diferenciadas. En la Zona de Precooperativa Marian 10, con un área de 2,281 m², se registraron 12 árboles con diámetros a la altura del pecho (DAP) superiores a 32 cm, mientras que en la Zona de Recinto Las Mercedes, con una superficie de 410 m², se identificaron tres individuos con un DAP

superior a 35 cm. La baja densidad de individuos en esta última área sugiere una distribución espacial dispersa, lo que es común en especies de gran porte en la Amazonía (7).

La especie *Cedrelinga cateniformis* presenta características estructurales que la hacen relevante dentro del ecosistema amazónico. Su crecimiento es notablemente alto, alcanzando diámetros promedio de 5.70 m y alturas superiores a los 30 m. Estos valores reflejan su capacidad de almacenamiento de biomasa y su importancia como especie clave en la regulación del carbono dentro del bosque. Se ha observado que los árboles con DAP superior a 70 cm, aunque representan menos del 5 % del total de individuos evaluados, concentran aproximadamente el 40 % de la biomasa aérea total en pie, lo que confirma su papel como elementos esenciales en la dinámica estructural del bosque (8).

En términos de composición florística, el área de estudio presenta una alta diversidad de familias botánicas, destacándose Fabaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Urticaceae, Arecaceae, Melastomataceae y Annonaceae. Estas familias son ampliamente reconocidas por su riqueza en los ecosistemas neotropicales y forman parte del ensamblaje característico del bosque húmedo tropical. En particular, Fabaceae es una de las familias con mayor representación en términos de riqueza de especies, lo que concuerda con estudios previos que la catalogan como dominante en los bosques de tierras bajas del neotrópico (7).

A pesar de esta alta riqueza florística, se evidenciaron diferencias en la distribución de especies en comparación con otros estudios en la región amazónica. Familias como Arecaceae, Rubiaceae y Moraceae, que suelen presentar una alta representatividad en bosques amazónicos, no mostraron la misma proporción en el área de estudio, lo que sugiere variaciones en la composición local de la vegetación. Estas diferencias pueden deberse a factores ambientales como la disponibilidad de luz, la competencia por recursos y las características del suelo, los cuales influyen en el establecimiento y la regeneración de las especies arbóreas (6).

El análisis de la estructura del bosque revela un alto grado de heterogeneidad, determinado por la distribución de especies, el área basal, el diámetro promedio de los árboles y la riqueza florística. Se observó que los sitios con mayor grado de perturbación presentaron una menor diversidad de familias botánicas, lo que indica que los impactos ambientales pueden alterar significativamente los patrones ecológicos del bosque siempreverde. Además, la distribución de la biomasa aérea por clases diamétricas mostró una mayor concentración de individuos en categorías de menor diámetro, lo que sugiere un proceso de regeneración activo en la zona. Este patrón es característico de bosques secundarios y refleja la influencia de disturbios naturales o antropogénicos en la dinámica del ecosistema (6).

Por otro lado, los valores de biomasa aérea encontrados en el estudio se encuentran dentro de los rangos reportados para bosques amazónicos, los cuales, en general, no superan los 350 Mg.ha⁻¹. Se ha documentado que los bosques tropicales actúan como importantes reservorios de carbono, ya que acumulan grandes cantidades de biomasa en sus estructuras arbóreas. La relación entre la biomasa aérea y las clases diamétricas sugiere que los árboles de mayor tamaño tienen una influencia significativa en la acumulación de carbono dentro del ecosistema, lo que resalta la importancia de su conservación en la mitigación del cambio climático (8).

La Figura 2 muestra la relación entre el DAP y la altura total (Ht) de los 15 árboles muestreados de *Cedrelinga cateniformis*, evidenciando una correlación positiva entre ambas variables. Este patrón es característico de especies de gran porte en bosques tropicales, donde el incremento en el diámetro se asocia con un aumento proporcional en la altura total.

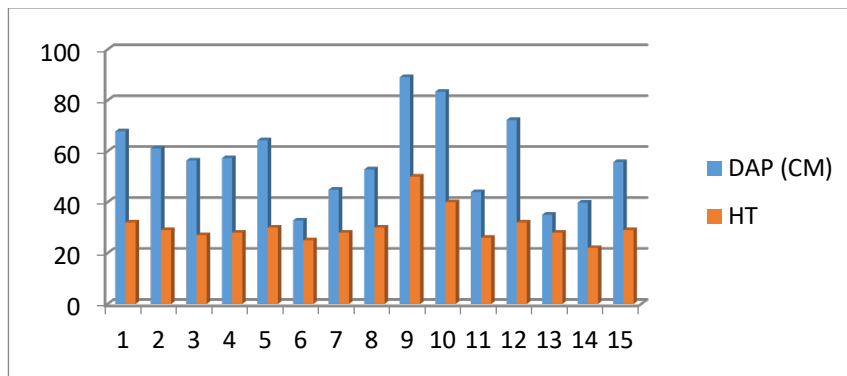


Figura 2. DAP vs Ht de los 15 árboles muestreados de la especie *Cedrelinga cateniformis*

Estos resultados subrayan la importancia de *Cedrelinga cateniformis* en la estructura del bosque amazónico y su papel en la acumulación de biomasa y carbono. La información obtenida permitirá una mejor comprensión de la dinámica del ecosistema y contribuirá al desarrollo de estrategias de manejo sostenible para la conservación de esta especie y su entorno.

3.2. Estimación de biomasa aérea y volumen maderable

La biomasa aérea es un indicador clave en la evaluación del almacenamiento de carbono y el potencial productivo de las especies forestales en los ecosistemas tropicales. En el caso de *Cedrelinga cateniformis*, su gran porte y alto volumen maderable la convierten en una especie de gran relevancia para la dinámica forestal y la mitigación del cambio climático. La estimación de la biomasa aérea en este estudio se realizó a partir de parámetros dasométricos medidos en campo, como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total (Ht) y la densidad de la madera.

Los resultados obtenidos muestran que la biomasa aérea de los árboles evaluados se distribuye principalmente en individuos con DAP mayor a 70 cm, los cuales, aunque representan una baja proporción del total de individuos muestreados, concentran la mayor cantidad de biomasa en pie. La Figura 3 muestra la distribución porcentual de la biomasa aérea de los árboles analizados, evidenciando que los árboles maduros constituyen la mayor proporción del almacenamiento de biomasa en la zona de estudio. Esta tendencia es consistente con investigaciones previas que destacan que las especies de gran porte en la Amazonía almacenan una fracción significativa de la biomasa total del ecosistema (9).

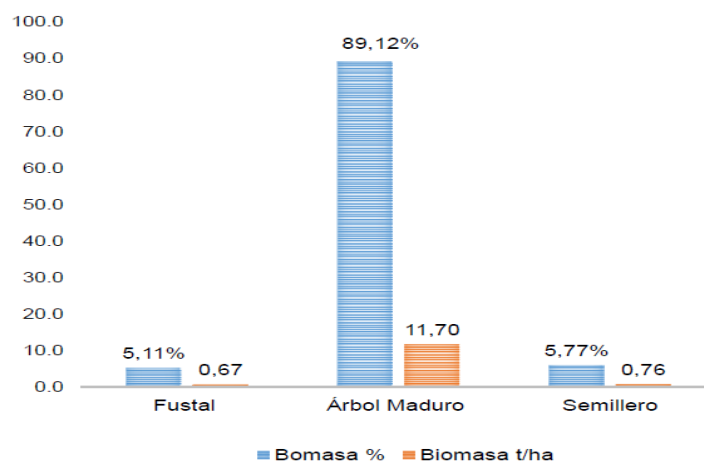


Figura 3. Biomasa aérea de los árboles

En cuanto a la distribución del volumen maderable, los resultados indican que la mayor proporción se encuentra en árboles de clases diamétricas superiores, lo que confirma la relación

entre el tamaño del árbol y su capacidad de acumulación de biomasa. La Figura 4 ilustra el porcentaje de volumen comercial por clase diamétrica, donde se observa que los árboles con DAP mayor a 50 cm contribuyen significativamente al volumen total aprovechable. Este hallazgo refuerza la importancia de la conservación y manejo sostenible de *C. cateniformis*, ya que la explotación indiscriminada de individuos de gran diámetro podría comprometer la estabilidad estructural del bosque y su capacidad de regeneración (10).

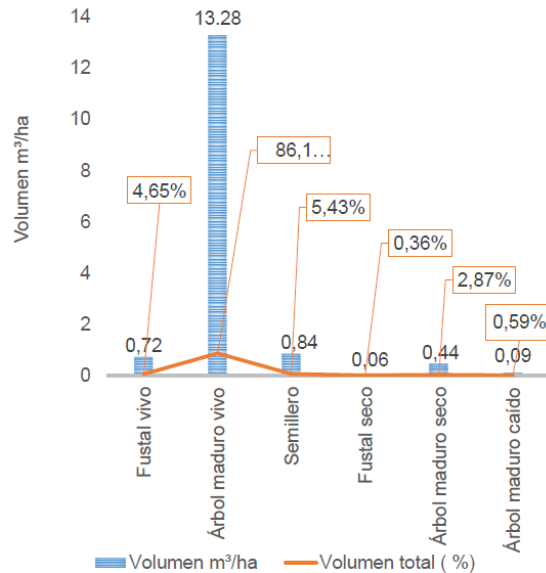


Figura 4. Volumen % y volumen comercial (m³) por clase diamétrica de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke)

La estimación del volumen comercial aprovechable se realizó considerando el Diámetro Mínimo de Corta (DMC), lo que permite establecer los árboles que pueden ser extraídos sin afectar significativamente la regeneración natural del bosque. Según los resultados obtenidos, el 81.22 % del volumen comercial total corresponde a árboles con DAP dentro del rango establecido por el DMC, lo que indica que la mayoría de los árboles evaluados presentan dimensiones adecuadas para el aprovechamiento forestal sostenible. La Figura 5 muestra la distribución del volumen comercial aprovechable en función del DMC, lo que proporciona información clave para la planificación del manejo forestal de la especie (11).

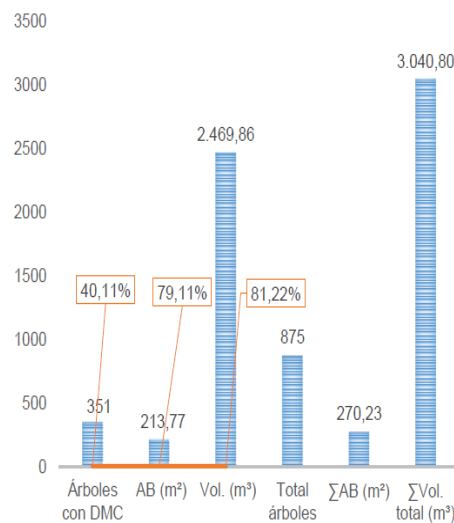


Figura 5. Volumen comercial aprovechable según el Diámetro Mínimo de Corta de la determinación de la situación actual de las variables dasométricas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke)

Estos resultados subrayan la importancia de implementar estrategias de manejo sostenible para *Cedrelinga cateniformis*, considerando tanto su potencial como especie maderable de alto valor como su papel en la regulación de los ecosistemas amazónicos. La distribución de la biomasa y el volumen comercial evidencian la necesidad de evitar la sobreexplotación de individuos de gran porte, ya que su extracción indiscriminada podría afectar la estructura del bosque y reducir la capacidad del ecosistema para captar y almacenar carbono (12).

3.3. Aprovechamiento forestal y dinámica de regeneración de *Cedrelinga cateniformis*

El aprovechamiento forestal de *Cedrelinga cateniformis* es una actividad de gran relevancia en los ecosistemas amazónicos debido a la alta demanda de su madera y su potencial de regeneración natural. La dinámica poblacional de esta especie depende de factores como la disponibilidad de semillas viables, las condiciones del suelo y la presión de extracción forestal. En este estudio, se evaluó la estructura de la población arbórea, el estado de los individuos y la distribución del área basal, con el fin de generar información clave para el manejo sostenible de esta especie (13).

Los resultados indican que el 58.37 % de los árboles evaluados son individuos maduros vivos, mientras que el 33.94 % corresponden a fustales vivos en proceso de crecimiento. En menor proporción, se identificó un 2.27 % de árboles semilleros, los cuales desempeñan un papel fundamental en la regeneración natural de la especie. Además, se registró que el 3 % de los árboles son maduros secos en pie, el 2.54 % son fustales secos en pie y el 0.32 % corresponde a árboles caídos. Estos datos reflejan un ecosistema con una estructura relativamente estable, pero con señales de mortalidad natural que podrían estar relacionadas con factores ambientales y la competencia por recursos (14). La Figura 6 presenta la distribución porcentual de los árboles evaluados, evidenciando el predominio de individuos maduros en la población estudiada.

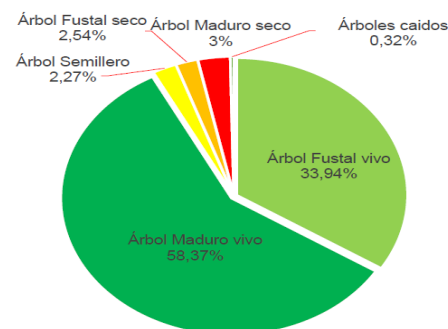


Figura 6. Diagrama porcentual de los árboles evaluados

En términos de área basal, se determinó que los árboles maduros representan el 84 % del área total, seguidos por los fustales con un 6.4 % y los semilleros con un 5.55 %. Los árboles secos en pie y los árboles caídos presentan una menor contribución, con valores de 3.22 % y 0.48 %, respectivamente. Esta distribución indica que la biomasa acumulada en los árboles en crecimiento es significativamente menor en comparación con los árboles maduros, lo que sugiere que la regeneración de la especie ocurre de manera gradual y a lo largo del tiempo (15). La Figura 7 muestra los datos porcentuales del área basal de los árboles evaluados, proporcionando una visión detallada de la estructura del bosque.

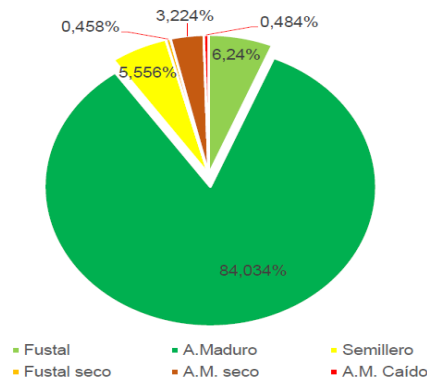


Figura 7. Datos porcentuales del área basal de los árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke)

En cuanto al estado de los individuos, se observó que el 56.80 % de los árboles presentan características que los hacen aprovechables a futuro, mientras que el 33.1 % ya son considerados comerciales. No obstante, un 5.4 % de los árboles presentan daños en el fuste y un 4.7 % muestran deformaciones estructurales que podrían afectar su desarrollo y calidad maderable. La Figura 8 ilustra la proporción de árboles en cada categoría de estado, resaltando la importancia de implementar planes de manejo forestal que permitan maximizar el aprovechamiento sin comprometer la regeneración de la especie (16).

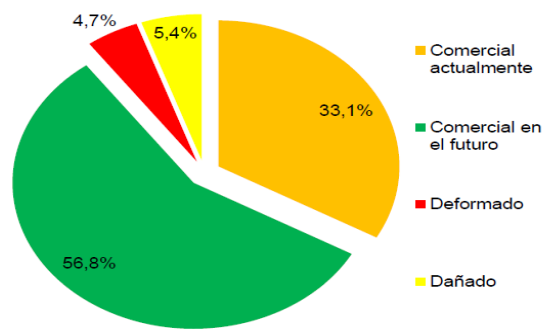


Figura 8. Estado de los árboles

El análisis de la estructura de las copas mostró que el 93.5 % de los árboles presentan copas irregulares, lo que indica una competencia por luz y espacio dentro del ecosistema. Solo el 0.9 % de los individuos tiene copas de círculo completo, mientras que el 4.2 % presenta copas semicirculares. Estas características pueden estar influenciadas por factores como la densidad del bosque, la disponibilidad de luz y la interacción con otras especies arbóreas (17). La Figura 9 representa la distribución de las copas en los árboles evaluados.

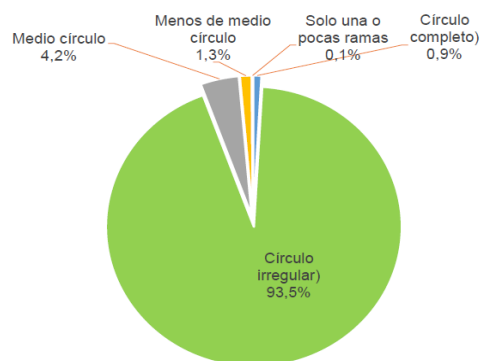


Figura 9. Regularidades de las copas de los árboles

Los resultados obtenidos sugieren que *Cedrelinga cateniformis* tiene un alto potencial de regeneración natural, siempre que se establezcan estrategias adecuadas de manejo forestal. La presencia de árboles semilleros y fustales vivos indica que la especie cuenta con una dinámica poblacional activa, pero la proporción de árboles secos y caídos resalta la necesidad de evaluar los factores que pueden estar afectando la mortalidad de los individuos. Además, la heterogeneidad en la estructura de las copas y la distribución del área basal sugiere que la regeneración y el crecimiento de la especie están influenciados por múltiples factores ecológicos y ambientales.

En este sentido, el manejo sostenible de *Cedrelinga cateniformis* debe considerar la preservación de los árboles semilleros, el monitoreo del crecimiento de los fustales y la implementación de prácticas de extracción controlada que eviten la sobreexplotación de individuos de gran diámetro. Estas medidas no solo garantizarán la conservación de la especie a largo plazo, sino que también contribuirán a mantener la estabilidad estructural del ecosistema amazónico en el que se desarrolla.

4. Discusión

El análisis de la estructura y composición del bosque en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno evidenció que *Cedrelinga cateniformis* es una de las especies dominantes dentro del ecosistema, presentando un crecimiento considerable en términos de diámetro y altura, lo que contribuye significativamente al almacenamiento de biomasa y carbono en la región amazónica. La distribución de individuos con DAP superior a 70 cm, aunque proporcionalmente baja en número, representa una fracción sustancial de la biomasa total, confirmando la relevancia de los árboles de gran porte en la dinámica del ecosistema. Estudios previos han señalado que especies forestales con crecimiento prolongado y gran desarrollo diamétrico cumplen un rol esencial en la captura de carbono y en la estabilización estructural del bosque (16). La heterogeneidad florística observada, con una alta representación de Fabaceae y otras familias propias del bosque húmedo tropical, concuerda con investigaciones que destacan la dominancia de este grupo en ecosistemas de tierras bajas debido a su capacidad de fijación de nitrógeno y adaptación a diferentes condiciones edáficas (15).

La biomasa aérea estimada en los árboles evaluados se encontró dentro de los rangos reportados para bosques amazónicos, los cuales, según diversas investigaciones, oscilan en valores inferiores a los 350 Mg ha⁻¹. La alta acumulación de biomasa en individuos de mayor tamaño respalda la hipótesis de que los árboles con DAP elevado almacenan un porcentaje significativo de la biomasa aérea en pie, lo que tiene implicaciones directas en la función del bosque como sumidero de carbono. Estos resultados son consistentes con estudios que demuestran que la estructura de la biomasa en los bosques tropicales está determinada en gran medida por unos pocos individuos de gran tamaño, los cuales contienen una proporción desproporcionada de la biomasa total del ecosistema (13). La relación entre el DAP y la altura total obtenida en este estudio es coherente con modelos alométricos desarrollados para bosques tropicales, en los cuales el incremento en el diámetro está directamente correlacionado con el aumento en la biomasa aérea y el volumen maderable (15).

En términos de aprovechamiento forestal, los valores de volumen comercial estimados revelaron que la mayoría de los árboles analizados presentan dimensiones adecuadas para su uso maderable, cumpliendo con los criterios establecidos por el Diámetro Mínimo de Corta. Sin embargo, el predominio de individuos en categorías diamétricas pequeñas sugiere que la regeneración de la especie es activa y que los procesos sucesionales del bosque aún se encuentran en desarrollo. La regeneración natural de *C. cateniformis* ha sido ampliamente documentada en distintos ecosistemas amazónicos, destacándose su capacidad de adaptación a diversos tipos de suelos y su resiliencia frente a perturbaciones moderadas (16). No obstante, la fragmentación del hábitat y la explotación

selectiva de individuos de gran diámetro podrían comprometer la estabilidad poblacional de la especie, lo que hace necesario el establecimiento de planes de manejo forestal que prioricen la conservación de individuos reproductivos y el mantenimiento de la diversidad genética en la población (17).

El estado de los árboles evaluados mostró que un porcentaje significativo de los individuos se encuentra en condiciones óptimas para el aprovechamiento forestal, aunque se identificaron deformaciones en el fuste y daños estructurales en algunos ejemplares, lo que podría influir en la calidad de la madera y en su potencial comercial. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que han señalado que factores como la competencia intraespecífica, la incidencia de plagas y las condiciones edáficas pueden afectar la calidad del fuste y, en consecuencia, el valor maderable de la especie (15). La estructura de las copas de los árboles también evidenció una alta variabilidad, con predominancia de copas irregulares, lo que puede estar relacionado con la disponibilidad de luz en el dosel y con la presión de competencia con otras especies arbóreas (13).

Los hallazgos de este estudio destacan la importancia de *Cedrelinga cateniformis* como una especie clave en la dinámica ecológica del bosque amazónico, tanto en términos de acumulación de biomasa como en su potencial de aprovechamiento forestal. No obstante, la necesidad de implementar estrategias de manejo sostenible se hace evidente, dado que la sobreexplotación de individuos de gran porte podría afectar la capacidad del ecosistema para regenerarse y mantener sus funciones ecológicas. La conservación de poblaciones naturales, junto con la promoción de sistemas agroforestales y plantaciones manejadas, podría representar una alternativa viable para garantizar la sostenibilidad del recurso y su contribución a la mitigación del cambio climático (17).

5. Conclusión

El presente estudio permitió determinar la importancia de *Cedrelinga cateniformis* dentro del ecosistema amazónico, tanto por su papel en la captura y almacenamiento de carbono como por su potencial de aprovechamiento forestal sostenible. La estructura del bosque evaluado mostró una composición dominada por especies de gran porte, donde *C. cateniformis* se destacó por sus dimensiones significativas en términos de diámetro y altura, evidenciando su relevancia en la dinámica ecológica del bosque siempreverde. La distribución de individuos en distintas clases diamétricas indicó que los árboles de mayor tamaño concentran una fracción considerable de la biomasa aérea, lo que resalta la necesidad de gestionar adecuadamente su explotación para evitar impactos negativos en la estabilidad del ecosistema.

La estimación de la biomasa aérea confirmó que los valores encontrados se encuentran dentro de los rangos reportados para bosques tropicales, destacándose la acumulación de biomasa en los árboles con DAP superior a 70 cm. Esto reafirma que los individuos de mayor tamaño son fundamentales en la función de sumidero de carbono del ecosistema, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático. Además, se observó que la regeneración natural de la especie es activa, aunque la presencia de individuos en clases diamétricas pequeñas sugiere que el bosque aún se encuentra en procesos de recuperación o sucesión ecológica.

El análisis del volumen comercial aprovechable evidenció que un alto porcentaje de los árboles evaluados cumplen con los criterios mínimos para su extracción, lo que indica su potencial como recurso maderable. Sin embargo, la variabilidad en la calidad del fuste y la presencia de deformaciones estructurales en algunos individuos podrían influir en su valor comercial. La identificación de copas irregulares y diferencias en la iluminación de los árboles sugiere que la competencia intraespecífica y la estructura del dosel tienen un impacto en el crecimiento y desarrollo de la especie, lo que podría influir en su manejo silvicultural.

En cuanto a la regeneración de la especie, se constató que su establecimiento está condicionado por factores ambientales y edáficos, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de conservación que garanticen la sostenibilidad de la población a largo plazo. La fragmentación del hábitat y la explotación selectiva de los individuos de mayor diámetro podrían comprometer el equilibrio del ecosistema, por lo que es fundamental establecer prácticas de manejo forestal responsable que permitan la coexistencia entre el aprovechamiento maderable y la conservación de la biodiversidad.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de *Cedrelinga cateniformis* como un recurso clave en los ecosistemas amazónicos, con un alto valor ecológico y comercial. La planificación de estrategias de manejo sostenible, el monitoreo continuo de la regeneración de la especie y la promoción de sistemas de producción alternativos pueden contribuir a la conservación de este recurso sin comprometer su función dentro del ecosistema. Es imprescindible que futuras investigaciones continúen explorando la dinámica poblacional de la especie y su relación con las condiciones ambientales, con el fin de garantizar su preservación y aprovechamiento en el marco de la sostenibilidad forestal.

Referencias

1. Sarango-Ordóñez JP, ARKG, ARBJ, & ULDA. Distribución geográfica y estado de conservación actual de *Cedrela odorata* y *Cedrelinga cateniformis* en la Amazonía ecuatoriana. *Journal of Economic and Social Science Research*. 2024; 4(4)(89-106): p. 89-106.
2. Sierra Praeli Y. Perú alcanza cifra de deforestación más alta en los últimos 20 años. MONGABAY. 2021.
3. Quispe DE. Estimación de carbono y estructura poblacional de *Cedrelinga cateniformis* en el Santuario Nacional Megantoni, Cusco. *Cantua*. 2024; 21(1)(14-19).
4. Monteverde-Calderón EG. Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú. *Xilema*. 2021; 31(75-83).
5. Pashanasi-Amasifuen B, AJAN, & MFMA. Crecimiento de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) y Marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 2022; 1(1)(e10-e10).
6. Soto Sabino G. Efecto de indicadores físicoquímicos del suelo en el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) en Supte san Jorge, Leoncio Prado-2022..
7. Izquierdo JE. Análisis de patrones de distribución espacial de individuos de *Inga thibaudiana* y *Cedrelinga cateniformis* en la región Amazonas-Perú. *Revista Forestal del Perú*. 2024; 39(1)(150-165).
8. Nava GP, & NP. Chunchu (*Cedrelinga cateniformis*)..
9. Silva Yucra L. Evaluación de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* (Tornillo) y *Schizolobium* sp. (Pashaco), en dos bosques de manejo forestal, Tambopata-Madre de Dios..
10. Garcia Namuche MA. Crecimiento de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke, mimosaceae) bajo efecto de bocashi en suelos degradados..
11. Espinoza Ambicho LW. Calidad del suelo en plantaciones forestales coetáneas, localizadas en los departamentos San Martín y Huánuco, Perú..
12. Mancilla Beltrán JM, & SCYM. Caracterización entomológica, patológica y fisiológica de *Cedrelinga cateniformis* Ducke en fajas de enriquecimiento El Tornillal..
13. Trigo Becerril D. Efecto del manejo convencional del arroz (*Oryza sativa* L.) en indicadores físicoquímicos del suelo del fundo Mercedes y Pérez en Yurimaguas-Loreto..

15. Garay Salazar AM. Características de los indicadores físicos, químicos y biológicos en su estado actual del suelo en subparcelas con especies forestales del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) Tingo María..
16. Durán Pino JA. Germinación y crecimiento de (*Cedrelinga cateniformis*) con diferentes tipos de sustrato, preparación de semillas y niveles de sombras en La Joya de los Sachas..
17. Trigos-Becerril D,FRN,&RRA. Indicadores Físicoquímicos del suelo con Manejo Convencional Del Arroz (*Oriza sativa* L.) Bajo Riego.. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida. 2021; 37(1)(117-129).
18. Soto Sabino G. Efecto de indicadores físicoquímicos del suelo en el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) en Supte san Jorge, Leoncio Prado-2022..



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>