

Artículo Científico

Componente arbóreo y carbono aéreo en bosque secundario del complejo recreacional San Mateo, Las Naves

Tree component and aboveground carbon in secondary forest of the San Mateo recreational complex, Las Naves



Zambrano-Plaza, Damariz Julexy ¹

<https://orcid.org/0009-0003-2639-0609>



julexy.zambrano.plaza@gmail.com



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.



Alava-Ganchozo, Kevin Gregorio ²

<https://orcid.org/0009-0008-9767-9684>



alavaganchozo0344@gmail.com



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n2/178>

Resumen: El bosque de sucesión secundaria constituye un componente fundamental en la recuperación de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas tropicales. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el componente arbóreo y cuantificar el almacenamiento de carbono aéreo en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, del cantón Las Naves, provincia de Bolívar, Ecuador. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, mediante el establecimiento de tres transectos de mil metros cuadrados en el área de estudio, donde se registraron todos los individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho igual o mayor a siete centímetros. Se identificaron 150 individuos arbóreos con DAP ≥ 7 cm, distribuidos en 23 especies y 13 familias. Las especies más abundantes fueron *Castilla elastica* (15.33%), seguida de *Miconia bolivarensis* (12.00%) y *Ocotea insularis* (10.00%). En cuanto a al carbono aéreo, se obtuvo 503.76 TmC, siendo *Castilla elastica* la especie con mayor capacidad de captura de carbono (92.57 TmC/ha). Además, el índice de Shannon indicó una diversidad media (2.73), mientras que el índice de Simpson mostró una alta diversidad (0.91). En conclusión, el bosque presenta una estructura arbórea diversa y una alta capacidad de almacenamiento de carbono.

Palabras clave: diversidad, ecosistema, transectos, sucesión, resiliencia.



Check for updates

Received: 25/Feb/2026
Accepted: 22/Mar/2026
Published: 10/Abr/2026

Cita: Zambrano-Plaza, D. J., & Alava-Ganchozo, K. G. (2026). Componente arbóreo y carbono aéreo en bosque secundario del complejo recreacional San Mateo, Las Naves. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(2), 32-50. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n2/178>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)
<https://revistacym.com>
revistacym@editorialgrupo-aea.com
info@editoriagrupo-aea.com

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

Secondary succession forests are a fundamental component in the recovery of the structure and functionality of tropical ecosystems. The objective of this study was to evaluate the tree component and quantify the above-ground carbon storage in the secondary succession forest of the San Mateo recreational complex, in the Las Naves district, Bolívar province, Ecuador. The research was conducted using a descriptive quantitative approach, establishing three 1,000-square-metre transects in the study area, where all tree individuals with a diameter at breast height equal to or greater than seven centimetres were recorded. A total of 150 tree individuals with DBH ≥ 7 cm were identified, distributed across 23 species and 13 families. The most abundant species were *Castilla elastica* (15.33%), followed by *Miconia bolivarensis* (12.00%) and *Ocotea insularis* (10.00%). In terms of atmospheric carbon, 503.76 TmC was obtained, with *Castilla elastica* being the species with the highest carbon capture capacity (92.57 TmC/ha). In addition, the Shannon index indicated average diversity (2.73), while the Simpson index showed high diversity (0.91). In conclusion, the forest has a diverse tree structure and a high carbon storage capacity.

Keywords: diversity, ecosystem, transects, succession, resilience.

1. Introducción

Los bosques constituyen uno de los ecosistemas más importantes del planeta debido a su papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y en el mantenimiento de los procesos ecológicos globales. Estos ecosistemas albergan una gran proporción de la flora y fauna terrestre (Rodríguez-Crespo et al., 2023). Además de su valor ecológico, los bosques proporcionan múltiples beneficios a las sociedades humanas, ya que contribuyen al fortalecimiento de los medios de vida, al suministro de aire y agua limpia, a la regulación del clima y a la provisión de recursos esenciales como alimentos, medicinas y combustibles utilizados por más de mil millones de personas en el mundo (Ipinza et al., 2021). A pesar de que los bosques cubren aproximadamente un tercio de la superficie terrestre, la pérdida de cobertura forestal continúa siendo una problemática global debido a procesos de deforestación y degradación (Leyva-Pablo et al., 2021).

En este contexto, Ecuador se destaca a nivel mundial por su extraordinaria riqueza biológica, formando parte del grupo de los 17 países megadiversos que concentran más de dos tercios de la biodiversidad del planeta. Esta notable diversidad es el resultado de complejas interacciones entre factores geológicos, geográficos, geomorfológicos, climáticos, biogeográficos y evolutivos que han favorecido la diferenciación de múltiples ecosistemas en un territorio relativamente reducido (Zambrano-Cedeño et al., 2025). A pesar de ser el país de menor extensión territorial dentro de este grupo, Ecuador alberga alrededor de 46 ecosistemas distintos y presenta una de las mayores concentraciones de biodiversidad por unidad de

superficie. Este hecho se evidencia en el registro de aproximadamente 25 560 especies de plantas, 2 794 especies de vertebrados, entre ellas 362 especies de mamíferos, 1 616 especies de aves, 394 especies de reptiles y 422 especies de anfibios (Chimarro et al., 2023).

Dentro de esta diversidad de ecosistemas, los bosques tropicales desempeñan un papel estratégico en la regulación de los ciclos biogeoquímicos, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático (Silva-González et al., 2021). Diversos estudios han señalado que estos ecosistemas ofrecen múltiples oportunidades para el diseño e implementación de estrategias sostenibles de conservación forestal (Castillo-Quiliano et al., 2021). En este sentido, los bosques de sucesión secundaria representan una fase importante dentro de los procesos de recuperación ecológica (Aguirre et al., 2025). La regeneración natural en estos sistemas favorece el restablecimiento progresivo de la estructura, composición florística y funcionalidad del bosque, como parte de un proceso dinámico de sucesión vegetal regulado por factores ecológicos tanto estocásticos como determinísticos (Rojas-Solano et al., 2021)

No obstante, los bosques de sucesión secundaria presentan importantes variaciones en su estructura y composición dependiendo del tiempo transcurrido desde el abandono de las tierras y de los usos históricos que estas hayan tenido (Benítez et al., 2023). A pesar de su relevancia ecológica, el conocimiento científico sobre estos bosques aún es limitado en muchas regiones tropicales, particularmente en lo relacionado con la estimación de biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono. Esta falta de información restringe la comprensión del papel que desempeñan estos ecosistemas en la mitigación del cambio climático y en la dinámica ecológica de los paisajes forestales (Andrades-Grassi et al., 2022).

En este marco, el bosque de sucesión secundaria ubicado en el complejo recreacional San Mateo, en el cantón Las Naves, provincia de Bolívar, constituye un ecosistema de gran importancia ecológica, social y económica para la región. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el componente arbóreo y cuantificar el almacenamiento de carbono aéreo en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, del cantón Las Naves, provincia de Bolívar, Ecuador.

2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el bosque de sucesión secundaria ubicado dentro del complejo recreacional San Mateo, localizado en el cantón Las Naves, provincia de Bolívar, Ecuador. Este ecosistema corresponde a un bosque piemontano occidental característico de las regiones tropicales húmedas del país. El área de estudio se situó aproximadamente en las coordenadas geográficas 1°16'60" de latitud sur y 79°18'0" de longitud oeste. El sitio presenta una extensión aproximada de 3.5 ha y forma parte

de una cobertura forestal secundaria que se ha regenerado de manera natural luego de procesos previos de intervención antrópica. Las condiciones ambientales del cantón Las Naves se caracterizan por un rango altitudinal comprendido entre 100 y 1400 m s.n.m., con temperaturas medias anuales que oscilan entre 24 y 26 °C, precipitaciones anuales entre 2000 y 2700 mm y una humedad relativa promedio cercana al 84 %.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y no experimental, orientado a caracterizar la composición, estructura y dinámica del componente arbóreo del bosque de sucesión secundaria, así como a estimar su capacidad de almacenamiento de carbono aéreo. Este diseño permitió analizar el ecosistema en su estado natural, sin manipulación de las variables ambientales o biológicas presentes en el área de estudio. Se centró en la observación directa de las características estructurales del bosque mediante el establecimiento de unidades de muestreo y la medición de variables dasométricas de los individuos arbóreos presentes.

La población del estudio estuvo constituida por la totalidad de la cobertura forestal de sucesión secundaria existente dentro del complejo recreacional San Mateo, que abarca una superficie aproximada de 3.5 ha. A partir de esta área se definieron las unidades potenciales de muestreo mediante la división del terreno en transectos rectangulares de 20 × 50 m, equivalentes a 1000 m² cada uno. Bajo este criterio se estableció una población teórica de 35 transectos dentro del área total de estudio.

Para garantizar una adecuada representatividad de la vegetación presente en el bosque, se aplicó una intensidad de muestreo del 8.6 %, lo que permitió seleccionar tres transectos como unidades de muestreo. Cada transecto cubrió una superficie de 1000 m² y fue distribuido en el área de estudio manteniendo una distancia aproximada de 100 m entre unidades para reducir posibles efectos de autocorrelación espacial. Las coordenadas de cada transecto fueron registradas mediante un sistema de posicionamiento global y posteriormente utilizadas para la georreferenciación de las unidades de muestreo dentro del área de investigación.

La información utilizada en la investigación provino principalmente de fuentes primarias obtenidas a través de un inventario forestal realizado en campo dentro de los transectos establecidos. Durante el inventario se registraron todos los individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 7 cm, considerando que este umbral permite incluir los árboles que contribuyen de manera significativa a la estructura y biomasa del bosque. Para cada individuo se registraron variables dasométricas fundamentales como diámetro a la altura del pecho, altura total, radio de copa y ubicación espacial dentro de la unidad de muestreo.

El diámetro a la altura del pecho se midió a 1.30 m sobre el nivel del suelo utilizando una cinta diamétrica, lo que permitió estimar el grosor del tronco de cada individuo arbóreo. La altura total se determinó desde la base del tronco hasta el ápice de la copa del árbol, lo cual permitió caracterizar la estructura vertical del bosque. Para el cálculo

del radio de copa se realizaron mediciones en dos direcciones perpendiculares, correspondientes a los ejes norte-sur y este-oeste, considerando la proyección horizontal de la copa sobre el suelo. Posteriormente se obtuvo un valor promedio que representó el tamaño de la copa de cada individuo.

Adicionalmente se registró la ubicación de los árboles dentro de cada transecto mediante mediciones cartesianas en los ejes X y Y. Los datos recopilados incluyeron también el nombre común, nombre científico, familia botánica y otras características morfológicas necesarias para la correcta identificación de las especies presentes en el bosque. A partir de los datos recopilados en campo se calcularon diferentes parámetros dasométricos y ecológicos que permitieron describir la estructura del bosque. Entre estos parámetros se incluyeron el área basal, volumen total de los árboles, abundancia absoluta, abundancia relativa, dominancia absoluta y dominancia relativa de cada especie registrada.

La estructura vertical del bosque se analizó utilizando la altura total de los individuos arbóreos, clasificándolos en diferentes estratos altimétricos con intervalos de 5 m (Arcos et al., 2013; Urbani, 2003). Por otra parte, la estructura horizontal del bosque se evaluó mediante la distribución de los árboles en clases diamétricas, considerando intervalos progresivos de diámetro que permitieron analizar la dinámica poblacional del bosque y su estado de regeneración (Hegde et al., 2025).

Para evaluar la diversidad y la heterogeneidad del componente arbóreo del bosque se aplicaron diferentes índices ecológicos ampliamente utilizados en estudios de vegetación. Entre estos se incluyeron el índice de diversidad de Shannon (Moreno, 2001), el índice de dominancia de Simpson (Bouza & Covarrubias, 2005) y el índice de similitud de Jaccard (Cué et al., 2020).

La estimación de la biomasa aérea de los árboles se realizó mediante la aplicación de ecuaciones alométricas desarrolladas para bosques tropicales húmedos. Estas ecuaciones utilizan como variables principales el diámetro a la altura del pecho y la densidad de la madera de cada especie para estimar la biomasa total del individuo arbóreo. Cuando no se dispuso de información específica sobre la densidad de la madera para alguna especie registrada, se utilizó un valor promedio representativo para especies tropicales. Posteriormente, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea se estimó a partir de la biomasa total obtenida mediante las ecuaciones alométricas (Chave et al., 2005).

Para la recopilación de datos en campo se utilizaron diversos instrumentos que permitieron registrar las variables dasométricas y espaciales de los individuos arbóreos. Entre estos se empleó un dispositivo GPS para la localización y georreferenciación de los transectos, cintas métricas para la medición de distancias y dimensiones de los árboles, así como fichas de campo diseñadas específicamente para registrar de forma organizada la información recolectada durante el inventario forestal. Cuando la identificación de las especies arbóreas no fue posible directamente en campo, se recolectaron muestras botánicas de hojas, flores o frutos para su

posterior identificación mediante literatura especializada y bases de datos taxonómicas disponibles en plataformas digitales de biodiversidad.

Los datos obtenidos durante el inventario forestal fueron organizados y tabulados en hojas de cálculo para su posterior análisis. A partir de esta información se calcularon los diferentes indicadores estructurales, ecológicos y dasométricos del bosque. Posteriormente, los resultados fueron utilizados para representar gráficamente la estructura horizontal y vertical del ecosistema mediante herramientas de diseño asistido por computadora.

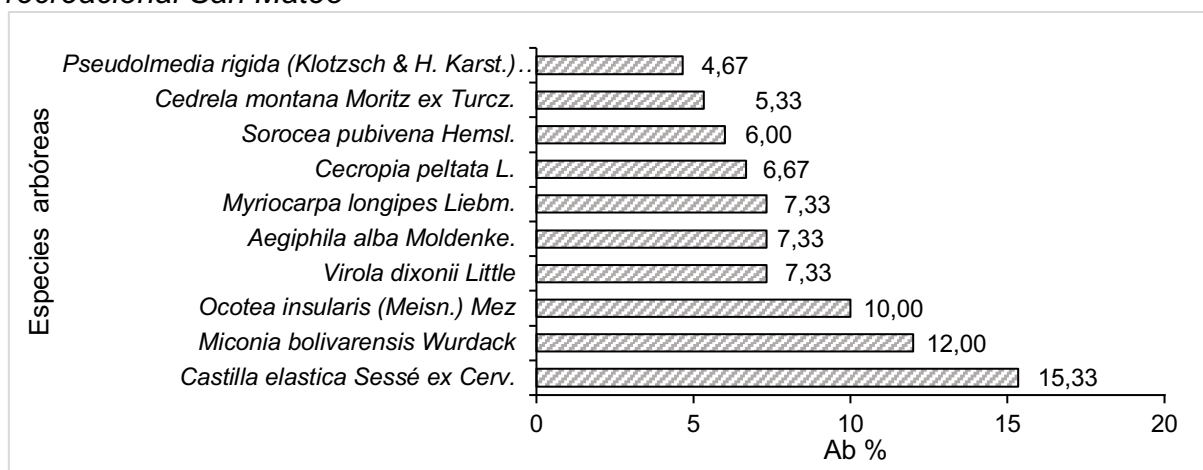
3. Resultados

3.1. Componente arbóreo existente en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo

En el inventario realizado se identificaron un total de 150 individuos arbóreos con DAP \geq a 7 cm, los cuales corresponden a 23 especies, pertenecientes a 13 familias botánicas. Dentro del bosque sucesión secundaria predomina en abundancia *Castilla elastica* Sess, ex Cerv con 15.33%, *Miconia bolivarensis* Wurdack con 12.00%, *Ocotea insularis* (Meisn) Mez con 10.00%, *Virola dixonii* Little con 7.33%. *Aegiphila alba* Moldenke y *Myriocarpa longipes* Liebm con 7.33%, *Cecropia peltata* L con 6.67%, *Sorocea pubivena* Hemsl con 6.00%, *Cedrela montana* Moritz ex Turcz con 5.33%, *Pseudolmedia rigida* (Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec con 4.67% (Figura 1).

Figura 1

Abundancia de las especies del bosque se sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo



Nota: (Autores, 2026).

De acuerdo con la Tabla 1, se obtuvo como resultado la identificación de 13 familias en el área de estudio entre las que tienen mayor número de especies fueron: Moraceae, debido a las características climáticas tropicales del bosque posee mayor importancia, seguida de Urticaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Myristicaceae.

Tabla 1

Familias botánicas del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo

Familia	N° de individuos
Moraceae	44
Urticaceae	21
Melastomataceae	18
Lauraceae	16
Myristicaceae	13
Lamiaceae	11
Meliaceae	11
Annonaceae	5
Celastraceae	3
Arecaceae	3
Anacardiaceae	2
Rubiaceae	2
Malvaceae	1

Nota: (Autores, 2026).

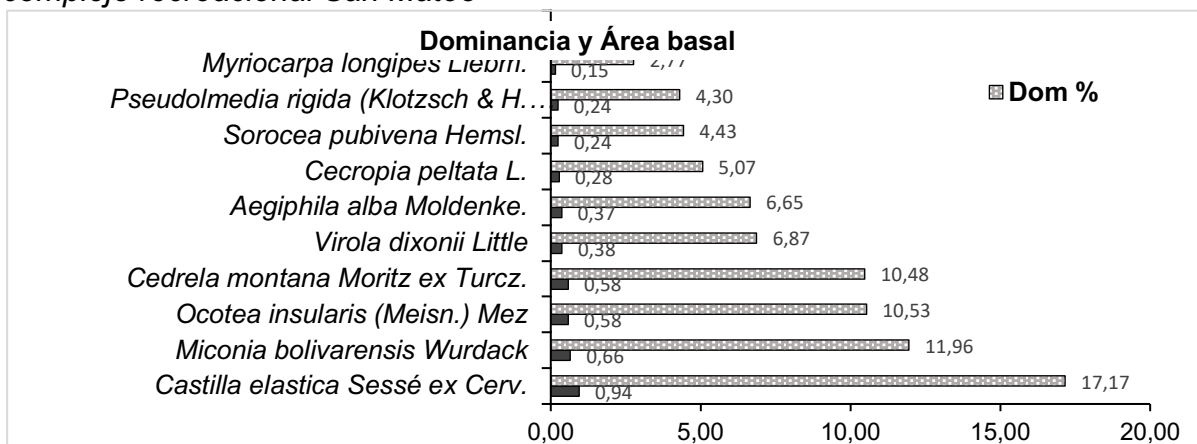
3.2. Estructura horizontal y vertical del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo

3.2.1. Dominancia

Entre las especies con mayor influencia destaca *Castilla elastica* con 17.17%, su alta dominancia se basa que suma un área basal de 0.94 m², lo que refleja su importante relevancia ecológica, siendo un árbol de gran valor, para la regeneración natural de los bosques y la conservación de la biodiversidad. Procediendo a ocupar el segundo lugar en dominancia, *Miconia bolivarensis* Wurdack con 0.66 m² equivalente a 11.96%, *Ocotea insulares* (Meisn) Mez 0.58 m² y con 10.53%, *Cedrela montana* Moritz ex Turcz con 0.58 m² y con 10.48%, *Virola dixonii* Little 0.38 m² y con 6.87%, *Aegiphila alba* Moldenke 0.37 m² y con 6.65%, *Cecropia peltata* L 0.28 m² y con 5.07%, *Sorocea pubivena* Hemsl 0.24 m² y con 4.43%. *Pseudolmedia rigida* (Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec. 0.24 m² y con 4.30%. *Myriocarpa longipes* Liebm 0.15 m² con 2.77% (Figura 2).

Figura 2

Área basa y dominancia de las especies del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo



Nota: Dom: Dominancia; AB: Área basal (Autores, 2026).

3.3. Índice de Valor de Importancia por especie

Considerando los valores porcentuales de los parámetros ecológicos, se obtuvo como resultado que las especies con mayor IVI son: *Castilla elastica* Sess ex Cerv con 32.50; *Miconia bolivarensis* Wurdack con 23.96; *Ocotea insularis* (Meisn) Mez con 20.53; *Cedrela montana* Moritz ex Turcz con 15.81; *Virola dixonii* Little con 14.20; *Aegiphila alba* Moldenke con 13.99 de IVI, las demás especies registran valores menores a 13.00 de IVI (Tabla 2).

Tabla 2

Individuos área basal. abundancia. dominancia e Índice de Valor de Importancia de las 10 especies más predominantes

N°	Nombre científico	Nombre común	N° Individ	AB	Ab%	Dom. %	IVI
1	<i>Castilla elastica</i> Sessé ex Cerv.	Caucho	23	0.94	15.33	17.17	32.50
2	<i>Miconia bolivarensis</i> Wurdack		18	0.66	12.00	11.96	23.96
3	<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	Calade	15	0.58	10.00	10.53	20.53
4	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Cedro/Cedro colorado	8	0.58	5.33	10.41	15.81
5	<i>Virola dixonii</i> Little.	Coco	11	0.38	7.33	6.87	14.20
6	<i>Aegiphila alba</i> Moldenke.	Lulo/pechuga de gallina	11	0.37	7.33	6.65	13.99
7	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guaraumo	10	0.28	6.67	5.07	11.73
8	<i>Sorocea pubivena</i> Hemsl.	Ojochillo	9	0.24	6.00	4.43	10.43
9	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	Chichicaste manso	11	0.15	7.33	2.77	10.10
10	<i>Pseudolmedia rigida</i> (Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec.	Guión	7	0.24	4.67	4.30	8.97

Nota: AB: Área basal; Ab: Abundancia; Dom: Dominancia; IVI: Índice de valor de importancia (Autores, 2026).

3.4. Índice de Valor de Importancia por familia

En la Tabla 3, se muestra que la familia con mayor importancia dentro del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo es Moraceae, con un valor de 53.31, mientras que la familia Annonaceae tuvo un valor de 25.90, seguida de la familia Melastomataceae con 21.08 las familias con menor importancia fueron Arecaceae con 2.61, Rubiaceae con 1.60 y Malvaceae con 0.92.

Tabla 3

Promedios de parámetros ecológicos de las especies del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo

N°	Familia	N° de individuos	AB	Ab%	Dom. %	IVI
1	Moraceae	44	1.732	29.33	23.98	53.31
2	Annonaceae	5	1.63	3.33	22.57	25.90
3	Melastomataceae	18	0.656	12.00	9.08	21.08
4	Urticaceae	21	0.43	14.00	5.95	19.95

5	Lauraceae	16	0.635	10.67	8.79	19.46
6	Lamiaceae	11	0.635	7.33	8.79	16.12
7	Meliaceae	11	0.634	7.33	8.78	16.11
8	Myristicaceae	13	0.44	8.67	6.09	14.76
9	Celastraceae	3	0.175	2.00	2.42	4.42
10	Anacardiaceae	2	0.175	1.33	2.42	3.76
11	Arecaceae	3	0.04	2.00	0.61	2.61
12	Rubiaceae	2	0.02	1.33	0.26	1.60
13	Malvaceae	1	0.02	0.67	0.25	0.92

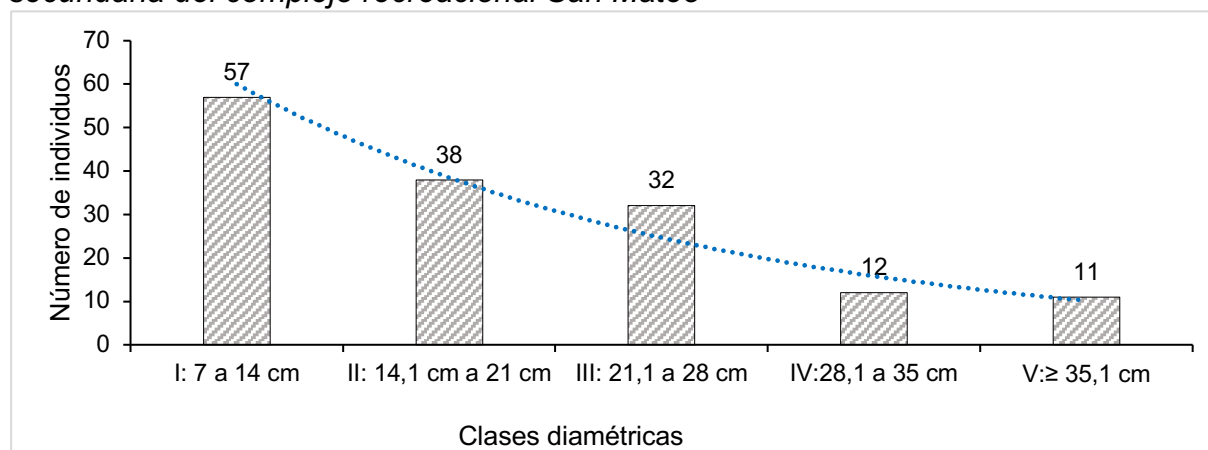
Nota: AB: Área basal; Ab: Abundancia; Dom: Dominancia; IVI: Índice de valor de importancia (Autores, 2026).

3.5. Clases diamétricas

Debido al amplio rango diamétrico se establecieron cinco clases diamétricas en el área de estudio, en la cual se registró en la primera 57 individuos arbóreos esta abarca desde 7 a 14 cm, seguido de 38 individuos arbóreos entre 14.1 a 21 cm, la tercera clase diamétrica de 21.1 a 28 cm agrupa 32 individuos arbóreos, la cuarta clase diamétrica de 28.1 a 35 cm se obtuvo 12 individuos arbóreos, por último, en la quinta clase diamétrica que representa a los individuos arbóreos mayores a 35.1 se encontraron 11. La “j” invertida representa la diversidad del bosque de sucesión secundaria donde existen árboles de distintas edades que complementan el proceso de regeneración natural (Figura 3).

Figura 3

Distribución de individuos arbóreos por clase diamétrica del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo



Nota: (Autores, 2026).

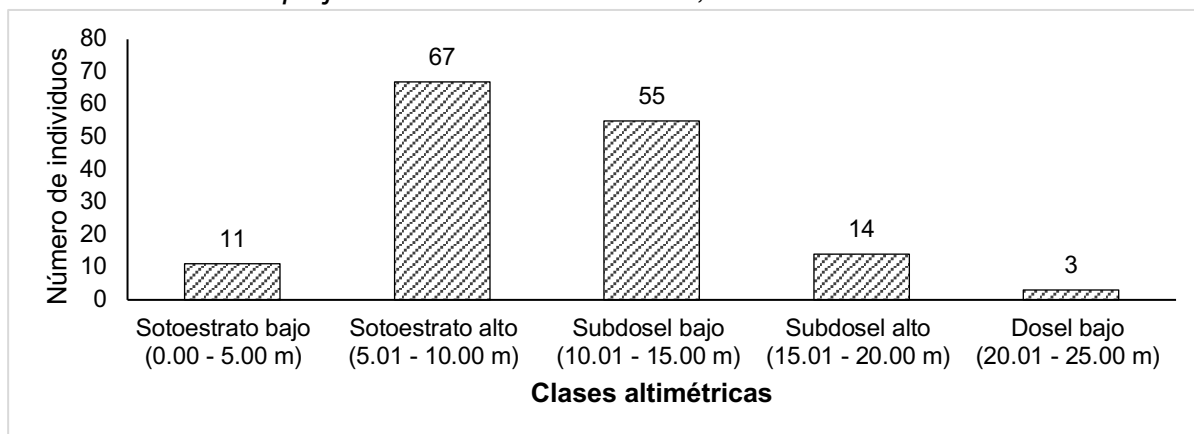
3.6. Clasificación altimétrica

Considerando las clases altimétricas utilizadas, se logró clasificar los 150 árboles evaluados, de manera que la mayor parte de éstos (44.67%), correspondió al sotoestrato alto, es decir, árboles con altura entre 5.01 y 10.00 m, con un total de 67 árboles con dicha altura, seguido de 55 árboles que presentaron altura entre 10.01 y 15.00 m, correspondiendo al subdosel bajo, representando el 36.67 % de la población muestreada. Por su parte, los árboles restantes se distribuyeron, en las clases altimétricas: subdosel alto (15.01 - 20.00 m), Sotoestrato bajo (0.00 - 5.00 m) y Dosel bajo (20.01 - 25.00 m), con 14, 11 y 3 árboles dentro de dichas clasificaciones,

respectivamente, lo que representó el 9.33, 7.33 y 2.00% de la población muestreada (Figura 4).

Figura 4

Distribución de individuos arbóreos por clase altimétrica del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, cantón Las Naves



Nota: (Autores, 2026).

3.7. Índice de Shannon

De acuerdo con los resultados la diversidad florística a través del índice de Shannon se deduce que el componente arbóreo del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, en base a las especies identificadas es de 2.73 que equivale a una diversidad media.

3.7.1. Índice de Simpson

Conforme a lo establecido por el índice de diversidad de Simpson, se muestra que el valor es de 0.91 lo que indica que en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, existe una diversidad alta de especies, indicando que el área de estudio es un ecosistema boscoso muy diverso y resiliente.

3.7.2. Índice de Jaccard

En la Tabla 4, se expresan los porcentajes de similitud entre las unidades de muestreo establecidas en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, donde se representa el mayor porcentaje en el Transecto 1 y Transecto 3 con un 41.17%, mientras que el Transecto 2 y Transecto 3 representa el 36.84% de similitud y finalmente, el que representa una mejor similitud es Transecto 1 y Transecto 2 con 33.33%.

Tabla 4

Matriz del índice de similitud de Jaccard

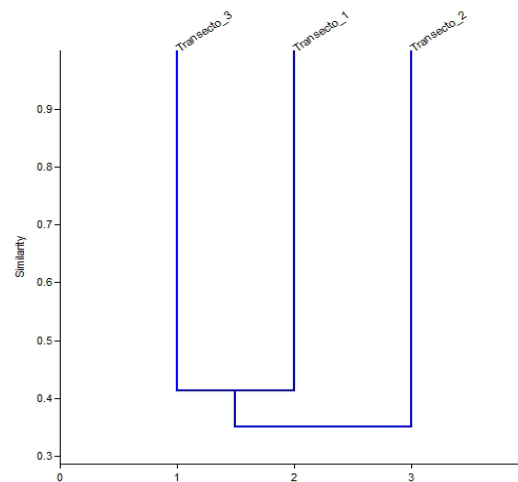
	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3
Transecto 1	100%	33.33%	41.17%
Transecto 2		100%	36.84%
Transecto 3			100%

Nota: (Autores, 2026).

De acuerdo con la Figura 5, la composición de cada uno de los clústeres obtenidos dentro de las tres unidades de muestreo establecidas el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, empleando el índice de similaridad de Jaccard, se puede observar que en las unidades de muestreo Transecto 1 y Transecto 3 presenta una mayor similaridad de especies.

Figura 5

Índice de Jaccard de las especies dentro del bosque

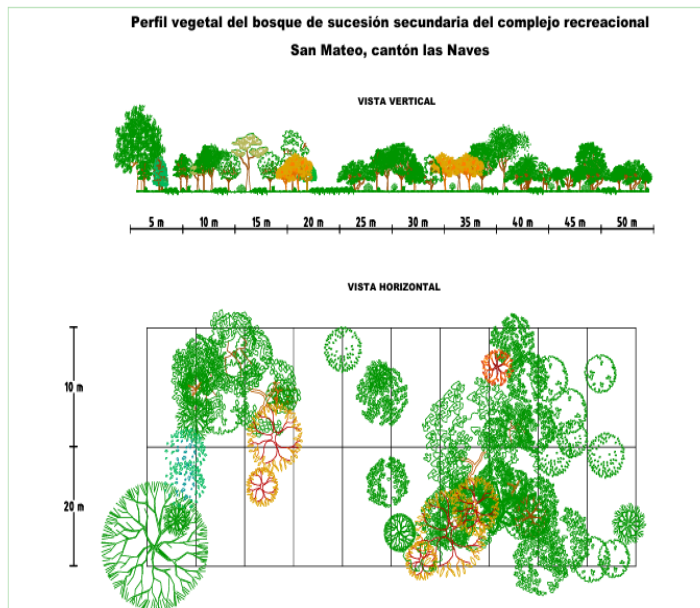


Nota: (Autores, 2026).

3.8. Perfil horizontal y vertical

En la Figura 6 se observa el perfil horizontal del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, las especies distribuidas en sentido sur a norte cubriendo un área aproximada de 1.000 m² se aprecia diversos claros que es muy característico y representativo de los bosques en su proceso de regeneración natural. A continuación, se puede apreciar a los individuos arbóreos distribuidos en Sotoestrato bajo, sotoestrato alto, subdosel bajo, subdosel alto, dosel bajo, dosel alto, emergente, siendo *Ficus* sp con 25 m de altura, le prosigue *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez con 24 m y *Sorocea pubivena* Hemsl con 18 m.

Figura 6
Estructural vertical y horizontal del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, cantón Las Naves

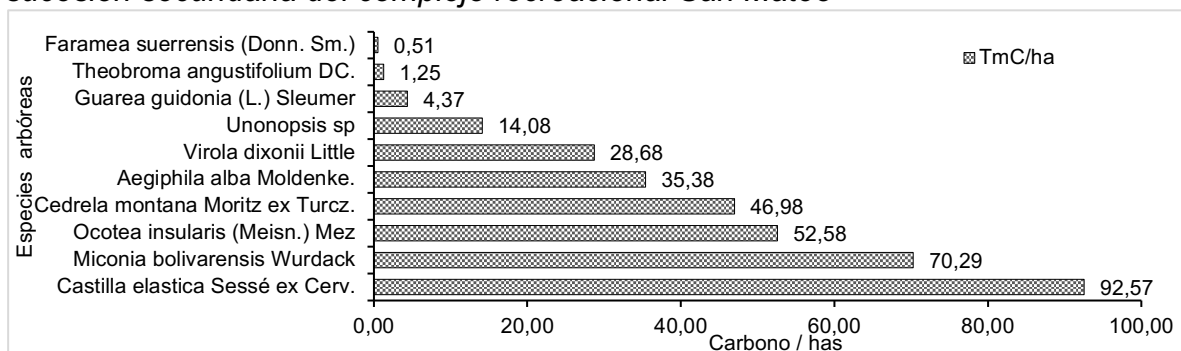


Nota: (Autores, 2026).

3.9. Carbono aéreo mediante aplicación de la ecuación alométrica de los individuos arbóreos del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo

El carbono aéreo acumulado por el componente arboreo en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo, refleja un promedio total de 503.76 TmC/ha. Se evidenció que la especie que capturan y almacenan mayor carbono es *Castilla elastica* Sess ex Cerv con 92.57 TmC/ha, *Miconia bolivarensis* Wurdack con 70.29 TmC/ha, *Ocotea insularis* (Meisn) Mez con 52.58 TmC/ha, las menos representativas en la captura del carbono son *Guarea guidonia* (L.) Sleumer con 4.37 TmC/ha, *Theobroma angustifolium* DC con 1.25 TmC/ha y *Faramea suerrensensis* (Donn. Sm.) con 0.51 TmC/ha (Figura 7).

Figura 7
Especies arbóreas con mayor carbono almacenado por hectáreas en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo

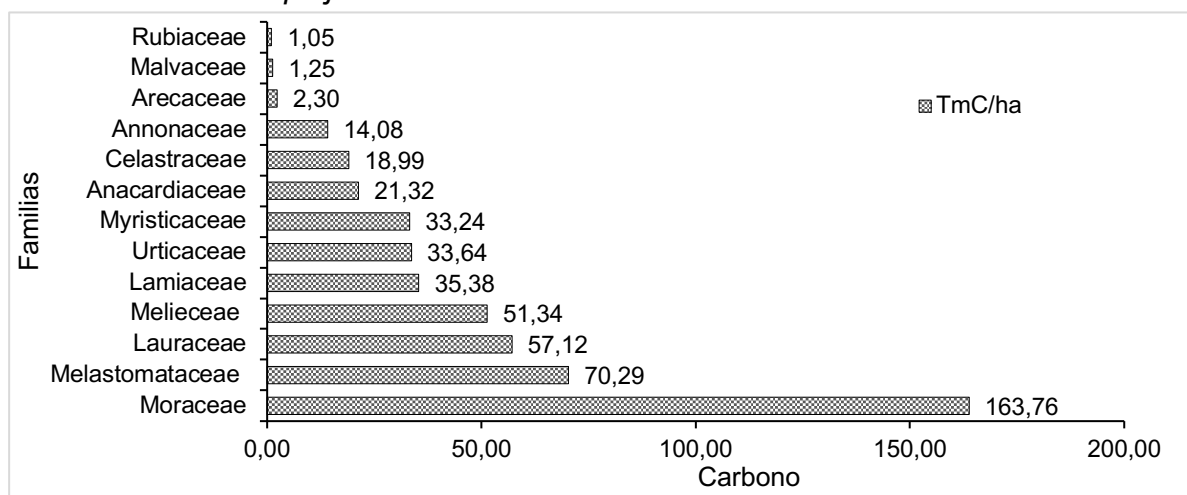


Nota: TmC/ha: Toneladas métricas de carbono por hectárea (Autores, 2026).

En la Figura 8, se logra apreciar que la mayor biomasa acumulada lo representa la familia Moraceae con 163.76 TmC/ha en comparación con las demás familias Melastomataceae representa el 70.29 TmC/ha, Lauraceae con 52.58 TmC/ha, Meliaceae 51.34 TmC/ha, Lamiaceae 35.38 TmC/ha.

Figura 8

Familias con mayor carbono almacenado por hectáreas en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo



Nota: TmC/ha: Toneladas métricas de carbono por hectárea (Autores, 2026).

De un total de 150 individuos registrados, el índice de valor de importancia (IVI) de las familias fue variado, destacándose principalmente la familia Moraceae con un IVI de 53,31, que contribuyó con 16,38 TmC, lo que equivale a 163,76 TmC/ha. Esta familia tuvo la mayor acumulación de carbono en comparación con las demás familias. La familia Annonaceae, con 5 individuos y un IVI de 25,90, almacenó 7,03 TmC, equivalentes a 70,29 TmC/ha. Otras familias notables en términos de almacenamiento de carbono fueron Melastomataceae (5,71 TmC, 57,12 TmC/ha), Urticaceae (5,13 TmC, 51,34 TmC/ha), y Lauraceae (3,54 TmC, 35,38 TmC/ha) (Tabla 5).

Tabla 5

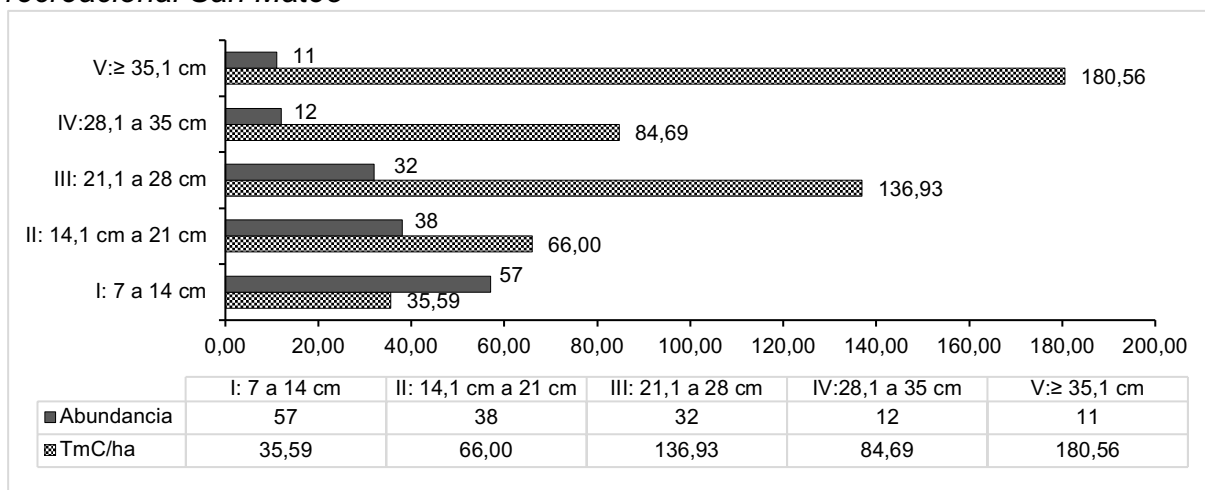
Índice de Valor de Importancia (IVI) y el almacenamiento de carbono (TmC/ha)

N°	Familia	N° de individuos	IVI	TmC	TmC/ha
1	Moraceae	44	53,31	16,38	163,76
4	Annonaceae	5	25,90	7,03	70,29
3	Melastomataceae	18	21,08	5,71	57,12
5	Urticaceae	21	19,95	5,13	51,34
8	Lauraceae	16	19,46	3,54	35,38
6	Lamiaceae	11	16,12	3,36	33,64
7	Melieaceae	11	16,11	3,32	33,24
2	Myristicaceae	13	14,76	2,13	21,32
9	Celastraceae	3	4,42	1,90	18,99
11	Anacardiaceae	2	3,76	1,41	14,08
10	Arecaceae	3	2,61	0,23	2,30
12	Rubiaceae	2	1,60	0,12	1,25
13	Malvaceae	1	0,92	0,10	1,05
Total		150	200,00	50,38	503,76

Nota: (Autores, 2026).

Se evidencio que las tres clases diamétricas con la mayor acumulación de carbono en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo correspondieron a los 9 individuos arbóreos de la clase V: 7 a 14 cm con 180.56 TmC/ha la clase diamétrica III: 21.1 a 28 cm, pese a tener mayor cantidad de individuos refleja 136.33 TmC/ha con 25 individuos arbóreos, la clase III: 21.1 a 28 cm con 32 individuos arbóreos representa un carbono acumulado de 66.00 TmC/ha (Figura 9).

Figura 9
Abundancia y carbono aéreo en el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo



Nota: (Autores, 2026).

4. Discusión

El análisis del componente arbóreo del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo permitió registrar 150 individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 7 cm, agrupados en 23 especies y 13 familias botánicas. Entre las especies más representativas se encontraron *C. elastica*, *M. bolivarensis* y *O. insularis*, mientras que la familia Moraceae presentó la mayor representación dentro de la estructura florística del bosque. Estos resultados reflejan una composición típica de ecosistemas tropicales secundarios, donde determinadas familias poseen mayor capacidad de establecimiento y regeneración. Estudios realizados en ecosistemas tropicales similares señalan que la composición florística de los bosques secundarios suele estar dominada por un número relativamente reducido de familias con alta plasticidad ecológica, capaces de adaptarse a condiciones ambientales variables y a procesos de regeneración natural posteriores a perturbaciones (Ipinza et al., 2021; Zambrano-Cedeño et al., 2025).

La dominancia de la familia Moraceae observada en este estudio coincide con lo reportado en investigaciones desarrolladas en bosques tropicales de Ecuador, donde esta familia presenta una elevada capacidad de colonización y establecimiento en áreas con procesos sucesionales activos. En este sentido, Aguirre et al. (2025)

señalan que en los bosques piemontanos tropicales del país ciertas familias arbóreas tienden a concentrar una mayor abundancia relativa debido a su eficiencia en los mecanismos de dispersión y regeneración. De manera similar, Castillo-Quiliano et al. (2021) indican que en los bosques ribereños tropicales la estructura florística se caracteriza por la presencia de especies dominantes que determinan en gran medida la dinámica ecológica del ecosistema.

Sin embargo, la riqueza de especies registrada en San Mateo difiere de la reportada en otros estudios realizados en ecosistemas forestales tropicales, donde se han identificado mayores niveles de diversidad taxonómica. Investigaciones como las desarrolladas por Cué et al. (2020) y Chimarro et al. (2023) evidencian que la diversidad arbórea puede variar considerablemente entre sitios debido a factores ambientales, históricos y de manejo del territorio. Estas diferencias pueden explicarse por la influencia de variables ecológicas como el régimen de precipitaciones, las características edáficas, el grado de intervención antrópica y el estado sucesional del bosque.

La presencia de una composición arbórea relativamente diversa en un bosque secundario evidencia la importancia de estos ecosistemas como reservorios de biodiversidad y como áreas clave para la restauración natural de paisajes forestales degradados. Diversos autores han destacado que los bosques secundarios desempeñan un papel fundamental en la recuperación de la biodiversidad y en la provisión de servicios ecosistémicos, especialmente en regiones tropicales donde la presión antrópica sobre los bosques primarios es elevada (Rodríguez-Crespo et al., 2023; Andrades-Grassi et al., 2022).

La evaluación de la estructura horizontal y vertical del bosque permitió identificar patrones característicos de ecosistemas secundarios en proceso de recuperación. La especie *C. elastica* presentó la mayor dominancia y un área basal de 0.94 m², lo que evidencia su papel relevante dentro de la estructura del bosque. Asimismo, especies como *M. bolivarensis* y *O. insularis* también mostraron una participación significativa en la composición estructural del ecosistema.

Los índices de diversidad calculados permitieron interpretar la heterogeneidad del ecosistema. El índice de Shannon registró un valor de 2.73, lo que indica una diversidad moderada dentro del área de estudio, mientras que el índice de Simpson presentó un valor de 0.91, evidenciando una alta diversidad y una distribución relativamente equilibrada de las especies. Estos valores son consistentes con lo señalado por Moreno (2001), quien establece que los índices de diversidad permiten evaluar la estructura biológica de las comunidades y comprender la distribución de las especies dentro de un ecosistema. De manera complementaria, Bouza y Covarrubias (2005) destacan que el índice de Simpson refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes, lo que constituye un indicador importante de estabilidad ecológica.

En relación con la estructura diamétrica, se observó una mayor concentración de individuos en las clases inferiores (7–14 cm), lo que sugiere un bosque dominado por individuos jóvenes y en crecimiento. Este patrón es característico de los bosques secundarios, donde la regeneración natural genera poblaciones arbóreas con diámetros relativamente pequeños en comparación con los bosques maduros. Estudios sobre dinámica forestal han demostrado que la distribución diamétrica en forma de “J invertida” suele asociarse con ecosistemas en regeneración, en los cuales existe un continuo reclutamiento de individuos jóvenes (Hegde et al., 2025; Silva-González et al., 2021).

Por otra parte, la estructura vertical evidenció una mayor densidad de individuos en el estrato inferior (≤ 10 m), lo cual confirma el predominio de árboles jóvenes dentro del bosque. Investigaciones realizadas en ecosistemas tropicales han demostrado que los estratos verticales del bosque cumplen funciones ecológicas específicas, ya que cada nivel alberga distintas comunidades biológicas y contribuye a la complejidad estructural del ecosistema (Arcos et al., 2013; Urbani, 2003).

El índice de similitud de Jaccard evidenció una mayor relación florística entre los transectos 1 y 3 (41.17 %), lo que indica la existencia de condiciones ambientales relativamente similares entre estas unidades de muestreo. De acuerdo con Moreno (2001), los índices de similitud permiten comparar la composición de especies entre comunidades y comprender los patrones de distribución espacial de la biodiversidad. La estimación de biomasa aérea y carbono almacenado constituye un indicador clave para comprender el papel de los bosques en la mitigación del cambio climático. En el presente estudio se estimó una biomasa aérea promedio de 503.76 TmC/ha, destacándose *C. elastica* como la especie con mayor capacidad de almacenamiento de carbono (92.57 TmC/ha), seguida por *M. bolivarensis* (70.29 TmC/ha) y *O. insularis* (52.58 TmC/ha). A nivel taxonómico, la familia Moraceae registró la mayor acumulación de biomasa con 163.76 TmC/ha, lo que confirma su relevancia dentro de la dinámica ecológica del bosque evaluado.

La estimación de biomasa se realizó mediante ecuaciones alométricas, herramientas ampliamente utilizadas en estudios forestales para cuantificar el carbono almacenado en ecosistemas arbóreos. De acuerdo con Chave et al. (2005), las ecuaciones alométricas permiten relacionar variables dendrométricas como el diámetro del tronco, la altura del árbol y la densidad de la madera con la biomasa total del individuo, proporcionando estimaciones confiables del carbono almacenado en bosques tropicales.

Los resultados obtenidos evidencian que las clases diamétricas inferiores concentraron una mayor acumulación de carbono, particularmente la clase de 7 a 14 cm, seguida por clases diamétricas intermedias. Este patrón puede explicarse por la alta densidad de individuos jóvenes presentes en el bosque, lo que incrementa la biomasa total a pesar de que cada árbol posee un tamaño relativamente reducido. Investigaciones sobre almacenamiento de carbono han demostrado que los bosques

secundarios pueden presentar una alta capacidad de captura de carbono debido a su rápida tasa de crecimiento y a la elevada densidad de individuos en etapas tempranas de desarrollo (Leyva-Pablo et al., 2021; Rojas-Solano et al., 2021).

5. Conclusiones

El análisis del componente arbóreo del bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo permitió evidenciar que este ecosistema presenta una estructura florística característica de bosques tropicales en proceso de recuperación. La identificación de 23 especies distribuidas en 13 familias botánicas refleja un nivel de diversidad moderado, lo cual es consistente con ecosistemas que han experimentado perturbaciones y que actualmente se encuentran en fases intermedias de sucesión ecológica. La predominancia de *Castilla elastica* y la alta representación de la familia Moraceae evidencian la capacidad adaptativa de estas especies frente a las condiciones climáticas tropicales y a los procesos de regeneración natural.

El bosque evaluado se encuentra dominado por individuos jóvenes, evidenciado por la mayor concentración de árboles en clases diamétricas y altimétricas inferiores. Esta distribución confirma la presencia de un proceso activo de regeneración natural, propio de ecosistemas secundarios en etapas tempranas de desarrollo. También evidencian una relación espacial relativamente homogénea entre algunas unidades de muestreo, particularmente entre los transectos 1 y 3, lo que sugiere que ciertos sectores del bosque comparten condiciones ambientales similares que favorecen el establecimiento de comunidades arbóreas con características florísticas comparables.

En relación con el almacenamiento de carbono, el bosque de sucesión secundaria del complejo recreacional San Mateo posee una capacidad significativa de acumulación de biomasa aérea. Este resultado confirma que los bosques secundarios pueden desempeñar un papel relevante en la captura y almacenamiento de carbono atmosférico, contribuyendo de manera importante a los procesos de regulación climática. Las especies *Castilla elastica*, *Miconia bolivarensis* y *Ocotea insularis* fueron las que presentaron mayor capacidad de almacenamiento de carbono. De igual manera, la familia Moraceae destacó como el grupo taxonómico con mayor acumulación de biomasa.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

Aguirre, Z., Condoy, M., Veintimilla, D., Pardo, S., & Jaramillo Jaramillo, N. (2025). Riqueza florística, estructura y endemismo de un bosque piemontano en

- Zumba, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Sciéndo Ingenium*, 21(1), 33–43. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2025.01.03>
- Andrades-Grassi, J. E., Vásquez Rivas, D. del V., Gámez Álvarez, L. E., & Rodríguez Lucero, G. G. (2022). Exploración y comparación de la distribución espacial de los bosques periurbanos en Mérida, Venezuela. *Colombia Forestal*, 25(1), 36–50. <https://doi.org/10.14483/2256201X.18046>
- Arcos, R. G., Ruiz, A., Altamirano, M. A., & Albuja, L. (2013). Uso del estrato vertical por el mono aullador (*Alouatta palliata*) (Primates: Atelidae) en un bosque subtropical del Noroccidente de Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 11(8–9), 58–73. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1456>
- Benítez, Á., Macas-Serrano, J., Homeier, J., & López, F. (2023). Efectos de la adición de nutrientes sobre la diversidad taxonómica y funcional de briófitos en bosques montanos tropicales. *Bosques Latitud Cero*, 13(1), 25–36. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1589>
- Bouza, C. N., & Covarrubias, D. (2005). Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Investigación Operacional*, 26(2), 187–197. <https://revistas.uh.cu/invoperacional/article/view/6468>
- Castillo-Quiliano, A., Domínguez-Torrejón, G., & Reyes-Pires, R. J. (2021). Composición florística del bosque ribereño de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. *Santiago*, (155), 214–222. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stqo/article/view/5382>
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87–99. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Chimarro Cumbal, J. C., Cué García, J. L., Arcos Unigarro, C. R., & Paredes Rodríguez, H. O. (2023). Diversidad florística y estructura del bosque seco en el norte del Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 11(2), e651. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/651>
- Cue García, J. L., Chagna Avila, E. J., Palacios Cuenca, W. A., & Carrión Burgos, A. M. (2020). Biodiversidad del componente forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *La Técnica*, 10(2), 9–28. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i24.2360
- Hegde, R., Manasa, P. A. C., & Salimath, S. K. (2025). Forest mensuration. In A. K. Mandal & A. Nicodemus (Eds.), *Textbook of forest science* (pp. 361–388). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-8289-5_16
- Ipinza, 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>
- Leyva-Pablo, T., De León-González, F., Etchevers-Barra, J. D., Cortés-Pérez, M., Santiago-García, W., Ponce Mendoza, A., & Fuentes Ponce, M. H. (2021).

- Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal comunitario. *Madera y Bosques*, 27(4), e2742421. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2742421>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO, & Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Rodríguez-Crespo, G. de la C., Domínguez-Junco, O., & Ortega-Pérez, L. E. (2023). Servicios ecosistémicos de bosques: producción agropecuaria. *Revista Científica Episteme & Praxis*, 1(1), 48–58. <https://doi.org/10.62451/rep.v1i1.9>
- Rojas-Solano, J., Brenes-Gamboa, S., & Abarca-Monge, S. (2022). Carbono en el suelo: comparación entre un área de pastos y un bosque. *InterSedes*, 23(47), 184–205. <https://doi.org/10.15517/isucr.v23i47.47695>
- Silva-González, E., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., Alanís-Rodríguez, E., & Corral-Rivas, J. J. (2021). Efecto de tratamientos silvícolas en la diversidad y estructura forestal en bosques templados bajo manejo en Durango, México. *Madera y Bosques*, 27(2), e2722082. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722082>
- Urbani, B. (2003). Utilización del estrato vertical por el mono aullador de manto (*Alouatta palliata*, Primates) en Isla Colón, Panamá. *Antropo*, 4, 29–33. <https://www.didac.ehu.es/antropo/4/4-3/Urbani.htm>
- Zambrano-Cedeño, Y. L., Suatunce-Vega, G. V., Sánchez-Fonseca, C. L., & López-Tobar, R. M. (2025). Diversidad y estructura del bosque “Herminia Oranzona y Alfonso Aguavil”, Ecuador. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 3(4), 148–160. <https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n4/96>