

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

**DIVERSIDAD DE PLANTAS LEÑOSAS Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE NO
INUNDABLE DE LA ISLA ESCUDO DE VERAGUAS-DEGÓ**

POR:

KARLA ZULAY RODRÍGUEZ CANDANEDO

9-749-827

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para para optar por el título de
Licenciada en Biología con orientación en Biología Vegetal

2021

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi padre y a mi madre por su apoyo incondicional, confianza, valiosos consejos y amor a lo largo de toda mi carrera universitaria.

También, dedico este trabajo a las comunidades, en especial a los grupos Ngnöbes costeños que históricamente han interactuado con la isla, de gran valor histórico y cultural para ellos, denominándole tradicionalmente con el nombre de Degó. Por su interés y compromiso de conservar y aprovechar sus recursos naturales de manera, que permita su utilización en forma racional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco la ejecución de esta tesis bajo el proyecto “Estudios de biodiversidad en isla Escudo de Veraguas”, financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), a las instituciones asociadas a la investigación: al Centro Regional para la Capacitación e Investigación sobre Humedales para Hemisferio Occidental (CREHO), al Centro de Estudios y Acción Social Panameño (CEASPA). A la Sociedad Zoológica de Londres (ZSL) por la capacitación brindada en Técnicas de Monitoreo y conservación de especies, Metodología EDGE e Introducción a los Sistemas de Información Geográfica, Programa QGIS, de mucha utilidad en esta investigación y por último a la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, en especial al Departamento de Botánica y al Herbario de la Universidad de Panamá, por facilitar las instalaciones para el secado, prensado, identificación y almacenamiento de las muestras botánicas.

Agradezco a mis asesores de tesis, en especial, a mi asesora externa de tesis PhD. Alicia Ibáñez y a mi asesora principal de la Universidad de Panamá PhD. María de Stapf quienes con su experiencia, consejos, enseñanzas, sabiduría y motivación me orientaron durante toda la investigación.

Agradezco a Rodolfo Flores, por brindar siempre ayuda con su habilidad en la identificación de plantas, enseñanzas, por su arduo trabajo en campo y por siempre alivianar el trabajo con su buen humor.

A los monitores locales, a mi compañera Génesis Camarena por brindar su apoyo en campo. Al resto del equipo de investigación en este proyecto. Agradezco a mi familia, a mi perrita y a mis amigos por su apoyo moral que me confirieron para redactar con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN.....	viii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS.....	6
2.1 General.....	6
2.2 Específicos.....	6
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1 Ubicación del área de estudio.....	6
3.2 Descripción del área de estudio.....	7
3.2.1 Geología y Geomorfología.....	7
3.2.2 Topografía.....	8
3.2.3 Clima.....	8
3.2.4 Vegetación.....	8
3.3 Trabajo de campo.....	8
3.4 Trabajo de laboratorio.....	10
3.5 Análisis de datos	10
3.5.1 Caracterización florística y estructural del bosque	10
3.5.2 Curva de acumulación de especies	11
3.5.3 Diversidad alfa.....	11
3.5.4 Estructura horizontal	12
3.5.5 Estructura vertical.....	13
3.6 Distribución de las especies	13
3.7 Usos.....	13
3.8 Estados de conservación	14
4 RESULTADOS.....	15

4.1	Composición florística.....	15
4.2	Curva de acumulación de especies.....	20
4.3	Índices de diversidad.....	20
4.4	Estructura del bosque	20
4.4.1	<i>Estructura horizontal.....</i>	20
4.4.2	<i>Estructura vertical.....</i>	22
4.4.3	<i>Descripción de las parcelas</i>	22
4.5	Distribución geográfica de las especies.....	27
4.5.1	<i>Distribución de las especies en Panamá.....</i>	29
4.6	Uso de las especies	33
4.7	Estado de conservación de las especies.....	35
5	DISCUSIÓN.....	37
5.1	Composición florística.....	37
5.2	Curva de acumulación de especies.....	39
5.3	Índices de diversidad.....	39
5.4	Estructura del bosque	43
5.4.1	<i>Estructura horizontal</i>	43
5.4.2	<i>Estructura vertical.....</i>	44
5.5	Distribución geográfica de las especies.....	45
5.6	Uso y estado de conservación de las especies	47
6	CONCLUSIONES.....	48
7	RECOMENDACIONES	49
8	BIBLIOGRAFÍA	50
9	ANEXO	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen que muestra la distribución y localización de las parcelas en Isla Escudo de Veraguas.	7
Figura 2. Esquema de la parcela de 0.1 ha.	10
Figura 3. Importancia ecológica de las especies del bosque no inundable de Isla Escudo de Veraguas.	19
Figura 4. Curva de acumulación de especies.....	20
Figura 5. Distribución de los individuos por clases diamétricas.	21
Figura 6. Distribución del área basal total por clases diamétricas.....	21
Figura 7. Distribución de los individuos por estrato.	22
Figura 8. Estratificación del bosque no inundable de la isla Escudo de Veraguas.....	23
Figura 9. Perfil de vegetación parcela 1	23
Figura 10. Perfil de vegetación parcela 2	24
Figura 11. Perfil de vegetación parcela 3.	25
Figura 12. Perfil de vegetación parcela 4.	26
Figura 13. Distribución de las especies.	28
Figura 14. Especies de distribución mesoamericana.....	28
Figura 15. Especies de distribución restringida (Costa Rica y Panamá).	29
Figura 16. Distribución de <i>Posoqueria latifolia</i>	30
Figura 17. Distribución de <i>Chomelia venulosa</i>	30
Figura 18. Distribución de <i>Schoepfia macrophylla</i>	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación de las parcelas en el bosque no inundable de Isla Escudo de Veraguas.....	9
Cuadro 2. Lista de familias y especies presentes en las 0.4 hectáreas de bosque.	15
Cuadro 3. Familias registradas y su porcentaje de representatividad.....	16
Cuadro 4. Importancia ecológica de las especies del bosque no inundable de Isla Escudo de Veraguas, ordenadas por IVI.	18
Cuadro 5. Distribución y hábitat de las especies en Panamá.....	31
Cuadro 6. Uso de las especies por categoría.	33
Cuadro 7. Estado de conservación de las especies según la UICN (Unión Internacional para la conservación de la naturaleza).....	36
Cuadro 8. Comparación de la riqueza e índices de Shannon-Wiener e índice alfa de Fisher con otros sitios de Panamá. (\bar{X} = Promedio del índice de las parcelas realizadas)	40
Cuadro 9. Comparación de los estratos y altura máxima con otros sitios de Panamá y Colombia	45

RESUMEN

Se realiza la descripción de la estructura y análisis de diversidad del bosque no inundable en la Isla Escudo de Veraguas, Distrito de Kusapín, Comarca Ngäbe – Bugle. Se estudiaron 4 parcelas de 0.1 ha cada una (0.4 has en total) donde se registraron 29 familias, 34 géneros, 48 especies y morfoespecies de árboles con $DAP \geq 10$ cm. Se definieron como morfoespecies a aquellos taxones que no se han podido identificar, pero que representan entidades reconocibles y diferentes del resto de especies.

La familia Rubiaceae resultó dominante debido al mayor número de individuos de la especie *Chione venosa*, mientras que, la familia con mayor riqueza de especies es Lauraceae con un total de 6 morfoespecies. Se registraron dos especies descritas recientemente, *Otoba vespertilio* y *Virola fosteri*. Además, se registró un espécimen del género *Guatteria* sp., que forma parte de la dieta del perezoso pigmeo endémico de la isla (*Bradypus pygmaeus*).

La especie ecológicamente más importante del bosque no inundable es *Pera arborea* (Peraceae). La estructura horizontal del bosque presenta una forma de J invertida, donde el mayor número de individuos son jóvenes. La estructura vertical muestra el mismo patrón acumulando la mayor cantidad de individuos en las clases de diámetros menores. La riqueza de especies fue mayor en las clases de menor diámetro y de menor altura. En tanto el área basal muestra un patrón discontinuo, con dos picos de aumento.

Los índices de diversidad de Alfa de Fisher, Shannon-Wiener y Simpson con valores de 20.98, 3.14 y 0.95 respectivamente, muestran una baja diversidad frente a sitios de tierra firme e isla Gorgona, mientras que, comparando con la isla de Coiba e islas oceánicas, el bosque de Escudo de Veraguas es más diverso. La curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota, por lo que se desconoce el número aproximado de especies en el bosque no inundable de la isla. Posiblemente sea necesario aumentar el área de muestreo para estabilizar la curva. El 67% de las especies de las parcelas son de amplia distribución en el neotrópico; 17% mesoamericanas, 12% de distribución restringida a Costa Rica y Panamá, y 4% pantropicales. A su vez, la mayoría de las especies tienen uso maderable. Por otro lado, 15 especies del estudio se encuentran en la lista roja de la UICN como preocupación menor, sólo *Podocarpus guatemalensis* aparece como vulnerable en la lista de especies de Flora y Fauna amenazadas de Panamá y todas están ausentes de los apéndices de CITES.

SUMMARY

The description of the structure and diversity analysis of the non-floodable forest on the Isla Escudo de Veraguas, District of Kusapín, Comarca Ngäbe – Bugle, is carried out. Four plots of 0.1 ha (0.4 ha) were studied where 29 families, 34 genera, 48 species and morphospecies of trees with $DBH \geq 10$ cm were recorded. We define morphospecies as those species that have not been identified, but that represent recognizable entities that are different from the rest of the species.

The Rubiaceae family was dominant due to the greater number of individuals of the *Chione venosa* species, while the family with the highest species richness is the Lauraceae with a total of 6 morphospecies. Two recently described species were recorded, *Otoba vespertilio* and *Virola fosteri*. In addition, a specimen of the genus *Guatteria* sp. (42KR), which is part of the diet of the island's endemic pygmy sloth (*Bradypus pygmaeus*) was recorded.

The most ecologically important species of the non-floodable forest is *Pera arborea* (Peraceae). The horizontal structure of the forest has an inverted J shape, showing that most of individuals are young. The vertical structure shows the same pattern accumulating the largest number of individuals in the lower diameter classes. Species richness was higher in the lower diameter and altitude classes. The basal area showed a discontinuous pattern with two spikes increasing.

The diversity indices of Fisher's Alpha, Shannon-Wiener and Simpson with values of 20.98, 3.14 and 0.95 respectively, show a low diversity compared to mainland sites and Gorgona Island, while comparing with Coiba Island and oceanic islands Escudo de Veraguas forest is more diverse. The species accumulation curve did not reach the asymptote, so the approximate number of species in the non-flooded forest of the island is unknown. 67% of the species are widely distributed in the Neotropics; 17% are Mesoamerican, 12% have a restricted distribution to Costa Rica and Panama and 4% are pantropical. In turn, most species have a use as timber. 15 species of our study are found on the IUCN red list as least concern, only *Podocarpus guatemalensis* is vulnerable in the list of threatened species of Flora and Fauna of Panama and all are absent from the CITES appendices.

1 INTRODUCCIÓN

El mundo tenía casi 4000 millones de hectáreas de bosques en 2015. Entre los períodos 1990-2000 y 2010-2015 la tasa de pérdida neta del área total de bosque se ha ido ralentizando en más del 50 por ciento. Esto es el producto combinado de la reducción de la pérdida neta forestal en algunos países y del aumento en otros. Al parecer, el cambio neto en el área de bosques ha registrado una estabilización en los últimos diez años (FAO, 2015).

Los bosques del mundo almacenan una cantidad estimada de 296 gigatoneladas de carbono en la biomasa superficial y subterránea (FAO, 2015), por lo que desempeñan una función esencial en evitar la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera. También cumplen funciones en el ciclo hidrológico y de protección de los suelos, dado que reducen la erosión y el riesgo de desprendimientos de tierras, inundaciones y sequías, además de evitar la desertificación y salinización (FAO, 2018).

Los bosques tropicales son aquellos situados en la zona intertropical, la cual presenta clima tropical, y cuya vegetación predominante es de hoja ancha. Su temperatura promedio anual es, por lo general, superior a los 27°C y su precipitación es muy variable (Fraume, 2007).

La pérdida de superficie de los bosques tropicales es debida al conjunto de actividades llevadas a cabo por la población tales como la agricultura, la industria, la pesca y el comercio internacional. En conjunto, estas actividades alteran los principales ciclos biogeoquímicos y agregan o eliminan especies y poblaciones genéticamente distintas en la mayoría de los ecosistemas de la Tierra. Estos cambios conllevan alteraciones adicionales, especialmente al impulsar el cambio climático global y causar pérdidas irreversibles de diversidad biológica (Vitousek *et al.*, 1997).

Los bosques tropicales albergan por sí solos al menos dos tercios de las especies terrestres (Gardner *et al.*, 2009). Myers *et al.* (2000), concluyen que la necesidad de trabajo de inventario es especialmente grande en el Neotrópico, con ocho zonas activas de biodiversidad; es decir áreas que presentan concentraciones excepcionales de especies

endémicas y que, a su vez, experimentan una pérdida extensa de hábitat. Por lo tanto, es importante reconocer qué elementos componen la biodiversidad, la cual se hace imprescindible en los países en desarrollo, donde se encuentran los sitios más amenazados y en donde los recursos para la conservación son más escasos (Myers *et al.*, 2000).

Álvarez *et al.* (2004), afirman que la realización de inventarios florísticos es un requisito previo necesario para una gran parte de la investigación fundamental en ecología de comunidades tropicales. El análisis y síntesis de la información obtenida de los inventarios debe permitir mostrar una fotografía de la biodiversidad lo más clara y precisa posible.

De acuerdo con Louman *et al.* (2001), una comunidad vegetal puede ser caracterizada por su composición, riqueza, diversidad y su estructura. La riqueza, expresa el número total de especies y la diversidad el número de especies en relación con el tamaño de la población de cada especie. Moreno (2001), expone que los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla y, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje.

La separación de los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular. La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje; y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta. Esta forma de analizar la biodiversidad resulta adecuada en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente (Moreno, 2001).

En tanto la estructura tiene dos componentes: vertical (distribución de biomasa en el plano vertical) es decir en el dosel, “espacio ocupado por el follaje de todos los árboles, que abarcan el eje vertical comprendido desde el suelo hasta la copa de los árboles más altos” (Van Pelt y Franklin, 2000); y el horizontal (diámetro a la altura del pecho y frecuencia) (Louman *et*

al., 2001). La proporción de la superficie forestal situada dentro de áreas protegidas legalmente establecidas indica la medida en que los bosques se gestionan en favor de la protección y el mantenimiento de la biodiversidad y otros recursos naturales y culturales: un 17% de los bosques del mundo se encuentran ahora dentro de zonas protegidas legalmente establecidas, registrándose un aumento especialmente importante en los trópicos (FAO, 2018).

En Panamá, el Bosque tropical húmedo se extiende tanto en la vertiente Atlántica como Pacífica del país. El bosque maduro se encuentra representado en diferentes sitios, en la provincia de Darién, al Este de Panamá, algunas partes de Bocas del Toro (especialmente en las Islas), en la Cuenca del Canal de Panamá y en algunas de las islas mayores del Pacífico como Coiba (Ramírez, 2003). A pesar de que se ha perdido más del 60% de la superficie boscosa por actividades humanas, hoy por hoy, el país cuenta con más del 35% del territorio nacional protegido, en su mayor parte por parques nacionales y otras categorías de áreas protegidas (Pérez, 2018).

Actualmente el Ministerio de Ambiente a través de la Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre cuenta con un total de 120 áreas protegidas (Mi Ambiente, 2017) entre ellas, se encuentra el Paisaje Protegido Isla Escudo de Veraguas-Degó, declarado en la Resolución AG- 0095-2009 (ANAM, 2009). Esta área protegida tiene una extensión total de 42,129 hectáreas, de las cuales quinientas treinta y tres hectáreas (533 ha) corresponden a la superficie terrestre de la isla Escudo de Veraguas (ANAM, 2009).

La isla ha sido considerada un laboratorio natural extraordinario para el estudio de la evolución (Handley, 1993). Esta postura se puede explicar con la teoría de la biogeografía de islas, la cual se define como el estudio de la distribución y la dinámica de las especies en los ambientes de las islas. Debido a su aislamiento, las islas son lugares ideales para que evolucionen especies únicas, pero también son lugares de extinción concentrada. En la teoría de la biogeografía de islas (MacArthur y Wilson, 1967) se describe la relación directa entre el tamaño de una isla y la cantidad de especies que puede soportar, dado por un balance entre las tasas de inmigración y extinción. En el caso de las islas que estuvieron unidas al

continente o “islas puente de tierra”, este proceso de disminución de especies aumenta con el tiempo de separación entre la isla y el continente, proceso conocido como relajación (Wilcox, 1978), por lo que no es sorprendente que sean ampliamente estudiadas por ecólogos, conservacionistas y biólogos evolutivos por igual (Whittaker y Fernández, 2007).

En Escudo de Veraguas, debido a las investigaciones desarrolladas se han citado especies y subespecies endémicas, entre las que cabe mencionar: la planta *Zamia* de Escudo (*Zamia hamannii*) Taylor *et al.* (2008); 3 mamíferos, el perezoso pigmeo (*Bradypus pygmaeus*) Anderson y Handley (2001), un murciélago frugívoro (*Artibeus incommutatus*) Kalko y Handley (1994) y una rata espinosa o puerco espín (*Hoplomys gymnurus wetmorei*) Handley (1959); 4 sub-especies de aves: el saltarín cuellidorado (*Manacus vitellinus amitinus*), el soterrey castaño (*Thryothorus nigricapillus odicus*), una tångara azuleja (*Thraupis episcopus caesita*) Wetmore (1959) y el colibrí de Escudo (*Amazilia tzacatl handleyi*) Miller *et al.* (2011); un anfibio, una salamandra (*Oedipina maritima*) García-París y Wake (2000). También ha sido reconocida como un Área de Importancia para Aves (AIA) a nivel global con base a las especies endémicas (Angehr y Miró, 2009).

Handley (1993), manifestó que el 95% de la isla se encontraba cubierta de bosques, casi todos viejos, afectados severamente por los vientos, mientras que, un 5% de su área se había deforestado para construir viviendas y para cosechar plátanos y palmas de coco. Para el año 2009 la isla Escudo de Veraguas contó con un 90 a 95% de cobertura vegetal o boscosa, lo cual sugiere que, en general, la relación que han mantenido las comunidades indígenas con la isla ha permitido la continuidad de sus principales procesos ecológicos y evolutivos (ANAM, 2009).

De acuerdo al único estudio de vegetación realizado en la isla (CEPSA, 2006), en ella se encuentran cuatro tipos de vegetación: A) Bosque ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas: se presenta en algunas elevaciones o filos de pequeñas colinas; en donde predominan cinco especies arbóreas importantes: Cerillo (*Symphonia globulifera*), Níspero (*Manilkara bidentata*), Chiricano (*Vantanea deppleta*), Miguelario (*Virola nobilis*) y Mayo Blanco

(*Vochysia hondurensis*); B) Bosque ombrófilo perennifolio tropical dominado por palmas: se presenta principalmente en los pequeños valles que se forman entre dos filos y todas las áreas planas que se encuentran en la isla. Las especies dominantes son la palma Guágara (*Manicaria saccifera*) y el Cerillo (*Symphonia globulifera*), asociadas con especies arbóreas como: el Orey (*Campnosperma panamense*), el bateo (*Carapa guianensis*) y el mayo (*Vochysia ferruginea*); C) Bosque de manglar: es el ecosistema de menor extensión y uno de los más importantes, ya que es el refugio natural de muchas especies de animales, tanto marinas como terrestres, y en esta isla el manglar adquiere una mayor importancia puesto que representa el hábitat de una de las especies de fauna endémica de la isla, el perezoso pigmeo. Las especies representativas son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); D) Vegetación costera de transición sobre suelos marinos recientes: es escasa y se extiende en todas las áreas de playa presentes en la isla, con especies como el Almendro de Playa (*Terminalia catappa*), palmas de cocos (*Cocos nucifera*), arbustos de Noni (*Morinda citrifolia*), uvito de playa (*Coccoloba uvifera*), Icaco (*Chrysobalanus icaco*) y otras especies arbustivas de la familia Rubiaceae, entre las que sobresalen *Psychotria chagrensis* y *Rustia occidentalis*.

En el estudio realizado por CEPISA (2006), se obtuvo información cualitativa sobre la vegetación, por ende, para una descripción más completa se necesitan estudios cuantitativos de los bosques de la isla. Además, en la actualidad, la isla se enfrenta a diversas amenazas antropogénicas como la cosecha de madera en los bosques de la isla con el propósito de obtener carbón y materiales de construcción (Voirin, 2015). Por otra parte, investigadores de la Zoological Society of London (2017), han documentado actividades como: remoción de madera, tala de manglares y árboles forestales que incluyen especies como *Vochysia ferruginea*, *Rhizophora mangle* y *Manilkara spp.* Otros aspectos son la caza, la pesca de especies protegidas y el poco control sobre la presencia de turistas.

El objetivo principal de este proyecto de investigación es determinar la diversidad de especies y estructura del bosque no inundable de la isla. Estos estudios de vegetación son críticos para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas tropicales, áreas protegidas y taxones amenazados, que requieren muestras geográficamente referenciadas, replicadas y comparables para apoyar las decisiones sobre dónde enfocar los recursos de conservación o

las actividades de desarrollo. Es por ello fundamental un estudio que facilite información de base para el desarrollo de un plan de manejo adecuado para la isla.

2 OBJETIVOS

2.1 General

- Determinar la diversidad de plantas leñosas y estructura del bosque no inundable de la isla Escudo de Veraguas.

2.2 Específicos

- Realizar un inventario de las especies de plantas leñosas del bosque no inundable de la isla.
- Analizar la composición florística del bosque.
- Calcular la diversidad alfa de especies arbóreas.
- Determinar la estructura horizontal y vertical del bosque.
- Indicar la distribución, uso y estado de conservación de las especies.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

La isla Escudo de Veraguas se encuentra en el Mar Caribe, en la latitud 9 ° 06 'N; longitud 81 ° 34 'W, a 17.6 km de la Península de Valiente. Pertenece administrativamente a la provincia de Bocas del Toro, geográficamente a la Comarca Ngäbe – Bugle, Distrito de Kusapín (INEC, 2010) y posee una superficie de 533 ha (ANAM, 2009) (Figura 1).

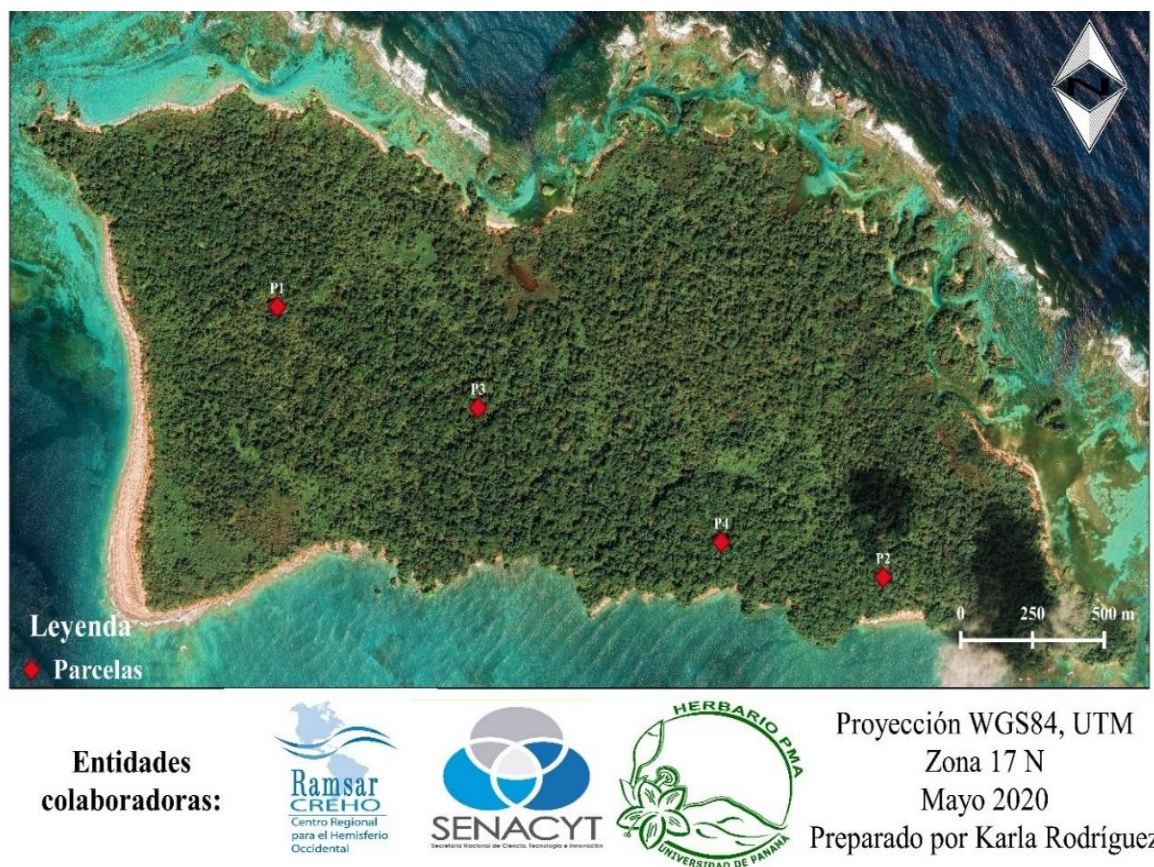


Figura 1. Imagen que muestra la distribución y localización de las parcelas en Isla Escudo de Veraguas.

3.2 Descripción del área de estudio

3.2.1 Geología y Geomorfología

Es una isla continental formada durante el Holoceno como resultado de eventos postglaciales, incluido el aumento del nivel del mar y el sumergimiento continental debido al agua de deshielo. El aumento del nivel del mar aisló cimas y cordilleras, primero como península, y luego, finalmente, las separó como islas (Anderson y Handley, 2001).

Litológicamente, destaca por una Formación del mismo nombre; la Formación Escudo que consiste en una capa superior de 1.8 millones de años, formada por roca sedimentaria arcillosa bioturbada con intrusiones de conchas de moluscos y corales ahermatípicos; una

capa inferior de 3.5 millones de años más densamente cementada y que contiene corales ahermatípicos y biostromos de coral y dólares de mar (Coates *et al.*, 2005).

3.2.2 Topografía

La topografía de la isla consiste en series simétricas de crestas paralelas, bajas, de costas empinadas, y cerros aplanados, separados por numerosos pantanos (Kalko y Handley, 1994; Handley, 1993).

3.2.3 Clima

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen (1884), la isla posee un clima Tropical Muy Húmedo, caracterizado por lluvia copiosa todo el año, en el mes más seco la precipitación es mayor de 60 mm; la temperatura media del mes más fresco es mayor a los 18°C; y la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más fresco es menor a 5°C (ETESA, 2007). El Golfo de los Mosquitos, donde se encuentra ubicada la isla, presenta lluvias copiosas todo el año que van entre 3,000 mm y 6,000 mm. La diferencia de la temperatura entre el mes más caliente y el más frío es de 2.5°C en promedio (ARAP, 2010).

3.2.4 Vegetación

Según la clasificación de la UNESCO, el tipo de vegetación presente en isla Escudo de Veraguas corresponde a bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas (ANAM, 2010). Sin embargo, de acuerdo con CEPISA (2006) en la isla se han identificado tres tipos más de vegetación a saber: bosque ombrófilo perennifolio tropical dominado por palmas, bosque de manglar y vegetación costera de transición sobre suelos marinos recientes.

3.3 Trabajo de campo

Se realizaron 2 giras a campo de la isla, en septiembre y octubre 2019, con una duración aproximada de 7 días cada una. Se muestreó un total de 0.4 ha de bosque no inundable, por medio de 4 parcelas de 0.1 ha (50 x 20 m) distribuidas al azar a lo largo de transectos N-S que recorren la isla (Figura 1). Se utilizó la metodología propuesta por Gentry (1982), modificando el límite de diámetro. Este método consiste en censar en un área de 0.1 ha (1000

m²) todos los individuos cuyo tallo tenga un diámetro a la altura del pecho (DAP medido a 1.3 m a la altura del suelo) ≥ 2.5 cm; en este estudio el límite fue modificado a 10 cm.

Adicionalmente, se georreferenció cada parcela con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (Cuadro 1), se enumeraron las parcelas y se subdividieron en cuadrantes de 10 x 10 m (Figura 2). A cada individuo con DAP ≥ 10 cm dentro de la parcela se le asignó un número (número de árbol), se midió el DAP, se estimó la altura, y se anotaron los hábitos de crecimiento y otras características como corteza, exudados, olor, etc. También se hizo una descripción general de las parcelas, en particular del sotobosque.

Se realizaron identificaciones en campo hasta donde fue posible en familia o género, si se conocía. Así mismo, se colectaron muestras botánicas de todas las especies presentes en cada parcela, las cuales fueron prensadas y alcoholizadas para su posterior identificación (Ver anexo).

Cuadro 1. Ubicación de las parcelas en el bosque no inundable de Isla Escudo de Veraguas.

Parcelas	Coordenadas UTM		Altura (msnm)
	E	N	
P1	437640	1005880	23
P2	439750	1005052	21
P3	438339	1005571	27
P4	439186	1005160	24

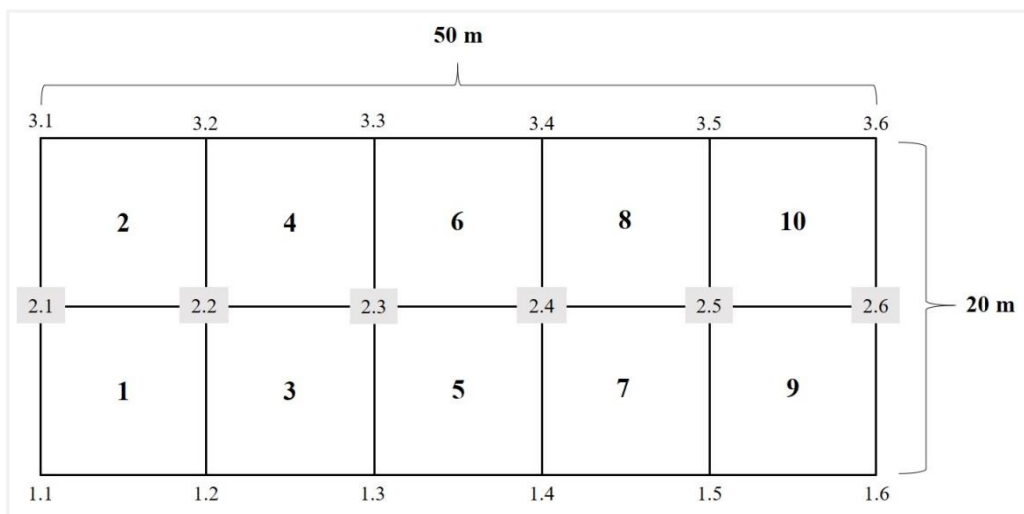


Figura 2. Esquema de la parcela de 0.1 ha.

3.4 Trabajo de laboratorio

Como parte de este estudio se colectaron muestras botánicas, las cuales fueron secadas e identificadas en el laboratorio del Herbario de la Universidad de Panamá (PMA). Se utilizaron estereoscopios y literatura especializada tales como: Flora de Panamá (Woodson *et al.*, 1943-1980), Flora de Nicaragua (Stevens *et al.*, 2001), Flora Mesoamericana (Gerrit *et al.*, 2009-2012), Manual de Plantas de Costa Rica (Hammel *et al.*, 2003-2007), entre otros. Los especímenes también fueron comparados con la colección del Herbario de la Universidad de Panamá (PMA) y se verificó el nombre científico empleando las páginas web Tropicos.org (2019) del Jardín Botánico de Missouri y The Plant List (2019).

3.5 Análisis de datos

3.5.1 Caracterización florística y estructural del bosque

Con el fin de caracterizar la composición florística y estructura del bosque, se calculó el Índice de Valor de Importancia de especies (IVI), el cual permite comparar el “peso ecológico” de cada especie dentro de la comunidad, según Lamprecht (1990) citado por Lorea *et al.*, (2008); el mismo puede ser aplicado a especies, géneros, familias botánicas y tipos de vegetación.

El IVI es el resultado de la sumatoria de los parámetros:

1. Frecuencia relativa = (# parcelas en las que ocurre una especie / # total de ocurrencia de todas las especies) \times 100.

2. Densidad relativa = (# de individuos de una especie / # total de individuos de todas las especies) \times 100

3. Dominancia relativa = (área basal total calculada para una especie / área basal total de todas las especies) \times 100

*Área basal: se calcula como el área de un círculo de diámetro igual al DAP del árbol (Louman *et. al.*, 2001). Es igual a $0.785 \times \text{DAP}^2$

$$\text{IVI} = \text{Frecuencia relativa} + \text{densidad relativa} + \text{dominancia relativa}$$

3.5.2 Curva de acumulación de especies

Es una curva que se genera al agregar nuevas especies a un inventario y se relaciona en alguna medida con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo (es decir, cuanto mayor sea el área muestreada), mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y a medida que prosigue el muestreo las especies raras. Las curvas de acumulación permiten 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Jiménez y Hortal, 2003). Este análisis se realizó con el software EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2019).

3.5.3 Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa del bosque de la isla se emplearon tres índices:

Índice Alfa de Fisher (α): supone que la abundancia de especies se ajusta a una distribución de la serie logarítmica y utiliza esta suposición para normalizar el tamaño de la muestra y el área (Fisher *et al.*, 1943). Este índice evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y del número de especies en pequeños tamaños de muestra (Condit *et al.*, 1996). Está definido por la siguiente fórmula: $S = \alpha \log e [1 + (N / \alpha)]$, donde S es el número total de especies registradas en la muestra, N es el número de individuos en la muestra y α es el índice de diversidad (Colwell, 2019).

Índice de Shannon-Wiener (H'): mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las unidades de muestreo. Viene dado por la siguiente fórmula: $H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$, donde S es el número de especies, P_i la proporción de individuos de la especie i .

Índice de diversidad de Simpson o inverso de Simpson (λ): Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en las unidades de muestreo sean de la misma especie.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{1}{\sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}} \text{ donde } n_i \text{ es el número de individuos en la } i\text{ésima especie y } N \text{ el número total}$$

de individuos. A mayor valor de λ menor dominancia de una especie (Zarco et. al., 2010).

Para fines comparativos entre sitios se utilizó el índice alfa de Fisher, ya que de acuerdo a Leigh (1999) y Van Andel (2001) es apropiado ya que tiene la ventaja de que depende menos del tamaño del área muestreada.

El índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de diversidad de Simpson (λ) se utilizaron para las comparaciones entre estudios sólo con áreas de muestreo similar al de este trabajo ya que para su cálculo se requiere conocer la densidad de cada especie en las muestras que se examinan (Godínez y López, 2002).

3.5.4 Estructura horizontal

La estructura horizontal se refiere a la distribución espacial de los árboles sobre el área de un rodal (Moret *et. al.*, 2008). Es el resultado de las respuestas de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que éste presenta, así como características como el suelo, clima, estrategias de las especies, etc. (Louman *et. al.*, 2001). Uno de los parámetros usados para describir la estructura horizontal del bosque y determinar su estado de conservación es la distribución diamétrica. Para esto, con la información del DAP de los individuos que se censaron, se organizó por categoría diamétrica de 10 cm de amplitud: 10.0 a 19.9, 20.0 a 29.9 y así, sucesivamente. Se obtuvo una gráfica de distribución diamétrica.

3.5.5 Estructura vertical

La estructura vertical del bosque está determinada por la distribución de distintas especies arbóreas que componen un ecosistema y ocupan sitios definidos en respuesta a los factores microclimáticos, gradientes ambientales o al disturbio natural o al provocado por el hombre (Remmert, 1991). Los bosques lluviosos muestran un complejo arreglo de plantas que simulan diferentes estratos: El estrato inferior formado por plántulas y arbolitos pequeños, palmas y plantas herbáceas. Sobre éste, hay una capa de arbustos, árboles pequeños y palmas. Arriba árboles medianos. Sobre éstos, se encuentra el dosel de árboles grandes que tiene entre 25 y 40 metros de altura, dependiendo del lugar. Sobre el dosel, hay árboles emergentes que pueden llegar a medir hasta 70 metros. Sobre toda esta diversidad de árboles, palmas y arbustos, puede existir una abundancia de plantas criptógamas, trepadoras, epífitas y árboles estranguladores que contribuyen con la complejidad estructural de la comunidad (Richards, 1952).

Con el objeto de describir e ilustrar la estructura vertical, se elaboraron perfiles de vegetación para cada parcela e histogramas de frecuencia por categoría de altura.

3.6 Distribución de las especies

La distribución de especies se obtuvo de la página web Trópicos y artículos relevantes, seleccionando todas las colectas de cada especie. Se definieron las siguientes categorías: 1. Neotropical (desde el sur de México, Centroamérica y norte de Sudamérica al sur de Brasil) 2. Mesoamericana (desde el sur de México hasta Panamá), 3. Distribución restringida (Costa Rica y Panamá), 4. Pantropical (presente en regiones tropicales de los continentes de África, Asia y América).

3.7 Usos

Se investigó el uso de cada especie encontrada en las parcelas consultando el Atlas de árboles de la cuenca del canal de Panamá (Pérez y Condit, 2020) y diversos artículos. Se distinguieron las siguientes categorías: maderable, medicinal, ornamental, comestible y otros.

3.8 Estados de conservación

Se investigó sobre el estado de conservación de cada una de las especies encontradas en las parcelas, mediante los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), la lista roja de la UICN (2020) y la lista de las especies amenazadas de flora y fauna de Panamá (Ministerio de Ambiente, 2016).

4 RESULTADOS

4.1 Composición florística

En las 4 parcelas estudiadas (0.4 ha en total), fueron colectadas 66 muestras botánicas y se registraron 187 individuos distribuidos en 29 familias, 34 géneros, 48 especies y morfoespecies. Definimos como morfoespecies a aquellas especies que no se han podido identificar, pero que representan entidades reconocibles y diferentes del resto de especies (Cuadro 2). La familia con mayor número de especies es Lauraceae con 6 morfoespecies. Estos individuos no se han podido identificar a nivel de género o especie debido a la ausencia de muestras fértiles o a la gran altura que presentaban, por lo que no fueron colectados. Las familias Rubiaceae y Clusiaceae están representadas por 3 especies cada una, Euphorbiaceae, Myristicaceae, Salicaceae y Annonaceae con 2 especies, y el resto de las familias representadas por una sola especie.

Cuadro 2. Lista de familias y especies presentes en las 0.4 hectáreas de bosque.

Familia	Especie/morfoespecie	Familia	Especie/morfoespecies
1. Annonaceae	Annonaceae sp. 1		Lauraceae sp. 2
	<i>Guatteria</i> sp.1 (42 KR)		Lauraceae sp. 3
2. Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i>		Lauraceae sp. 4
3. Araliaceae	<i>Dendropanax</i> sp. 1		Lauraceae sp. 5
4. Boraginaceae	<i>Cordia dwyeri</i>		Lauraceae sp. 6
5. Burseraceae	<i>Protium costaricense</i>	16. Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp. 1
6. Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp. 1	17. Melastomataceae	<i>Mouriri gleasoniana</i>
7. Chrysobalanaceae	<i>Licania affinis</i>	18. Myristicaceae	<i>Otoba vespertilio</i>
8. Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp. 1		<i>Virola fosteri</i>
	<i>Symphonia globulifera</i>	19. Oleaceae	<i>Chionanthus panamensis</i>
	<i>Tovomita</i> sp. 1	20. Podocarpaceae	<i>Podocarpus guatemalensis</i>
9. Desconocida	Desc sp. 1	21. Rhizophoraceae	<i>Cassipourea elliptica</i>
	Desc sp. 2	22. Rubiaceae	<i>Chione venosa</i>
	Desc sp. 3		<i>Chomelia venulosa</i>

Cuadro 2. Continuación

Familia	Especie/morfoespecie	Familia	Especie/morfoespecies
	Desc sp. 4	23. Salicaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>
	Desc sp. 5		<i>Laetia povedae</i>
	Desc sp. 6		<i>Laetia thamnina</i>
	Desc sp. 7	24. Sapindaceae	<i>Matayba apetala</i>
10. Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum axillare</i>	25. Schoepfiaceae	<i>Schoepfia macrophylla</i>
11. Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp. 1	26. Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>
12. Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	27. Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp. 1
	<i>Pera arborea</i>	28. Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp. 1
13. Humiriaceae	<i>Vantanea depleta</i>	29. Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>
14. Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>		
15. Lauraceae	Lauraceae sp. 1		

Un 80% de los individuos están repartidos en 13 de las 29 familias registradas. La más numerosa es la familia Rubiaceae, con un 17% de los individuos, distribuidos en tres especies: *Chione venosa*, *Chomelia venulosa* y *Posoqueria latifolia*. El resto se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Familias registradas y su porcentaje de representatividad.

Familia	Número de individuos	%
1. Annonaceae	6	3
2. Apocynaceae	13	7
3. Araliaceae	2	1
4. Boraginaceae	3	2
5. Burseraceae	1	0.5
6. Celastraceae	2	1
7. Chrysobalanaceae	11	6
8. Clusiaceae	10	5
9. Desconocida	8	4
10. Dichapetalaceae	1	0.5
11. Elaeocarpaceae	2	1
12. Euphorbiaceae	15	9
13. Humiriaceae	5	3
14. Lacistemataceae	1	0.5
15. Lauraceae	8	4
16. Lecythidaceae	1	0.5

Cuadro 3. Continuación

Familia	Número de individuos	%
17. Melastomataceae	6	3
18. Myristicaceae	8	4
19. Oleaceae	1	0.5
20. Podocarpaceae	1	0.5
21. Rhizophoraceae	15	8
22. Rubiaceae	32	17
23. Salicaceae	7	4
24. Sapindaceae	2	1
25. Schoepfiaceae	4	2
26. Simaroubaceae	9	5
27. Siparunaceae	1	0.5
28. Urticaceae	1	0.5
29. Vochysiaceae	10	5

En el cuadro 4, se listan las especies encontradas en las parcelas, ordenadas de mayor a menor importancia ecológica. El bosque representado por las 4 parcelas está dominado por: *Pera arborea* (11.37%), *Vochysia ferruginea* (11.11%) y *Vantanea depleta* (8.15%). Después sigue un grupo de 17 especies con dominancia media, descendiendo gradualmente y unas 28 especies con pocos individuos y dominancia baja. En tanto, la frecuencia es liderada por: *Pera arborea*, *Vochysia ferruginea* y *Chione venosa*, cada una con un (4.71%) y la densidad por: *Chione venosa* (10.69%), *Pera arborea* (8.02%) y *Cassipourea elliptica* (8.02%).

La especie de mayor importancia ecológica es *Pera arborea* (24.10), seguida de: *Chione venosa* (22.26), *Vochysia ferruginea* (21.17), *Aspidosperma spruceanum* (18.00), *Licania affinis* (16.78), *Cassipourea elliptica* (15.17), *Simarouba amara* (14.04), *Virola fosteri* (13.79), *Vantanea depleta* (13.18) y *Chomelia venulosa* (12.84). Estas diez especies representan un 171.33% del valor total de importancia ecológica, mientras que, un 128.67% restante está conformado por especies/morfoespecies menos abundantes, frecuentes y dominantes (Cuadro 4) (Figura 3). Aquellos individuos que no se identificaron debido a que sus ejemplares no fueron colectados o fueron colectados estériles (7), se reunieron en un grupo llamado desconocido. Cabe resaltar que, la morfoespecie *Guatteria* sp. 1 (espécimen 42 KR), forma parte de la dieta del *Bradypus pygmaeus*, el perezoso pigmeo endémico de la isla (Smith *et al.* en prep.).

Cuadro 4. Importancia ecológica de las especies del bosque no inundable de Isla Escudo de Veraguas, ordenadas por IVI.

Especies/morfoespecies	Número de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
<i>Pera arborea</i>	15	8.02	4.71	11.37	24.10
<i>Chione venosa</i>	20	10.70	4.71	6.85	22.26
<i>Vochysia ferruginea</i>	10	5.35	4.71	11.11	21.17
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	13	6.95	4.71	6.34	18.00
<i>Licania affinis</i>	11	5.88	4.71	6.19	16.78
<i>Cassipourea ellitpica</i>	15	8.02	4.71	2.45	15.17
<i>Simarouba amara</i>	9	4.81	4.71	4.52	14.04
<i>Virola fosteri</i>	5	2.67	4.71	6.41	13.79
<i>Vantanea depleta</i>	5	2.67	2.35	8.15	13.18
<i>Chomelia venulosa</i>	10	5.35	3.53	3.96	12.84
<i>Mouriri gleasoniana</i>	6	3.21	2.35	3.94	9.50
<i>Guatteria</i> sp. 1 (42 KR)	5	2.67	3.53	1.36	7.56
<i>Schoepfia macrophylla</i>	4	2.14	3.53	1.61	7.28
<i>Clusia</i> sp. 1	5	2.67	3.53	0.37	6.58
<i>Sloanea</i> sp. 1	2	1.07	2.35	2.51	5.93
<i>Laetia povedae</i>	5	2.67	2.35	0.57	5.60
<i>Matayba apetala</i>	2	1.07	1.18	3.31	5.56
Laur sp. 1	2	1.07	1.18	2.31	4.56
Desc sp. 1	1	0.53	1.18	2.65	4.36
Desc sp. 6	1	0.53	1.18	2.53	4.24
<i>Tovomita</i> sp. 1	4	2.14	1.18	0.81	4.12
<i>Laetia thamnia</i>	2	1.07	2.35	0.31	3.73
<i>Otoba vespertilio</i>	3	1.60	1.18	0.93	3.71
<i>Cordia dwyeri</i>	3	1.60	1.18	0.92	3.70
<i>Maytenus</i> sp. 1	2	1.07	1.18	1.21	3.46
Desc sp. 7	1	0.53	1.18	1.36	3.07
Desc sp. 4	2	1.07	1.18	0.76	3.00
<i>Posoqueria latifolia</i>	2	1.07	1.18	0.55	2.80
<i>Dendropanax</i> sp. 1	2	1.07	1.18	0.42	2.67
Desc sp. 2	1	0.53	1.18	0.73	2.45
Laur sp. 2	2	1.07	1.18	0.16	2.41
Laur sp. 3	1	0.53	1.18	0.53	2.24

Cuadro 4. Continuación

Especies/morfoespecies	Número de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
Desc sp. 5	1	0.53	1.18	0.46	2.17
<i>Chionanthus panamensis</i>	1	0.53	1.18	0.40	2.11
<i>Cecropia</i> sp. 1	1	0.53	1.18	0.34	2.06
Laur sp. 5	1	0.53	1.18	0.30	2.02
<i>Symphonia globulifera</i>	1	0.53	1.18	0.29	2.00
<i>Pausandra trianae</i>	1	0.53	1.18	0.14	1.85
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	1	0.53	1.18	0.14	1.85
<i>Protium costaricense</i>	1	0.53	1.18	0.11	1.82
<i>Dichapetalum axillare</i>	1	0.53	1.18	0.09	1.80
Desc sp. 3	1	0.53	1.18	0.08	1.79
Anno sp. 1	1	0.53	1.18	0.07	1.78
<i>Eschweilera</i> sp. 1	1	0.53	1.18	0.07	1.78
Laur sp. 4	1	0.53	1.18	0.07	1.78
Laur sp. 6	1	0.53	1.18	0.06	1.78
<i>Siparuna</i> sp. 1	1	0.53	1.18	0.06	1.77
<i>Lacistema aggregatum</i>	1	0.53	1.18	0.06	1.77

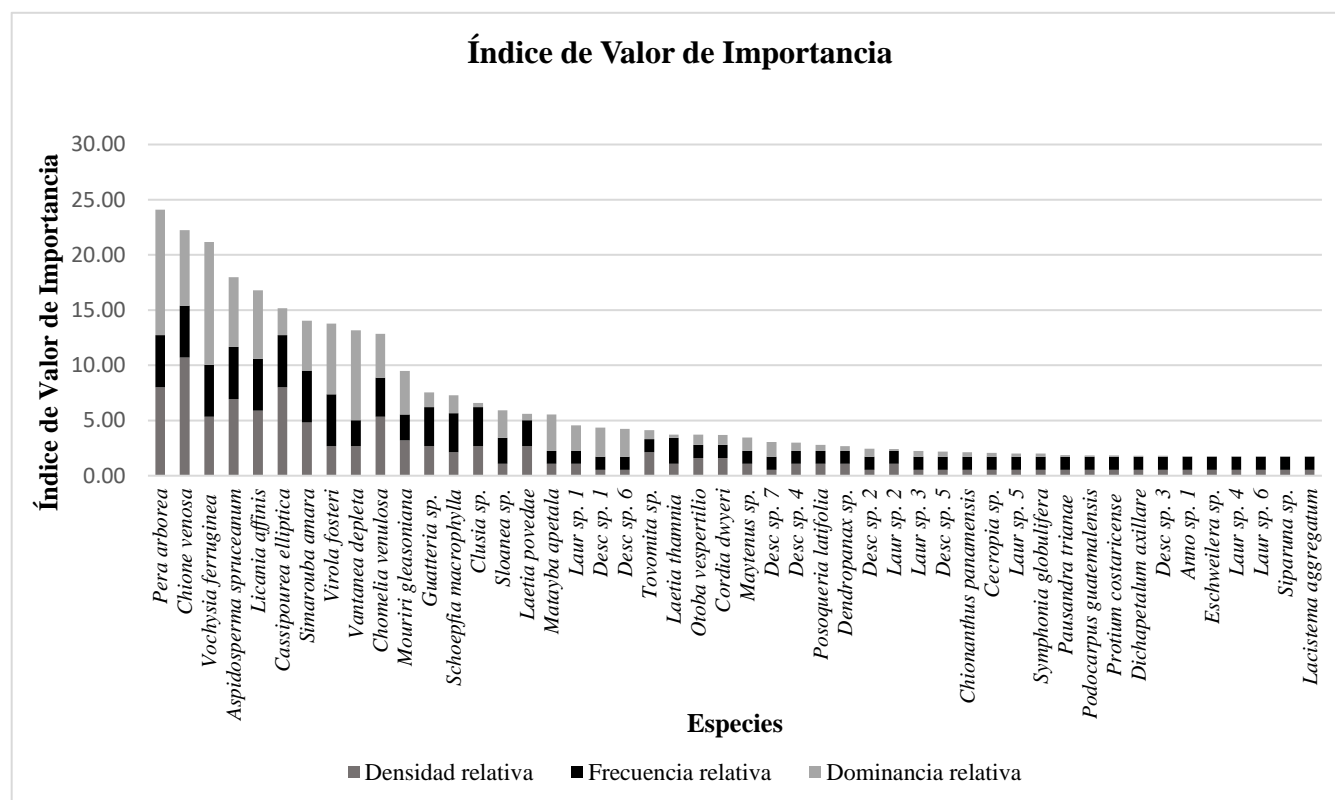


Figura 3. Importancia ecológica de las especies del bosque no inundable de Isla Escudo de Veraguas.

4.2 Curva de acumulación de especies

El resultado de la curva de acumulación de especies demuestra que, aunque se aprecia una disminución de la pendiente a partir de 0.1 ha, la misma no se aproxima a una asíntota, lo que sugiere que no se han encontrado todas las especies posibles en el bosque no inundable de isla Escudo, por lo que, de debe aumentar el área de muestreo (Figura 4).

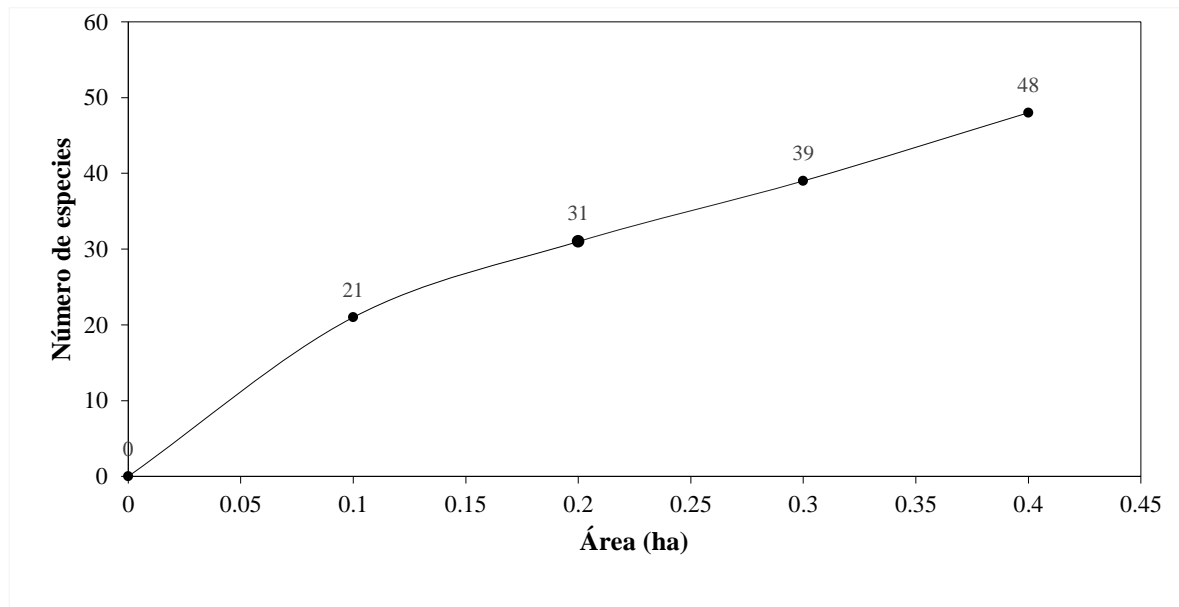


Figura 4. Curva de acumulación de especies

4.3 Índices de diversidad

Los valores de cada índice de diversidad obtenidos en el estudio son los siguientes: Shannon-Wiener (H')= 3.37, Inverso de Simpson (λ)= 0.95 y Alfa de Fisher (α)= 20.98.

4.4 Estructura del bosque

4.4.1 Estructura horizontal: En el bosque de Escudo de Veraguas, un 82.8% de los individuos se encontraron en las clases de diámetros menores (10-39.9 cm), mientras que, un 17.2% presentaron un diámetro mayor a 40 cm. Igualmente la mayor riqueza de especies se encontró en las clases menores, especialmente en la de 10-19.9 cm de diámetro y la menor riqueza de especies en las clases diamétricas mayores (Figura 5).

El área basal total de las 4 parcelas es de 15.38 m²/ha y se muestra una acumulación de la misma en las clases diamétricas de 30-39.9, un descenso en 50-59.9, para nuevamente aumentar en las clases de 60-69.9 hasta mayores de 70 cm (Figura 6).

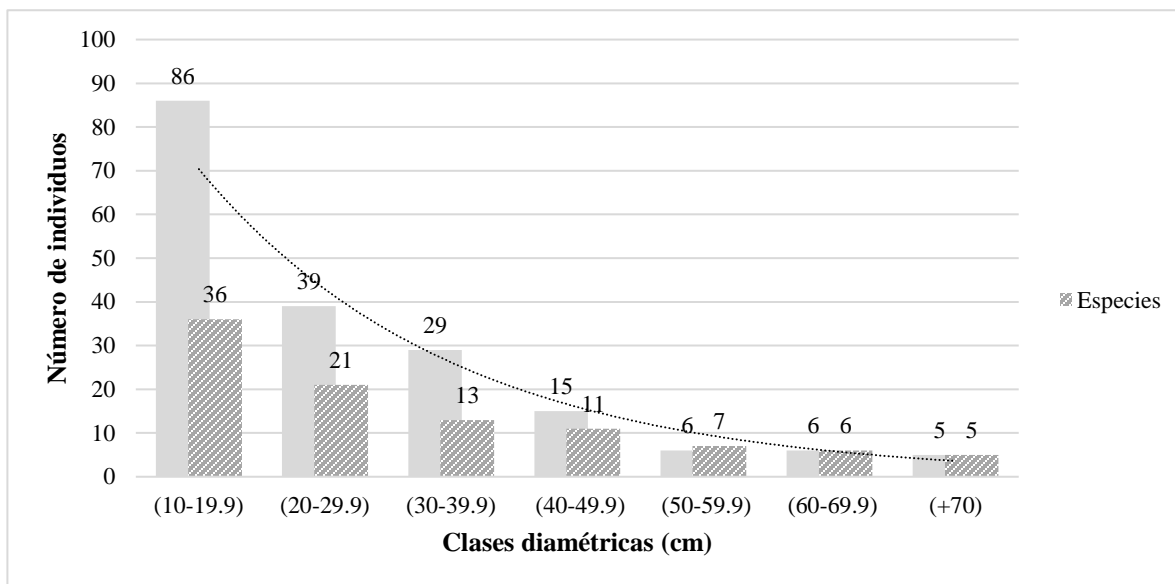


Figura 5. Distribución de los individuos por clases diamétricas.

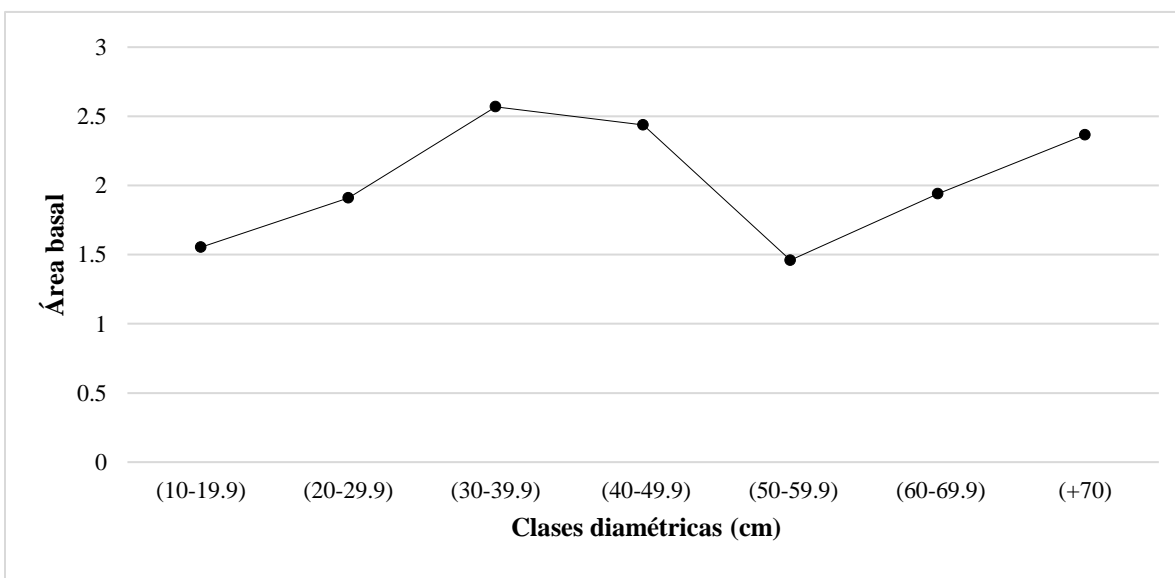


Figura 6. Distribución del área basal total por clases diamétricas.

4.4.2 Estructura vertical: Para efectos descriptivos los estratos fueron definidos arbitrariamente de la siguiente manera: Emergente: > 30, Dosel (21-30), Sub-dosel (11-20) y Sotobosque (1-10) m. De acuerdo a esta clasificación, el estrato de sub-dosel es el que presenta el mayor número de individuos. En tanto, el sotobosque y el sub-dosel son los estratos que acogen la mayoría de las especies, contrario al dosel y al emergente que, presentan menor cantidad de individuos y menor riqueza de especies. La altura máxima es de 45 m (Figura 7).

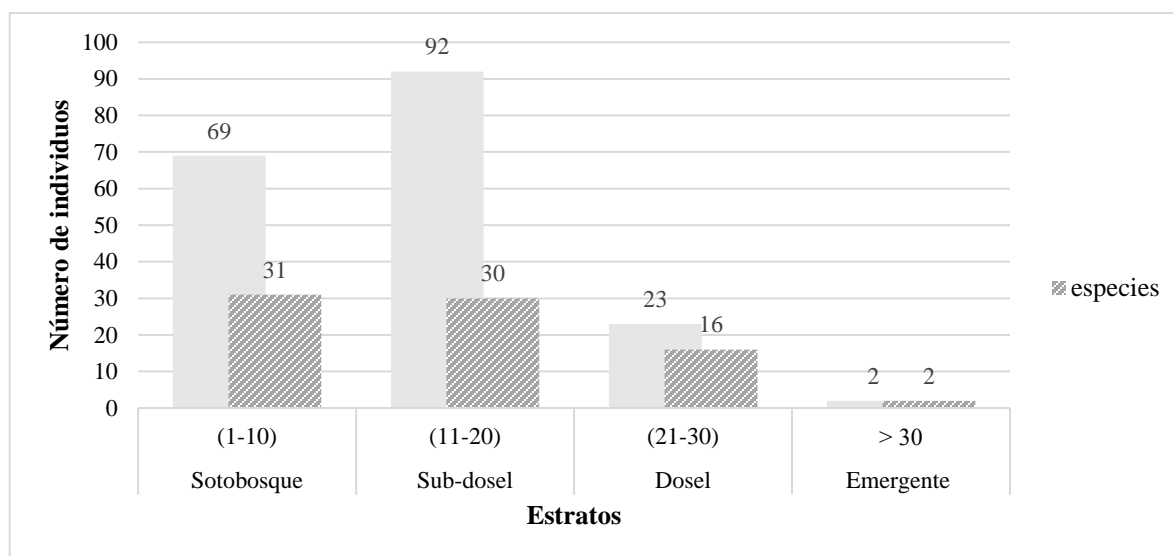


Figura 7. Distribución de los individuos por estrato.

4.4.3 Descripción de las parcelas: Con fines descriptivos, se muestra un perfil esquemático del bosque de la isla Escudo de Veraguas, representando las 4 parcelas de 0.1 ha estudiadas, para entender cómo se dividieron los estratos arbóreos: emergente, dosel, sub-dosel y sotobosque (Figura 8).

A continuación, se describen los perfiles de vegetación de cada parcela de 0.1 ha, explicando qué alturas alcanzan el dosel y los árboles emergentes, cuáles especies arbóreas dominan la parcela y cuáles son las especies herbáceas, epífitas y lianas más frecuentes en cada parcela.



Figura 8. Estratificación del bosque no inundable de la isla Escudo de Veraguas

Parcela 1

En la parcela 1 se encontraron 41 individuos con $DAP \geq 10$ cm. El dosel alcanza los 20 m y presenta árboles emergentes de 25 m. Domina en la parcela la especie *Cassipourea elliptica*, seguido de *Aspidosperma spruceanum* y *Pera arborea*. La especie *Aspidosperma spruceanum* está presente en tres estratos: sotobosque, dosel y emergente es el único representante en este último. El bosque contiene gran cantidad de epífitas, entre las que resaltan *Asplundia* sp. nov, *Dieffenbachia* sp., *Anthurium* sp. y la palma liana *Desmoncus* sp. (Figura 9).

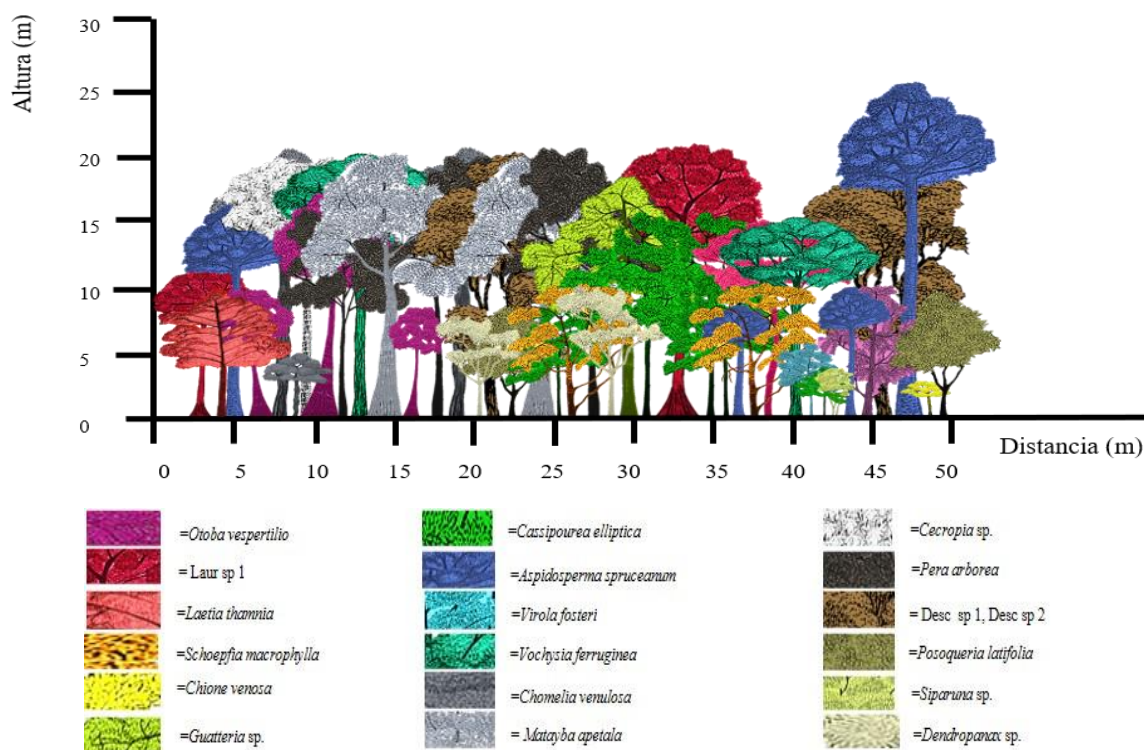


Figura 9. Perfil de vegetación parcela 1

Parcela 2

En la parcela 2 se encontraron 46 individuos con $DAP \geq 10$ cm. El dosel alcanza los 20 m y presenta árboles emergentes de 25 a 30 m. Domina en la parcela la especie *Chione venosa*, seguido de *Aspidosperma spruceanum*, *Simarouba amara* y *Vochysia ferruginea*. El sotobosque con individuos arbustivos jóvenes de menos de 10 cm de dap de *Potalia* sp., *Ryania* sp., *Siparuna cuspidata*, *Tovomita longifolia* y géneros herbáceos como: *Dieffenbachia* sp. y *Calathea* sp. El piso del bosque presenta una gran cantidad de la bromelia *Aechmea magdalenae* (Figura 10).

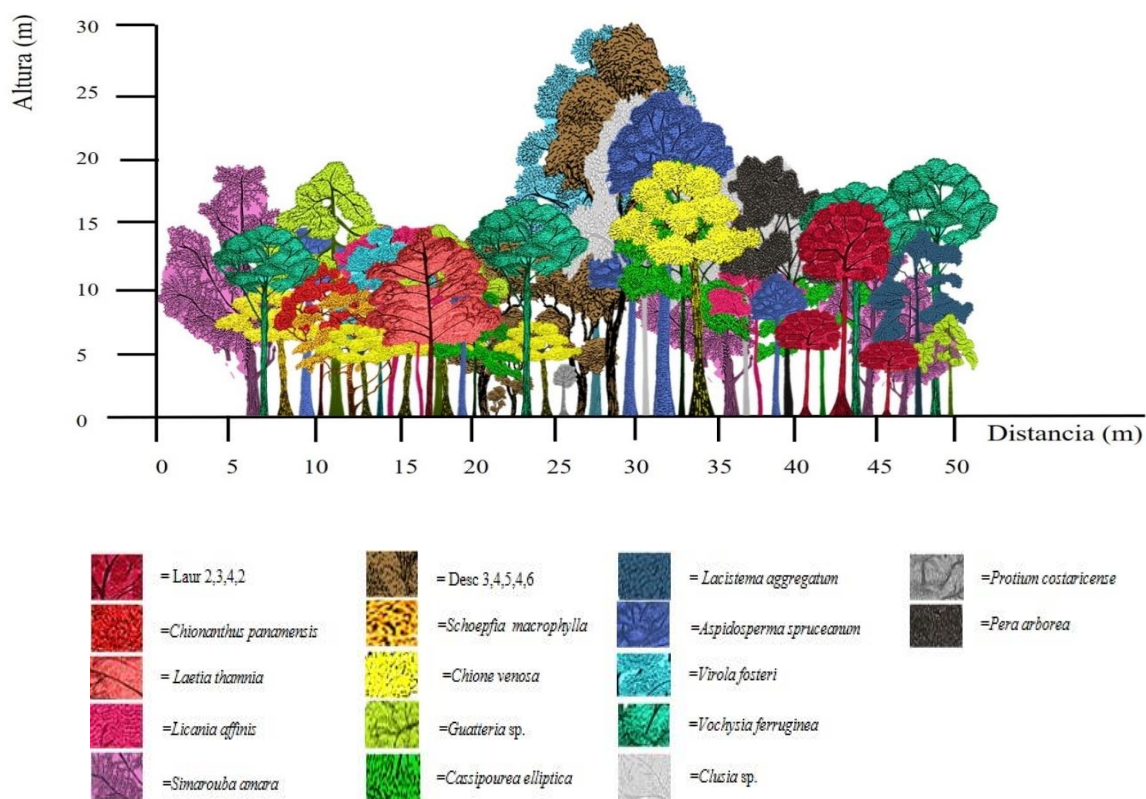


Figura 10. Perfil de vegetación parcela 2

Parcela 3

En la parcela 3 se encontraron 46 individuos con $DAP \geq 10$ cm. El dosel alcanza los 20 a 25 m y presenta árboles emergentes de 30 m. Domina en la parcela la especie *Licania affinis*, *Chomelia venulosa*, *Cassipourea elliptica* y *Tovomita* sp. 1. En el sotobosque hay individuos arbóreos de menos de 10 cm de DAP de *Miconia* sp., *Podocarpus guatemalensis*, la palma del género *Synecanthus* sp. y el arbusto *Psychotria glomerulata*. Es un bosque con varias epífitas tales como *Evodianthus funifer*, *Polybotrya caudata* y herbáceas como *Dieffenbachia* sp., *Calathea* sp. (Figura 11).

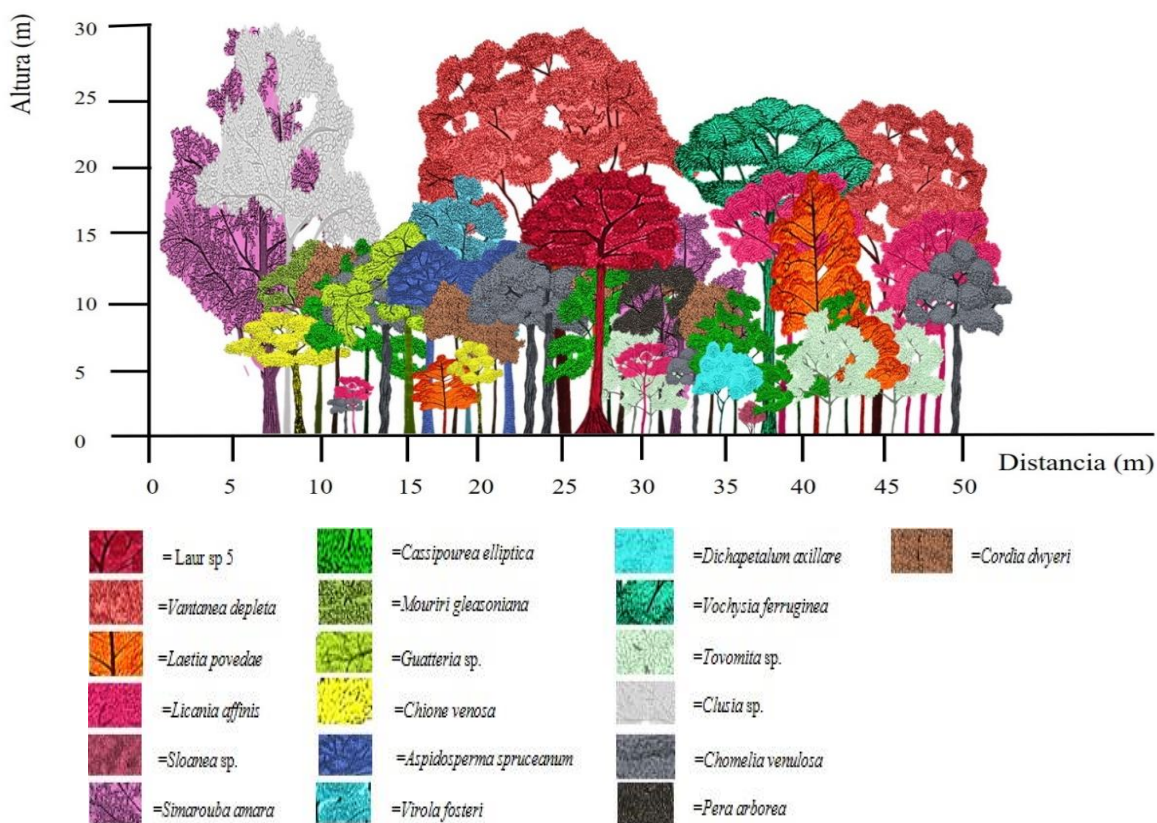


Figura 11. Perfil de vegetación parcela 3.

Parcela 4

En la parcela 4 se encontraron 53 individuos con $DAP \geq 10$ cm. El dosel alcanza los 30 a 35 m y presenta emergentes de 45 m. La parcela está dominada por las especies *Chione venosa* y *Pera arborea*. En el estrato emergente de esta parcela se encuentra el individuo más alto del estudio que pertenece a la especie *Pera arborea*. Es un bosque con abundantes individuos de la familia Melastomataceae, Araceae y del género *Asplundia* sp. nov. En el piso del bosque se observa la especie *Cryptochloa concinna* (Figura 12).

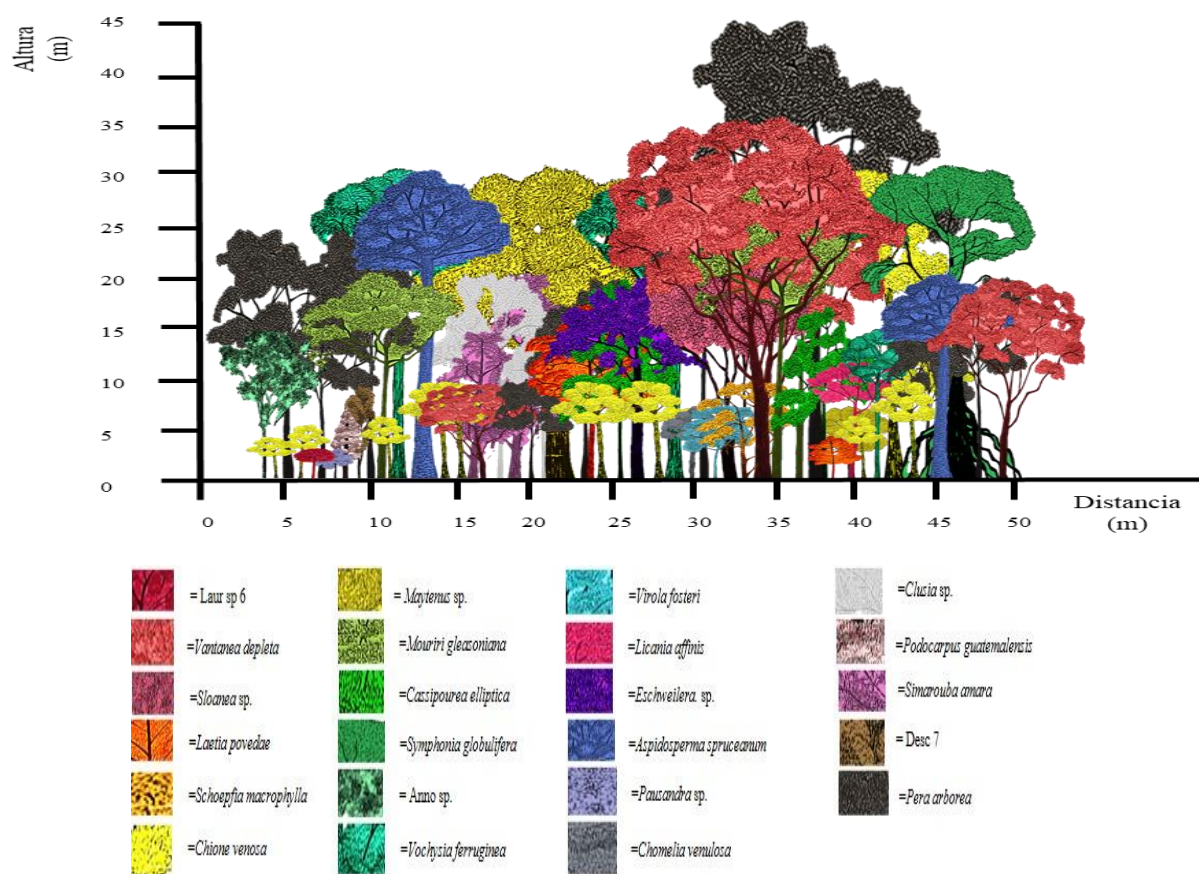


Figura 12. Perfil de vegetación parcela 4.

En resumen, de las 0.4 ha, el estrato de dosel en algunas zonas tiene unos 20 m y en otras hasta 30 m. El estrato emergente es dominado por individuos mayores de 30 m, de las especies *Pera arborea* y *Vantanea depleta*. En tanto el dosel por *Aspidosperma spruceanum* y *Vochysia ferruginea*. El sub-dosel por *Cassipourea elliptica*, mientras que, el sotobosque está dominado por la especie *Chione venosa*, la misma está presente en tres estratos. El sotobosque contiene especies herbáceas tolerantes a la sombra como la bromelia *Aechmea magdalenae*, el bambú *Cryptochloa concinna*, *Spathiphyllum* sp., *Calathea leucostachys*, *Calathea lasiostachya*, arbustos como *Psychotria glomerulata*, y árboles de la familia Melastomataceae así como individuos de, *Cespedesia spathulata*, *Podocarpus guatemalensis*, *Guapira costaricana*, *Heisteria acuminata*, *Lonchocarpus heptaphyllus*, *Xylopia macrantha*, *Perebea xantochyma*, *Pentagonia macrophylla*, *Guatteria panamensis*, *Alibertia* sp., *Potalia* sp. y abundantes epífitas de la familia Araceae, así como individuos de la familia Cyclanthaceae, las especies *Evodianthus funifer*, *Asplundia* sp. Nov. y el helecho *Polybotrya caudata* (Ver anexo).

4.5 Distribución geográfica de las especies

El 67% de las especies del bosque de Escudo de Veraguas presentan una distribución neotropical, entre ellas: *Chione venosa*, *Pera arborea*, *Vochysia ferruginea*, *Aspidosperma spruceanum*, *Licania affinis*.

El 17% de las especies son de distribución mesoamericana: *Vantanea depleta*, *Mouriri gleasoniana*, *Protium costaricense* y *Laetia povedae* (Figura 14). La especie *Symphonia globulifera* tiene una distribución Pantropical, la cual representa un 4% y abarca desde Centroamérica, Sudamérica hasta África (Figura 13).

Se reconocieron tres especies de distribución restringida a Costa Rica y Panamá, lo que representa un 12 %, ellas son: *Virola fosteri*, *Otoba vespertilio* y *Chomelia venulosa* (Figura 15).

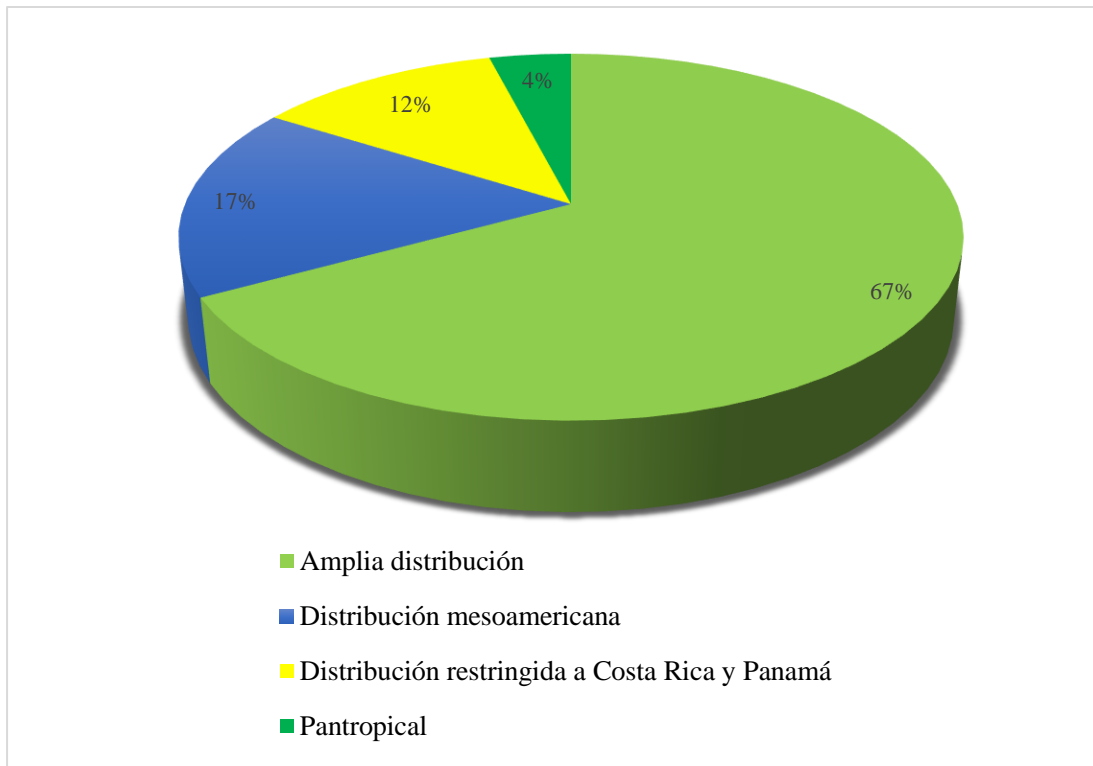


Figura 13. Distribución de las especies.

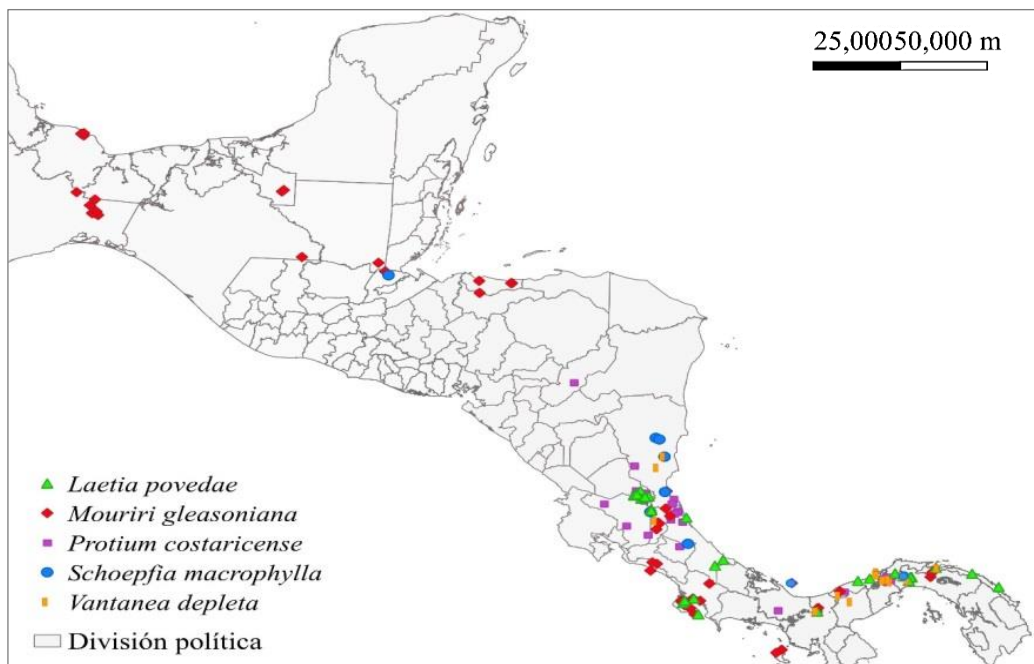


Figura 14. Especies de distribución mesoamericana

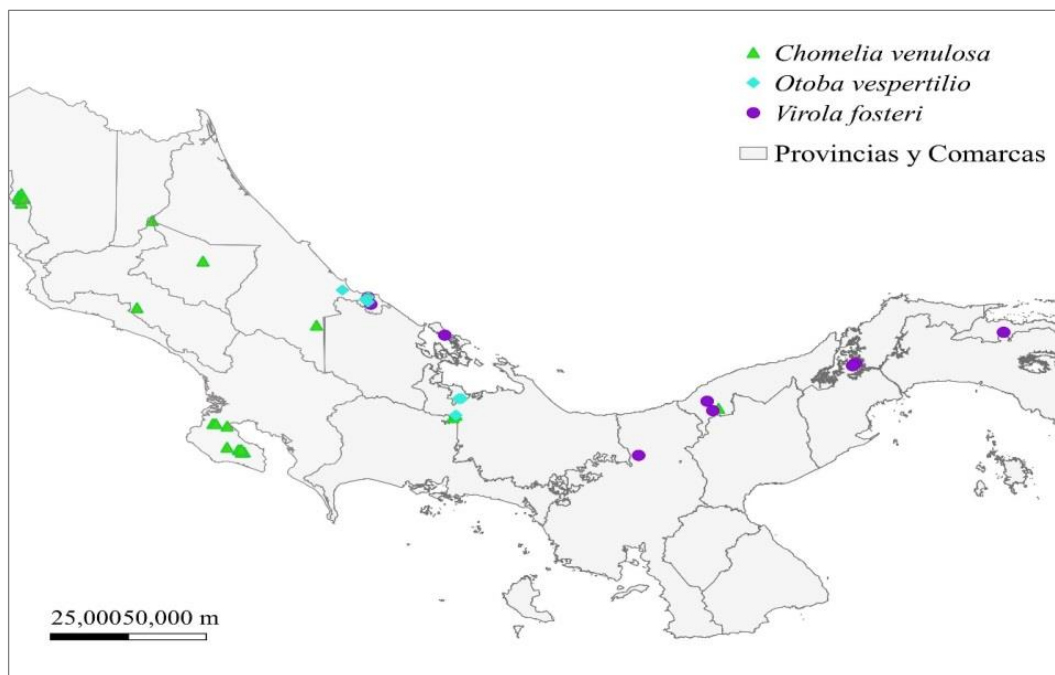


Figura 15. Especies de distribución restringida (Costa Rica y Panamá).

4.5.1 Distribución de las especies en Panamá

La mayoría de las especies son más frecuentes en la vertiente del Caribe, en particular en las provincias de Bocas del Toro, Colón, Veraguas, Panamá, Comarca Ngäbe-Buglé y la Comarca Kuna Yala. Sin embargo, hay otras presentes también en la vertiente del Pacífico (Cuadro 5).

En los siguientes mapas se ilustra la distribución de una especie en ambas vertientes (Caribe y Pacífico), *Posoqueria latifolia* (Figura 16.), sólo en el Caribe (*Chomelia venulosa*) (Figura 17) y *Schoepfia macrophylla* con una distribución incierta (Figura 18).

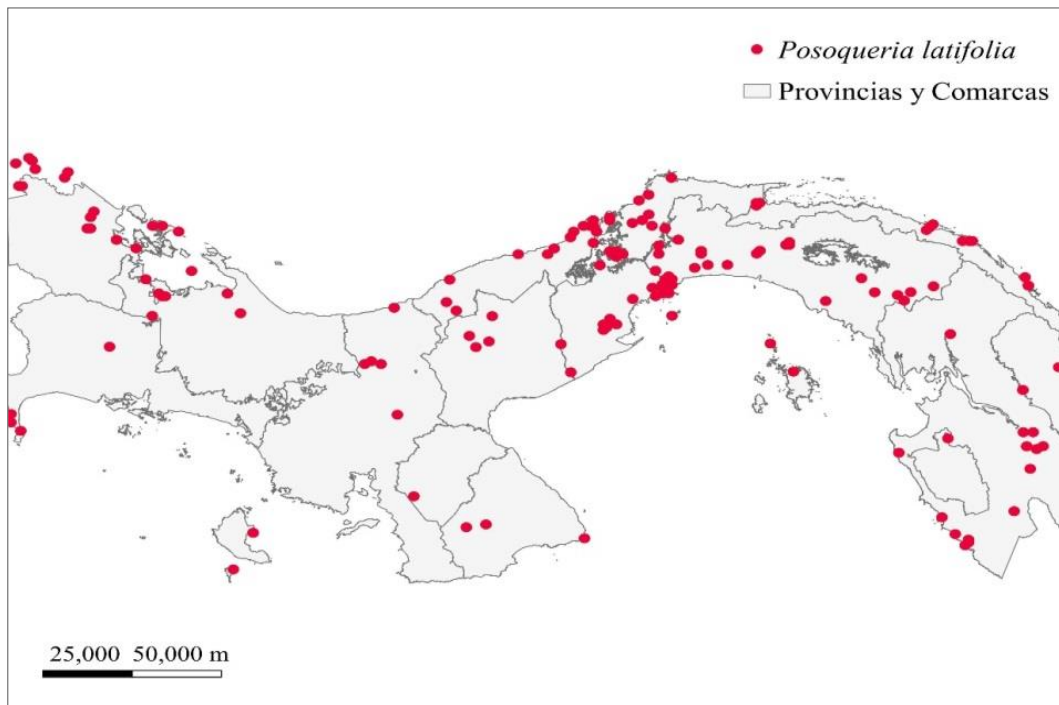


Figura 16. Distribución de *Posoqueria latifolia*.

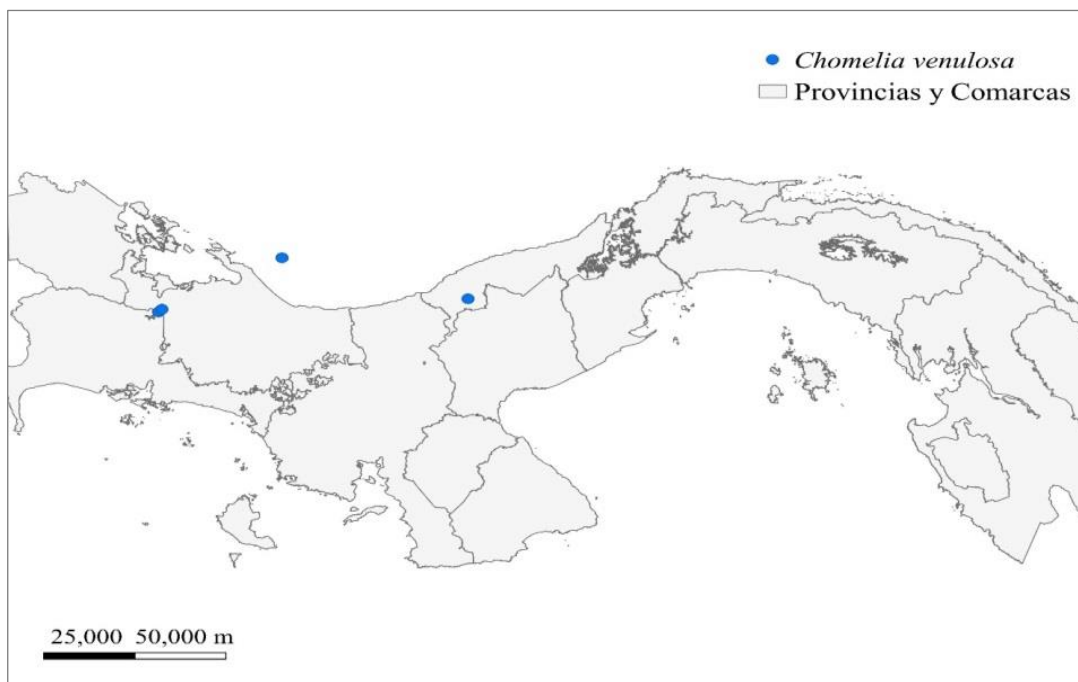


Figura 17. Distribución de *Chomelia venulosa*.

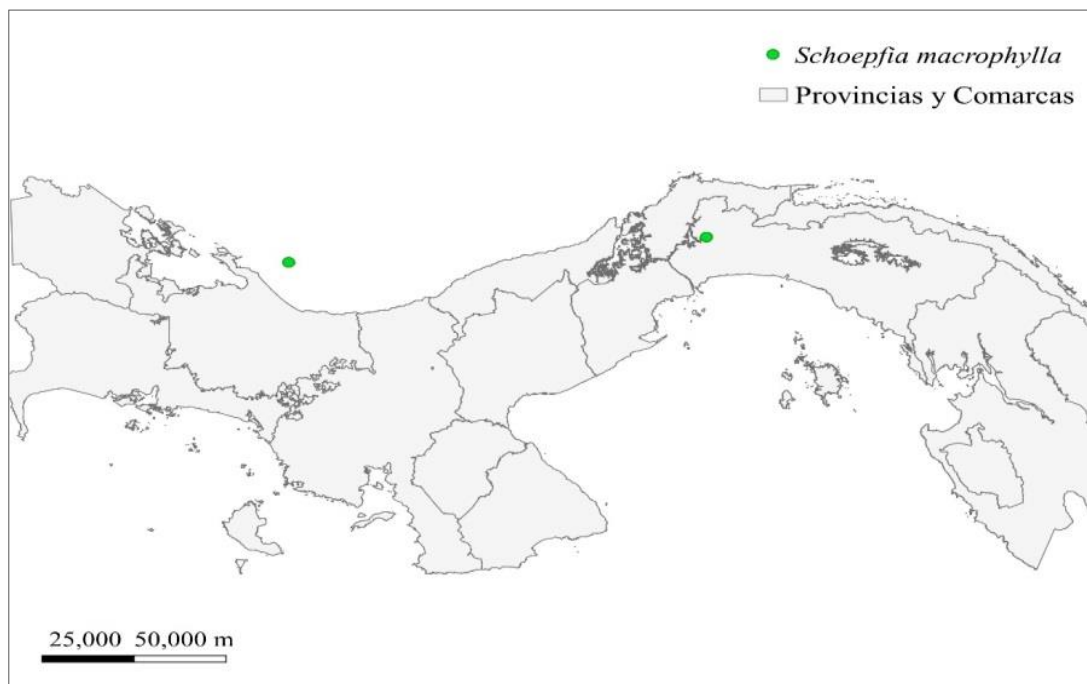


Figura 18. Distribución de *Schoepfia macrophylla*.

Cuadro 5. Distribución y hábitat de las especies en Panamá.

Distribución en Panamá	Provincia	Especie	Hábitat
Vertiente del Caribe	Bocas del Toro y Colón	<i>Chomelia venulosa</i>	Bosque húmedo entre 250 m-800 m de elevación
	Veraguas, Colón, Panamá y la comarca Kuna Yala.	<i>Laetia povedae</i>	Bosque húmedo a bosque nuboso entre 0 m-1200 m de elevación
	Panamá y Colón.	<i>Matayba apetala</i>	Bosque húmedo, hasta unos 200 m de elevación
	Bocas del Toro	<i>Otoba vespertilio</i>	Bosque húmedo primarios, bosques secundarios maduros, bordes de bosque, potreros y orillas de ríos, entre 0 m- 800 m de elevación
	Panamá y Comarca Ngäbe-Bugle (Escudo de Veraguas)	<i>Schoepfia macrophylla</i>	Bosque húmedo de tierra baja, borde costero (este estudio) y bosque nuboso, a 750 m de elevación.
	Bocas del Toro, Veraguas, Colón y la Comarca Kuna Yala.	<i>Virola fosteri</i>	Bosque, entre 0 m – 800 m de elevación
	Bocas del Toro, Colón, Panamá, Darién y la Comarca Kuna Yala	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Bosque húmedo de tierra firme, entre 0 m- 850 m de elevación

Cuadro 5. Continuación

	Provincia	Especie	Hábitat
Amplia distribución (ambas vertientes)	Bocas del Toro, Chiriquí, Veraguas, Colón, Los Santos, Panamá, Darién, Comarca Kuna Yala y Ngäbe-Bugle	<i>Cassipourea elliptica</i>	Bosques húmedos de tierra firme y humedales, entre 0 m-1400 m de elevación
	Bocas del Toro, Chiriquí, Coclé y Colón.	<i>Chionanthus panamensis</i>	Bosque húmedo, entre 165 m-1300 m
	Bocas del Toro, Colón, Coclé, Chiriquí, Panamá, Comarca Ngäbe- Bugle (Isla Escudo de Veraguas y Humedal Damani-Guariviara), Comarca Kuna Yala.	<i>Chione venosa</i>	Bosque húmedo, áreas cercanas a la costa, humedal, en vegetación de laguna, bosques nubosos, entre 1 m – 1850 m de elevación
	Bocas del Toro, Colón, Panamá, Darién y la comarca Ngäbe-Bugle	<i>Cordia dwyeri</i>	Bosque húmedo de tierra firme y humedales entre 0 m a 400 m de elevación
	Bocas del Toro, Veraguas, Colón, Panamá, Darién y la comarca Kuna Yala	<i>Dichapetalum axillare</i>	Bosque húmedo entre 0 m-1000 m de elevación
	Bocas del Toro, Coclé, Colón, Chiriquí, Darién, Herrera, Los Santos, Panamá, Veraguas y Comarca Kuna Yala	<i>Lacistema aggregatum</i>	Bosque húmedo a bosque nuboso, entre 0 m-1400 m de elevación
	Veraguas, Coclé, Colón, Panamá, Darién	<i>Laetia thamnina</i>	Bosque húmedo entre 0 m-150 m de elevación
	Coclé, Colón, Panamá, Comarca Kuna Yala y Comarca Ngäbe-Bugle	<i>Licania affinis</i>	Bosque húmedo, áreas cercanas a las costas, entre 0 m-753 m de elevación
	Colón, Veraguas, Comarca Ngäbe- Bugle y Comarca Kuna Yala.	<i>Mouriri gleasoniana</i>	Bosque húmedo a bosque nuboso, entre 0 m-863 m de elevación
	Colón, Panamá, Herrera, Darién, Comarca Ngäbe- Bugle y Comarca Kuna Yala	<i>Pera arborea</i>	Bosque, parches de bosque, bosque costero, orilla de carretera, orilla de río, entre 0 m - 1000 m de elevación
	Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé, Panamá, Darién y Comarca Ngäbe- Bugle	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Bosque húmedo, Bosque nuboso, bosque costero, pendientes boscosas, parches de bosque, orilla de laguna, orilla de carretera, bajas (islas) a altas elevaciones (tierra firme), entre 0 m – 1400 m de elevación

Cuadro 5. Continuación

	Provincia	Especie	Hábitat
Amplia distribución (ambas vertientes)	Bocas del Toro, Coclé, Colón, Chiriquí, Darién, Herrera, Los Santos, Panamá, Veraguas y Comarca Kuna Yala	<i>Posoqueria latifolia</i>	Bosque de tierra baja, bosque nuboso, bosque costero, bosque pantanoso sujeto a mareas, borde de bosque, orilla de carreteras, entre 0 m – 1050 m de altura
	Chiriquí, Veraguas, Colón y Panamá	<i>Protium costaricense</i>	Bosque de tierra baja, bosque nuboso, orilla de ríos, entre 0 m – 800 m de elevación
	Colón, Coclé y Panamá	<i>Simarouba amara</i>	Bosque de tierra baja, 25 m – 1000 m de elevación
	Bocas del Toro, Chiriquí, Coclé, Colón, Panamá, Comarca Kuna Yala y Comarca Ngäbe-Bugle	<i>Symphonia globulifera</i>	Bosque de tierras bajas, bosque costero, bosque nuboso, entre 0 m -1 750 m de elevación
	Veraguas, Coclé, Colón, Panamá y la Comarca Kuna Yala	<i>Vantanea depleta</i>	Bosque de tierra baja a bosque nuboso, entre 10 m – 1200 m de elevación
	Bocas del Toro, Chiriquí, Veraguas, Coclé, Colón, Panamá, Comarca Kuna Yala	<i>Vochysia ferruginea</i>	Bosque, bosque perturbado, a orilla de carreteras, entre 0 m – 1100 m de elevación

4.6 Uso de las especies

En el cuadro 6, se presentan los usos de las especies registradas en el estudio por categoría de uso. Las siguientes especies no tienen o se desconoce su uso: *Cordia dwyeri*, *Dichapetalum axillare*, *Pera arborea*, *Mouriri gleasoniana*, *Virola fosteri* y *Chionanthus panamensis*.

Cuadro 6. Uso de las especies por categoría.

Categoría	Especie	Uso	Referencias
	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Madera empleada en construcciones pesadas, entarimados, trabajos hidráulicos, traviesas, durmientes de ferrocarril, carpintería, mobiliario, quillas de barco y pisos de vagón.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Cassipourea elliptica</i>	Empleada en la construcción de puentes, pisos y mangos de herramientas.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Lacistema aggregatum</i>	Empleada en la fabricación de mangos para herramientas, tajonas, postes de cercas y leña	Pérez y Condit, 2020

Cuadro 6. Continuación

	Especie	Uso	Referencia
Maderable	<i>Laetia thamnia</i>	El tronco se utiliza en construcciones rurales y para fabricar mangos de herramientas.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Licania affinis</i>	Empleada en construcciones pesadas, pilastras, postes, pisos y puentes.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Matayba apetala</i>	Tiene usos maderables	Pérez y Condit, 2020
	<i>Otoba vespertilio</i>	Utilizada en carpintería por los pobladores nativos y los campesinos del Caribe sur costarricense.	Santamaría-Aguilar <i>et al.</i> , 2019
	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Empleada en la fabricación de cajas, cajones, formaletas, carpintería y ebanistería.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Posoqueria latifolia</i>	Empleada en la fabricación de mangos de herramientas y postes de cercas	Pérez y Condit, 2020
	<i>Simarouba amara</i>	Empleada para fabricar cielo raso, molduras, cajas, palillos, instrumentos musicales y pulpa para papel.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Symphonia globulifera</i>	Madera empleada en la ebanistería, carpintería, durmientes de ferrocarril, construcciones marinas, pisos, puertas, ventanas, mangos de herramientas, artículos deportivos, contrachapado, palillos y pulpa para papel.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Vantanea depleta</i>	Madera empleada en construcciones pesadas, puentes, durmientes de ferrocarril y pisos industriales.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Vochysia ferruginea</i>	Empleada en construcciones internas, carpintería, postes de cercas, en la fabricación de cajas, palillos de fósforo y en la producción de pulpa para papel.	Pérez y Condit, 2020
Medicinal	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	En Brasil se utiliza para combatir la malaria y la fiebre	de Paula <i>et. al.</i> , 2014
	<i>Chione venosa</i>	En Honduras como una sustancia que sirve para reducir la fiebre	Taylor, 2003
	<i>Lacistema aggregatum</i>	En Perú las poblaciones indígenas de Quechua y Mestizo la emplean contra el reumatismo y como un antipirético	Roumy <i>et. al.</i> , 2007
	<i>Laetia povedae</i>	En Costa Rica los frutos se reportan como astringentes	Santamaría-Aguilar <i>et. al.</i> , 2015
	<i>Protium costaricense</i>	Se emplea la resina contra dolores de cabeza, asma, resfriado, cicatrización de heridas y extracción de tórsalos	Pérez y Condit, 2020
	<i>Simarouba amara</i>	Algunas partes de la planta se utilizan para curar la amebiasis y la malaria.	Pérez y Condit, 2020

Cuadro 6. Continuación

	Especie	Uso	Referencias
	<i>Symphonia globulifera</i>	El exudado amarillo del tronco se utiliza en la fabricación de medicinas. También el grupo indígena Teribe la utiliza como un tratamiento tópico para el dolor corporal	Gupta <i>et. al.</i> 2005
Ornamental	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Por su follaje lustroso pueden emplearse como ornamentales	Pérez y Condit, 2020
	<i>Simarouba amara</i>	Por su follaje denso y brillante pueden emplearse como plantas ornamentales en parques y avenidas.	Pérez y Condit, 2020
	<i>Vochysia ferruginea</i>	Funciona como planta ornamental por su extraordinaria floración	Pérez y Condit, 2020
Comestible	<i>Posoqueria latifolia</i>	La pulpa de los frutos maduros es comestible.	Pérez y Condit, 2020
Otro	<i>Chione venosa</i>	Utilizada por grupos nativos de Panamá en prácticas espirituales	Taylor, 2003
	<i>Symphonia globulifera</i>	Su exudado se utiliza para la fabricación de taninos y gomas	Pérez y Condit, 2020

4.7 Estado de conservación de las especies

De 24 especies identificadas a nivel específico, 15 están presentes en la lista roja de la IUCN (2020) y se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC), ya que son taxones abundantes y de amplia distribución. Mientras que, en la lista de las especies amenazadas de flora y fauna de Panamá (2016), sólo la especie *Podocarpus guatemalensis* se considera vulnerable (VU). Todas las especies están ausentes en los apéndices de CITES (2014) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estado de conservación de las especies según la UICN (Unión Internacional para la conservación de la naturaleza).

Familia	Especie	UICN	Lista de especies amenazadas de flora y fauna de Panamá
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	LC	-
Boraginaceae	<i>Cordia dwyeri</i>	LC	-
Burseraceae	<i>Protium costaricense</i>	LC	-
Chrysobalanaceae	<i>Licania affinis</i>	LC	-
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	LC	-
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum axillare</i>	LC	-
Euphorbiaceae	<i>Pera arborea</i>	LC	-
Humiriaceae	<i>Vantanea depleta</i>	LC	-
Melastomataceae	<i>Mouriri gleasoniana</i>	LC	-
Oleaceae	<i>Chionanthus panamensis</i>	LC	-
Podocarpaceae	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	LC	VU
Rubiaceae	<i>Chomelia venulosa</i>	LC	-
	<i>Posoqueria latifolia</i>	LC	-
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	LC	-
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	LC	-

5 DISCUSIÓN

5.1 Composición florística

Los resultados sobre las familias dominantes en el bosque de Escudo de Veraguas son comparables con los encontrados en Darién por Ortiz (2013) y en Colón por Jiménez *et. al.* (2016) y Farnum (2019), quienes registran a la familia Lauraceae como una de las más ricas en especies, superada sólo por la familia Fabaceae, ausente en este estudio.

Diversos estudios realizados en México por Godínez y López (2002), Honduras (Merlo y Monroe, 2014), Nicaragua (Padilla *et. al.* 2017), Costa Rica (Acosta, 1998; Quirós, 2002; Chacón *et. al.* 2007) y Panamá (Farnum, 2019) mencionan las mismas familias Lauraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Salicaceae, Clusiaceae y Myristicaceae como bien representadas por su riqueza de especies. Los estudios antes mencionados apoyan la aseveración de Gentry (1988) de que 11 familias contribuyen con la mitad de la riqueza de especies en muestreos de 0.1 ha, en cualquier bosque húmedo de tierras bajas en el neotrópico, 5 de ellas presentes en esta investigación.

El bosque de Escudo de Veraguas presentó similitudes con el estudio realizado en el bosque de Changuinola por Montenegro (2016), donde menciona a las familias Myristicaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae como las más numerosas en individuos. A diferencia de Changuinola cuya familia más numerosa fue la Myristicaceae, para Escudo de Veraguas fue Rubiaceae. Este autor registró a la familia Rubiaceae con un 6 % del total de individuos de 37 familias en total, mientras que, en Escudo es un 17%. De acuerdo con Bremen y Eriksson (1992) citados por Delpetre y Jardim (2012), esta familia produce las frutas comestibles para las aves, que facilitan su dispersión. De esta familia, la especie *Chione venosa* es la más abundante en la isla, seguida de *Chomelia venulosa*. Taylor (2003) afirma que el género *Chione* tiene una amplia distribución principalmente en bosques húmedos o remanentes de ellos, pero también se encuentra presente en bosques semidecíduos. Igualmente, esta especie ha sido reportada como un miembro característico de bosques de pantano (Hartshorn y Hammel, 1994). La especie *Chomelia venulosa* es de distribución

restringida, se encuentra en Costa Rica y Panamá, particularmente en las provincias de Bocas del Toro y Colón (Cornejo *et. al.*, 2012).

En el bosque de Escudo de Veraguas, la especie *Pera arborea* mostró el mayor índice de valor de importancia, al igual que en el bosque semidecíduo en Gamboa (Jiménez *et. al.*, 2016) y es una de las más importantes en el bosque perennifolio ombrófilo de tierras bajas de la Reserva Forestal El Montuoso (Garibaldi *et al.*, 2004). Esta importancia puede deberse a factores ambientales como suelo y topografía, asimismo el drenaje y la exposición, que suelen presentar condiciones más favorables para algunas especies que otras junto a factores biológicos que influyen en la composición florística de un bosque (Louman *et. al.*, 2001); así como a características propias de la especie que pueden favorecerla sobre otras. De acuerdo con Garibaldi (2008), *Pera arborea* se considera una planta heliófita durable, es decir una especie intolerante a la sombra, de vida relativamente larga, la que se le atribuyen propiedades como: producción abundante de semillas, colonizar claros en el bosque, ser agresivas y de rápido crecimiento, entre otras (Finegan, 1996).

Adicionalmente, *Pera arborea* es perennifolia, florece y fructifica la mayor parte del año (Carrasquilla, 2005), por lo que también puede proveer alimento y ser dispersada por distintas especies de aves cuya dieta incluya frutos. Se ha observado que, en áreas de potreros en Colombia, especies de aves frugívoras y granívoras se alimentan de *Pera arborea* (Jácome, 2006). De acuerdo con Stevens, P. F. (2001 hacia adelante), la especie pertenece a la familia Peraceae. Lengyel *et al.* (2009) señalan que en la familia Peraceae es probable la predominancia de la mirmecocoria (dispersión por hormigas). La señal principal de esta adaptación es la presencia del eleosoma, el cual es un apéndice de la semilla, rico en lípidos que funciona como recompensa para las hormigas. Dependiendo del tejido del que se origine recibe distintos nombres (arilo, ariloide, sarcotesta, carúncula, estrofilios). En este caso, *Pera arborea* cuenta con una carúncula conspicua y laxa (Stevens *et. al.*, 2001) que puede atraer hormigas. Todas estas son características que pueden hacer de *Pera arborea* una especie con facilidades de dispersión y colonización.

Las especies *Vantanea depleta* y *Matayba apetala* también, con un alto peso ecológico; se encuentran dentro de las veinte especies con mayor importancia ecológica para la isla.

Mientras que, en el bosque más cercano estudiado en Changuinola, la especie de mayor índice de valor de importancia fue *Otoba acuminata*.

5.2 Curva de acumulación de especies

De acuerdo con Jiménez y Hortal (2014), cuando la pendiente de la curva de acumulación de especies desciende a cero, teóricamente se ha encontrado el número total de especies de una zona. Como se ve en nuestra curva (Figura 4), la misma sigue en ascenso hasta las 0.4 hectáreas, aunque con una bajada de pendiente a las 0.1 ha, lo que indica que se requeriría aumentar el tamaño de la muestra para alcanzar una representación significativa de las especies del bosque no inundable de la isla. Según Pitman (2000), una mayor intensidad de muestreo no asegura una estabilidad de la curva área versus especies, es decir que la pendiente descienda a cero, pero sí el registro de más especies raras. Éstas son las que más aportan a la diversidad con su baja abundancia y distribución espacial poco conocida. Sin embargo, Condit *et. al.* (1996) indican que las especies se acumulan en función del número de individuos muestreados, y no necesariamente en función del área.

5.3 Índices de diversidad

De acuerdo con Magurran (1988), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') suele oscilar entre valores de 1.5 a 3.5 y rara vez 4.5. A su vez esta autora señala que los valores cercanos a 3.5 reflejan sitios muy diversos. Considerando este criterio, Escudo de Veraguas presenta una diversidad alta ($H' = 3.37$). Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson acorde con Quesada (1997) citado por Zamora (2010), toma valores entre cero y uno, donde los valores cercanos a cero corresponden a sitios muy diversos, por lo tanto, la isla presenta una dominancia baja y en consecuencia una diversidad alta, mostrado por el inverso del índice de Simpson o índice de diversidad de Simpson igual a $\lambda = 0.95$. Finalmente, los valores del índice alfa de Fisher (20.98), son comparados con los encontrados por Pyke *et. al* (2001) en distintas parcelas dentro y fuera de la cuenca del Canal de Panamá (5 km desde la línea central del canal), y en ellos se obtuvieron valores $\alpha > 50$ aún en áreas de muestreo menores a 0.4 ha y con el mismo límite diamétrico ≥ 10 cm. Aunque, también hay sitios con una diversidad similar como lo son las parcelas de Cocolí (23.26), Cruces (20.78) y Ft. Sherman

(21.02).) Al compararlo con otros sitios en Costa Rica, México y Guyana con el mismo límite diamétrico, muestran valores más altos, por lo que efectivamente la diversidad en Escudo de Veraguas es por lo general más baja que en otros sitios de tierra firme del neotrópico, Isla Barro Colorado e Isla Gorgona. Sin embargo, no lo es respecto a la isla de Coiba, Isla de Dominica e Isla Puerto Rico (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de la riqueza e índices de Shannon-Wiener e índice alfa de Fisher con otros sitios de Panamá. (\bar{X} = Promedio del índice de las parcelas realizadas)

Localidad	Tamaño (ha)	Límite diamétrico	Número de especies	Índice Shannon-Wiener H'	Índice Alfa de Fisher	Referencia
Isla Escudo de Veraguas	0.4	≥ 10 cm	48	3.37	20.98	Este estudio
Cerro Pelado	1.0	≥ 10 cm	43	2.74	-	Jiménez <i>et al.</i> , 2016
Cocolí	1.0	≥ 10 cm	65	3.34	23.26	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Cruces	1.0	≥ 10 cm	63	3.34	20.78	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Ft. Sherman 1	1.0	≥ 10 cm	63	3.13	21.02	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Ft. Sherman 2	1.0	≥ 10 cm	94	4.06	36.18	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Fuera de la cuenca del canal de Panamá 1	0.32	≥ 10 cm	65	3.79	32.94	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Fuera de la cuenca del canal de Panamá 2	0.32	≥ 10 cm	69	3.81	42.27	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Fuera de la cuenca del canal de Panamá 3	0.32	≥ 10 cm	78	3.94	49.98	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Fuera de la cuenca del canal de Panamá 4	0.32	≥ 10 cm	88	4.05	47.41	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Fuera de la cuenca del canal de Panamá 5	0.32	≥ 10 cm	93	4.21	49.14	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Fuera de la cuenca del canal de Panamá 6	0.32	≥ 10 cm	99	4.21	58.35	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Gamboa 1	1.0	≥ 10 cm	60	2.99	16.94	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Gamboa 2	1.0	≥ 10 cm	78	3.76	28.74	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Isla Barro Colorado 1	1.0	≥ 10 cm	60	2.44	16.15	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Isla Barro Colorado 2	1.0	≥ 10 cm	99	3.97	41.59	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Isla de Coiba 1	1.0	≥ 10 cm	41	-	10.99	Ibáñez, 2001
Isla de Coiba 2	1.0	≥ 10 cm	47	-	14.57	Ibáñez, 2001
Isla de Coiba 3	1.0	≥ 10 cm	48	-	13.53	Ibáñez, 2001
Isla de Coiba 4	1.0	≥ 10 cm	55	-	17.99	Ibáñez, 2001
Laguna 1	1.0	≥ 10 cm	76	3.44	25.18	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Laguna 2	1.0	≥ 10 cm	84	3.82	26.58	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Pipeline	1.0	≥ 10 cm	71	3.43	26.33	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Santa Rita 1	0.32	≥ 10 cm	86	3.95	51.51	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Santa Rita 2	1.0	≥ 10 cm	165	4.52	81.35	Pyke <i>et al.</i> , 2001
Guyana 1	1.0	≥ 10 cm	73	-	21	Van Andel, 2001
Guyana 2	1.0	≥ 10 cm	90	-	31.2	Van Andel, 2001
Isla de Dominica, Antillas menores	4,25	≥ 10 cm	85	-	10.0	DeWalt <i>et al.</i> , 2016
Isla Gorgona, Colombia	0.75	> 10 cm	-	3.92	-	Yockteng y Cavelier, 1998
Isla Puerto Rico, Antillas mayores	16	≥ 10 cm	86-89	-	\bar{X} 9,27	Thompson <i>et al.</i> , 2004
La Selva, Costa Rica	1.0	≥ 10 cm	93	-	37.1	Lieberman <i>et al.</i> 1985
Los Tuxtlas, México	0.5	≥ 10 cm	88	-	37.2	Bongers <i>et al.</i> 1988

Las diferencias de la diversidad entre los sitios de tierra firme y la isla Escudo de Veraguas pueden explicarse por: 1. Diferencias en distintos factores geográficos y ambientales como latitud, altitud, precipitación, estacionalidad, fertilidad del suelo (Gentry, 1988), disponibilidad de luz, humedad y propiedades del suelo (Valencia *et. al.*, 1994; Condit *et. al.*, 1996), edad del bosque (Fedlmeier, 1996; Moraes *et. al.*, 2001; Salazar *et. al.*, 2012) 2. A partir de la Teoría del equilibrio de la biogeografía de islas de MacArthur y Wilson (1967), quienes afirman que el área y el aislamiento geográfico son determinantes en la tasa de extinción de especies, ya que en áreas más pequeñas la probabilidad de extinción es mayor.

El tamaño de la isla también es una variable crucial para la colonización ya que las áreas pequeñas reciben menos diásporas, al igual que las islas más alejadas del continente. Kreft *et. al.* (2008), reafirman este concepto a través de su estudio, basado en la revisión de literatura de la riqueza de especies de más de 488 islas a nivel mundial comparadas con datos de 970 regiones continentales. Un 69% de las diferencias están explicadas solo por ambas variables (área y aislamiento geográfico) a nivel global. Sin embargo, mencionan que, si se controlan simultáneamente las diferencias en área y aislamiento geográfico, variables como la temperatura anual, precipitación, así como la topografía se muestran también como impulsores sobre la riqueza de especies.

En el bosque de la Isla Escudo de Veraguas (Caribe), el índice alfa de Fisher fue mayor (20.98) en comparación con Isla de Coiba (Pacífico), ($P= 17.99$). Tanto isla Escudo de Veraguas como isla de Coiba se consideran “islas puentes de tierra”, es decir, estuvieron unidas al continente aproximadamente hace 10,000 años, debido al aumento del nivel del mar lo que trajo consigo una concomitante pérdida de hábitat (Diamond, 1972) y una disminución en el número de especies que soporta la isla a medida que aumenta el tiempo de separación del continente, fenómeno conocido como “relajación” (Wilcox, 1978). De acuerdo con lo anterior, ambas islas perdieron especies, sin embargo, al estar ubicadas en vertientes distintas, hay un factor crucial a tomar en cuenta: la riqueza de especies en los bosques de tierra firme más cercanos a ambas islas. En estudios recientes llevados a cabo por Leung *et. al.*, (2019), señalan que la costa caribeña es una de las regiones más diversas del país, con un valor 2.5 veces mayor en biodiversidad que el promedio en Panamá. Esto debido

principalmente a una mayor precipitación y menor estacionalidad en el Caribe que en el Pacífico.

De acuerdo con Gentry (1988) y Givnish (1999) el número de especies es proporcional al aumento de la precipitación anual. En el istmo de Panamá existe un gradiente de precipitación que va desde la vertiente del Pacífico más seca, obteniendo menos de 3000 mm, hasta 1000 mm de precipitación anual en los sitios más secos, en contraste con la vertiente del Caribe, con más de 3000 mm hasta 5000 mm de precipitación anual en los sitios más húmedos (Condit *et. al.*, 2011). Sin embargo, en ambas islas la precipitación promedio es de más de 3000 mm anuales. Pero la estacionalidad en cada una es distinta. De acuerdo con Givnish (1999) la riqueza de especies leñosas disminuye con la estacionalidad en bosques maduros de tierras bajas.

En el Pacífico la duración e intensidad de la estación seca es más duradera y pronunciada que en el Caribe (hasta 62 días más en el lado seco que en el lado húmedo) (Condit, *et. al.*, 1998), evidenciado con un potencial de agua menor incluso, durante la estación lluviosa. En tanto en el Caribe el contenido de agua en el suelo es mayor que en el Pacífico incluso durante la estación seca. (Santiago *et. al.*, 2004). Estas condiciones húmedas o menos estacionales deberían favorecer a los enemigos de las plantas intolerantes a la desecación (nemátodos, hongos, insectos), que promueven altas tasas de mortalidad de las plantas, lo que a su vez debería resultar en altos niveles locales de diversidad de árboles (Givnish, 1999). Por lo que, la interacción de factores como: derivarse de bosques más diversos, ubicarse geográficamente en una vertiente con mayor precipitación y menor estacionalidad, hacen que en Escudo de Veraguas el bosque no inundable sea más diverso que el bosque de isla de Coiba.

En cuanto a Isla Gorgona, el índice de Shannon-Wiener es más alto (3.82) respecto a isla Escudo (3.37), lo anterior se explica en primer lugar porque la vegetación de Gorgona forma parte de la provincia del Chocó biogeográfico caracterizado por ser unas de las regiones más lluviosas, con una extensa red hidrológica y por tener las comunidades vegetales más ricas en especies del mundo (Gentry, 1986). Por lo tanto, independientemente del proceso de relajación que ocurre en las islas (Wilcox, 1978) será más diversa que isla Escudo de Veraguas.

El índice alfa de Fisher en isla Escudo de Veraguas fue mayor en comparación con islas de origen geológico distinto tales como Dominica y Puerto Rico, las cuales son islas oceánicas. A diferencia de las islas de origen oceánico, ya sean islas volcánicas o atolones (islas coralinas), las islas continentales presentan una flora más diversa, a pesar de sus condiciones abióticas, ya que no requieren una nueva colonización proveniente de áreas continentales como lo es para las islas oceánicas (Kreft *et. al.*, 2008).

5.4 Estructura del bosque

5.4.1 Estructura horizontal

El bosque de Escudo de Veraguas presentó una gran densidad de individuos agrupados en las clases diamétricas menores, al igual que en La Selva, Costa Rica (Hartshorn, 1978) y en otros bosques tropicales y subtropicales (King, *et. al.*, 2006).

Según Hawley y Smith, (1972) citados por Louman *et al.* (2001), la estructura horizontal de un bosque es discetánea cuando su distribución diamétrica (agrupación de acuerdo a rangos de diámetro) asemeja una J invertida. Esta estructura está presente en el bosque de Escudo de Veraguas y es característica de los bosques tropicales, se presenta en bosques primarios intervenidos o no, así como también en bosques secundarios maduros, donde el mayor número de individuos son jóvenes lo que garantiza la sustitución de árboles con diámetros más grandes. Esto es indicativo de un bosque saludable donde su población se está expandiendo (Sahu *et. al.*, 2012).

Condit *et. al.* (1996), Guariguata y Ostertag (2002) señalan que, en cuanto mayor sea la cantidad de individuos de menor porte, mayor será su abundancia por unidad de área. Por lo tanto, es de esperar que las clases diamétricas menores, al agrupar la mayoría de los individuos, también posea la mayor riqueza de especies, tal como se observa en la clase diamétrica de 10-19.9 cm. (Figura 5).

Como se observa en la Figura 6, el pico de área basal se da entre los 30-39.9 cm de diámetro, que comparado con las clases anteriores presenta menos individuos, pero sus diámetros son

de mayor dimensión, lo que influye directamente en el aumento de área basal. La que disminuye desde los 49.9 cm hasta los 50-59.9 cm y de ahí alcanza otro pico en los individuos mayores de 70 cm de diámetro en adelante, esto porque se acumulan pocos individuos con dimensiones mayores y se concentraron en unas pocas especies. De acuerdo con Louman *et al.* (2001), en los bosques primarios no intervenidos el área basal tiende a acumularse en las últimas clases diamétricas, de esta manera, el área basal junto a la distribución diamétrica puede reflejar el estado de intervención de un bosque, así como el estado de desarrollo que este presenta. Lamprecht (1972), señala que, para bosques de tierras bajas, el valor del área basal tiende a oscilar entre 30 y 40 m²/ ha; sin embargo, la razón por la que el valor para la isla sea menor, posiblemente se deba a la poca área muestreada.

5.4.2 Estructura vertical

En el bosque no inundable de Escudo de Veraguas, la mayor riqueza florística se encuentra en los estratos de sotobosque y sub-dosel. Terborgh (1992), señala que la diversidad debe ser mayor en los niveles intermedios de un bosque tropical y se deba posiblemente a que son más susceptibles a la variabilidad de la luz que reciben debido a la sombra proporcionada por las copas de los árboles emergentes, del dosel y por lagunas creadas en el bosque. El sub-dosel contuvo el mayor número de los individuos y no el sotobosque, lo que se debió posiblemente a que el diámetro mínimo de medición excluyó a los individuos con dap menores de 10 cm. Mientras que, el dosel como el componente de árboles emergentes presenta un menor número de individuos y una menor riqueza florística (Figura 7).

El bosque no inundable de la isla representado en las 4 parcelas no presenta los cuatro estratos en cada una. La altura máxima de los árboles emergentes del bosque no inundable de isla Escudo de Veraguas (45 m) es semejante a la del bosque secundario tardío de Changuinola (50 m) y al bosque maduro de la isla Barro Colorado (50 m) (Denslow, 2000). Aunque, hay partes del bosque no inundable de la isla en las que las alturas máximas de los emergentes, es de 25-(30 m) lo que es similar a los emergentes del bosque secundario tardío de la Comarca Madugandí (27 m). La altura del dosel de isla Escudo, que abarca desde unos 20-30 m es menor a la de otros bosques primarios como el de la isla Barro Colorado, cuyo dosel abarca desde uno 30 – 40 m de altura, al igual que el dosel de bosques del Chocó colombiano, cuya

altura es de unos 30 – 40 m (Gentry, 1986) (Cuadro 9). Sin embargo, es similar a otros bosques primarios de Colombia. Saldarriaga *et al.* (1988), señalan que en Venezuela se han encontrado bosques maduros con alturas máximas mayores o iguales a 25 m, es decir son bosques relativamente más bajos. En tanto, el bosque de Escudo de Veraguas es más alto que los bosques secundarios de Colón y la Comarca Madugandí, cuyo dosel no sobrepasa los 20 m. Concorde con Salazar *et. al.* (2013), la altura máxima de los bosques aumenta en función del avance de la sucesión, siendo mayor en los bosques primarios.

Cuadro 9. Comparación de los estratos y altura máxima con otros sitios de Panamá y Colombia

Sitio	Área (ha)	Número de individuos	Altura del dosel (m)	Referencias
Escudo de Veraguas, Panamá	0.4	187	20-30	Este estudio
Changuinola, Bocas del Toro	1.0	428	33	Montenegro, 2016
Colón, Panamá	0.1	76	12	Farnum, 2019
Comarca indígena Madugandí, Panamá	1.0	523	19	Mendieta <i>et. al.</i> , 2012
Norcasia, Colombia	0.1	-	20-30	Cantillo y Rangel, 2002
Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, Colombia	0.1	103	24	Dueñas <i>et. al.</i> , 2007

5.5 Distribución geográfica de las especies

De las 23 especies de árboles identificadas en Escudo de Veraguas, 6 se encuentran estrictamente en el Caribe y 17 en ambas vertientes. Algunas abarcan desde áreas perturbadas, bosques de tierras bajas, bosques costeros hasta bosques nubosos. Un claro ejemplo es *Podocarpus guatemalensis*, que en tierra firme tiende a crecer a altas elevaciones

(1400 m), sin embargo, en islas como Escudo de Veraguas y Coiba crece a elevaciones más bajas (10 m).

La distribución de la especie *Schoepfia macrophylla* se consideró incierta. En Panamá sólo se habían registrado anteriormente dos colectas en el área de Cerro Jefe en los años 1986-1987, sin flores, sólo con frutos. Esta especie había sido descrita sin la flor, por lo que es posible que los especímenes identificados como tal en Cerro Jefe, no sean esta especie, sino que podrían corresponder a *Schoepfia schreberi*, cuya distribución abarca desde Florida, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas, en alturas que van desde 0-1300 msnm. En Panamá *S. schreberi* se ha citado específicamente en las provincias de Chiriquí, Coclé y Panamá (Woodson et al. 1943 – 1980). En otros países como Costa Rica y Nicaragua se encuentra en la vertiente del Pacífico en bosques húmedos y bosques secos. Mientras que la especie *Schoepfia macrophylla*, se distribuye en la vertiente del Caribe en elevaciones bajas (Stevens, et. al., 2001). En este trabajo se colectó la especie *Schoepfia macrophylla* con flores, por lo que se descartó posibles confusiones con la otra especie, y presenta la distribución característica de esta última (Ver anexo).

Adicionalmente, se reportaron las especies *Otoba vespertilio*, *Virola fosteri* y *Chomelia venulosa*, como endémicas de Costa Rica y Panamá. En Panamá y Costa Rica, *Otoba vespertilio* ha sido recolectada en la vertiente Caribe, específicamente el cantón de Talamanca de la provincia de Limón, entre los (0–) 50–200 m. y en la provincia de Bocas del Toro, entre los (30–) 100–800 m, respectivamente (Santamaría-Aguilar et al., 2019a) y *Virola fosteri* en Costa Rica (Limón) y en Panamá en las provincias de Bocas del Toro, Colón, Panamá, Veraguas y la comarca Kuna Yala, también en la vertiente del Caribe entre los 0–350 (–800) m de elevación (Santamaría-Aguilar et. al., 2019b). *Chomelia venulosa*, se encuentra principalmente en la vertiente del Pacífico en Costa Rica, entre los 150-930 m, específicamente en la península de Osa, mientras que en Panamá está restringida al Caribe, en las provincias de Bocas del Toro y Colón entre 250- 800 m de elevación.

5.6 Uso y estado de conservación de las especies

La gran diversidad de especies de plantas, le confiere a la isla un alto potencial para el desarrollo del comercio de bienes de la vida silvestre, que podría permitir a las comunidades locales obtener beneficios económicos, alimentos o medicamentos, a partir de estrategias de aprovechamiento sostenible. En tanto, la extracción de madera, en especial de la especie *Podocarpus guatemalensis* no debe realizarse de manera intensiva, ya que se toma en cuenta su valor económico más no su valor ecológico, por lo que se sugiere que, ante su estado de conservación vulnerable, se aprovechen otras especies que por sus características poseen valor maderable.

Por otra parte, el estado de conservación preliminar de la especie *Virola fosteri* es vulnerable, según el criterio B2a de la UICN (Santamaría-Aguilar *et. al.*, 2019b), el cual se refiere a la distribución, cuya área de ocupación estimada es menor a 10 km². Además, que se encuentre severamente fragmentada o es conocida en una sola localidad (UICN, 2012).

Adicionalmente se considera la distribución restringida de la especie *Otoba vespertilio*, por lo que también se sugiere su inclusión a la lista roja de especies de la UICN y ambas especies, en la lista de las especies amenazadas de flora y fauna de Panamá.

6 CONCLUSIONES

- El inventario del bosque no inundable de la Isla Escudo de Veraguas dio como resultado que en un área de 0.4 ha se encontraron 29 familias, 10 géneros, 48 especies y morfoespecies de árboles.
- Los tres índices de diversidad empleados, el índice alfa de Fisher, el índice de Shannon-Wiener y el índice de diversidad de Simpson señalan que el bosque de tierra firme de Isla Escudo de Veraguas es relativamente diverso. Si se compara con bosques de tierra firme, como isla Barro Colorado e isla Gorgona es poco diverso, pero es más diverso que el bosque de isla de Coiba y el de islas de origen geológico distinto.
- La estructura horizontal del bosque tomó la forma de “J” invertida, en la que la reserva de árboles y especies en las primeras clases diamétricas asegura la sustitución de árboles de diámetros más grandes y por lo tanto el equilibrio de los bosques. La distribución del área basal es las clases mayores, es un indicativo de que Escudo de Veraguas es un bosque no intervenido, y la estructura vertical del bosque multiestratificada es considerada una característica de un bosque maduro en la que la mayor riqueza de especies se encuentra en los estratos medios y la menor riqueza en los estratos de dosel y emergente.
- La mayoría de las especies poseen una amplia distribución en el Neotrópico, en menor medida aquellas restringidas a Mesoamerica, las de distribución restringida a Costa Rica y Panamá, y una especie pantropical.
- En general, las especies de la isla Escudo de Veraguas tienen una distribución en Panamá en la vertiente del Pacífico y una minoría son de la vertiente del Caribe.
- En su mayoría, las especies son de gran importancia económica por sus diversos usos maderables, medicinales, ornamentales, comestibles y otros.
- Una especie está considerada vulnerable o en peligro de extinción, *Podocarpus guatemalensis*, lo que sugiere que presenta una alta probabilidad de convertirse en especie en peligro de extinción.

7 RECOMENDACIONES

- Debido al pequeño tamaño de área muestreada, es recomendable el estudio de más parcelas en diferentes sitios del bosque no inundable con el fin de obtener una muestra más adecuada de la población arbórea de la isla y facilitar su comparación con otros estudios.
- Se sugiere el estudio de individuos de un diámetro a nivel del pecho menor que permita la inclusión de árboles jóvenes y también plantas leñosas con otros hábitos de crecimiento como arbustos, lianas y palmas. Se recomienda el estudio de las plantas herbáceas y epífitas, así como las briófitas.
- La compleja caracterización de la estructura vertical requiere un estudio individual en el que se identifique cual es el mejor método para describirla, basándose en varios atributos distintos a la estratificación por alturas.
- Se recomienda la inclusión de las especies *Virola fosteri*, *Otoba vespertilio* y *Schoepfia macrophylla* en la lista de especies de flora y fauna amenazada de Panamá, por su distribución restringida.
- Se aconseja la elaboración de un plan de manejo para la isla, ya que es un nuevo sitio de distribución para muchas especies vegetales que se ven amenazadas por degradación de su hábitat.

8 BIBLIOGRAFÍA

Acosta, L. (1998). *Análisis de la composición florística y estructura para dos tipos de bosque según gradiente altitudinal en la Zona Protectora La Cangreja, Puriscal*. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H... Villareal H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programas de inventarios de Biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

ANAM. (2009). *Resolución AG- 0095-2009. Por medio de la cual se declara como área protegida el Paisaje Protegido Isla Escudo de Veraguas-Degó*. Gaceta Oficial Digital, viernes 27 de febrero de 2009.

Anderson, R. P y Handley, C. O (Jr.). (2001). *A new species of three-toed sloth (Mammalia: Xenarthra) from Panamá, with a review of the genus Bradypus*. Proceedings of the Biological Society of Washington 114(1): 1-33.

Angehr G. R & Miró, R. R. (2009). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves América Panamá*. En C. Devenish, DF Díaz Fernández, RP Clay, I Davidson & I Yépez Zabala (Eds). *Important Bird Areas Americas – Priority sites for biodiversity conservation*. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Pag. 289-298.

ARAP (2010). *Documento de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) en zonas marino costeras y aguas continentales*.

Bennett, A., Jiménez, J. y Hernández, S. (2018). *Descripción florística en un fragmento de bosque húmedo tropical en el área de Margarita. Corregimiento de Cristóbal, Provincia de Colón, Panamá*. REVISTA SABERES APUDEP, Volumen 1 Número 1 Enero-Junio 2018.

Bongers, F., Popma, J, Meave del Castillo, J y Marabias, J. (1988). *Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico*. Vegetatio 74:55-80, 1987.

- Cantillo, E. y Rangel, O. (2002). *Caracterización estructural, ordenación y dinámica de la vegetación en la zona de captación de aguas de la microcuenca El Tigre - municipio de Norcasia, Caldas*. Colombia Forestal - Vol. 7 No. 15.
- Carrasquilla R., L. G. (2005). *Árboles y arbustos de Panamá*. Panamá, Panama: Editora Novo Art.
- Chacón, M, Harvey, C. y Delgado, D. (2007). *Diversidad arbórea y almacenamiento de carbono en un paisaje fragmentado del bosque húmedo de la zona atlántica de Costa Rica*. Recursos Naturales y Ambiente/no. 51-52: 19-32.
- Coates, A.G., McNeill, D.F., Aubry, M., Berggren, W. A. y Collins, L. S. (2005). *An Introduction to the Geology of the Bocas Del Toro Archipelago, Panama*. Caribbean Journal of Science 41(3): 374-391.
- Condit, R., Hubbell, S., LaFrankie, J., Sukumar, R., Manokaran, N., Foster, R. y Ashton, P. (1996). *Species-Area and Species-Individual Relationships for Tropical Trees: A Comparison of Three 50-ha Plots*. Journal of Ecology, Vol. 84, No. 4 (Aug., 1996), pp. 549-562.
- Condit, R. (1998). *Ecological implications of changes in drought patterns: shift in forest composition in Panama*. Climatic Change 39: 413–427, 1998.
- Condit, R., Pérez, R. y Daguerre, N. (2011). *Trees of Panama and Costa Rica*. Princeton University Press, 2011.
- Colwell, R. K. (2019). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Versión 9.1.0. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Consultores Ecológicos Panameños S.A. (CEPSA). (2006). *Propuesta para la creación del área protegida en la Isla Escudo de Veraguas*. ANAM-PRONAT.
- Cornejo, X., Mori, S., Aguilar, R., Stevens, H y Douwes, F. (2012). *Phytogeography of the trees of the Osa Peninsula, Costa Rica*. Brittonia Vol. 64, No. 1 (1 March 2012), pp. 76-101.
- Diamond, J. (1972). *Biogeographic Kinetics: Estimation of Relaxation Times for Avifaunas of Southwest Pacific Islands*. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 69.

Denslow, J. (2000). *Patterns of structure and diversity across a tropical moist forest chronosequence...* Proceedings IAVS Symposium, pp. 237-241, 2000.

DeWalt, S., Ickes, K. y Arlinton, J. (2016). *Forest and Community Structure of Tropical Sub-Montane Rain Forests on the Island of Dominica, Lesser Antilles*. Caribbean Naturalist. Special Issue No. 1:116–137.

Dueñas, A., Betancur, J. y Galindo, R. (2007). *Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del parque Nacional Natural Catatumbo Bari, Colombia*. Revista Colombia Forestal Vol. 10 No. 20.

ETESA. (2007). *Mapa de clasificación climática (según Koppen)*. Septiembre, 2007.

FAO. (2015). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?* Segunda edición. Roma. (Disponible en www.fao.org/3/a-i4793s.pdf).

FAO. 2018. *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. Roma. Licencia: CC BY-NC-S A 3.0 IGO.

Farnum, F. (2019). *Caracterización de un bosque fragmentado en un área adyacente a la carretera Boyd Roosevelt, provincia de Colón, Panamá*. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios, Vol. 6, No. 2, pp. 31-43.

Fedlmeier, C. (1996). *Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica*. Tesis Ph.D. Traducción O. Murillo. Gottingen, DE, Universidad Georg-August. 177 p.

Finegan, B. (1996). *Patterns and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession*. TREE 11 (3):119-124.

Fisher, R.A., Corbert A.S. y Williams, C.B. (1943). *The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population*. Journal of Animal Ecology 12: 42-58.

Fraume, N. (2007). *Diccionario ambiental*. 1a. ed. Bogotá, D. C. Ecoe Ediciones.

- García-París M. y Wake, D. B. (2000). *Molecular Phylogenetic Analysis of Relationships of the Tropical Salamander Genera Oedipina and Nototriton, with Descriptions of a New Genus and Three New Species*. Copeia 2000 (1): 42-70.
- Gardner, T. A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R. M., Harvey, C. A., Peres, C. A. y Sodhi N. S. (2009). *Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world*. Ecology Letters, 12: 561-582.
- Garibaldi, C., Aguilar, S., y Arcia, D. (2004). La vegetación arborea en los bosques fragmentados de la Reserva Forestal El Montuoso, Herrera, Panamá. En Garibaldi, C. (ed.), *Diversidad biológica y servicios ambientales de los fragmentos de bosques en la Reserva Forestal El Montuoso, Panamá* (pp. 39-70). Universidad de Panamá-Agencia de Cooperación Internacional del Japón., Panamá.
- Garibaldi, C. (2008). *Efectos de la extracción y uso tradicional de la tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la Península de Azuero, Panamá* (Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Centro de Estudios Forestales).
- Gentry, A. (1986). *Species richness and floristic composition of Choco Region plant communities*. Caldasia, Vol. XV, Nos. 71-75. 1986.
- Gentry, A. (1988). *Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients*. Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol. 75, No. 1 (1988), pp. 1-34.
- Gerrit, D., Sousa M., Knapp, S. y Chiang, F. (Editores). (2009). *Flora Mesoamericana: Cucurbitaceae a Polemoniaceae*. Volumen 4, Parte 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden y The Natural History Museum, London. 855 pags.
- Gerrit, D., Sousa, M. Knapp, S., Chiang, F. y Ulloa, C. (Editores). (2012). *Flora Mesoamericana: Rubiaceae a Verbenaceae*. Volumen 4, Parte 2. Missouri Botanical Garden Press. 562 pags.

- Godínez-Ibarra O, López-Mata L. (2002). *Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia*. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 73(2): 283-314.
- Guariguata, M y Ostertag, R. (2002). Ecología de bosques neotropicales. Editorial tecnológica, Cartago. Costa Rica.
- Hammel, B.E., Grayum M., Herrera, C. y Zamora, N. (editores). (2007). *Manual de las Plantas de Costa Rica*, Vol. VI. Dicotiledóneas (Hamamelidaceae-Piperaceae). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 3: 1-933.
- Hammel, B.E., Grayum M., Herrera, C. y Zamora, N. (editores). (2003). *Manual de las Plantas de Costa Rica*, Vol. II. Gimnospermas y monocotiledóneas (Agavaceae-Musaceae). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 92: 1-694.
- Handley C.O. (Jr.). (1959). *A review of the genus Hoplomys (thick-spined rats), with description of a new form from Isla Escudo de Veraguas, Panamá*. Smithsonian Miscellaneous Collections 139(4): 1 10.
- Handley C. O. (Jr.). (1993). *Conservación de la fauna y la flora en las islas de Bocas del Toro*. En: Heckadon-Moreno, S. (Eds). Agenda Ecológica y Social para Bocas del Toro. Actas de los seminarios-talleres. Panamá.
- Hartshorn, G. S. 1978. Tree falls and tropical forest dynamics. Pp. 617–638 in Tomlinson, P. B. & Zimmermann. H. (eds). *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hartshorn, G. y Hammel, B. (1994). *Vegetation types and floristic patterns*. La Selva. Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. The University of Chicago Press.
- Ibáñez, A. (2001). *Estudio de la composición florística y ecología del bosque tropical de la isla de Coiba, Panamá*. Tesis de Doctorado. Universidad de Salamanca, España.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2010). División Político Administrativa de la República de Panamá, Comarca Ngäbe-Buglé, por Distrito año: 2010. Recuperado el 12 de noviembre, 2019, de: <http://www.inec.gob.pa>.

IUCN (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2020-1. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org>.

Jácome, O. (2006). *Conocimiento local y estudio de la comunidad de aves como herramienta para la identificación de especies arbóreas nativas importantes para la conservación en sistemas ganaderos de los llanos orientales de Colombia (San Martín, Meta)* (tesis de posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Jiménez, A. y Hortal, J. (2003). *Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos*. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31-XII-2003. Pp: 151 – 161.

Jiménez, J, Fábrega, J., Mora, D., Tejedor, N y Sánchez, M. (2016) *Composition, Diversity, and Tree Structure of a Tropical Moist Forest in Gamboa, Colon, Panama*. Air, Soil and Water Research 2016:9 29–34 doi:10.4137/ASWR.S33960.

Kalko E. K. V. y Handley C. O (Jr.). (1994). *Evolution, biogeography, and description of a new species of Fruit-eating bat, genus Artibeus Leach (1821), from Panamá*. Zeitschrift für Säugetierkunde 59(5): 257-273.

Kreft, H., Jetz, W., Mutke, J., Kier, G. y Barthlott, W. (2008). *Global diversity of island floras from a macroecological perspective*. Ecology Letters, (2008) 11: 116–127 doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01129.x.

King, D., Wright, J. y Connell, J. (2006). *The contribution of interspecific variation in maximum tree height to tropical and temperate diversity*. Journal of Tropical Ecology, 22:11–24.

Leigh GE Jr. (1999). Tropical diversity. pp. 179- 210 En: Leigh GE Jr (ed) Tropical Forest Ecology: a view from Barro Colorado Island. Oxford University Press. New York.

Leung, B., Hudgins, E., Potapova, A. y Ruiz-Jaén, M. (2019). *A new baseline for countrywide α -diversity and species distributions: illustration using >6000 plant species in Panama*. doi: 10.1002/eap.1866.

- Lengyel, S., Gove, A., Latimer, A., Majer, J. y Dunn, R. (2009). *Ants sow the seeds of global diversification in flowering plants*. PLoSOne 4(5): e5480.
- Lieberman, M., Lieberman, D., Hartshorn, G. y Peralta, R. (1985). *Small-Scale Altitudinal Variation in Lowland Wet Tropical Forest Vegetation*. Journal of Ecology. Vol. 73, No. 2, pp. 505-516.
- Lorea, L., Brassiolo, M.M., Gomez, C. (2008). *Abundancia y diversidad de lianas en un bosque del Chaco húmedo argentino*. Revista de Ciencias Forestales -Quebracho N° 16 (41-50).
- Louman, B., Quirós, D. y Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265 pp
- Mendieta, J., Carrasquilla, L., Valdespino, G. y Serrano, Y. (2012). *Descripción de la estructura horizontal y vertical de una parcela de bosque en Irmalí, Comarca indígena Madugandí, Panamá*. CENTROS, Revista científica universitaria, pp. 1-10. Volumen 1 Número 1.
- Merlo, M. y Monroe, R. (2014). Análisis de la composición y estructura horizontal de un bosque huracanado en el trópico húmedo del caribe de Nicaragua. Wani, (31),52-60.
- Miller M. J., Lelevier, M. J., Bermingham, E., Klicka, J. T., Escalante, P. y Winter, K. (2011). *Phylogeography of the rufous-tailed hummingbird (Amazilia tzacatl)*. The Condor 113(4): 806-816.
- Montenegro, J. (2016). *Descripción de la estructura y composición de especies arbóreas en una parcela de bosque tropical de tierras bajas en Changuinola, Bocas el Toro*. Tesis de licenciatura. Universidad de Panamá. 2016.
- Moraes, C; Finegan, B; Kanninen, M; Delgado, L; Segura, M. (2002). *Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua*. Revista Forestal Centroamericana. 38: 44 -50.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- Moret A., Valera L., Mora A., Garay V., Jerez M., Plonczak M... Hernández D. (2008). *Estructura horizontal y vertical de Pachira quinata (Jacq.) W.S. Alverson, (Bombacaceae) en el Bosque Universitario "El Caimital", Barinas, Venezuela*. Ecotrópicos 21(2):62-75.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermier, C., Da Fonseca, G. y Kent, J. (2000). *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature 403:853–85.
- Ortiz, O., Mercado, L., Mendieta, J. y Carrasquilla, L. (2013). *Composición florística arbórea de una parcela de bosque tropical de tierras bajas en el Parque Nacional Darién*. Scientia (Panamá), 2013, Vol. 23, N° 2, 7-26.
- Padilla, A., Kandler, L. y Guadamúz, N. (2017). *Estructura y composición florística del Bosque Húmedo Tropical de la comunidad de San Jerónimo*. Revista Universitaria del Caribe. Volumen 19, No. 2, Julio-Diciembre 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5377/ruc.v19i2.6474>.
- Parker, G y Brown, M. (2000). *Forest Canopy Stratification—Is It Useful?* The American Naturalist. Vol. 155, pp. 473–484.
- Pitman, N. (2000). *A largescale inventory of two Amazonian tree communities*. Duke University.
- Pérez, R. y Condit R. Tree Atlas of Panama. Disponible en: <http://ctfs.si.edu/webatlas/maintreeatlas.php>.
- Pérez, Y. (25 de abril de 2018). *Panamá, el noveno país que más bosques tala*. La Estrella de Panamá. Recuperado el 23 de octubre, 2019, de: <http://laestrella.com.pa>
- Pyke, C., Condit, R., Aguilar, S. y Lao, S. (2001). *Floristic composition across a climatic gradient in a neotropical lowland forest*. Journal of Vegetation Science 12: 553-566, 2001.
- Quirós, K. (2002). *Composición florística y estructural para el bosque primario del hotel la laguna del lagarto lodge, Boca tapada de pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica*. Informe de práctica de especialidad. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, 2002.

- Ramírez, C.A. (2003). *Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Panama*. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/50S Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. (Inédito).
- Remmert, H. (1991). *The mosaic-cycle concept of ecosystems*. Springer Verlag. Berlin, Germany 21 p.
- Resolución N° DAVPS-0017 de 2017. Ministerio de Ambiente. *Por la cual se aprueban las directrices para la planificación, diseño y construcción de instalaciones ecoturísticas en Áreas protegidas*. 3 de Octubre de 2017.
- Richards, P. W. 1952. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Roumy, V., García-Pizango, G., Gutiérrez- Choquevilca, A.L., Ruiz, L., Jullian, V., Winterton, P...Valentin, A. (2007). *Amazonian plants from Peru used by Quechua and Mestizo to treat malaria with evaluation of their Activity*. Journal of Ethnopharmacology 112 (2007) 482–489.
- Sahu, S., Dhal, N. y Mohanty, R. (2012). *Tree species diversity, distribution and population structure in a tropical dry deciduous forest of Malyagiri hill ranges, Eastern Ghats, India*. Tropical Ecology 53(2): 163-168, 2012.
- Salazar, M., Alvarado, B., Chazdon, R., Gutiérrez, M., Malavassi, E. y Bonilla, M. (2012). *Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica*. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen 9, No. 23.
- Salazar, M., Alvarado, B., Chazdon, R., Malavassi, E. y Bonilla, M. (2013). *Estructura, composición y diversidad vegetal en bosques tropicales del Corredor Biológico Osa, Costa Rica*. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen 10, n°24.
- Saldarriaga, J; West, D; Tharp, M; Uhl, C. 1988. *Long-term chronosequence of forest succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela*. Journal of Ecology. 76(4):938- 958.

- Santamaría-Aguilar, D., Zamora, N. y Aguilar, R. (2015). Sinopsis del género *Laetia* (Salicaceae) en Mesoamérica y la descripción de una nueva especie. *Phytoneuron* 2015-15: 1-19.
- Santamaría-Aguilar, D., Jiménez, J. y Aguilar, R. (2019a). *Otoba vespertilio* (Myristicaceae), una especie nueva de Mesoamérica. *Brittonia* 71(4): 369-380 (2019).
- Santamaría-Aguilar, Aguilar, R. y Lagomarsino, L. (2019b). A taxonomic synopsis of *Virola* (Myristicaceae) in Mesoamerica, including six new species. *PhytoKeys* 134: 1–82 (2019).
- Santiago, L., Kitajima, K., Wright, J. y Mulkey, S. (2004). *Coordinated changes in photosynthesis, water relations and leaf nutritional traits of canopy trees along a precipitation gradient in lowland tropical forest*. *Oecologia* (2004) 139: 495-502.
- Stevens, W.D., Ulloa, C. U., Pool, A. y Montiel, O.M. (editores). (2001) a. *Flora de Nicaragua*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 85(1): 1-943.
- Stevens, W.D., Ulloa, C. U., Pool, A. y Montiel, O.M. (editores). (2001) b. *Flora de Nicaragua*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 85(2): 944-1910.
- Stevens, W.D., Ulloa, C. U., Pool, A. y Montiel, O.M. (editores). (2001) c. *Flora de Nicaragua*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 85(3): 1911-2666.
- Taylor, A. S, Haynes, J. L y Holzman, G. (2008). *Taxonomical, nomenclatural and biogeographical revelations in the Zamia skinneri complex of Central America (Cycadales: Zamiaceae)*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 158: 399-429.
- Taylor, D. (2003). *A taxonomic revision of the genus Chione (Rubiaceae)*. *Systematics and Geography of Plants*. Vol. 73, No. 2 (2003), pp. 171-198.
- Terborgh, J. 1992. *Diversity and the tropical rain forest*. Scientific American Library, New York.

The Plant List. (2019). *The Plant List — A working list for all plant species*. Royal Botanic Gardens, Kew and Missouri Botanical Garden. Recuperado el 13 de Octubre, 2019 de: <http://www.plantlist.org>.

Thompson, J., Brokaw, N., Zimmerman, J., Waide, R., Everham, E., y Schaefer, D. 2004. *Luquillo Forest Dynamics Plot, Puerto Rico, United States*. Pp. 540– 550, In E.C. Losos and E.G. Leigh Jr. (Eds.). *Tropical Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Large-scale Plot Network*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA. 688 pp.

Tropicos.org. (2019). *Tropicos*. Missouri Botanical Garden. Recuperado el 13 de Octubre, 2019, de: [https:// www.tropicos.org](https://www.tropicos.org).

Valencia, R., Balslev, H. y Paz y Miño, G. (1994). *High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador*. *Biodiversity and Conservation* 3, 21-28. 1994.

Van Andel, T. (2001). *Floristic composition and diversity of mixed primary and secondary forests in northwest Guyana*. *Biodiversity and Conservation* 10: 1645–1682, 2001.

Van Pelt, R y Franklin, J. (2000). *Influence of canopy structure on the understory environment in tall, old-growth, conifer forests*. *Canadian Journal of Forest Research* 30(8):1231-1245.

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. y Mellilo, J. M. (1997). *Human domination of Earth's ecosystems*. *Science* 277:494–499.

Voirin, B. (2015). *Biology and conservation of the pygmy sloth, Bradypus pygmaeus*. *Journal of Mammalogy*, 96(4):703–707.

Wetmore A. (1959). *The birds of Isla Escudo de Veraguas, Panamá*. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 139(2): 1-27.

Wilcox, B. (1978). *Supersaturated Island Faunas: A Species-Age Relationship for Lizards on Post-Pleistocene LandBridge Islands*. *Science, New Series*, Vol. 199, No. 4332 (Mar. 3, 1978), pp. 996-998.

Whittaker, R. J., y Fernández, J. M. (2007). *Island biogeography: ecology, evolution, and conservation*. Oxford University Press.

Woodson, R. E., R. W. Schery et al. (1943 – 1980). *Flora of Panama*. Ann. Missouri Bot. Gard. Vol. 30 – 67.

Zamora, M. (2010). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Punta Arenas, Costa Rica*. Tesis para optar por el grado de licenciatura en ingeniería forestal. Instituto tecnológico de Costa Rica, Cartago, 2010.

Zarco-Espinosa, V., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G. y Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, vol. 26, núm. 1, abril, 2010, pp. 1-17.

Zoological Society of London. (2017). *Conserving the pygmy sloth, Project Summary*. Recuperado el 13 de Octubre, 2019, de: <https://www.edgeofexistence.org>

9 ANEXO



Bosque no inundable



Fotografía por: Rodolfo Flores



Fotografía por: Alicia Ibáñez

Schoepfia macrophylla



Prensando las muestras en periódicos para luego ser alcoholizadas



(Izquierda) Monitor local colectando muestras botánicas. (Derecha) Génesis Camarena midiendo el DAP de un árbol.