

Diversidad y composición florística del bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz, Manabí, Ecuador

Diversity and floristic composition of the semi-deciduous mesophilous forest of La Cruz site, Manabí, Ecuador

Alfredo Jimenez-González¹  , Edgar Oswaldo Guachamín-Arámbulo²  
Gema Guadalupe Briones-Mero³  , Darwin Marcos Salvatierra-Pilozo⁴  

Doctor en Ciencias Forestales, carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.¹

Graduado de la carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.²

Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.³

Magister en Gestión y conservación del Medio Natural, carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.⁴

ISSN 2619-2608

DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2026.17.02>

Cómo citar:

Jimenez-González, A., Guachamín-Arámbulo, E.O., Briones-Mero, G.G., & Salvatierra-Pilozo, D.M. (2026). Diversidad y composición florística del bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz, Manabí, Ecuador. *Revista Científica Del Amazonas*, 9(17), 19-30. <https://doi.org/10.34069/RA/2026.17.02>

Recibido: 17 de diciembre de 2025

Aceptado: 6 de abril de 2026



Resumen

El presente estudio evaluó la diversidad florística y la composición estructural del bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz, parroquia La América, provincia de Manabí, Ecuador, con el objetivo de caracterizar su estado sucesional y aportar información ecológica base para su conservación y manejo sostenible. Se establecieron cinco parcelas temporales de 20 × 20 m, en las cuales se registraron todos los individuos arbóreos y arbustivos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm. Se calcularon parámetros florísticos (abundancia, frecuencia, dominancia relativa e Índice de Valor de Importancia) e índices de diversidad (Shannon, Simpson, Pielou y Fisher-Alpha), además de variables estructurales como densidad, área basal, distribución diamétrica, estratificación vertical e Índice de Complejidad Estructural. Se registraron 109 individuos correspondientes a 28 especies, 26 géneros y 17 familias botánicas. Las especies dominantes fueron *Quararibea cordata*, *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris cumingiana* y *Laurus nobilis*, que definen la arquitectura del dosel. La densidad total alcanzó 545 individuos·ha⁻¹ y el área basal 23,10 m²·ha⁻¹. La distribución diamétrica en forma de "J" invertida y el valor del Índice de Complejidad Estructural (11,04) evidencian regeneración continua y una fase intermedia de sucesión, indicando un bosque secundario estructuralmente consolidado con diversidad moderada.

Palabras clave: complejidad estructural, sucesión secundaria, bosque estacional tropical, diversidad alfa, restauración ecológica.

Abstract

This study evaluated the floristic diversity and structural composition of the semi-deciduous mesophytic forest located in La Cruz locality, La América parish, Manabí province, Ecuador, with the objective of characterizing its successional status and providing baseline ecological information for conservation and sustainable management. Five temporary sampling plots of 20 × 20 m were established, in which all tree and woody shrub individuals with diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were recorded. Floristic parameters (relative abundance, frequency, dominance, and Importance Value Index) and diversity indices (Shannon, Simpson, Pielou, and Fisher-Alpha) were calculated, together with structural variables such as density, basal area, diameter distribution, vertical stratification, and Structural Complexity Index. A total of 109 individuals belonging to 28 species, 26 genera, and 17 botanical families were recorded. The dominant species were *Quararibea cordata*, *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris cumingiana*, and *Laurus nobilis*, which define the canopy architecture. Total density reached 545 individuals·ha⁻¹ and basal

area $23.10 \text{ m}^2\text{-ha}^{-1}$. The inverted "J"-shaped diameter distribution and the Structural Complexity Index value (11.04) indicate continuous regeneration and an intermediate successional stage, suggesting a structurally consolidated secondary forest with moderate diversity.

Keywords: structural complexity, secondary succession, seasonal tropical forest, alpha diversity, ecological restoration.

Introducción

Los bosques semidecuidos mesófilos constituyen ecosistemas de alta relevancia ecológica en las regiones tropicales debido a su contribución a la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales (Murphy & Lugo, 1986). A escala global, los bosques tropicales estacionales desempeñan funciones clave como sumideros de carbono, mantenimiento de procesos de polinización, reciclaje de nutrientes y regulación del microclima, influyendo directamente en la estabilidad ecosistémica (Murphy & Lugo, 1986; Matsuo et al., 2021). Sin embargo, estos ecosistemas se encuentran entre los más amenazados debido a la expansión agropecuaria, la tala selectiva y la fragmentación del paisaje (Tadeo-Noble et al., 2024).

En el litoral ecuatoriano, particularmente en la provincia de Manabí, los remanentes de bosque seco y semidecuido cumplen funciones estratégicas como reservorios de especies nativas y reguladores microclimáticos. No obstante, la presión antrópica ha reducido significativamente su extensión y conectividad ecológica (Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017). Estudios regionales han documentado que la fragmentación modifica la composición florística y afecta los procesos de regeneración natural, incidiendo en la complejidad estructural del bosque (Aguirre Mendoza et al., 2021).

El análisis de la composición florística y la estructura forestal constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica sucesional y el estado de conservación de estos ecosistemas (Magurran, 2004). La caracterización de patrones de diversidad, dominancia y complejidad vertical permite evaluar procesos de resiliencia y estabilidad ecológica (Matsuo et al., 2021). En bosques tropicales secos y semidecuidos, indicadores como el Índice de Valor de Importancia (IVI) y los índices de Shannon, Simpson y Fisher-Alpha han demostrado ser robustos para estimar la estructura interna y el grado de madurez sucesional (Curtis & McIntosh, 1951).

Investigaciones desarrolladas en el suroccidente del Ecuador han evidenciado variaciones florísticas asociadas a gradientes altitudinales y edáficos (Aguirre et al., 2006; Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017), patrones consistentes con estudios comparativos en bosques tropicales secos de América Latina (Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). Asimismo, los análisis estructurales en ecosistemas semidecuidos han mostrado que las distribuciones diamétricas en forma de "J" invertida reflejan procesos activos de regeneración y estabilidad poblacional (Murphy & Lugo, 1986; Matsuo et al., 2021).

A pesar de estos avances, la información específica sobre la estructura y composición de los bosques semidecuidos del sur de Manabí continúa siendo limitada, lo que dificulta la planificación de estrategias de manejo y restauración basadas en evidencia empírica regional (Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). La escasez de estudios estructurales locales restringe la comprensión de los patrones sucesionales y de regeneración en estos remanentes forestales (Matsuo et al., 2021). En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar los patrones de diversidad y la composición florística del bosque semidecuido mesófilo del recinto La Cruz, aportando información comparativa que contribuya al conocimiento ecológico y a la gestión sostenible de los bosques estacionales del litoral ecuatoriano (Murphy & Lugo, 1986).

Revisión de literatura

La composición florística y la estructura de los bosques tropicales reflejan la interacción entre historia de disturbio, condiciones edáficas y procesos sucesionales que determinan su dinámica y resiliencia ecológica (Feinsinger, 2004; Magurran, 2004). En bosques tropicales estacionales, la diversidad y la organización estructural han sido identificadas como componentes clave de la estabilidad ecosistémica y del funcionamiento del sistema, particularmente en contextos de fragmentación y recuperación secundaria (Murphy & Lugo, 1986).

A escala global, estudios en bosques tropicales secundarios han demostrado que la heterogeneidad estructural y la diferenciación vertical influyen directamente en la disponibilidad de luz, la regeneración natural y la acumulación de biomasa (Matsuo et al., 2021). En ecosistemas estacionales de América Latina, la sucesión intermedia suele caracterizarse por la coexistencia de especies pioneras y secundarias tempranas que configuran comunidades con complejidad creciente, aunque aún distante de la estructura de bosques maduros (Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019; Murphy & Lugo, 1986).

En el contexto ecuatoriano, los bosques secos y semidecíduos del suroccidente presentan patrones estructurales comparables a los observados en otros bosques estacionales tropicales. En la provincia de Loja, se han documentado comunidades con valores intermedios de diversidad y área basal, asociados a procesos de regeneración secundaria posteriores a disturbios antrópicos (Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017; Aguirre Mendoza et al., 2021). Estos estudios evidencian que la dominancia de especies adaptadas a la estacionalidad constituye un rasgo recurrente en sistemas en recuperación.

El análisis florístico cuantitativo, particularmente mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), continúa siendo una herramienta central para interpretar la jerarquía estructural y la dominancia ecológica en comunidades forestales (Curtis & McIntosh, 1951). Su aplicación en distintos contextos tropicales ha permitido comparar patrones de sucesión y estructura entre regiones geográficas diversas (Barrios Calderón et al., 2022; Matsuo et al., 2021), consolidándose como un enfoque metodológico estandarizado en estudios de ecología forestal.

De manera complementaria, los índices de diversidad como Shannon, Simpson y Fisher-Alpha permiten evaluar la heterogeneidad y la equidad en la distribución de abundancias (Magurran, 2004). En bosques tropicales secundarios, valores intermedios de diversidad han sido asociados a fases sucesionales donde coexisten múltiples grupos funcionales, favoreciendo la resiliencia ecológica y la estabilidad estructural (Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019).

La evaluación de variables dendrométricas como diámetro, área basal y estratificación vertical constituye un componente esencial para estimar la madurez estructural y la dinámica poblacional del bosque. La presencia de distribuciones diamétricas en forma de "J" invertida ha sido ampliamente interpretada como indicativa de regeneración continua en bosques tropicales secundarios (Murphy & Lugo, 1986; Aguirre Mendoza et al., 2021). Asimismo, la heterogeneidad vertical se relaciona con la regulación microclimática y el funcionamiento ecosistémico en bosques en transición estructural (Matsuo et al., 2021; Tadeo-Noble et al., 2024).

La integración de indicadores florísticos, estructurales y de diversidad permite situar los bosques semidecíduos del litoral ecuatoriano dentro del marco comparativo de los bosques tropicales estacionales, facilitando la interpretación de su estado sucesional y su potencial de recuperación ecológica.

Metodología

La investigación tuvo un enfoque ecológico, descriptivo y cuantitativo, orientado a caracterizar la composición florística y la estructura del bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz, parroquia La América, cantón Jipijapa, provincia de Manabí. Se desarrolló bajo un diseño no experimental de campo, mediante observación directa y registro sistemático de variables estructurales y florísticas en unidades de muestreo representativas.

El estudio se basó en un muestreo sistemático intencional dirigido a zonas con cobertura vegetal continua y mínima intervención antrópica, con el propósito de reflejar condiciones ecológicas representativas del ecosistema. Este enfoque es consistente con lineamientos metodológicos aplicados en estudios de diversidad vegetal tropical (Feinsinger, 2004; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019).

Diseño de muestreo

Se establecieron cinco parcelas temporales de 20 × 20 m (0,04 ha), distribuidas bajo un esquema aleatorio-estratificado para capturar la heterogeneidad ambiental asociada a gradientes de pendiente, cobertura y exposición solar. El tamaño y configuración de las parcelas se fundamentan en metodologías estandarizadas para inventarios

florísticos en bosques tropicales secos y estacionales ampliamente empleadas en América Latina (Murphy & Lugo, 1986).

Este diseño es consistente con metodologías aplicadas en bosques secos y estacionales tropicales de América Latina (Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019), lo que garantiza comparabilidad regional e internacional.

Se consideraron únicamente especies arbóreas y arbustivas leñosas, excluyendo lianas, herbáceas y epífitas, conforme a protocolos estructurales utilizados en estudios de bosques tropicales secundarios (Murphy & Lugo, 1986).

Identificación y cuantificación de especies

En cada parcela se registraron todos los individuos con DAP ≥ 10 cm, utilizando cinta diamétrica y GPS para georreferenciar los puntos de muestreo. La identificación taxonómica se realizó en campo y fue confirmada mediante comparación con material de referencia en el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE).

La nomenclatura científica fue verificada utilizando bases taxonómicas internacionales reconocidas: Catalogue of Life (Bánki et al., 2024), Tropicos (Tropicos, 2025), GBIF (2025) y Plants of the World Online (Royal Botanic Gardens, Kew, 2025).

Cálculo de parámetros florísticos

Se calcularon los parámetros estructurales básicos, abundancia relativa (AR), frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DR) e Índice de Valor de Importancia (IVI), siguiendo la metodología clásica propuesta por Curtis & McIntosh (1951), ampliamente utilizada en estudios de ecología forestal para evaluar la importancia ecológica de las especies dentro de una comunidad.

El IVI integra métricas de abundancia, frecuencia y dominancia, permitiendo estimar el peso estructural de cada especie en el ensamblaje forestal, enfoque que continúa siendo aplicado en investigaciones contemporáneas sobre bosques tropicales secos y semidecíduos (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019).

Asimismo, se estimaron los índices de diversidad Shannon-Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Pielou (J') y Fisher-Alpha, los cuales permiten evaluar la heterogeneidad, equidad y sensibilidad a especies raras dentro de la comunidad vegetal (Magurran, 2004). Estos índices se calcularon para cada parcela y para el conjunto total, con el fin de comparar la diversidad alfa y la distribución interna de abundancias entre sitios.

Estructura del bosque: distribución diamétrica, densidad y estratificación vertical

Medición de variables estructurales

Se midieron el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total y la posición en el dosel. El DAP se registró a 1,30 m del suelo ($D_{1,30}$) y la altura se midió con clinómetro Suunto y cinta métrica. Estas variables permitieron caracterizar la estructura poblacional y estimar el área basal (AB) de cada especie mediante la Ecuación 1:

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

Este procedimiento es estándar en inventarios forestales tropicales y ha sido ampliamente utilizado en estudios de estructura en bosques secos y estacionales (Murphy & Lugo, 1986).

Densidad y distribución diamétrica

La densidad de individuos se estimó mediante la Ecuación 2:

$$D = \frac{N}{A} \quad (2)$$

donde N es el número de individuos y A el área de muestreo (m^2). Cada parcela abarcó $400 m^2$ (0,04 ha), por lo que la densidad por hectárea se obtuvo aplicando un factor de expansión de 25.

La estructura diamétrica se analizó agrupando los individuos en clases de 10 cm no superpuestas (10–19,99; 20–29,99; 30–39,99; 40–49,99; ≥ 50 cm), criterio ampliamente adoptado en estudios de estructura poblacional en bosques tropicales (Barrios Calderón et al., 2022).

Se elaboraron histogramas de frecuencia para evaluar la forma de la distribución poblacional y se ajustaron modelos Weibull y log-normal para caracterizar la dinámica estructural del bosque, enfoques comúnmente empleados en análisis de sucesión secundaria y heterogeneidad estructural (Matsuo et al., 2021).

Estratificación vertical

La vegetación arbórea se clasificó en tres estratos estructurales con base en la altura total de los individuos:

- Estrato bajo: $< 5,0$ m
- Estrato medio: $5,0-15,0$ m
- Estrato alto: $> 15,0$ m

Esta estratificación permitió describir la organización vertical del bosque y analizar la distribución de individuos en el gradiente altitudinal interno del dosel, enfoque ampliamente empleado en estudios estructurales de bosques tropicales (Murphy & Lugo, 1986; Matsuo *et al.*, 2021).

Se calculó el Índice de Complejidad Estructural de Holdridge (ICH) como indicador sintético de diversidad vertical, considerando la proporción de individuos y la altura promedio por estrato. Este índice complementa los análisis de densidad y dominancia al integrar información horizontal y vertical de la comunidad vegetal, y ha sido aplicado en estudios estructurales en América Latina (Barrios Calderón *et al.*, 2022).

Procesamiento estadístico

El procesamiento estadístico se realizó utilizando el software PAST versión 4.13 (Hammer *et al.*, 2001) y Microsoft Excel 2021 para el cálculo de índices ecológicos y la generación de gráficos estructurales. Los resultados se analizaron de forma comparativa con investigaciones desarrolladas en bosques secos y semidecuidos de América Latina, con el fin de contextualizar los patrones estructurales observados (Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019; Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017).

Resultados y Discusión

El estrato arbóreo del bosque semidecuido mesófilo, definido por individuos con $D_{1,30} \geq 10$ cm, estuvo conformado por 109 árboles pertenecientes a 28 especies, distribuidas en 26 géneros y 17 familias botánicas. Esta riqueza representa una diversidad taxonómica moderada dentro del contexto de bosques estacionales tropicales y sugiere un ensamblaje en fase intermedia de sucesión, donde coexisten especies pioneras y secundarias bajo procesos de reorganización estructural posteriores a disturbios (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). En términos ecológicos, este tipo de composición indica que el sistema ha superado etapas tempranas dominadas por pocas especies oportunistas, aunque aún no alcanza la complejidad florística típica de bosques maduros.

La Tabla 1 muestra variaciones en riqueza y diversidad entre parcelas, lo que evidencia heterogeneidad espacial dentro del bosque. Las parcelas 1 y 2 registraron los mayores valores de Shannon ($H' > 2,5$) y equidad ($J' > 0,96$), indicando comunidades florísticamente más balanceadas. En contraste, la parcela 4 presentó menor riqueza ($S = 6$) y diversidad ($H' = 1,533$), lo que sugiere dominancia local de pocas especies y una condición estructural más temprana.

Tabla 1.
Riqueza, abundancia e índices de diversidad por parcela (DAP ≥ 10 cm)

Parcela	N individuos	Riqueza (S)	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Equidad (J')	Fisher-Alpha
1	23	14	2,548	0,915	0,965	5,81
2	24	15	2,600	0,917	0,960	6,23
3	28	12	2,276	0,875	0,916	4,77
4	18	6	1,533	0,741	0,855	3,21
5	23	12	2,318	0,885	0,933	4,92
Total	109	28	2,999	0,936	0,900	7,65

Nota. Durante el muestreo se registraron además especies arbustivas y herbáceas menores a 10 cm de $D_{1,30}$, las cuales no fueron incluidas en los análisis estructurales por no cumplir el criterio de inclusión establecido para el estrato arbóreo.

A escala general, el bosque presentó una diversidad total ($H' = 2,999$) y una equidad elevada ($J' = 0,900$). En bosques tropicales estacionales, valores cercanos a $H' \approx 3$ suelen asociarse con comunidades secundarias en consolidación, donde la coexistencia de múltiples especies reduce la dominancia extrema y favorece la estabilidad estructural relativa (Murphy & Lugo, 1986; Matsuo et al., 2021). La alta equidad observada sugiere una distribución relativamente uniforme de abundancias entre especies y una baja dominancia de pocos taxones dentro de la comunidad, patrón característico de ensamblajes florísticos estructuralmente balanceados (Magurran, 2004). La variabilidad entre parcelas refleja la influencia de factores microambientales y topográficos, que generan mosaicos sucesionales internos y contribuyen a la heterogeneidad del ensamblaje forestal.

Dominancia taxonómica por familia

En términos taxonómicos, las familias Malvaceae, Fabaceae y Meliaceae concentraron aproximadamente el 40 % de la riqueza total (Figura 1), lo que evidencia una estructura familiar típica de bosques estacionales tropicales. Este patrón ha sido reportado en remanentes del sur del Ecuador, donde Fabaceae y Malvaceae suelen figurar entre las familias más diversas debido a su plasticidad ecológica y tolerancia a condiciones de estacionalidad hídrica (Aguirre Mendoza et al., 2021; Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017).

La predominancia de Fabaceae resulta ecológicamente significativa, ya que muchas de sus especies presentan fijación biológica de nitrógeno y adaptaciones fisiológicas a periodos de sequía, lo que les permite actuar como facilitadoras en etapas sucesionales intermedias (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). De manera similar, Malvaceae incluye especies pioneras y secundarias ampliamente distribuidas en bosques tropicales secundarios, contribuyendo a la recuperación estructural del dosel y al cierre progresivo del sistema.

Desde una perspectiva funcional, la dominancia de estas familias sugiere la acción de filtros ambientales asociados a la estacionalidad climática y a las condiciones edáficas locales. En bosques tropicales secundarios, este tipo de ensamblaje refleja procesos de selección ecológica donde predominan especies con estrategias de rápido crecimiento, tolerancia al estrés hídrico y capacidad competitiva en ambientes abiertos o parcialmente perturbados (Matsuo et al., 2021).

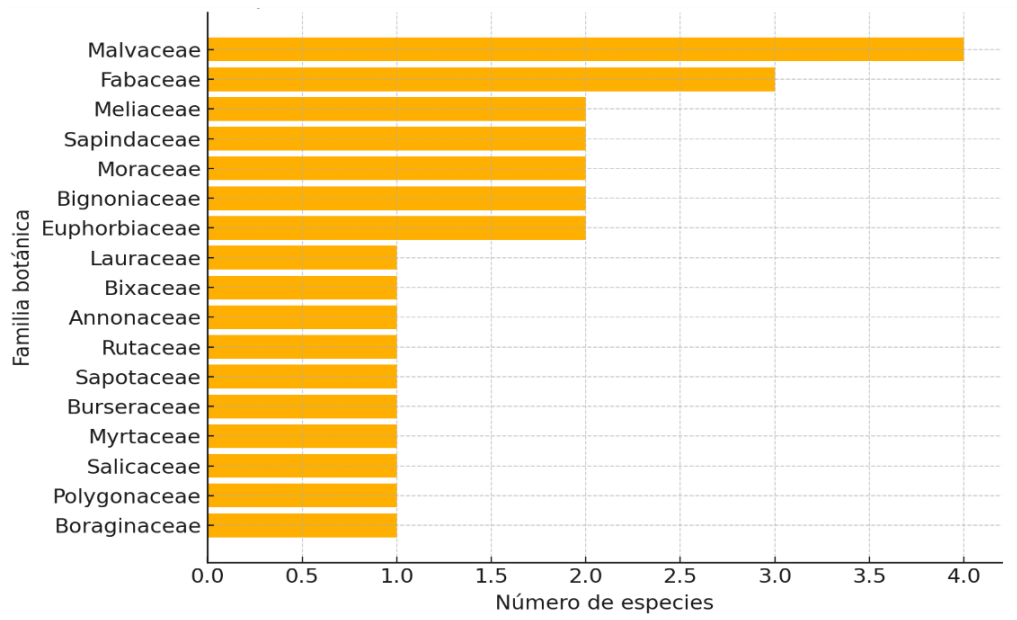


Figura 1. Número de especies por familia botánica en el bosque semideciduo mesófilo del recinto La Cruz (DAP \geq 10 cm).

Especies dominantes según Índice de Valor de Importancia (IVI)

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI), calculado a partir de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia relativas (Tabla 2), permitió identificar las especies con mayor peso ecológico dentro de la comunidad arbórea. Tras la depuración de especies no leñosas, se consideraron 28 taxones que conforman el estrato estructural del bosque.

Tabla 2.

Especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI), después de depuración taxonómica

Especie	N ind.	AR (%)	FR (%)	DR (%)	IVI
<i>Quararibea cordata</i>	11	10,09	8,77	15,51	34,37
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	8,26	7,02	14,47	29,75
<i>Triplaris cumingiana</i>	12	11,01	5,26	11,47	27,74
<i>Laurus nobilis</i>	12	11,01	5,26	11,46	27,73
<i>Gyranthera micrantha</i>	9	8,26	5,26	7,68	21,2
<i>Hevea brasiliensis</i>	5	4,59	5,26	4,73	14,58
<i>Sapindus saponaria</i>	6	5,5	3,51	4,25	13,26
<i>Cordia alliodora</i>	5	4,59	3,51	4,64	12,74
<i>Jacaranda sp.</i>	4	3,67	5,26	1,67	10,6
<i>Inga spp.</i>	6	5,5	3,51	1,24	10,25

Las especies *Quararibea cordata*, *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris cumingiana* y *Laurus nobilis* presentaron los valores más altos de IVI, destacándose como componentes arquitectónicos del dosel y subdosel. En particular, la dominancia de *Quararibea cordata* (IVI = 34,37) y *Guazuma ulmifolia* (IVI = 29,75) refleja su papel estructurador dentro de la comunidad y su influencia en la configuración del dosel.

Desde una perspectiva ecológica, la concentración del IVI en un número reducido de especies es un patrón frecuente en bosques secundarios, donde la reorganización estructural posterior a disturbios favorece taxones con alta plasticidad ecológica, rápido crecimiento y tolerancia a la estacionalidad climática (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). En este contexto, la dominancia no implica necesariamente simplificación del sistema, sino una jerarquización funcional en la que ciertas especies estructurales consolidan la arquitectura del bosque mientras otras contribuyen a mantener la diversidad interna.

Dentro de este grupo dominante, *Triplaris cumingiana* y *Laurus nobilis*, con valores similares de IVI (27,74 y 27,73), muestran una distribución asociada a microhábitats con mayor disponibilidad hídrica y mejor drenaje, lo que sugiere diferenciación ecológica dentro del ensamblaje forestal y refuerza la influencia de filtros ambientales locales en la organización de la comunidad.

El patrón de IVI observado en La Cruz indica una comunidad en consolidación estructural, donde la dominancia jerárquica coexiste con niveles moderados de diversidad y equidad. Este equilibrio es característico de bosques en fase intermedia de sucesión, en los que la competencia por luz y espacio comienza a definir la estratificación vertical sin alcanzar aún la complejidad de sistemas maduros (Murphy & Lugo, 1986; Matsuo et al., 2021).

Estructura del bosque: distribución diamétrica, densidad y estratificación vertical

La estructura del bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz evidenció variaciones en densidad y área basal entre las cinco parcelas evaluadas (Tabla 3). En conjunto, el estrato arbóreo registró 109 individuos en 0,20 ha, lo que equivale a una densidad estimada de 545 individuos·ha⁻¹.

El área basal total alcanzó 23,10 m²·ha⁻¹, valor que se sitúa dentro del rango documentado para bosques tropicales secundarios en fase intermedia de sucesión. En el sur del Ecuador se han reportado densidades entre 450 y 600 individuos·ha⁻¹ y áreas basales cercanas a 20–25 m²·ha⁻¹ en comunidades semidecíduos en regeneración (Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017; Aguirre Mendoza et al., 2021). En términos ecológicos, estos valores reflejan procesos activos de acumulación de biomasa y consolidación estructural posteriores a disturbios antrópicos (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019).

Más allá de la comparación regional, la combinación de densidades intermedias con áreas basales moderadas es consistente con trayectorias sucesionales típicas de bosques tropicales secundarios, donde el incremento progresivo de biomasa aérea precede a la diferenciación completa del dosel superior (Matsuo et al., 2021). En este contexto, La Cruz representa un sistema en consolidación, con capacidad de recuperación estructural pero aún distante de los niveles de acumulación de biomasa observados en bosques maduros.

Tabla 3.

Densidad y área basal del estrato arbóreo por parcela (DAP ≥ 10 cm)

Parcela	Área (ha)	N individuos	Densidad	Área basal	Área basal
			(ind·ha ⁻¹)	(m ²)	(m ² ·ha ⁻¹)
1	0,04	23	575	0,98	24,5
2	0,04	24	600	1,01	25,25
3	0,04	28	700	1,03	25,75
4	0,04	18	450	0,68	17
5	0,04	23	575	0,92	23
Total	0,2	109	545	4,62	23,1

Las parcelas 1, 2 y 3 presentaron los mayores valores de densidad y área basal, lo que sugiere mayor acumulación de biomasa y estabilidad estructural local. En contraste, la parcela 4 exhibió el valor mínimo de área basal (17,00 m²·ha⁻¹), coherente con su menor riqueza florística y predominancia de individuos de menor diámetro, lo que indica una etapa sucesional relativamente más temprana.

La variabilidad entre parcelas puede atribuirse a diferencias microambientales y topográficas, como pendiente, disponibilidad hídrica y exposición solar, que influyen en la distribución espacial, el crecimiento y la productividad del bosque (Lozada et al., 2014). Estos gradientes locales actúan como filtros ambientales que favorecen la coexistencia de especies con distintas estrategias funcionales, incrementando la heterogeneidad estructural del ecosistema.

Distribución diamétrica

La distribución diamétrica del bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz mostró una estructura característica de comunidades en proceso de regeneración, con mayor concentración de individuos en las clases diamétricas

inferiores. Los árboles se agruparon en intervalos consecutivos de 10 cm de amplitud (10–19,99; 20–29,99; 30–39,99; 40–49,99; y ≥ 50 cm $D_{1,30}$), definidos de forma no superpuesta para evitar duplicidades en la clasificación.

Las dos primeras clases (10–19,99 cm y 20–29,99 cm) concentraron más del 80 % de los individuos registrados, lo que evidencia una estructura predominantemente juvenil, con alta proporción de árboles de pequeño y mediano diámetro. A partir de la clase 30–39,99 cm se observa una disminución progresiva en la frecuencia, que se acentúa en las clases superiores (≥ 40 cm), donde se registraron únicamente seis individuos.

Este patrón configura una curva en forma de "J" invertida, ampliamente descrita en bosques tropicales secundarios con reclutamiento continuo y mortalidad compensada por el ingreso de nuevos individuos (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). Desde una perspectiva demográfica, este comportamiento sugiere estabilidad poblacional relativa y potencial de persistencia, siempre que las condiciones ambientales y el régimen de disturbio no se intensifiquen.

En remanentes del sur del Ecuador, Aguirre Mendoza et al. (2021) reportan distribuciones similares en bosques secos secundarios de Zapotepamba y Bramaderos, con predominio de individuos jóvenes y baja proporción de árboles mayores a 50 cm de $D_{1,30}$. Este patrón también ha sido documentado en bosques estacionales tropicales de América Latina, donde la escasa representación de grandes diámetros suele asociarse a procesos históricos de aprovechamiento selectivo, fragmentación o disturbios recurrentes (Murphy & Lugo, 1986) (Figura 2).

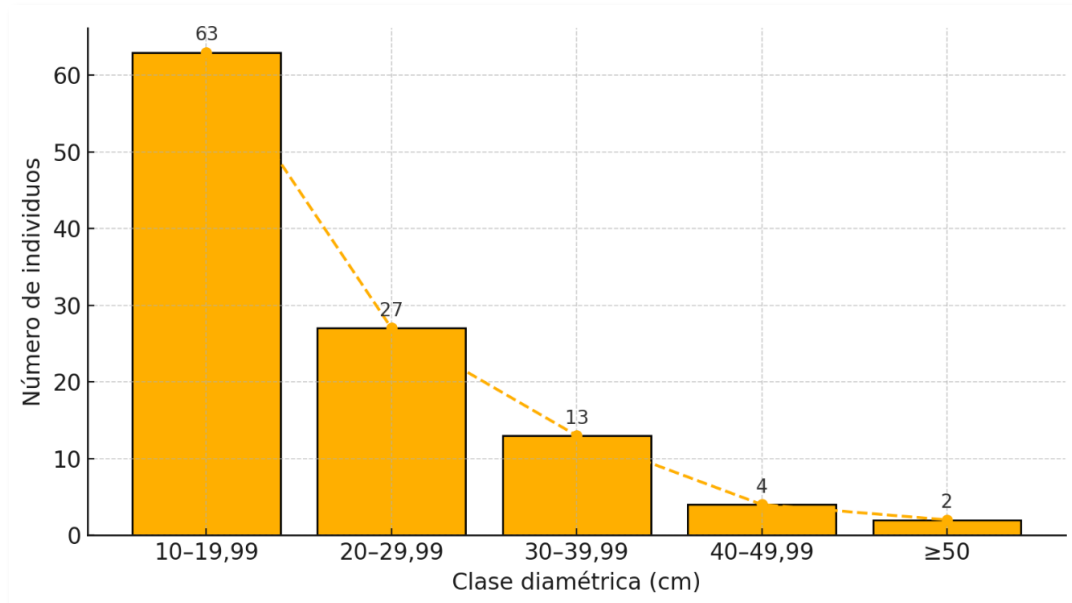


Figura 2. Distribución diamétrica del bosque ($D_{1,30} \geq 10$ cm) en el bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz, parroquia La América, cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador.

La reducida proporción de árboles de gran porte (≥ 50 cm $D_{1,30}$) indica que el dosel aún se encuentra en proceso de consolidación estructural y que la acumulación de biomasa de larga permanencia es limitada. El predominio de especies secundarias y pioneras de rápido crecimiento, como *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris cumingiana* y *Cordia alliodora*, refuerza la interpretación de un estadio sucesional intermedio, en el que la competencia por luz y espacio comienza a estructurar el ensamblaje vertical (Aguirre Mendoza et al., 2021; Matsuo et al., 2021).

Desde una perspectiva ecológica más amplia, la estructura diamétrica observada sugiere que el bosque posee alta capacidad de regeneración, pero aún no alcanza la complejidad estructural ni la estabilidad de biomasa propias de sistemas maduros. En este sentido, su dinámica actual refleja una trayectoria de recuperación activa que podría consolidarse hacia estados más complejos si se mantienen condiciones de protección y manejo sostenible.

Estructura vertical

El análisis de la estratificación vertical permitió identificar tres niveles estructurales bien definidos (bajo, medio y alto), lo que evidencia una organización vertical diferenciada del bosque y permite interpretar su grado de desarrollo arquitectónico (Tabla 4).

Tabla 4.
Distribución de individuos por estratos de altura

Estrato	Rango (m)	N individuos	Porcentaje (%)
Estrato bajo	< 5 m	18	16,51
Estrato medio	5–15 m	63	57,8
Estrato alto	> 15 m	28	25,69
Total	–	109	100

El estrato medio concentró el 57,8 % de los individuos registrados, constituyéndose como el componente dominante del bosque. Este predominio indica una fase de consolidación estructural en la que los árboles de altura intermedia configuran el dosel principal y sostienen la mayor parte de la biomasa activa del sistema. En términos sucesionales, este patrón sugiere una etapa intermedia en la que la competencia vertical por luz y espacio incrementa la diferenciación estructural y favorece la complejidad interna del bosque. Resultados comparables han sido documentados en bosques secos y semidecuidos del sur del Ecuador (Aguirre Mendoza et al., 2021; Muñoz Chamba et al., 2022) y en selvas estacionales latinoamericanas, donde la expansión del estrato medio se asocia con procesos de regeneración avanzada posteriores a disturbios antrópicos (Tadeo-Noble et al., 2024).

El estrato alto (25,69 %) estuvo conformado por especies dominantes como *Quararibea cordata*, *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris cumingiana* y *Laurus nobilis*, las cuales actúan como especies arquitectónicas responsables de la configuración del dosel superior. Estas especies presentan elevados valores de IVI y contribuyen significativamente a la cobertura, acumulación de biomasa aérea y regulación del microambiente forestal (Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017; Barrios Calderón et al., 2022). La presencia de este estrato superior, aunque menos representado que el medio, indica que el bosque ha superado etapas tempranas de sucesión y mantiene una estructura vertical funcional.

Por su parte, el estrato bajo (16,51 %) estuvo compuesto principalmente por individuos en crecimiento, vinculados al reclutamiento observado en las clases diamétricas menores. Aunque su proporción es relativamente menor, este nivel representa la base demográfica que garantiza la continuidad sucesional del sistema. Es importante considerar que la baja representación de árboles menores a 5 m está influenciada por el criterio metodológico de inclusión ($D_{1,30} \geq 10$ cm), lo cual limita el registro de brinzales y plántulas, situación común en inventarios estructurales arbóreos (Feinsinger, 2004).

Desde una perspectiva ecológica comparativa, la estructura vertical observada en el recinto La Cruz es consistente con la reportada para bosques secos y semidecuidos en recuperación del suroccidente ecuatoriano y otras regiones tropicales estacionales, donde el predominio de los estratos medio y alto refleja procesos de regeneración estructural progresiva (Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019; Aguirre Mendoza et al., 2021). No obstante, la proporción relativamente baja de individuos en el estrato superior sugiere que la consolidación de árboles de gran porte aún es limitada, lo que podría incidir en la capacidad de almacenamiento de carbono y en la estabilidad estructural a largo plazo si no se mantienen condiciones adecuadas de conservación.

Complejidad estructural del bosque

El Índice de Complejidad Estructural (ICH) se empleó como indicador sintético de la organización vertical del bosque, integrando la proporción de individuos y la altura promedio de cada estrato. Este índice complementa los parámetros de densidad y área basal, permitiendo evaluar de manera integrada la heterogeneidad arquitectónica y el grado de diferenciación vertical del ecosistema (Barrios Calderón et al., 2022).

Los resultados del ICH (Tabla 5) evidencian una diferenciación vertical marcada, con predominio del estrato medio (57,8 % de los individuos) y una contribución importante del estrato alto (25,69 %), mientras que el estrato bajo

representó el 16,51 %. Esta distribución indica que la mayor contribución a la complejidad estructural proviene de individuos de porte intermedio, responsables de la configuración del dosel principal y de la mayor parte de la biomasa aérea activa.

Tabla 5.

Distribución estructural por estratos y cálculo del Índice de Complejidad Estructural (ICH)

Estrato	Rango (m)	N individuos	Proporción (%)	Altura promedio (m)	Componente del ICH
Bajo	< 5 m	18	16,51	3,1	0,51
Medio	5–15 m	63	57,80	10,9	6,30
Alto	> 15 m	28	25,69	16,5	4,23
Total ICH	–	109	100	–	11,04

Nota. El ICH corresponde a la sumatoria de (proporción × altura promedio) para cada estrato.

El valor total del ICH (11,04) es coherente con bosques tropicales secundarios en fase intermedia de sucesión, donde la estratificación vertical ya es evidente, aunque la representación de árboles de gran diámetro y estratos superiores aún es limitada (Murphy & Lugo, 1986; Fajardo-Gutiérrez & González-Melo, 2019). El mayor aporte al índice correspondió al estrato medio (6,30), seguido del estrato alto (4,23) y del estrato bajo (0,51), lo que confirma que la complejidad arquitectónica actual depende principalmente de la consolidación del dosel intermedio.

Desde una perspectiva ecológica más amplia, una complejidad estructural intermedia sugiere que el bosque ha recuperado parcialmente su diferenciación vertical tras disturbios históricos, pero aún no alcanza los niveles de heterogeneidad espacial y estratificación profunda propios de bosques maduros. En términos funcionales, esto implica una capacidad creciente –aunque todavía limitada– para el almacenamiento de carbono, la regulación microclimática y la generación de nichos verticales para fauna asociada. Patrones similares han sido reportados en bosques secos del sur del Ecuador (Aguirre Mendoza & Geada-López, 2017; Aguirre Mendoza *et al.*, 2021) y en bosques tropicales estacionales de América Latina, donde la expansión progresiva del estrato alto constituye un indicador clave de maduración estructural.

En este contexto, el ICH obtenido posiciona al bosque del recinto La Cruz como un sistema en consolidación arquitectónica, con diferenciación vertical funcional pero aún en transición hacia mayores niveles de complejidad estructural. Este estado intermedio representa una ventana crítica para la conservación, ya que la protección del dosel actual podría permitir la evolución natural hacia fases de mayor estabilidad ecológica.

Conclusiones

El bosque semidecíduo mesófilo del recinto La Cruz presenta una composición de 28 especies arbóreas y una estructura dominada por *Quararibea cordata*, *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris cumingiana* y *Laurus nobilis*. Los valores de diversidad ($H' = 2,999$), densidad ($545 \text{ ind}\cdot\text{ha}^{-1}$), área basal ($23,10 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$), la distribución diamétrica en “J” invertida y el ICH (11,04) indican un bosque secundario en fase intermedia de sucesión, con diferenciación vertical definida y regeneración activa.

Como contribución científica, el estudio proporciona información estructural y florística actualizada para un remanente del sur de Manabí escasamente documentado, estableciendo parámetros comparables para el monitoreo y la restauración de bosques semidecíduos del litoral ecuatoriano.

Entre sus limitaciones se reconocen la escala espacial del muestreo y el criterio de inclusión ($\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$), que limita el análisis de la regeneración temprana y la dinámica poblacional completa. Se recomienda desarrollar estudios de monitoreo permanente, incorporar individuos juveniles ($< 10 \text{ cm}$) y evaluar variables edáficas y de conectividad del paisaje para profundizar en los procesos sucesionales y funcionales del ecosistema.

Referencias Bibliográficas

Aguirre Mendoza, Z. H., Chamba Valarezo, M., Díaz López, M., & Pacheco Pineda, E. (2021). Composición florística y estructura de un remanente de bosque seco en la Estación Experimental Zapotepamba, Loja, Ecuador.

- Bosques* *Latitud* *Cero*, 17(1), 97–112.
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/877>
- Aguirre Mendoza, Z., & Geada-López, G. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(1), 207–228.
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24107>
- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. En M. Moraes, B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales* (pp. 162–187). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
<https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2016.pdf>
- Bánki, O. S., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Vandepitte, L., Hobern, D., Remsen, D., & Schalk, P. (2024). *Catalogue of Life: 2024 Annual Checklist*. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life.
<https://www.catalogueoflife.org>
- Barrios Calderón, R. de J., Pérez Pérez, J. E., Torres Velázquez, J. R., & Aguirre Cadena, J. F. (2022). Estructura y composición florística de un bosque de Pinus–Quercus en El Porvenir, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73), 50–74.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1252>
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie–forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496.
<https://doi.org/10.2307/1931725>
- Fajardo-Gutiérrez, F., & González-Melo, A. (2019). Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical interandino de Colombia: Implicaciones para la restauración ecológica. *Caldasia*, 47(1), 12–27.
<https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.65859>
- Feinsinger, P. (2004). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial FAN.
<https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-FCF:9191/Description>
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (2025). *GBIF Backbone Taxonomy*.
<https://www.gbif.org/dataset/d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontología Electronica*, 4(1), 1–9.
https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Lozada, J., Soriano, P., & Costa, M. (2014). Relaciones suelo–vegetación en una toposecuencia del Escudo Guayanés, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 385–401.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v62i1.11388>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford, England: Blackwell Publishing.
https://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf
- Matsuo, T., Martínez-Ramos, M., Bongers, F., van der Sande, M. T., & Poorter, L. (2021). Forest structure drives changes in light heterogeneity during tropical secondary forest succession. *Journal of Ecology*, 109(8), 2871–2884. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13680>
- Muñoz Chamba, L. F., Rojas, A., Muñoz, J., & Aguirre, Z. (2022). Estructura poblacional y estado de la regeneración de tres especies forestales en los bosques andinos del sur de Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 12(1), 1–14.
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1309>
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67–88. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2025). *Plants of the World Online (POWO)*. <https://powo.science.kew.org>
- Tadeo-Noble, A. E., García Moya, E., Valdez Hernández, J. I., López Mata, L., Luna Cavazos, M., Santos Posadas, H. M. D. L., & Hernández Stefanoni, J. L. (2024). Patrones de estructura y diversidad de selva mediana subperennifolia bajo condiciones de gestión forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 15(81), 133–159.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i81.1424>
- Tropicos (2026). *Missouri Botanical Garden*. <https://tropicos.org>