

Caracterización del arbolado en un bosque secundario del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA)

Characterization of the tree population in a secondary forest of the Amazonian Experimental Research and Production Center (CEIPA)

Edwin Samuel Lescano Moreta¹, Erick Sebastián Castro Ruiz¹, Christopher Oswaldo Paredes Ulloa¹

<https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2526ep01-1172> 

Resumen

El estudio analiza la estructura y composición florística del arbolado presente en el CEIPA, ubicado en la Amazonía ecuatoriana. Los bosques tropicales, ecosistemas altamente biodiversos que desempeñan un papel fundamental en la regulación del clima global y en el almacenamiento de carbono, además de sostener numerosos procesos ecológicos esenciales. En este contexto, comprender la organización del arbolado mediante variables como diámetro, altura, área basal y diversidad de especies permite interpretar la dinámica ecológica y los procesos de regeneración natural de estos ecosistemas. La investigación se desarrolló mediante un inventario forestal en cuatro parcelas de 20 m × 20 m, donde se registraron todos los árboles con diámetro mayor a 5 cm. Las especies fueron identificadas a partir de sus características morfológicas y, posteriormente, se calcularon diversos índices de diversidad y parámetros ecológicos, entre ellos la densidad arbórea, el área basal, los índices de Shannon, Simpson y Pielou, así como el Índice de Valor de Importancia (IVI). Además, se analizó la estructura horizontal mediante clases diamétricas y la estructura vertical usando intervalos de altura. Los resultados registraron 23 especies pertenecientes a 21 géneros y 16 familias botánicas, con predominio de la familia Arecaceae y de la especie *Iriartea deltoidea* con 16.04%, que presentó el mayor IVI y diversidad moderada del bosque, lo que refleja una regeneración natural activa del ecosistema.

Palabras clave

Abstract

inventario forestal, estructura arbórea, índice de valor de importancia, ecosistemas tropicales.

The study analyzes the structure and floristic composition of the tree community present at CEIPA, located in the Ecuadorian Amazon. Tropical forests are highly biodiverse ecosystems that play a fundamental role in global climate regulation and carbon storage, in addition to sustaining numerous essential ecological processes. In this context, understanding the organization of tree communities through variables such as diameter, height, basal area, and species diversity allows for the interpretation of ecological dynamics and natural regeneration processes in these ecosystems. The research was conducted through a forest inventory in four 20 m × 20 m plots, where all trees with a diameter greater than 5 cm were recorded. Species were identified based on their morphological characteristics, and subsequently, various diversity indices and ecological parameters were calculated, including tree density, basal area, Shannon, Simpson, and Pielou indices, as well as the Importance Value Index (IVI). In addition, horizontal structure was analyzed using diameter classes, and vertical structure was examined through height intervals. The results recorded 23 species belonging to 21 genera and 16 botanical families, with a predominance of the Arecaceae family and the species *Iriartea deltoidea* at 16.04%, which showed the highest IVI and moderate forest diversity, reflecting active natural regeneration of the ecosystem.

Keywords

forest inventory, tree structure, importance value index, tropical ecosystems.

Direcciones ¹Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.. Pastaza, Ecuador. Email: es.lescanom@uea.edu.ec, es.castror@uea.edu.ec, co.paredesu@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia Edwin Samuel Lescano Moreta. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.. Pastaza, Ecuador. Email: es.lescanom@uea.edu.ec

Cómo citar LESCANO MORETA, Edwin Samuel, CASTRO RUIZ, Erick Sebastián and PAREDES ULLOA, Christopher Oswaldo 2026. **Caracterización del arbolado en un bosque secundario del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA)**. PrePrint UEA. Vol. FOR2526. p. ep01-1172. <https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2526ep01-1172>

Editores Académicos Billy Daniel Coronel Espinoza

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA. 
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

Según la FAO 2020, el ritmo de pérdida neta de bosques disminuyó notablemente durante el período 1990-2020 debido a una reducción de la deforestación en algunos países. En la actualidad la deforestación en la Amazonía ecuatoriana sigue siendo un problema grave a pesar de que la tasa anual de deforestación ha disminuido de 1,73 % a 0,67 % (Mejía *et al.* 2021), las actividades que más afectaron en este periodo se relacionan con el descubrimiento de petróleo, construcción de vías, acceso a mercados y reformas agrarias que

involucran conflictos de territorios y cambios de modelos ancestrales (Quezada *et al.* 2021).

Los bosques tropicales constituyen uno de los sistemas ecológicos más complejos y biodiversos del planeta, concentrando aproximadamente el 50 % de la diversidad mundial de especies terrestres y desempeñando un papel fundamental en la regulación del ciclo global del carbono y del clima (Brienen *et al.* 2020).

La composición del arbolado se define por la distribución de diámetros, altura, estratificación vertical, área basal y la

composición florística determinada por la riqueza, abundancia y dominancia de especies son atributos esenciales para comprender la variación, funcionamiento y resiliencia de los bosques tropicales frente a perturbaciones ambientales (Fadrique *et al.* 2026). Estos parámetros permiten evaluar procesos ecológicos como la regeneración, competencia interespecífica, almacenamiento de biomasa y respuesta al cambio climático.

En la cuenca amazónica, considerada el bosque tropical continuo más extenso del mundo, se han registrado más de 16.000 especies de árboles, con patrones espaciales de diversidad y dominancia que varían significativamente según gradientes climáticos y edáficos (Luize *et al.* 2024).

Investigaciones recientes evidencian que la composición funcional y taxonómica de los bosques amazónicos está experimentando cambios asociados al aumento de temperatura, variabilidad hídrica y presión antrópica, lo cual modifica la configuración espacial del bosque y la distribución de especies dominantes (Fadrique *et al.* 2026). Estos cambios pueden influir directamente en la estabilidad ecológica y en la capacidad de los bosques para actuar como sumideros de carbono.

En Ecuador, la región amazónica representa aproximadamente el 48 % del territorio nacional y alberga una alta heterogeneidad florística influenciada por la topografía andino-amazónica, la fertilidad del suelo y los regímenes de precipitación (Duque *et al.*, 2021). Estudios desarrollados en la Amazonía ecuatoriana muestran que la organización sistemática de los bosques presenta una distribución diamétrica típicamente invertida en “J”, característica de bosques tropicales húmedos con procesos activos de regeneración, así como una elevada diversidad alfa y beta entre localidades (Duque *et al.*, 2021; Fadrique *et al.*, 2023). Sin embargo, aún existen vacíos de información a escala local que permitan comprender con mayor precisión los patrones ecológicos del arbolado en sitios específicos con relevancia académica y productiva.

El Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), ubicado en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, constituye un área estratégica para el estudio y desarrollo de los recursos forestales de la Amazonía ecuatoriana. Según (Sucoshañay Villalba *et al.* 2025) más del 90 % de la superficie del CEIPA presenta una cobertura vegetal de mediana a alta densidad, confirmando la prevalencia de un ecosistema en buen estado de salud. Esta distribución densa de la vegetación no solo sugiere una baja intervención humana, sino que también refuerza la importancia del manejo adecuado de los recursos naturales.

La información científica acerca de las especies que conforman los bosques en regeneración de la Amazonía sigue siendo escasa. La mayor parte de las investigaciones se ha enfocado en bosques primarios, lo que genera una limitada comprensión sobre la composición y el funcionamiento de las especies que se desarrollan durante las etapas sucesionales de recuperación. La caracterización detallada del arbolado presente en este sitio permite generar información cuantitativa sobre riqueza de especies, distribución diamétrica, área basal y dominancia ecológica, aportando evidencia científica para la gestión sostenible, conservación y planificación

territorial en ecosistemas amazónicos.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la estructura y composición del arbolado en CEIPA, contribuyendo al entendimiento de los patrones ecológicos locales y su relación con tendencias observadas a escala regional y amazónica.

2. Metodología

2.1. Localización

El área de estudio se ubica en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica de la Universidad Estatal Amazónica, localizado en la provincia de Napo, aproximadamente en el km 44 de la vía Puyo-Tena, en la confluencia de los ríos Piatúa y Anzu. El área posee alrededor de 2848 ha, con temperaturas medias anuales entre 23 y 24 °C (Barroso Tagua, 2022), presenta condiciones favorables para ecosistemas tropicales húmedos debido a su rango altitudinal de 550–1200 m s.n.m. (Tapia 2021).

Desde el punto de vista edafoclimático, la zona presenta un clima ecuatorial lluvioso con precipitaciones constantes, lo que promueve suelos húmedos, altamente meteorizados y con intensa actividad biológica. Estas condiciones inciden directamente en los procesos ecológicos e hidrológicos del área, debido a que los bosques localizados en las partes más bajas del terreno y cercanos a los ríos tienden a verse más afectados cuando los cursos de agua se desbordan y alcanzan estas zonas (Martínez *et al.* 2023). En la Figura 1 se muestra el mapa de localización elaborado para este estudio, donde se detalla la posición geográfica exacta del área investigada.

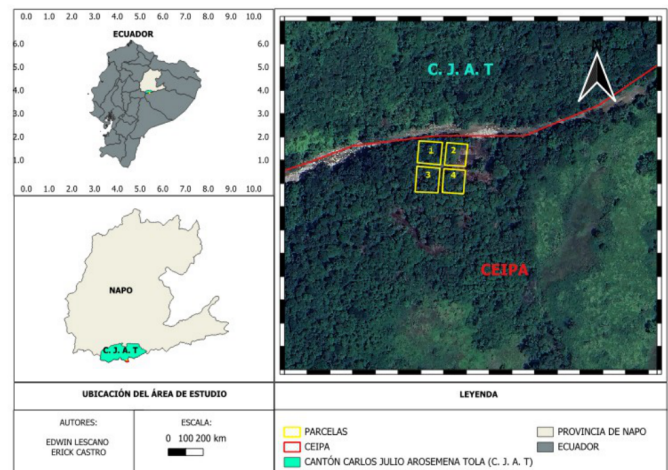


Figura 1 | Mapa de localización del área de estudio

Las parcelas de muestreo se establecieron a una distancia aproximada de 20 m del río Junia, con el fin de mantener proximidad al sistema hídrico sin interferir directamente en su dinámica natural, evitando así perturbaciones por inundación directa o erosión de orillas, tal como se recomienda en metodologías de inventarios forestales y estudios de vegetación en bosques tropicales (Lamprecht, 1990; SERFOR, 2019). Las coordenadas de referencia de estas parcelas se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1 | Coordenadas UTM (WGS84 - Zona 17S) de las parcelas de muestreo del CEIPA

Parcela	Latitud	Longitud
1	845482,1	9864094,5
2	845530,1	9864095,0
3	845531,1	9864052,3
4	845480,9	9864053,2

2.2 Trabajo de campo

Con el equipo de trabajo conformado por estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, se realizó un inventario forestal mediante muestreo directo en cuatro parcelas de 20 m x 20 m establecidas dentro del área de estudio. En cada parcela se registraron todas las variables dasométricas de cada árbol, teniendo como criterio un diámetro a la altura el pecho (DAP) ≥ 5 cm y la altura total (m), esta metodología es propuesta por los autores.

Para la estimación de la altura de los árboles se empleó la aplicación móvil AR Meter, la cual utiliza herramientas de medición basadas en realidad aumentada integradas en el dispositivo. Mediante esta aplicación se realizaron las mediciones apuntando la cámara del teléfono hacia la base y la copa de cada individuo arbóreo, lo que permitió obtener una estimación aproximada de su altura total de manera rápida y práctica durante el trabajo de campo.

La identificación se realizó a partir de caracteres morfológicos observados en campo (hábitos, características foliares y reproductivas) con apoyo de binoculares. Cuando no se logró la determinación in situ, se tomaron registros fotográficos de alta resolución y notas de campo para su corroboración bibliográfica posterior (Luzuriaga 2014), para determinar: familia, género y especie; todas estas técnicas se basan en metodologías estándar del inventario forestal (SERFOR 2019). Los datos fueron organizados en una base de datos digital en Microsoft Excel para su posterior análisis.

2.3 Composición y estructura florística

Se determinó mediante la identificación taxonómica de las especies registradas en campo, agrupándolas por familias, géneros y especies. Se calculó la riqueza florística como el número total de especies presentes en el área de estudio, asimismo, se evaluó la importancia ecológica de cada especie mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), este método analiza solo la distribución horizontal y no refleja la heterogeneidad e irregularidad que puede existir entre los estratos. Para complementar los análisis de la estructura horizontal y vertical, se cuantifica para cada especie un nuevo índice (Reyes 2018), el cual integra tres parámetros estructurales: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. Este índice permite identificar las especies dominantes y sus relaciones en la composición del bosque (Curtis, McIntosh 1951).

El área basal de una especie es determinada en una parcela por la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP ≥ 10 cm (TREVOLL S. A. 2019).

$$Ab = \frac{\pi D^2}{4} \quad (1)$$

Para la determinación de los parámetros se siguieron las fórmulas propuestas por (SERFOR 2019), ampliamente utilizadas en inventarios forestales en América Latina.

Abundancia relativa

$$(Ar) = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos}} * 100 \quad (2)$$

Frecuencia relativa

$$(Fr) = \frac{\text{Frecuencia de la especie}}{\text{Frecuencia total de las especies}} * 100 \quad (3)$$

Dominancia relativa

$$(Dr) = \frac{\text{Dominancia absoluta de la especie}}{\text{Sumatoria del AB de todas las especies}} * 100 \quad (4)$$

Índice de valoración de importancia

$$(I.V.I\%) = \frac{(Ar + Fr + Dr)}{3} \quad (5)$$

La densidad arbórea

La densidad arbórea se determina mediante el conteo del número de individuos dentro de un área definida y su expresión por unidad de superficie, generalmente individuos por hectárea (Kuchler, Mueller-Dombois, Ellenberg 1976).

$$(\text{Densidad arbórea}) = \frac{\text{Total de individuos}}{\text{Área total muestrada}} \quad (6)$$

Índices de diversidad y equidad

La diversidad biológica de una comunidad puede evaluarse mediante diferentes índices que integran tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa de los individuos. Entre los índices más utilizados se encuentran el de Shannon y el de Simpson Índice de equidad de (Pielou) J.

Los índices de diversidad florística fueron estimados utilizando el software PAST (Paleontological Statistics), ampliamente empleado en estudios ecológicos. Los cuales permiten cuantificar la diversidad y comparar la estructura de distintas comunidades ecológicas (Magurran 1988). Adicionalmente, la composición organizacional de la parcela se analizó mediante el índice de equidad, la cual permite visualizar la distribución de la abundancia de las especies dentro de la comunidad, ordenándolas desde la más abundante hasta la menos abundante para evaluar los patrones de dominancia y equidad entre las especies.

Shannon-Wiener

$$H' = -\sum (p_i \ln p_i) \quad (7)$$

Simpson

$$1 - D = 1 - \sum (p_i)^2 \quad (8)$$

Índice de equidad de (Pielou) J

$$J = H' / \ln(s) \quad (9)$$

2.4 Estructura horizontal

La cubierta arbórea se examinó y evaluó mediante el análisis de clases diamétricas, una metodología que permite comprender la distribución y ocupación espacial de los árboles en relación con la superficie terrestre que cubren (Lamprecht 1990).

Tabla 2 | Intervalos de clases diamétricas utilizados para la caracterización

Rango	Intervalo (cm)
I	5-9,99
II	10-14,99
III	15-19,99
IV	20-24,99
V	≥ 25

2.5 Estructura vertical

Este parámetro analizó el bosque a través de la distribución de las especies forestales que componen un ecosistema y ocupan sitios específicos con respuesta a factores climáticos, gradientes ambientales o disturbio natural mediante la categorización de altura de los individuos registrados (Loto *et al.* 2018). Los intervalos utilizados para determinar los rangos fueron elaborados por los autores y se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 | Intervalos de clases de altura empleado para la caracterización vertical del bosque

Rango	Intervalo (m)
I	5-9,99
II	10-14,99
III	15-19,99
IV	20-24,99
V	≥ 25

3. Resultados y discusión

3.1 Riqueza y composición florística

La riqueza y composición florística registrada evidencian una comunidad vegetal diversa, representada por 23 especies distribuidas en 21 géneros y 16 familias botánicas, lo que refleja una heterogeneidad estructural característica de bosques húmedos tropicales. La mayor representatividad corresponde a familias como Arecaceae, Fabaceae, Myristicaceae, Salicaceae y Urticaceae, mientras que el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie, lo que indica una distribución relativamente equilibrada con ligera dominancia de ciertos grupos ecológicamente importantes. En relación a este tema Patiño *et al.* (2015), manifestó que la familia Arecaceae ocupa 16,30 %, en un bosque siempreverde piemontano.

Tabla 4 | Especies arbóreas registradas en el bosque del CEIPA.

Familia	Especie (científico)	Nombre Común
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Palo de cruz
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin	Lentejilla
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pambil
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Palma 1860
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i> Poepp. ex Endl.	Killy
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Pigue
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i> Planch. & Triana	Ujuangu
Fabaceae	<i>Calliandra trinervia</i> Benth. 1844	Pata de vaca
Fabaceae	<i>Inga sp.</i> Mart.	Guabilla
Lacistemataceae	<i>Lozania mutisiana</i> Schult.	Café de monte
Lauraceae	<i>Endlicheria sp.</i> Nees	Laurel negro
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i> Ruiz & Pav.	Colca
Myristicaceae	<i>Virola flexuosa</i> Aubl.	Doncel de coco
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (A.DC.) H.Karst.	Sangre de gallina
Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	Palo de agua
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L.Andersson	Calum calu
Salicaceae	<i>Casearia prunifolia</i> Kunth	Puma mullo
Salicaceae	<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.	Chuchuwaso
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i> Aubl., 1775	Caimito de monte
Tapisciaceae	<i>Huertia glandulosa</i> Ruiz & Pav.	Umiti
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Allu panga
Urticaceae	<i>Pourouma minor</i> Benoist.	Uva de monte
Vochysiaceae.	<i>Vochysia bractelineae</i> Standl.	Tamburo

Según Pintaud *et al.* (2008), la familia de las Arecaceae, por sus características tropicales e hígrófilas, es omnipresente en todos los ecosistemas amazónicos, además sus patrones biogeográficos son muy evidentes en la región amazónica a nivel de la distribución de sus especies. Por su parte, la inclusión de Fabaceae, conocidas por su capacidad de fijación

de nitrógeno, puede asociarse a procesos de regeneración natural y suelos con buena fertilidad. Asimismo, la coexistencia de especies características de bosque maduro (como representantes de Lauraceae, Myristicaceae y Sapotaceae) junto con especies pioneras como *Cecropia sciadophylla* indica que el área podría encontrarse en un estado intermedio de conservación, posiblemente correspondiente a un bosque secundario en recuperación (Tabla 4).

En la Tabla 5, correspondiente a la abundancia, se observa una marcada dominancia de la familia Arecaceae, que presenta el mayor número de individuos (30), lo que indica que las palmas constituyen el grupo estructural más importante dentro del área de estudio. Le siguen Salicaceae (13) y Rubiaceae (12), evidenciando también una participación significativa en la composición del bosque. En un nivel intermedio se encuentran Myristicaceae (9).

Tabla 5 | Abundancia de especies por familia de árboles en el CEIPA.

Familia	Nº
Arecaceae	30
Salicaceae	13
Rubiaceae	12
Myristicaceae	9
Fabaceae	8
Melastomataceae	8
Nyctaginaceae	8
Asteraceae	6
Araliaceae	4
Tapisciaceae	4
Urticaceae	3
Vochysiaceae	2
Clusiaceae	1

En la **Tabla 6**, referente a la riqueza de especies, se mantiene el patrón de dominancia de Arecaceae. La alta representatividad de las especies de familia Arecaceae está dada por la presencia de *Iriartea deltoidea*, lo cual indica que la especie es predominante en un bosque siempreverde piemontano (Reyes 2018).

Tabla 6 | Riqueza de especies de árboles en el CEIPA

Especies	N.º
<i>Iriartea deltoidea</i>	26
<i>Casearia prunifolia</i>	12
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	12
<i>Miconia sp</i>	8
<i>Piptocoma discolor</i>	6
<i>Inga sp.</i>	5
<i>Neea sp.</i>	5
<i>Otoba glycycarpa</i>	5
<i>Huetea glandulosa</i>	4
<i>Calliandra trinervia</i>	3
<i>Dendropanax arboreus</i>	3
<i>Pourouma minor</i>	2
<i>Socratea exorrhiza</i>	2
<i>Virola flexuosa</i>	2
<i>Virola sebifera</i>	2
<i>Vochysia brachelytra</i>	2
<i>Wettinia maynensis</i>	2
<i>Cecropia sciadophylla</i>	1

Otras especies con alta representación son *Casearia prunifo-*

lia y *Ladenbergia oblongifolia*, lo que confirma la importancia de Salicaceae y Rubiaceae en la estructura del bosque. La mayoría de las demás especies presentan abundancias bajas (1–3 individuos), lo que indica una distribución desigual, característica de ecosistemas tropicales donde pocas especies suelen concentrar gran parte de los individuos.

Fabaceae, Melastomataceae y Nyctaginaceae (8 cada una), mientras que Asteraceae (6), Araliaceae y Tapisciaceae (4) muestran valores moderados. Las demás familias presentan abundancias bajas (entre 1 y 3 individuos), lo que sugiere una comunidad con pocas familias altamente dominantes y varias con representación reducida. Este patrón coincide con estudios recientes en bosques amazónicos, donde se ha observado que Arecaceae puede representar entre el 20 % y 35 % de los individuos en parcelas forestales, Rubiaceae y Fabaceae suelen aportar entre el 10 % y 18 % de los individuos registrados. Melastomataceae y Myristicaceae presentan valores intermedios cercanos al 5 %-12 %, esto evidencia una alta riqueza de especies, reflejando su amplia adaptación ecológica y su importancia estructural en estos ecosistemas. Asimismo, investigaciones sobre la dinámica y composición florística de bosques amazónicos señalan que las palmas pueden dominar localmente la estructura del bosque y la abundancia relativa de individuos, debido a su capacidad de adaptación a condiciones de humedad, dispersión efectiva de semillas y regeneración en diferentes etapas sucesionales (Reyes 2018).

3.1.1 Índice de Valor de Importancia (IVI).

La tabla 7 presenta las 10 especies botánicas con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual integra tres parámetros ecológicos fundamentales: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. Este índice permite identificar las especies que ejercen mayor influencia dentro de la estructura y funcionamiento del bosque.

Tabla 7 | Índice de valor de importancia (IVI) de las diez especies con mayor relevancia estructural.

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	A	R%	A	R%	A	R%	%
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	26	23,4	4	5,56	5542,3	19,14	16,04
<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L.Andersson	12	10,8	4	5,56	5883,4	20,31	12,23
<i>Casearia prunifolia</i> Kunth	12	10,8	5	6,94	3118,6	10,77	9,51
<i>Miconia sp.</i> Ruiz & Pav.	8	7,2	3	4,17	1431,1	4,94	5,44
<i>Inga sp.</i> Mart.	4	3,6	4	5,56	1314,9	4,54	4,57
<i>Otoba glycycarpa</i> (A.DC.) H.Karst.	5	4,5	3	4,17	1189,0	4,11	4,26
<i>Huetea glandulosa</i> Ruiz & Pav.	4	3,6	3	4,17	1408,4	4,86	4,21
<i>Neea sp.</i>	5	4,5	3	4,17	864,0	2,98	3,88
<i>Pourouma minor</i> Benoist.	2	1,8	2	2,78	1883,3	6,50	3,69
<i>Calliandra trinervia</i> Benth. 1844	3	2,7	3	4,17	771,4	2,66	3,18

Los resultados expuestos en la figura 2 muestran que *Iriartea deltoidea* posee el IVI más alto (16,0%), lo que indica que es la especie ecológicamente más relevante en el área de estudio. Su alta representatividad puede deberse a su abundancia, amplia distribución y posiblemente mayor aporte en área basal, consolidándola como especie dominante y estructuralmente importante en el ecosistema.

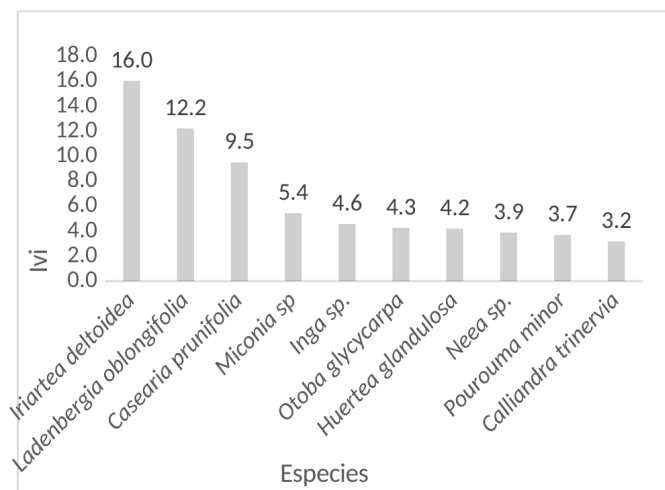


Figura 2 | Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI).

En segundo lugar, se encuentra *Ladenbergia oblongifolia* (12,2%), seguida por *Casearia prunifolia* (9,5%), especies que también presentan un peso significativo dentro de la comunidad vegetal. Estas especies contribuyen de manera importante a la composición florística y a la estructura vertical del bosque.

Con valores intermedios aparecen *Miconia sp.* (5,4%) e *Inga sp.* (4,6%), mientras que *Otoba glycycarpa*, *Huertea glandulosa*, *Neea sp.*, *Pourouma minor* y *Calliandra trinervia* presentan valores menores (entre 3,2% y 4,3%), lo que indica una participación ecológica secundaria pero aún relevante dentro del ecosistema.

Densidad arbórea

Cálculo de la densidad arbórea en el área de estudio

$$(\text{Densidad arbórea}) = \frac{111}{0,008ha} = 13,875 \quad (10)$$

La densidad arbórea se calculó a partir de la relación entre el número total de individuos registrados y el área muestreada. En este caso se contabilizaron 111 árboles en una superficie de 0.008 hectáreas, por lo que la densidad se obtiene dividiendo el número de individuos entre el área evaluada ($D = N/A$). Al realizar el cálculo, el resultado corresponde a 13 875 árboles por hectárea, lo que indica una alta concentración de individuos en el área de estudio. Este valor refleja una elevada abundancia de árboles dentro de una superficie relativamente pequeña, característica que puede presentarse en bosques secundarios húmedos de la Amazonía ecuatoriana. En este tipo de ecosistemas, la vegetación suele encontrarse en procesos de regeneración después de perturbaciones naturales o antrópicas, lo que favorece el establecimiento de numerosos individuos jóvenes y de menor diámetro. Como consecuencia, se registra una mayor densidad de árboles debido a la presencia de especies pioneras y de rápido crecimiento que colonizan el área.

Además, las condiciones ambientales de la Amazonía ecuatoriana, como la alta precipitación, temperaturas relativamente estables y suelos que permiten una rápida regeneración de la vegetación, favorecen el establecimiento y desarrollo de múltiples individuos en etapas tempranas del bosque. Sin

embargo, a medida que el bosque secundario avanza hacia estados sucesionales más maduros, la competencia por recursos como la luz, el agua y los nutrientes provoca procesos naturales de auto aclareo, en los cuales algunos individuos mueren mientras otros continúan creciendo y dominando el dosel, lo que reduce gradualmente la densidad arbórea.

Por otro lado, es importante considerar que el área de muestreo utilizada (0.008 ha) es relativamente pequeña, por lo que al extrapolar los datos a una hectárea el valor puede resultar elevado. En este sentido, para obtener una interpretación más precisa de la estructura del bosque secundario húmedo evaluado en la Amazonía ecuatoriana, es recomendable complementar este análisis con otros parámetros estructurales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura de los árboles, el área basal y la composición de especies, los cuales permiten comprender de manera más integral la dinámica y el estado de regeneración del ecosistema forestal.

3.2 Diversidad florística Shannon-Wiener y Equidad.

3.2.1 Índice de Shannon-Wiener

El valor del índice de diversidad de Shannon obtenido para el área de estudio fue $H' = 2,47$, lo que refleja un nivel de diversidad moderado a alto para un bosque secundario amazónico. Este rango es consistente con valores reportados para bosques siempreverdes piemontanos en etapas sucesionales intermedias, donde H' suele oscilar entre 2,0 y 3,0 debido a la coexistencia de especies pioneras y secundarias tardías.

Este nivel de diversidad sugiere que el bosque del CEIPA presenta una estructura florística heterogénea, con dominancia marcada de unas pocas especies principalmente *Iriartea deltoidea*, *Casearia prunifolia* y *Ladenbergia oblongifolia* pero acompañado de un conjunto amplio de especies de baja abundancia. Este patrón es típico de ecosistemas tropicales con procesos activos de regeneración y donde las perturbaciones pasadas han permitido el establecimiento simultáneo de especies de distintos grupos funcionales.

En conjunto, el índice de Shannon respalda la clasificación del CEIPA como un bosque en etapa sucesional intermedia, con diversidad estructural suficiente para sostener procesos ecológicos clave y con clara tendencia hacia una mayor complejidad en el futuro conforme las especies de mayor longevidad alcancen tamaños superiores.

3.2.2 Índice de Simpson

El índice de Simpson obtenido para el bosque del CEIPA fue $1 - D = 0,8827$, lo que indica un alto nivel de diversidad dentro de la comunidad arbórea evaluada. Valores cercanos a 1 reflejan ecosistemas donde no existe una dominancia marcada por una sola especie, sino que la abundancia se distribuye de manera relativamente equilibrada entre la mayoría de las especies presentes.

Este comportamiento es característico de bosques tropicales húmedos en etapas sucesionales intermedias, donde coexisten especies pioneras como *Cecropia sciadophylla* y *Pourouma minor* con especies propias de bosques más maduros, entre ellas *Virola flexuosa*, *Otoba glycycarpa* y *Huertea glandulosa*. Aunque *Iriartea deltoidea* muestra la mayor abun-

dancia y área basal, su predominio no es lo suficientemente alto como para generar un patrón de dominancia extrema, lo que explica el valor elevado del índice.

Esta distribución relativamente equitativa confirma la estructura diversa y funcional del bosque, y es consistente con lo observado mediante el índice de Shannon ($H' = 2,47$), reforzando la idea de que el CEIPA posee una comunidad arbórea dinámica, heterogénea y con alta resiliencia ecológica. Estos resultados muestran similitudes con lo reportado en estudios anteriores, donde se registraron valores de equidad de 0,562 y 0,542, respectivamente. Dichos valores reflejan condiciones ecológicas comparables, caracterizadas por una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies, lo que indica comunidades con niveles moderados de equidad y diversidad. Este patrón sugiere que en ambos casos la estructura de la comunidad vegetal se mantiene relativamente equilibrada, sin una dominancia extrema de pocas especies (Sarango *et al.* 2024)

3.2.3 Índice de Equidad de (Pielou) J

El índice de equidad de (Pielou) J ($J = 0,848$) refleja el grado en que los individuos se distribuyen de manera uniforme entre las diferentes especies presentes en el área de estudio. Al ser un valor cercano a 1, indica una alta equidad, lo que significa que la mayoría de las especies tienen abundancias similares y no existe una dominancia marcada de una sobre las demás. Este sugiere que la comunidad ecológica está bien estructurada y equilibrada, ya que los recursos disponibles son aprovechados de manera relativamente homogénea por las especies, lo cual suele asociarse con ecosistemas más estables y con menor presión competitiva entre ellas.

Tabla 8 | Índices de diversidad y equidad de la comunidad arbórea del CEIPA

Índice	Resultado
Shannon-Wiener	2,47
Simpson	0,8827
Equidad de (Pielou) J	0,848

3.3 Estructura horizontal y vertical

3.3.1 Estructura horizontal

La distribución de las clases diamétricas registra un total de 111 individuos (figura 3), observándose que la mayor abundancia se concentra en la clase II (10–14,99 cm) con 47 árboles, lo que representa aproximadamente el 42,34% del total. Le sigue la clase III (15–19,99 cm) con 28 individuos (25,22%), mientras que la clase I (5–9,99 cm) y IV (20–24,99 cm) presentan 14 individuos cada una (12,61% respectivamente). Finalmente, la clase V (≥ 25 cm) es la menos representada con 8 individuos (7,20%). Esta distribución evidencia una mayor concentración de individuos en diámetros intermedios, lo que sugiere un bosque en proceso de desarrollo o en etapa sucesional intermedia, con predominio de árboles jóvenes y en crecimiento. La menor presencia de individuos de gran diámetro indica una baja proporción de árboles maduros, lo que puede estar asociado a procesos de regeneración secundaria, aprovechamiento previo o a la dinámica natural del ecosistema. En conjunto, la estructura diamétrica refleja un bosque con buena regene-

ración, pero aún en consolidación estructural. Comparando con estudios recientes en la Amazonía, parcelas permanentes reportan que las clases menores (0-10 cm) representan entre el 86,06% de los individuos, clases intermedias (10,1–20 cm) entre el 49%, clases mayores ($\geq 40,1$ cm) solo entre el 3,7%.

Según investigaciones realizadas por (Lamprecht 1990), acierta que al aumentar la clase diamétrica la cantidad de individuos disminuye, producto de la competencia por los requerimientos lumínicos, resultando la mortalidad de individuos que no logran superar esta condición. También (Carreón-Santos, Valdez-Hernández 2014) reportaron mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, asociado a la existencia de condiciones ecológicas que estimulan la regeneración y la alta capacidad de recuperación de la vegetación secundaria, sobre todo si las fuentes de propágulos están cercanas y la intensidad en el uso del suelo no es severa (Reyes 2018).

La distribución diamétrica en el área de estudio se asemejó a la forma típica de una “J” invertida con las especies con diámetros ≥ 10 representativa de un bosque natural heterogéneo o con una alta tendencia a la heterogeneidad, patrón característico de poblaciones disetáneas y maduras, la menor presencia de individuos de gran diámetro sugiere que la madurez estructural aún no se ha alcanzado, similar a lo reportado en parcelas amazónicas evaluadas en los últimos cinco años. (Reyes 2018)

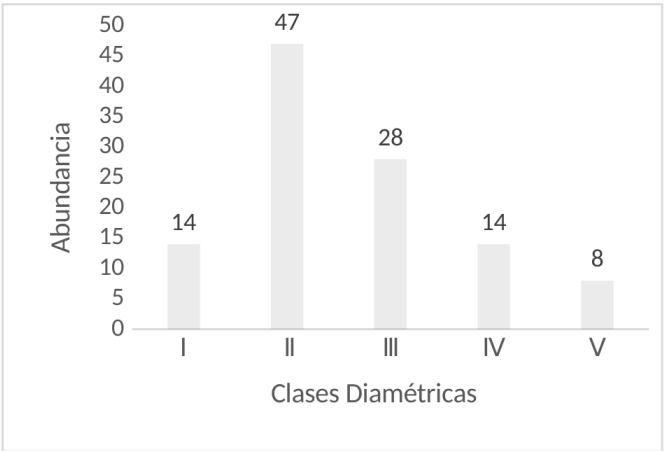


Figura 3 | Distribución diamétrica de los árboles del CEIPA.

3.3.2 Estructura vertical

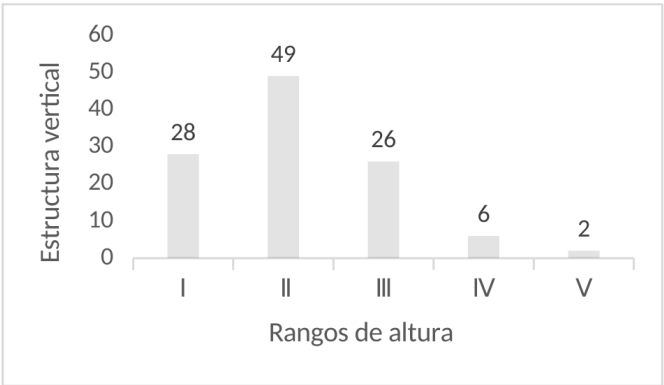


Figura 4 | Distribución de altura de los árboles del CEIPA.

En cuanto a la estructura vertical, el mayor número de individuos se concentra en el rango de altura de 10–14,99 m (49 individuos) representa el 44,145 % de la población total de individuos, seguido por los rangos de 5–9,99 m (28 individuos) con 25,22 % y 15–19,99 m (26 individuos) 23,42 %. Las alturas superiores a 20 m presentan valores bajos (6 individuos entre 20–24,99 m y apenas 2 individuos ≥ 25 m) representan 7,20 % del total (figura 4). Esta distribución confirma una estructura vertical dominada por estratos bajos e intermedios, con escasa representación del estrato superior o emergente. Estudios realizados en la Amazonía ecuatoriana han reportado patrones similares de estructura vertical en bosques en regeneración o con historia de disturbio, donde la mayor proporción de individuos se concentra en estratos (0 a 10 m) de altura representa el 11,78 % del total de los individuos, el segundo estrato de (10,1 a 20,0 m) con 67,27 %, el tercer estrato de (20,1 a 30,0 m) con 18,76 % y el cuarto estrato ($\geq 30,1$ m) con el 2,20 %, cabe recalcar que en el segundo estrato se concentra la mayor cantidad de individuos (Chiriguayo Zambrano 2021)

Este patrón se relaciona con la denominada distribución en “J invertida” en altura, análoga a lo observado en estructuras diamétricas, que se ha documentado en estudios de bosques de la Amazonía ecuatoriana, donde la abundancia decrece progresivamente con el aumento de la altura de los individuos, indicando alta capacidad de regeneración vegetal pero baja proporción de árboles maduros emergentes (Dávila Vintimilla, Matute Quezada 2023). En Pastaza mostraron que más del 70 % de los individuos estaban por debajo de los 15 m, mientras que los individuos ≥ 25 m representaban menos del 8 %, hallazgos que coinciden con los porcentajes obtenidos en el área evaluada. (Benitez *et al.* 2023)

De manera consistente, los análisis de estructura vertical en bosques secundarios y fragmentados de la Amazonía ecuatoriana han destacado que la elevada proporción de individuos en estratos bajos e intermedios está asociada tanto a procesos de regeneración secundaria con historia de perturbaciones pasadas, reafirmando que la presencia reducida de árboles emergentes puede ser indicativa de un bosque en estado sucesional intermedio y en consolidación estructural (Sánchez Villacis *et al.* 2017). En conjunto, ambos resultados evidencian un bosque con estructura predominantemente juvenil, con buena regeneración natural y alta concentración de individuos en clases medias de diámetro y altura. La limitada presencia de árboles grandes y altos indica que el ecosistema se encuentra en una etapa intermedia de sucesión ecológica, posiblemente influenciado por disturbios pasados o procesos de recuperación natural. La estructura actual es el resultado de la extracción selectiva histórica y el

aprovechamiento de madera, lo que eliminó los individuos de mayor diámetro y altura. Al removerse el dosel superior, el ecosistema reinició su ciclo de crecimiento, concentrando su energía en la regeneración natural y el desarrollo de individuos jóvenes que aún no alcanzan la madurez biológica necesaria para ser considerados árboles grandes.

4. Conclusiones

El análisis de la estructura y composición florística del bosque en el CEIPA evidencia que se trata de un ecosistema tropical húmedo con alta diversidad para el área evaluada, registrando 23 especies distribuidas en 21 géneros y 16 familias botánicas. La comunidad presenta una heterogeneidad estructural característica de los bosques amazónicos, aunque con una marcada dominancia de ciertas familias, en particular Arecaceae. Dentro de este grupo, *Iriartea deltoidea* destaca como la especie de mayor relevancia ecológica, al registrar el Índice de Valor de Importancia más alto. Este resultado evidencia su papel determinante en la configuración estructural y funcional del bosque, tanto por su abundancia como por su contribución al área basal y su frecuencia.

La distribución diamétrica y altimétrica muestra una concentración predominante de individuos en clases intermedias, con menor representación en las categorías de mayor diámetro y altura, lo que indica que el bosque se encuentra en una etapa de regeneración intermedia. Este patrón ha sido observado también en diversas investigaciones realizadas en ecosistemas amazónicos, donde la mayor abundancia de individuos en clases de menor o mediano tamaño suele asociarse con procesos activos de regeneración natural y con dinámicas propias de recuperación o renovación del bosque. En este contexto, la limitada presencia de árboles emergentes y de gran porte sugiere que el bosque aún no alcanza un estado maduro plenamente desarrollado; sin embargo, presenta una estructura relativamente estable en proceso de consolidación. Esta condición sugiere procesos activos de regeneración natural y crecimiento, posiblemente asociados a disturbios pasados o a dinámicas propias de renovación del ecosistema.

Asimismo, la coexistencia de especies características de bosque maduro con especies pioneras, como *Cecropia sciadophylla*, evidencia un proceso de sucesión activa y un equilibrio entre procesos de regeneración y establecimiento. En conjunto, estos resultados permiten concluir que el bosque del CEIPA posee una estructura funcional y resiliente, con capacidad de recuperación ecológica y alto valor para la investigación científica, la conservación y el manejo sostenible en el contexto de la Amazonía ecuatoriana.

Contribuciones de los autores

Edwin Samuel Lescano Moreta: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Erick Sebastián Castro Ruiz: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Christopher Oswaldo Paredes Ulloa: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aprobaron la versión enviada y editada.[0.5em]

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

- BENITEZ, Ángel et al., 2023. Estructura diamétrica y poblacional de caryodendron orinocense en bosques lluviosos amazónicos de Ecuador. *Acta Biológica Colombiana*. Vol. 28, no. 3, pp. 396–403. DOI 10.15446/abc.v28n3.95513.
- BRIENEN, R. J.W. et al., 2020. Forest carbon sink neutralized by pervasive growth-lifespan trade-offs. *Nature Communications* 2020 11:1. Vol. 11, no. 1, pp. 4241-. DOI 10.1038/s41467-020-17966-z.
- CARREÓN-SANTOS, Roy J. and VALDEZ-HERNÁNDEZ, Juan I., 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*. Vol. 20, no. 1, pp. 119–130. DOI 10.5154/r.rchscfa.2013.06.023.
- CHIRIGUAYO ZAMBRANO, Hernán, 2021. Composición florística y estructura de la gradiente altitudinal (600-1000 m.s.n.m.) de un bosque siempreverde piemontano de la amazonia ecuatoriana.
- CURTIS, J T and MCINTOSH, R P, 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of wisconsin. *Ecology*. Vol. 32.
- DÁVILA VINTIMILLA, Juan Sebastián and MATUTE QUEZADA, Danna Emilia, 2023. Diversidad, estructura y distribución espacial de especies arbóreas en bosque montano primario y secundario de una estribación oriental del sur del Ecuador. [online]. Retrieved from: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12692> [accessed 9 March 2026].
- FADRIQUE, B. et al., 2026. Tree diversity is changing across tropical Andean and Amazonian forests in response to global change. *Nature Ecology & Evolution* 2026 10:2. Vol. 10, no. 2, pp. 267–280. DOI 10.1038/s41559-025-02956-5.
- FAO, 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. DOI 10.4060/ca8753es.
- GUSTAVO ISRAEL PINELO. Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. [online]. Retrieved from: <https://awsassets.panda.org/downloads/manualinventario.pdf> [accessed 20 February 2026].
- KUCHLER, A. W., MUELLER-DOMBOIS, Dieter and ELLENBERG, Heinz, 1976. Aims and Methods of Vegetation Ecology. *Geographical Review*. Vol. 66, no. 1, p. 114. DOI 10.2307/213332.
- LAMPRECHT, Hans. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1990. 335 p. ISBN 3-88085-440-8
- LOTO, Dante E. et al., 2018. Estructura y dinámica de bosques de palo santo en el Chaco Seco. *Ecología Austral*. Vol. 28, no. 1, pp. 064–073. DOI 10.25260/ea.18.28.1.0.615.
- LUIZE, Bruno Garcia et al., 2024. The biogeography of the Amazonian tree flora. *Communications Biology* 2024 7:1. Vol. 7, no. 1, pp. 1240-. DOI 10.1038/s42003-024-06937-5.
- LUZURIAGA, Carmen, 2014. Inventario florístico del bosque que rodea a la laguna en la Estación biológica Pindo Mirador Pastaza-Ecuador. *Revista de Investigación Científica UTE* [online]. Vol. 6. Retrieved from : <https://pdfs.semanticscholar.org/ebf7/d92a836e09c2d38d937510d8b93e6021418f.pdf> [accessed 20 February 2026].
- MAGURRAN, Anne E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. *Ecological Diversity and Its Measurement*. DOI 10.1007/978-94-015-7358-0.
- MARTÍNEZ, Carolina and GARCÍA, Juan, 2023. Caracterización del estrato arbóreo del bosque “siempre verde montano bajo” en la Fundación Sumak Kawsay In Situ de Ecuador. [online]. June 2023. Retrieved from: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/63755/TFM-L689.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [accessed 20 February 2026].
- MEJÍA, Verónica, ORELLANA, Diana and CABRERA-BARONA, Pablo, 2021. Cambio de uso de suelo en la Amazonía norte del Ecuador: un análisis a través de imágenes satelitales nocturnas VIIRS e imágenes LANDSAT. *Universidad-Verdad*. Vol. 1, no. 78, pp. 10–29. DOI 10.33324/uv.v1i1.355/Páginas.
- PATÍÑO, Javier et al., 2015. Vista de Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 m s.n.m. en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador. [online]. Retrieved from: <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/52/55> [accessed 9 March 2026].
- PINTAUD, Jean-Christophe et al., 2008. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista Peruana de Biología* [online]. Vol. 15, pp. 7–30. Retrieved from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000000003&lng=en&nrm=iso&tlang=es [accessed 9 March 2026].
- QUEZADA, Anahí and SEVILLA, Jorge, 2021. “Estimación de la tasa de deforestación a través del análisis multitemporal de imágenes satelitales en las provincias de Pastaza y Orellana en el periodo 2000 al 2020.”.
- REYES, Héctor, 2018. Estructura, diversidad y biomasa de la familia Arecaeae en un bosque siempreverde piemontano, provincia de Napo, Ecuador.
- RICHARD JAVIER BARROSO TAGUA, 2022. Efecto de dos tipos de enmiendas de biocarbón sobre biomasa aérea y carbono almacenado en el suelo de un bosque secundario en la Amazonía ecuatoriana. [online]. 2022. Retrieved from: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1052/1/PROYECTO%20FINAL%202022.pdf> [accessed 18 February 2026].
- SÁNCHEZ VILLACIS, Hugo Gabriel et al., 2017. Efecto del grado de antropización en la estructura, en tres sitios fragmentados bosque siempreverde piemontano. [online]. Vol. 5, no. 2, pp. 172–180. Retrieved from: http://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD_IKIAM/450 [accessed 9 March 2026].
- SERVICIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE(SERFOR), Guía metodológica para inventarios forestales.Lima: Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, 2029.
- SUCOSHAÑAY VILLALBA, Darwin Javier et al., 2025. Evaluación del estado de la vegetación en el CEIPA mediante teledetección. *Colombia Forestal*. Vol. 28, no. 2. DOI 10.14483/2256201X.22720.
- TAPIA, André, 2021. Propagación sexual de Porcelia mediocris N.A. Murray bajo tres condiciones ambientales en el centro experimental de investigación y producción Amazónica. [online]. Retrieved from: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1046> [accessed 20 February 2026].
- TREVOLL S. A., 2019. “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXANTE PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MATERIALES METÁLICOS BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DEL ÁREA MINERA ALESSIA CÓDIGO 100000246”.