



pp. 79 – 99

## Composición y estructura de la flora arbórea en una parcela de bosque secundario maduro del Parque Nacional Soberanía, Panamá

### Composition and structure of the tree flora in a plot of mature secondary forest in Soberanía National Park, Panama

**José Antonio Aguilar Llerena**

Ministerio de Educación, Academia Bilingüe Panamá para el Futuro, Panamá.

[Jose.aguilar1@meduca.edu.pa](mailto:Jose.aguilar1@meduca.edu.pa)

<https://orcid.org/0009-0003-1492-2348>

Recepción: 18/03/2024

Aprobación: 10/06/2025

DOI <https://doi.org/10.48204/j.scientia.v35n2.a7702>

#### Resumen

Los bosques tropicales secundarios maduros desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y en la recuperación ecológica de paisajes perturbados. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la composición florística y la estructura de la flora arbórea en una parcela de una hectárea del bosque secundario maduro del Parque Nacional Soberanía, Panamá. Se registraron 431 árboles con DAP  $\geq 10$  cm, pertenecientes a 101 especies, 77 géneros y 32 familias, lo que indica una alta diversidad florística. El índice de Shannon ( $H' = 4.27$ ) sugiere una comunidad altamente diversa. La distribución diamétrica mostró una curva en "J" invertida, característica de bosques tropicales en equilibrio, con la mayoría de los individuos en las clases de 10-20 cm de diámetro. La estructura vertical revela una alta complejidad, con una relación de mezcla de 1:4. Las especies *Ficus insipida*, *Attalea butyracea*, *Terminalia amazonia*, *Zuelania guidonia* y *Oenocarpus mapora* presentaron los mayores valores de importancia ecológica, lo que indica su papel significativo en la estructura y funcionamiento del ecosistema. Estos resultados resaltan la relevancia ecológica del bosque como refugio de biodiversidad y fuente de regeneración natural, y justifican la necesidad de estrategias de manejo y monitoreo orientadas a la protección de estos bosques en procesos avanzados de sucesión.

**Palabras clave:** composición arbórea, índice de valor de importancia, Parque Nacional Soberanía, diversidad, ecosistemas tropicales.

#### Abstract

Mature secondary tropical forests play a fundamental role in biodiversity conservation and the ecological recovery of disturbed landscapes. This study aimed to assess the floristic composition and



structure of the arboreal flora in a one-hectare plot of mature secondary forest within Soberanía National Park, Panama. A total of 431 trees with a diameter at breast height (DBH)  $\geq 10$  cm were recorded, belonging to 101 species, 77 genera, and 32 families, indicating high floristic diversity. The Shannon diversity index ( $H' = 4.27$ ) suggests a highly diverse plant community. The diameter distribution showed a reverse "J" shape, characteristic of tropical forests in equilibrium, with most individuals found in the 10–20 cm DBH classes. The vertical structure revealed high complexity, with a mixing ratio of 1:4. *Ficus insipida*, *Attalea butyracea*, *Terminalia amazonia*, *Zuelania guidonia*, and *Oenocarpus mapora* exhibited the highest ecological importance values, highlighting their significant role in the structure and functioning of the ecosystem. These results underscore the ecological relevance of the forest as a biodiversity refuge and a source of natural regeneration, supporting the need for management and monitoring strategies aimed at protecting these forests in advanced stages of succession.

**Keywords:** tree composition, importance value index, Soberanía National Park, diversity, tropical ecosystems.

## Introducción

El conocimiento de la estructura y composición de los bosques tropicales es fundamental para comprender su funcionamiento ecológico, su dinámica de regeneración y su papel en la conservación de la biodiversidad (Sánchez et al., 2024; Sánchez y Pérez, 2018; Giraldo-Cañas, 1995). En particular, estudios en ecosistemas como el Parque Nacional Soberanía, en Panamá, son esenciales para caracterizar la flora local, identificar especies clave y evaluar su estado de conservación en un contexto de creciente presión antropogénica.

Sin embargo, aunque se cuentan con investigaciones previas que describen la diversidad florística en áreas del parque (Castillo y Madrid, 2001; Ministerio de Ambiente, 2024), existe un vacío en el conocimiento respecto a la estructura vertical y horizontal de los bosques secundarios maduros en diferentes sectores del parque, así como su estabilidad ecológica y tendencias de regeneración a largo plazo. La comprensión de estos aspectos permite no solo valorar la biodiversidad, sino también implementar estrategias de conservación más efectivas, especialmente en áreas sometidas a actividades humanas como la extracción y el manejo forestal.

Este estudio busca aportar información actualizada sobre la composición, estructura y diversidad florística en una parcela de bosque secundario maduro en el sector conocido como Camino del Oleoducto, en el Parque Nacional Soberanía. La diferencia principal respecto a investigaciones previas radica en que se realiza un

análisis integral que combina análisis de diversidad, clasificación fisonómica y evaluación de la estructura diamétrica y estratificación, permitiendo entender mejor el estado ecológico y potencial de regeneración de estas comunidades vegetales.

En definitiva, la importancia del presente trabajo reside en ofrecer datos de referencia específicos para esta zona, contribuyendo al conocimiento de la dinámica de bosques secundarios maduros en Panamá y fortaleciendo las bases para su manejo sostenible y conservación, en un contexto de políticas ambientales en construcción. La integración de estos aspectos facilitará una visión más completa y funcional del ecosistema, orientando futuras investigaciones y acciones de protección.

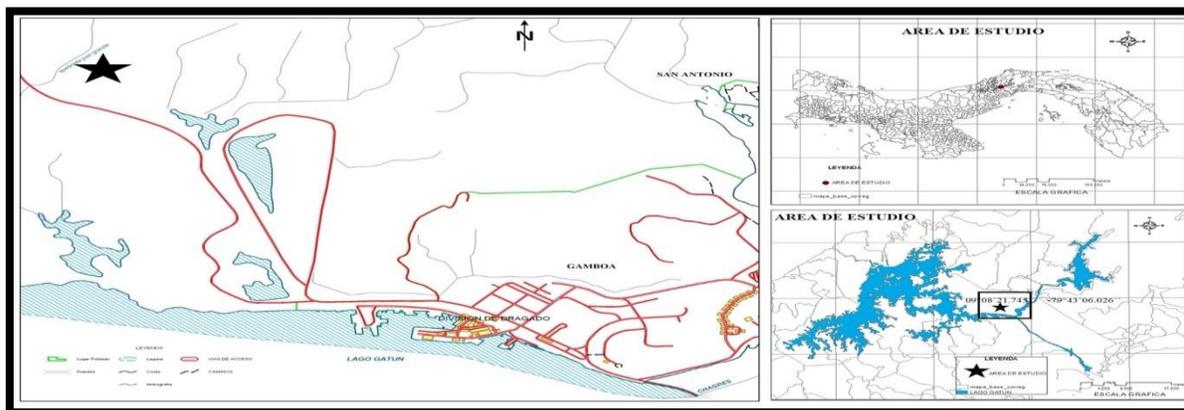
## Materiales y Métodos

### Área de Estudio

La parcela estudiada se ubica dentro de los límites del Parque Nacional Soberanía, en el Camino del Oleoducto con posición geográfica de 09°08'21.745" latitud norte y de -79°43'06.026" longitud oeste, Figura 1. La topografía del área presenta poco terreno accidentado, con elevaciones que van entre los 100 y 300 m de altura.

**Figura 1**

*Localización del área de estudio*



Fuente: Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia



El Parque Nacional Soberanía, ubicado en la región tropical de Panamá, se caracteriza por un clima influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical, con temperaturas promedio entre 23 y 30 °C y una humedad relativa anual cercana al 82%. El régimen de precipitaciones es marcadamente estacional, con un período lluvioso de abril a diciembre y una estación seca de enero a marzo. La precipitación anual promedio varía desde 2,000 mm en el sector Pacífico hasta 4,000 mm en el Caribe, y en la zona de Gamboa, donde se localiza la parcela de estudio, se registró un promedio anual de 2,139 mm durante el periodo 1996–2005. El sistema hídrico del parque está conformado por ríos de drenaje dendrítico, entre los que destacan el Chagres, Frijoles, Frijolito, Macho, Agua Salud y la Quebrada Juan Gallego.

La cobertura vegetal, mayoritariamente de bosque, regula los caudales de estos cuerpos de agua, aunque solo algunos ríos y quebradas tienen su cuenca íntegramente dentro del parque. En cuanto a los suelos, en las zonas elevadas y bien drenadas predominan los ultisoles, de color rojo oscuro, textura franco-arcillosa, poca profundidad y baja fertilidad, resultado de la intensa pluviosidad tropical. En los valles fluviales, los suelos son de origen aluvial, más profundos, planos y con fertilidad de mediana a buena, aunque pueden estar sujetos a inundaciones eventuales tras lluvias intensas. La topografía es relativamente suave, dominada por cerros bajos y valles fluviales, producto de procesos volcánicos y sedimentarios, con elevaciones que en algunos casos superan los 200 m.

La zona de vida predominante corresponde al Bosque Húmedo Tropical, con una transición hacia Bosque Muy Húmedo Tropical en la parte norte del parque, asociada al incremento de la precipitación hacia el Caribe. En cuanto a la vegetación, la mayor parte del parque está cubierta por asociaciones arbóreas que corresponden principalmente a bosques secundarios de diferentes edades y grados de desarrollo. Debido a la histórica extracción de madera, los bosques primarios son actualmente difíciles de localizar, predominando los bosques secundarios tardíos con más de 60 años de regeneración.



En áreas de intervención humana más reciente se encuentran bosques secundarios tempranos, así como parches de vegetación herbácea y rastrojo de extensión limitada. Según estudios previos, es posible diferenciar bosques secundarios mayores de 20 años y menores de 5 años dentro del parque (ANAM, 1999).

La ubicación de la parcela de muestreo se determinó de forma aleatoria dentro de un área de uso científico previamente establecida por el Ministerio de Ambiente, lo que garantiza la representatividad y relevancia ecológica del sitio para estudios de vegetación. El muestreo de la flora arbórea, así como las observaciones sobre fisionomía y estructura, se llevaron a cabo durante un periodo de 11 meses, desde octubre de 2009 hasta agosto de 2010, mediante visitas mensuales a la parcela.

Este protocolo temporal permitió cubrir tanto la estación seca como la lluviosa, lo cual fue crucial por razones fenológicas, ya que en el área existen especies arbóreas caducifolias que pierden sus hojas en determinadas temporadas, dificultando su identificación. Por ello, fue necesario extender el muestreo a lo largo del ciclo fenológico anual, asegurando así la correcta detección y determinación de todas las especies presentes.

Se delimitó una parcela rectangular de una hectárea utilizando cinta métrica, la cual se subdividió en 10 subparcelas de 20 × 50 metros, enumeradas en orden creciente siguiendo una orientación de 120° suroeste (Camacho, 2000). En cada subparcela se censaron todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm (DAP medido a 1.3 m de altura). Cada individuo fue identificado y marcado con un número en una cinta plástica alrededor del tallo.

La determinación de las especies se realizó *in situ* cuando fue posible, o mediante la recolección de muestras botánicas para su posterior identificación en el laboratorio de Sistemática Vegetal del Departamento de Botánica de la Universidad de Panamá. Para este proceso se utilizaron la *Flora de Panamá* (Woodson y Schery, 1943–1980), la clave de Carrasquilla (2008) y comparaciones con ejemplares del



Herbario de la Universidad de Panamá. La nomenclatura fue verificada con base en el *Catálogo de Plantas Vasculares de Panamá* (Correa, Galdames y Staff, 2004), GBIF, iNaturalist, *Botanical Journal of the Linnean Society* y W3 Tropicos del Missouri Botanical Garden.

### **Análisis de datos**

El análisis estructural de la comunidad vegetal incluyó tanto la estructura horizontal como la vertical. Para la estructura horizontal, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie, sumando los valores de abundancia relativa (AR, %; número de individuos de una especie respecto al total), dominancia relativa (DR, %; área basal de una especie respecto al área basal total) y frecuencia relativa (FR, %; proporción de subparcelas en las que está presente la especie respecto al total de subparcelas), siguiendo la metodología de López, Pérez y Mariscal (2015) y Alvis (2009). El área basal se calculó mediante la fórmula propuesta por Martín (1989): Área basal =  $\pi \times (DAP/2)^2$ . Para analizar la estructura diamétrica de la población arbórea, se establecieron clases de diámetro a la altura del pecho (DAP) en intervalos de 10 cm, iniciando en la clase de 10-20 cm y continuando sucesivamente hasta la clase  $\geq 110$  cm.

En cuanto a la estructura vertical, los individuos se agruparon en clases de altura conforme a las categorías establecidas por la IUFRO (Leibundgut, 1958). Asimismo, se utilizó el cociente de mezcla para evaluar el grado de homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies con el número total de individuos. Los valores del cociente de mezcla dependen del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad (Alvis, 2009). Se calculó el índice de diversidad de Shannon para toda la parcela, considerando como tamaño mínimo de muestra un individuo por especie, aunque se reconoce que la presencia de especies poco abundantes puede influir en la estimación de la diversidad. Para el análisis estadístico de las diferencias estructurales entre subparcelas, se utilizó el programa PAST versión 4.15. Se aplicó un ANOVA para la comparación de medias,

la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas, el test de Welch en caso de varianzas desiguales, y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la comparación de medianas.

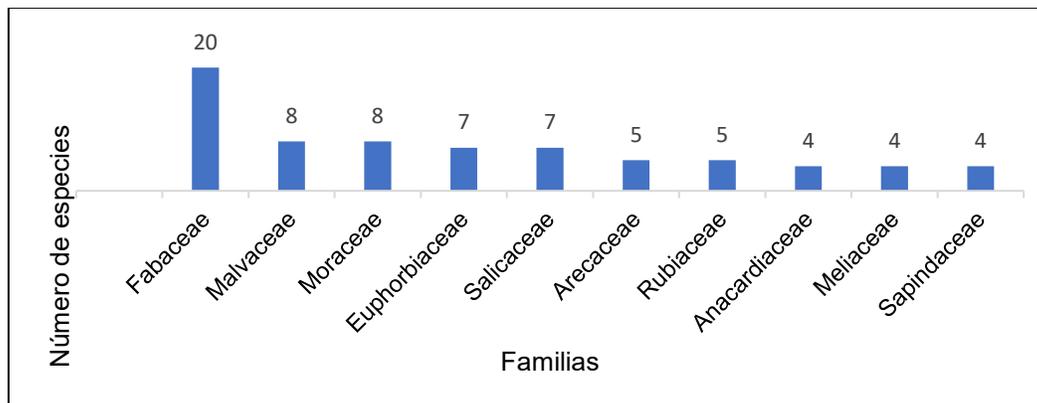
## Resultados

### Composición de las especies arbóreas

Se registraron 431 individuos con DAP  $\geq$  10cm, distribuidos en 32 familias, 77 géneros y 101 especies. Del total de individuos registrados (437) 52% se ubican en seis familias: *Arecaceae* (19%), *Salicaceae* (8%), *Moraceae* (6%), *Fabaceae* (6%), *Malvaceae* (5%) y *Anacardiaceae* (5%). Las familias con mayor riqueza de especies se muestran en la Figuras 2, siendo las más representadas, *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Moraceae*, *Euphorbiaceae* y *Salicaceae*.

#### Figura 2.

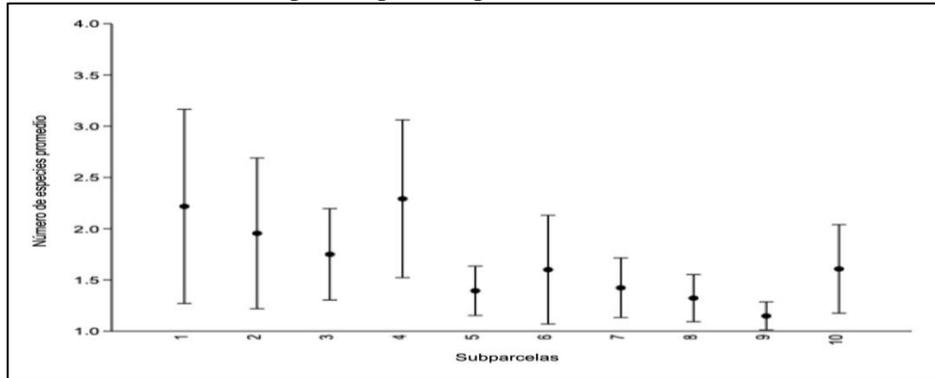
*Familias con mayor riqueza de especies*



El análisis del número promedio de especies por subparcela mostró una clara tendencia decreciente desde la subparcela 1 hasta la subparcela 10 (Figura 3). Las primeras subparcelas 1 a 4 presentaron valores promedio más altos de riqueza de especies, mientras que las subparcelas 5 a 10 mostraron promedios inferiores. Las barras de error indican que existe una considerable variabilidad interna en algunas subparcelas, especialmente en las primeras, lo que sugiere una mayor heterogeneidad en la composición de especies en esas áreas.

**Figura 3**

*Promedio del número de especies por subparcela*



Nota. Promedio del número de especies por subparcela, con barras de error que representan la desviación estándar. Se observa una tendencia decreciente en el número de especies desde la subparcela 1 hasta la 10.

### **Cociente de mezcla**

Los 431 árboles contabilizados en la parcela en estudio pertenecen a 101 especies. El valor obtenido de cociente de mezcla para la parcela estudiada es de 1:4 indicando un alto nivel de complejidad en la estructura del bosque, donde por cada cuatro individuos muestreados, es posible encontrar una especie diferente.

### **Estructura Horizontal**

#### **Índice de valor de importancia**

Las especies con mayor importancia ecológica o mayor valor de importancia en el estudio realizado fueron: *Ficus insipida* (41%), *Attalea butyracea* (20%), *Terminalia amazonia* (16%), *Zuelania guidonia* (10%) y *Oenocarpus mapora* (9%). Otras especies importantes fueron *Anacardium excelsum*, *Elaeis oleifera*, *Luehea seemannii*, *Gustavia superba* y *Astrocaryum standleyanum*, Tabla 1. Las diez especies más importantes de acuerdo al IVI constituyen 136% de toda la parcela y el resto de las especies están representadas con el 164%.

**Tabla 1**

*Índice de valor de importancia (IVI) para las diez especies de mayor importancia.*

Especie	Familia	A%	F%	D%	IVI
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	0.93	1.14	39.37	41.44
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.)Wess. Boer.	Arecaceae	8.82	3.80	7.72	20.34
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae	3.94	2.28	10.10	16.32
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton y Millsp.	Salicaceae	4.18	3.04	2.99	10.21
<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Arecaceae	5.57	3.42	0.48	9.47
<i>Anacardium excelsum</i> (Kunth) Skeels	Anacardiaceae	2.32	1.90	5.17	9.39
<i>Elaeis oleifera</i> (Kunth) Cortés	Arecaceae	1.62	0.76	6.63	9.02
<i>Gustavia superba</i> (Kunth) O. Berg	Lecythidaceae	3.94	1.90	0.90	6.74
<i>Luehea seemannii</i> Triana y Planch.	Malvaceae	2.55	2.28	1.80	6.63
<i>Astrocaryum standleyanum</i> L.H. Bailey	Arecaceae	3.48	2.66	0.44	6.58

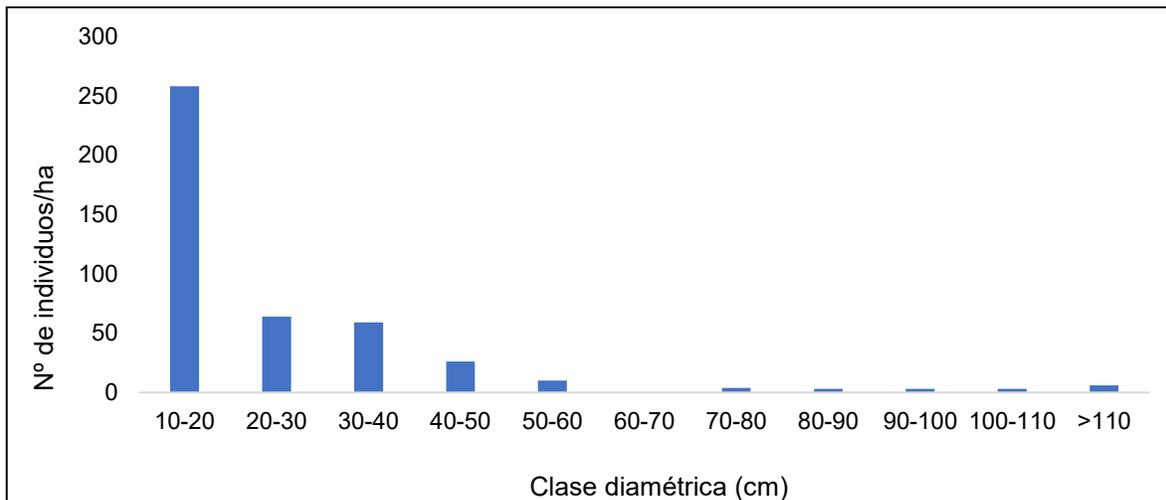
Nota: A%= Abundancia relativa, F%= Frecuencia relativa, D%= Dominancia relativa, IVI= Índice de Valor de Importancia.

### Distribución Diamétrica

De los 431 individuos muestreados en nuestra parcela, la clase diamétrica 10-20 cm presentó la mayor cantidad de árboles (258 individuos) representando el 59% del total de árboles en la parcela (Figura 4). A medida que va aumentando el diámetro hay una disminución gradual de individuos de mayor diámetro, donde se puede observar que las clases diamétricas superiores de 100 – 110 y >110 están representadas solo por el 0.69% y 1.37%, respectivamente, de las cuales se pueden mencionar especies como *Ficus insipida*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga* y *Spondias radlkoferi*.

**Figura 4.**

*Distribución diamétrica.*



### Estructura Vertical

En la parcela en estudio fisionómicamente se presentan tres estratos arbóreos. Un primer estrato, el emergente o superior conformado por árboles mayores con alturas a 24 metros y la altura máxima registrada fue de 36 metros. El segundo estrato, el dominante (dosel) la altura de los árboles está entre 18 a 24 metros y el tercer estrato el dominado o inferior con árboles de altura menor a 18 metros. El sotobosque es de cobertura rala a media, lo que permite caminar por el piso del bosque sin mucha dificultad.

**Tabla 2.**

*Número de individuos por estratos.*

Estrato	Nº de individuos	Porcentaje
Emergente o superior	15	3,48
Dominante o dosel	96	22,27
Dominado o inferior	320	74,24
$\Sigma$ Total	431	100



El **estrato emergente o superior**. Está constituido por 15 individuos lo que representa el 3% del total de individuos en la parcela, representados por 5 especies entre las que destacan *Ficus insipida* (Moraceae), *Sapium glandulosum* (Euphorbiaceae), *Tachigali versicolor* (Fabaceae), *Terminalia amazonia* (Combretaceae) y *Zuelania guidonia* (Salicaceae).

El **estrato dominante (dosel)**. Es donde se aprecia la mayoría de las copas de los árboles que se juntan unas con otras y donde se encuentran los árboles más altos. En este estrato se registró un total de 96 individuos distribuidos en 42 especies, equivalente al 22% del total de árboles en la parcela. Entre las especies observadas se encuentran *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae), *Annona spraguei* (Annonaceae), *Attalea butyracea* (Arecaceae), *Trichospermum galeottii* (Malvaceae), *Vochysia ferruginea* (Vochysiaceae) entre otras.

El **estrato dominado o inferior**. Poco denso y muy abierto, con un gran número de especies de palmas con muchos individuos tales como *Astrocaryum standleyanum*, *Attalea butyracea*, *Cryosophila warscewiczii*, *Elaeis oleifera* y *Oenocarpus mapora*. En este estrato se registró un total de 320 individuos, 74% del total de individuos presentes en la parcela, representados por 96 especies, de las cuales las más abundantes son *Cupania rufescens* (Sapindaceae), *Faramea occidentalis* (Rubiaceae), *Gustavia superba* (Lecythidaceae), *Hasseltia floribunda* (Salicaceae), *Luehea seemannii* (Malvaceae), *Miconia argentea* (Melastomataceae), *Piper reticulatum* (Piperaceae), *Poulsenia armata* (Moraceae), *Protium panamense* (Burseraceae), *Virola sebifera* (Myristicaceae), *Zanthoxylum panamense* (Rutaceae), entre otras (Tabla 2).

## Discusión

En Panamá, los estudios estructurales comunitarios de bosques son escasos. Sin embargo, la riqueza de especies encontrada en la parcela estudiada



coincide con los valores registrados por Pérez (2008) en áreas cercanas al Canal de Panamá, donde se reportaron 91 especies y 424 individuos por hectárea. De la Barrera y De la Barrera (2009) también documentaron una riqueza de 103 especies por hectárea en el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera, lo que respalda la alta diversidad observada.

En cuanto al coeficiente de mezcla, se registró un valor de 1:4 en el área de estudio, similar al de bosques húmedos tropicales. Este valor sugiere una considerable heterogeneidad florística, comparable con lo reportado por Lamprecht (1990) para la Amazonía (1:3 a 1:4) y con estudios en Costa Rica y Colombia (Quirós, 2003). En contraste, bosques secos como los de Azuero presentan coeficientes bajos (1:12.5 o  $CM = 0.08$ ), asociados a menor diversidad debido al estrés hídrico (Mendieta y Mitre, 2010). Estos datos refuerzan la influencia de la pluviosidad en la diversidad estructural, donde los bosques húmedos sostienen composiciones más complejas (Kees y Michela, 2020). El índice de diversidad de Shannon ( $H' = 4.27$ ) indica una comunidad florística diversa. Este valor se encuentra dentro del rango considerado alto para bosques tropicales (3.83–5.85), según Knight (1975) y Rabelo et al. (2002), citados en Díaz (2007).

El análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias significativas entre subparcelas ( $F = 2.209$ ,  $p = 0.02199$ ). Dado que la prueba de Levene indicó varianzas desiguales ( $p < 0.05$ ), se aplicó el test de Welch, que también detectó diferencias significativas ( $F = 2.7$ ,  $p = 0.0075$ ). No obstante, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas ( $p = 0.27$ ), lo cual podría atribuirse a la naturaleza de los datos o a la presencia de valores extremos. En conjunto, estos resultados sugieren cierta heterogeneidad en la estructura o composición arbórea entre las subparcelas.

Entre las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) destaca *Ficus insipida*, con baja abundancia absoluta (0.91%) pero alta dominancia relativa (39.37%), lo que refleja su gran área basal y el espacio que ocupa. Este patrón se relaciona con el volumen de copa y raíces, importantes en la competencia por luz y



nutrientes. Por otro lado, *Attalea butyracea* presentó la mayor abundancia relativa (8.69%) y frecuencia relativa (3.80%), evidenciando su alta representatividad en la parcela. Las palmas, como esta especie, son comunes y dominantes en bosques tropicales de tierras bajas (Henderson, 2002; Vormisto et al., 2004, citados por Cabrera y Wallace, 2007). Este patrón también ha sido observado en otras regiones de Colombia (Dueñas et al., 2007).

Otras especies destacadas por su abundancia y frecuencia son *Terminalia amazonia*, *Zuelania guidonia*, *Oenocarpus mapora*, *Anacardium excelsum*, *Elaeis oleifera*, *Luehea seemannii*, *Gustavia superba* y *Astrocaryum standleyanum*. En el Sendero El Charco del Parque Nacional Soberanía, *Gustavia superba* fue la especie más abundante (IVI = 100.81%) según Castillo y Madrid (2001). Aunque en nuestro estudio no lidera en abundancia, se encuentra entre las diez más importantes (3.94%), evidenciando su relevancia ecológica.

La estructura horizontal presenta una distribución diamétrica tipo “J” invertida, típica de bosques con regeneración activa. Esto indica una mayor cantidad de individuos en clases de diámetro menor, con especies como *Zuelania guidonia*, *Terminalia amazonia* y *Anacardium excelsum* representadas tanto por árboles jóvenes como adultos, lo que sugiere equilibrio entre reclutamiento y mortalidad (Quirós, 2003). Louman (2001) destaca que este patrón es característico de bosques secundarios maduros, con estructuras más heterogéneas.

El 15% de las especies (67 individuos) se encuentra en el estrato emergente y también en los estratos dominante y dominado, evidenciando continuidad vertical. En total, 21 especies (191 individuos, 43%) están en los estratos superior e inferior, mientras que el restante 39% (173 individuos) se localiza solo en el estrato inferior. Esta distribución sugiere un bosque en equilibrio estructural y dinámico.

La presencia de claros, ocasionados por la caída de árboles o ramas, influye en la composición vegetal. Según Oldeman (1990), en ambientes favorables predominan claros pequeños, mientras que en condiciones adversas surgen claros grandes. Estos influyen en la regeneración de especies según sus requerimientos



de luz. Claros recientes están dominados por herbáceas y enredaderas, mientras que claros antiguos presentan especies secundarias como *Cecropia insignis*, *Cordia alliodora* y *Guazuma ulmifolia*. Estudios con tecnología LiDAR en la Amazonía brasileña muestran que la dinámica de los claros varía según condiciones locales, afectando la regeneración forestal (Hunter et al., 2015; Asher, 2020).

La estructura vertical muestra diferencias parciales entre estratos, con especies del estrato dominado también presentes en el dosel. Este patrón indica capacidad de reemplazo natural, clave para la estabilidad del bosque. Según URS Holdings Inc. (2007), la fisonomía observada concuerda con bosques secundarios maduros del área del Canal de Panamá, caracterizados por doseles de 26–28 m y emergentes de hasta 35 m, con una mezcla de especies pioneras y tardías.

Finegan (1992), citado por Plana (2000), define el bosque secundario como vegetación leñosa que crece tras la alteración del bosque primario. Sucesos como el aumento del área basal y volumen de madera ocurren rápidamente, evidenciando una regeneración activa (Finegan, 1992; Wijdeven, 1994). La sucesión es un proceso inherente a la dinámica forestal, con etapas desde especies pioneras hasta comunidades más estables (Grime, 1979; Kenkel et al., 1997; Chokkalingam y De Jong, 2001).

Budowski (1965) propuso una clasificación sucesional que incluye especies pioneras, secundarias tempranas, secundarias tardías y climácicas. Las secundarias tardías suelen tener alturas de 20–30 m, esperanza de vida de 40 a 100 años, y composición florística mixta, con dominancia de familias como Meliaceae y Malvaceae. Estudios recientes confirman que los bosques secundarios avanzados pueden asemejarse estructuralmente a los primarios con el tiempo y manejo adecuado (Chazdon, 2003; Lugo y Helmer, 2004; Norden et al., 2015).

Considerando la estructura, diversidad y composición florística observada, la parcela estudiada en el Camino del Oleoducto dentro del Parque Nacional Soberanía presenta características propias de un bosque secundario maduro, con una estructura compleja, regeneración activa y mezcla de especies pioneras y



tardías. Estos elementos sugieren que se encuentra en una fase avanzada de sucesión ecológica, con un alto valor ecológico y potencial para alcanzar condiciones similares a las de un bosque primario en el futuro.

### **Conclusiones**

La investigación realizada en la parcela del Parque Nacional Soberanía evidenció una comunidad arbórea con alta biodiversidad, conformada por 101 especies repartidas en 32 familias y 77 géneros, y un índice de diversidad de Shannon de 4.27, lo cual indica una estructura florística compleja y estable. La distribución diamétrica en forma de "J" invertida, junto a la presencia de diferentes estratos vegetales, confirma que el bosque se encuentra en un estado de equilibrio ecológico, en fase avanzada de regeneración natural, característica de bosques secundarios maduros. Además, la estructura vertical del bosque, con especies representativas en todos los niveles, refleja un sistema con funciones ecológicas preservadas y procesos de regeneración activos, que aseguran su sostenibilidad a largo plazo. La presencia de especies clave en distintos estratos, y la diversidad de las mismas, refuerza la importancia de mantener esas condiciones para preservar la biodiversidad y la estabilidad ecológica del ecosistema.

Estos hallazgos fortalecen la importancia de implementar acciones de conservación y manejo sostenible en esta área, tales como programas de monitoreo periódico que permitan detectar cambios en la estructura y composición del bosque. Asimismo, se recomienda promover estrategias que favorezcan la protección de especies prioritarias y fomenten la regeneración natural, asegurando la continuidad de estos sistemas ecológicos. En conclusión, este estudio aporta conocimientos relevantes para el manejo y la conservación de los bosques secundarios maduros en el Parque Nacional Soberanía, resaltando su papel fundamental en la



biodiversidad del área y la necesidad de fortalecer las políticas de protección que garanticen su preservación para generaciones futuras.

### **Agradecimientos**

A los profesores Jorge Mendieta, Luis Carrasquilla y Carmen Vergara, por sus correcciones y directrices que hicieron posible la realización y conclusión de esta investigación.

A Mi Ambiente, especialmente a los encargados del Parque Nacional Soberanía, por permitirnos llevar a cabo el estudio en el parque, y a todos los colaboradores que nos apoyaron en la recolección de datos.



## Referencias bibliográficas

- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 7(1), 115-122. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>
- Autoridad Nacional del Ambiente. (1999). *Plan de manejo del Parque Nacional Soberanía* (p. 193).
- Asher, C. (2020, 12 de diciembre). *Estudio: menos de la mitad de los bosques húmedos del mundo cuenta con una integridad ecológica alta*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2020/12/estudio-menos-de-la-mitad-de-los-bosques-humedos-del-mundo-cuenta-con-una-integridad-ecologica-alta/>
- Budowski, G. (1965). Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional process. *Turrialba*, 15, 40–42.
- Cabrera, W. H., y Wallace, R. (2007). Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 42(2), 121-135. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1605-25282007000800004](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282007000800004)
- Camacho, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: Guía para el establecimiento y medición. *CATIE* (Serie Técnica, Manual Técnico No. 42). Turrialba, Costa Rica. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3290?locale-attribute=es>
- Carrasquilla, L. (2008). *Árboles y arbustos de Panamá* (2ª ed.). Editora Novo Art, S. A.
- Castillo, E., y Madrid, I. (2001). *Estudio de la estructura y dinámica de una parcela de 1000 m² de bosque tropical húmedo* (Tesis de licenciatura). Universidad de Panamá.
- Chazdon, R. L. (2003). Tropical forest recovery: Legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1-2), 51–71. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>
- Chokkalingam, U., y De Jong, W. (2001). Secondary forest: A working definition and typology. *International Forestry Review*, 3(1), 19–26. <https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publication/836>



- De la Barrera, A., y De la Barrera, A. (2009). *Estructura y composición de especies arbóreas en una parcela de bosque húmedo tropical, Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera, Provincia de Coclé* (Tesis de licenciatura). Universidad de Panamá.
- Díaz, W. (2007). Composición florística y estructuras de bosques en los asentamientos campesinos Las Delicias, El Guamo y Lechozal, Estado Bolívar, Venezuela. *ERNSTIA*, 17(1), 1-24. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-82742007000100001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-82742007000100001)
- Dueñas, A., Betancur, J., y Galindo, R. (2007). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, Colombia. *Revista Colombia Forestal*, 10(20), 26-39. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2007.1.a02>
- Finegan, B. (1992). El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. *Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales*, 5. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1589>
- Galdames, C., de Staff, M. S., y Correa, M. D. (2004). *Catálogo de las plantas vasculares de Panamá*. Editor Autor Genérico.
- Grime, J. P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley. <https://doi.org/10.2307/2259438>
- Giraldo-Cañas, D. (1995). Estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la Cordillera Central, Colombia. In S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero, y J. L. Luteyn (Eds.), *Biodiversity and conservation of neotropical montane forest* (pp. 159-167). The New York Botanical Garden.
- Henderson, A. (2002) *Evolution and Ecology of Palms*. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Hunter, M. O., Keller, M., Morton, D., Cook, B., Lefsky, M., Ducey, M., y de Oliveira, R. C., Jr. (2015). Structural Dynamics of Tropical Moist Forest Gaps. *PLoS ONE*, 10(7), e0132144. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132144>
- Kenkel, N. C., Walker, D. J., Watson, P. R., Caners, R. T., y Lastra, R. A. (1997). Vegetation dynamics in boreal forest ecosystems. *Coenoses*, 12(2-3), 97-108. <https://home.cc.umanitoba.ca/~kenkel/pubs/1997a.pdf>



- Kees, S. M., y Michela, J. F. (2020). Estructura y composición florística de tres tipos de bosque de la provincia del Chaco. *Avances*, 22(1), 21-33. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115002/637869115002.pdf>
- Knight, D. H. (1975). A Phytosociological Analysis of Species Rich Tropical Forest on Barro Colorado Islands, Panama. *Ecological Monographs*, 45, 259-284. <https://doi.org/10.2307/1942424>
- Lamprecht, H. (1962). Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana*, 13(2), 23 pp.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido* (A. Carrillo, Trad.). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1232>
- Leibundgut, H. (1958). Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahme. *Proceedings of the 12th Congress IUFRO, Oxford*.
- López, O. R., Pérez, R., y Mariscal, E. (2015). Diversidad de árboles y arbustos en fragmentos de bosque seco tropical en Río Hato, Panamá. *Colombia Forestal*, 18(1), 105–115. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a08>
- Louman, B., Quirós, D., y Nilsson, M. (Eds.). (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (Serie técnica, Manual técnico No. 46). CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>
- Lugo, A. E., y Helmer, E. H. (2004). Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests. *Forest Ecology and Management*, 190(2-3), 145–161. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.09.012>
- Martin, J. (1989). *What is basal area?* (*Forestry Facts*, No. 43, pp. 1-2). Department of Forest Ecology and Management, School of Natural Resources, University of Wisconsin, United States Department of Agriculture, and Wisconsin Counties Cooperating. UW-Extension. <https://forestandwildlifeecology.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/111/2017/07/43.pdf>
- Mendieta, J. y Mitre, D. (2010). Estructura horizontal de bosque caducifolio, observada en una parcela al sur de la península de Azuero. *Tecnociencia*, 12(2), 21-28.



<https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/download/902/768/1502>

Ministerio de Ambiente. (20 de agosto de 2024). *Panamá pierde 352 mil hectáreas de bosques: Un llamado urgente para frenar la deforestación.* <https://miambiente.gob.pa/panama-pierde-352-mil-hectareas-de-bosques-un-llamado-urgente-para-frenar-la-deforestacion/>

Norden, N., Angarita, H. A., Bongers, F., Martínez-Ramos, M., Granzow De La Cerda, I., Van Breugel, M., Lebrija-Trejos, E., Meave, J. A., Vandermeer, J., Williamson, G. B., Finegan, B., Mesquita, R., y Chazdon, R. L. (2015). Successional dynamics in Neotropical forests are as uncertain as they are predictable. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(26), 8013–8018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1500403112>

Oldeman, P.D. (1990). *Forests: Elements of Silvology.* Springer Berlin Heidelberg.

Pérez, R. (2008). *Árboles de los bosques del Canal de Panamá* (1ª ed., p. 466). Smithsonian Tropical Research Institute.

Quirós, K., y Quesada, R. (2003). *Composición florística y estructural de un bosque primario* (p. 15). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6315/composici%F3n-flor%EDstica-bosque-primario.pdf?sequence=1>

Plana, E. (2000). *Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical.* Bloque II: Gestión forestal y agroforestería en los trópicos. Curso sobre Gestión y Conservación de Bosques Tropicales. Centro Tecnológico Forestal de Catalunya. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas/183.pdf>

Rabelo, F., Zarin, D., Oliveira, F. de A., y Jardim, F. C. da S. (2002). Diversidade, composição florística e distribuição diamétrica do povoamento com DAP >5 cm em região de estuário no Amapá, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 37, 91–112. <https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1529>

Sánchez, L., y Pérez, R. (2018). Estructura y composición de la vegetación en ecosistemas tropicales: Implicaciones para la conservación. *Revista de Ecología*, 22(4), 345-360. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.023>



- Sánchez, M. E., Llambí, L. D., Gámez, L. E., Rodríguez, G., Pelayo, R., Ataroff, M., y Vilanova, E. (2024). Diversidad, estructura y dinámica de los bosques montanos tropicales: Perspectivas del monitoreo de parcelas permanentes en los Andes venezolanos. *Ecología Austral*, 34(2), 286–304. <https://doi.org/10.25260/EA.24.34.2.0.2349>
- URS Holding, Inc. (2007). Flora and vegetation of the region: A comprehensive overview. Recuperado de <https://www.example.com/flora-vegetation-report>
- Vormisto, J., Svenning, P., Hall, P., y Balslev, H. (2004). Diversity and dominance in palm (Arecaceae) communities in terra firme forests in the western Amazon basin. *Journal of Ecology*, 92(3), 577–588. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00904.x>
- Woodson, R. E. Jr., y Schery, R. W. (1943–1980). *Flora of Panama*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*.