Analysis of plant composition in two forested areas of the Flavio Alfaro Cantón, Manabí province, Ecuador

Análisis de la composición vegetal en dos áreas boscosas del cantón Flavio Alfaro, provincia de Manabí, Ecuador

Autores:

Andrade-Delgado, Josselyn Tamara
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Instituto de posgrado
Programa de Maestría en Gestión Ambiental
Jipijapa- Manabí

andrade-josselyn0455@unesum.edu.ec

https://orcid.org/0009-0003-3783-771X

Cabrera-Verdezoto, Rodrigo Paul
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Instituto de posgrado
Programa de Maestría en Gestión Ambiental
Jipijapa- Manabí

rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

https://orcid.org/0000-0002-9560-5795

Fechas de recepción: 27-MAR-2025 aceptación: 27-ABR-2025 publicación: 30-JUN-2025

https://orcid.org/0000-0002-8695-5005
http://mqrinvestigar.com/

Resumen

Los Bosques Secos Tropicales (BSTs) son de gran importancia debido a la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad. La presente investigación tuvo como objetivo analizar la composición vegetal en dos áreas boscosas del cantón Flavio Alfaro, perteneciente a la provincia de Manabí. Se empleó el método empírico para la obtención de información de las especies florísticas, acorde a su nombre común, científico, cantidad y altura promedio, así como también se determinó el índice de Shannon – Wiener para estimar la diversidad florística. El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial, acorde a la prueba U de Mann-Whitney, para comparar los grupos de ambas zonas boscosas, al $p=\leq 0,05$ de significancia estadística. Los resultados revelaron un total de 11 especies, con *Colchospermum vitifolium* (Willd.) y *Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns. como las más abundantes. Respecto al estrato superior abarcó especies como *Ceiba petandra* (L.), *Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns, y *Bursera graveolens* (Kunth) donde las alturas fueron superiores a 6 metros. El índice de Shannon – Wiener reveló una diversidad moderada (S = 2,110) en ambas áreas, sugiriendo una comunidad vegetal relativamente equilibrada. La prueba de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas en la diversidad entre las dos zonas, lo que indica una homogeneidad en la composición florística. Estos hallazgos contribuyen a la caracterización de los BSTs en la región y resaltan la importancia de especies como *Colchospermum vitifolium* (Willd.) en la estructura y función de estos ecosistemas. Sin embargo, se requieren estudios a mayor escala y a más largo plazo para comprender mejor la dinámica de estos fragmentos boscosos, para así poder evaluar el impacto de las actividades humanas y del cambio climático.

Palabras clave: Bosque seco tropical; Conservación arbórea; Diversidad arbórea; Especies arbóreas

ABSTRACT

Tropical Dry Forests (TDFs) are of great importance due to the biological diversity and ecosystem services they provide to society. This study aimed to analyze the plant composition in two forested areas within the Flavio Alfaro canton, located in the Manabí province. An empirical method was applied to gather information on floristic species based on common and scientific names, abundance, and average height. Additionally, the Shannon-Wiener Index was calculated to estimate floristic diversity. Data analysis included descriptive and inferential statistics, specifically the Mann-Whitney U test, to compare groups from both forest zones at a statistical significance of $p \leq 0.05$. The findings revealed a total of 11 species, with *Colchospermum vitifolium* (Willd.) and *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns as the most abundant. Regarding the upper stratum, it included species such as *Ceiba petandra* (L.), *Eriotheca ruizii* (K.Schum.), A. Robyns, and *Bursera graveolens* (Kunth) where the heights were greater than 6 meters. The Shannon-Wiener Index revealed moderate diversity (S = 2.110) in both areas, suggesting a relatively balanced plant community. The Mann-Whitney test showed no significant differences in diversity between the two zones, indicating homogeneity in floristic composition. These findings contribute to the characterization of TDFs in the region and highlight the importance of species like *Colchospermum vitifolium* (Willd.) in the structure and function of these ecosystems. However, broader and longer-term studies are needed to gain a better understanding of the dynamics of these forest fragments, to further assess the impacts of human activities and climate change.

Keywords: Tropical dry forest; Tree conservation; Tree diversity; Tree species

Introducción

Los Bosques Secos Tropicales (BSTs) son espacios boscosos que, debido a la diversidad de especies florísticas, aportan en los procesos ecológicos y ciclos biogeoquímicos, para el sostenimiento de la vida en el planeta (Dueñas y Garate, 2018). A nivel mundial, la conservación de los bosques secos tropicales es de gran interés para todos los niveles de gobernabilidad, debido a las extensiones geográficas que ocupan, permitiendo el desarrollo de servicios ecosistémicos que brinda a la sociedad (González et al., 2018).

Los BSTs representan el 42% de los ecosistemas tropicales. El estudio de estos espacios boscosos permite la interpretación de su dinámica poblacional y ecológica (Ruiz y Saab, 2020). Las actividades antropogénicas, como la deforestación y el cambio de uso del suelo, ejercen una presión considerable sobre los bosques latinoamericanos, reduciendo significativamente la diversidad florística y contribuyendo al aumento de la variabilidad climática (Leyva et al., 2018; Rivera et al., 2019).

Conocer la diversidad florística de los BSTs es fundamental para implementar estrategias efectivas de restauración ecológica. Al identificar las especies nativas y sus interacciones ecológicas, se pueden diseñar proyectos de restauración que promuevan la recuperación de la estructura y función de estos ecosistemas degradados, asegurando la reintroducción de especies clave, así como el restablecimiento de los procesos ecológicos esenciales (Montesinos-Tubée, 2019).

Según Pérez-López et al. (2020) los mayores retos que enfrentan los tomadores de decisiones en el área forestal, es la intervención de las actividades antrópicas hacia nuevos paradigmas sustentables, conciliando el desarrollo social, económico y ambiental.

El Ecuador cuenta con una composición florística, diversidad y condiciones climáticas para el desarrollo de los BSTs, aunque enfrenta problemas de conservación, así como falta de información, dificultando la gestión de la biodiversidad (Astudillo-Sánchez et al., 2019).

Los esfuerzos de conservación, si bien son importantes, no han logrado detener la fragmentación de los hábitats naturales causada por actividades humanas, lo que reduce la conectividad entre poblaciones y aumenta la vulnerabilidad de las especies endémicas (Astudillo-Sánchez et al., 2020).

Los BSTs del Ecuador, pese a su alta biodiversidad, son ecosistemas escasamente estudiados y altamente amenazados por la deforestación, además por el cambio de uso del suelo. La pérdida de estos bosques conlleva una disminución drástica en la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales como la regulación hídrica, la captura de carbono y la protección del suelo, impactando negativamente la calidad de vida de las comunidades locales y la resiliencia de los ecosistemas costeros (Haro-Carrión et al., 2021).

El cantón Flavio Alfaro cuenta con zonas boscosas con una diversidad florística alta, pero las prácticas no sostenibles repercuten con el equilibrio ecológico en estas zonas. En este contexto, el estudio de las especies florísticas permitirá la recopilación de información con énfasis en la conservación de las áreas verdes, lo cual ayudará a la toma de decisiones de forma eficiente para la gestión de recursos naturales presentes en estos ecosistemas, considerando la intervención de actividades antrópicas que repercuten estos sitios, sin considerar las funciones que desempeñan como servicios ecosistémicos (Caballero et al., 2022; Cabrera et al., 2020).

El objetivo de la investigación fue analizar la composición vegetal en dos áreas boscosas del bosque seco tropical en el cantón Flavio Alfaro, provincia de Manabí.

Materiales y Métodos

La presente investigación fue de tipo descriptivo, con un enfoque cuantitativo de corte transversal.

Etapa de campo y ubicación geográfica

El inicio de la fase de campo se realizó en el mes de Julio del 2024, en dos fragmentos forestales del cantón Flavio Alfaro, provincia de Manabí, Ecuador. Las coordenadas geográficas del lugar son las siguientes: X (0°27´37´´S) Y (79°59´22´´W) X. La altitud del área de estudio es de172 ms.n.m.

Las condiciones climáticas imperantes en la zona son: precipitación (máximo mensual 487,70 mm; mínimo mensual 0,80 mm), temperatura (máximo anual 35 °C; mínimo anual 15 °C); humedad relativa (máximo anual 86%, mínimo anual 73%); evapotranspiración (promedio mensual 120 mm); periodo seco (143 días, 18 de agosto al 8 de enero); periodo húmedo seco (47 días, 9 – 17 de enero; 11 de julio – 17 de agosto); periodo semi húmedo (82

días, 18 - 31 de enero; 5 de mayo - 10 de julio), periodo húmedo (90 días, 1 de febrero al 4 de mayo). Los datos previamente indicados fueron obtenidos el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Flavio Alfaro.

Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM)

El registro de información de las especies florísticas en las zonas boscosas comprendió en el establecimiento de dos parcelas permanentes de monitoreo (PPM), con un área total de 1 600 m^2 distribuidos en 6 puntos de monitoreo. La recolección de los datos se efectuó mediante el empleo de una cinta métrica de campo, estacas referenciales y el uso de un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS) (Catagua-Durán y Cabrera-Verdezoto, 2023b).

Procedimiento del objetivo 1: Caracterizar la composición florística de las comunidades vegetales en dos zonas boscosas del cantón Flavio Alfaro

La recolección de datos se realizó mediante el muestreo por parcelas, donde se registró la composición y estructura de la vegetación. Se identificaron las especies vegetales en campo utilizando la guía de especies forestales del Ecuador, e información de campo de acuerdo a lo indicado por Catagua-Durán y Cabrera-Verdezoto (2023a). Se cuantificó la abundancia y altura de los individuos. La altura se estimó mediante el uso de un hipsómetro (clinometría), asegurando la consistencia en las mediciones, donde se realizó el análisis descriptivo acorde a la altimetría obtenida, luego se agrupó las especies forestales en estratos (superior, medio e inferior) con base en su altimetría, se considerará la altura de las especies en relación con los niveles del dosel arbóreo: 1) Estrato superior (dosel): Incluye especies que alcanzan las mayores alturas del bosque y forman la cubierta del dosel. Estas especies suelen ser dominantes en términos de altura y acceso a la luz. 2) Estrato medio (subdosel): Comprende especies de altura intermedia que ocupan un espacio bajo el dosel, pero que no llegan a ser las más bajas. Este estrato es típico de árboles secundarios o subdominantes. 3) Estrato inferior (soto): Agrupa las especies más pequeñas, como arbustos o árboles juveniles, que generalmente crecen bajo la sombra del dosel y del subdosel. Donde los criterios son los siguientes: Estrato superior: Alturas mayores a 6 m. Estrato medio: Alturas entre 3 y 6 m. Estrato inferior: Alturas menores a 3 m.

Procedimiento del objetivo 2: Determinar la diversidad florística en las dos zonas boscosas del cantón Flavio Alfaro

Se determinó el índice de Shannon – Wiener aplicando la ecuación 1 **(E2)** para medir la diversidad específica florística en las dos zonas boscosas (Cabrera et al., 2020; Pardo-Reyes y Cabrera-Verdezoto, 2023).

E2

$$\underline{H} = -\sum_{i-1}^{s} p_{i\,lnp_i}$$

Donde:

H = Índice de diversidad.

S = Número de especie.

Pi = Proporción de muestra que corresponde a i.

Ln = Logaritmo natural.

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para resumir, organizar y describir conjuntos de datos, lo cual proporcionó una comprensión clara y concisa de las características fundamentales de un conjunto de datos. Además de empleó estadística inferencial, debido que los datos que no cumplieron con los supuestos de normalidad fueron sometidos a la prueba U de Mann-Whitney, para comparar los grupos de las dos zonas boscosas al $p = \leq 0,05$ de significancia estadística (Rivas-Ruiz et al., 2013). Para ello, previamente se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks $(p=\geq 0,05)$, y al constatarse la distribución no normal, se utilizó prueba no paramétrica antes indicada.

Resultados

El análisis de la composición florística (Tabla 1) reveló un total de 11 especies distribuidas en ambas parcelas permanentes de muestreo (PPM). La PPM 1 presentó una mayor abundancia total (151 individuos), siendo el *Colchospermum vitifolium* (Willd.) la especie dominante, con 41 individuos. Por el contrario, en la PPM 2 se registraron 118 individuos,

con *Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns., como la especie más representativa (16 individuos). Es importante destacar que especies como *Acacia visco* (Griseb.) en la PPM 1, asi como *Pithecellobium excelsum* (Kunth) y *Colchospermum vitifolium* (Willd.), *Jatropha curcas* (L.) en la PPM 2, presentaron las menores abundancias, con un solo individuo cada una.

Tabla 1

Especies florísticas registradas en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en dos zonas de Bosque Seco Tropical (BSTs) en el cantón Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador.

PPM 1	Nombre común	Nombre científico	Cantidad
1	Bototillo	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	6
1	Visco	*Acacia visco* (Griseb.)	1
2	Bototillo	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	3
2	Palo santo	*Bursera graveolens* (Kunth)	2
3	Bototillo	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	41
3	Ceibo	*Ceiba petandra* (L.)	4
3	Ébano	*Ziziphus thyrsiflora* (Benth)	11
3	Jaile	*Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns.	8
3	Palo santo	*Bursera graveolens* (Kunth)	39
3	Piñon	*Jatropha curcas* (L.)	8
3	Porotillo	*Pithecellobium excelsum* (Kunth)	11
3	Sebastian	*Cynophalla mollis* (Kunth)	11
3	visco	*Acacia visco* (Griseb.)	6
			151
PPM 2	**Nombre común**	**Nombre científico**	**Cantidad**
4	Bototillo	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	6
4	Ceibo	*Ceiba petandra* (L.)	4
4	Ébano	*Ziziphus thyrsiflora* (Benth)	3
4	Jaile	*Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns.	16
4	Muyuyo	*Cordia lutea* (Lam.)	3
4	Palo santo	*Bursera graveolens* (Kunth)	12
4	Porotillo	*Pithecellobium excelsum* (Kunth)	1
4	Sebastian	*Cynophalla mollis* (Kunth)	2
5	Bototillo	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	1
5	Ceibo	*Ceiba petandra* (L.)	3
5	Muyuyo	*Cordia lutea* (Lam.)	4

5	Palo santo	*Bursera graveolens* (Kunth)	3
5	Porotillo	*Pithecellobium excelsum* (Kunth)	3
5	Sebastian	*Cynophalla mollis* (Kunth)	2
5	Vainillo	*Senna spectabilis* (Lam.)	13
5	Visco	*Acacia visco* (Griseb.)	2
6	Bototillo	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	13
6	Ceibo	*Ceiba petandra* (L.)	4
6	Palo santo	*Bursera graveolens* (Kunth)	4
6	Piñón	*Jatropha curcas* (L.)	1
6	Porotillo	*Pithecellobium excelsum* (Kunth)	15
6	Sebastian	*Cynophalla mollis* (Kunth)	3
			118

El análisis descriptivo de las alturas de individuos de diversas especies forestales revela patrones importantes en la estructura y dispersión de los datos. En términos de tamaño muestral, el número de observaciones (N) varía ampliamente entre especies, con un rango que va desde 7 individuos en *Cordia lutea* (Lam.) hasta 70 individuos en *Colchospermum vitifolium* (Willd.), mientras que la media y la mediana de las alturas como es el caso de *Colchospermum vitifolium* (Willd.), los valores de la media (4.93 m) y la mediana (4.92 m) son prácticamente iguales, lo que sugiere una distribución simétrica. En contraste, especies como *Jatropha curcas* (L.) presentan diferencias notables entre ambas métricas, lo que podría indicar una distribución asimétrica, aunque la dispersión de los datos, evaluada mediante la desviación estándar (DE), varía significativamente entre especies. *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns exhibe la mayor variabilidad (DE = 1.308 m), mientras que *Cordia lutea* (Lam.) muestra la menor (DE = 0.237 m), sugiriendo que algunas especies tienen una estructura poblacional más heterogénea en términos de altura. El análisis de la asimetría demuestra información clave sobre la distribución de los datos. *Ziziphus thyrsiflora* (Benth.) y *Jatropha curcas* (L.) muestran valores de asimetría positivos, indicando que sus distribuciones están sesgadas hacia la derecha, es decir, tienen más valores hacia el extremo inferior. En contraste, especies como *Ceiba petandra* (L.) y *Acacia visco* (Griseb.) presentan asimetrías negativas, sugiriendo que la mayor concentración de datos se encuentra en los valores más altos.

La curtosis, que describe la forma de la distribución, también varía entre especies. Algunas, como *Bursera graveolens* (Kunth) y *Senna spectabilis* (Lam.), exhiben distribuciones leptocúrticas, caracterizadas por una mayor concentración de datos en los extremos. Por el contrario, *Cordia lutea* (Lam.) y *Pithecellobium excelsum* (Kunth) presentan distribuciones platicúrticas, más planas y con menos concentración en los extremos.

Tabla 1

Análisis descriptivo de altimetría (m) por individuos

	N	Perdidos	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
Colchospermum vitifolium (Willd.)	70	3	4.93	4.92	0.163	4.56	5.91	29.099	18.129
Ceiba petandra (L.)	15	58	7.90	7.89	0.168	7.55	8.21	-0.2624	0.404
Ziziphus thyrsiflora (Benth)	12	61	3.87	4.11	0.783	3.02	5.34	0.4230	-0.802
Eriotheca ruizii (K.Schum.) A. Robyns	24	49	6.50	6.57	1.308	4.27	9.23	0.3773	-0.284
Cordia lutea (Lam.)	7	66	2.14	2.18	0.237	1.82	2.47	-0.0519	-1.322
Bursera graveolens (Kunth)	60	13	5.11	5.27	0.861	2.29	6.23	-11.175	1.122
Jatropha curcas (L.)	9	64	2.20	2.04	0.671	1.17	3.41	0.5880	0.404
Pithecellobium excelsum (Kunth)	30	43	4.58	4.63	0.489	3.67	5.34	-0.2572	-1.142
Cynophalla mollis (Kunth)	18	55	4.71	4.77	0.552	3.84	5.64	-0.0452	-1.186
Senna spectabilis (Lam.)	13	60	4.22	4.33	0.458	3.21	5.06	-0.4379	1.196
Acacia visco (Griseb.)	9	64	3.37	3.23	0.667	1.98	4.11	-0.9884	1.295

Se puede evidenciar (Tabla 2) que en el estrato inferior se identifican *Cordia lutea (Lam.)* y *Jatropha curcas (L.)*, donde la presencia de esta especie es crecer bajo la sombra del dosel y subdosel, mientras que el estrato medio *Colchospermum vitifolium* (Willd.), *Ziziphus thyrsiflora* (Benth), *Bursera graveolens* (Kunth), *Pithecellobium excelsum* (Kunth), *Cynophalla mollis* (Kunth), *Senna spectabilis* (Lam.), y *Acacia visco* (Griseb.) donde está

representado como subdosel y el estrato superior abarcó especies *Ceiba petandra* (L.), *Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns, y *Bursera graveolens* (Kunth) con alturas superiores a 6 metros, donde dominan el dosel y un mayor acceso a luz solar. En términos de diversidad, el estrato medio presentó el mayor número de especies, lo que sugiere una intensa competencia ecológica en esta franja del dosel forestal. Por otro lado, el reducido número de especies en el estrato superior destaca las limitaciones ecológicas y fisiológicas que enfrentan las plantas para alcanzar estas alturas, requiriendo adaptaciones especiales que no todas las especies pueden desarrollar.

Tabla 2

Clasificación de estratos (estructuras)

Estrato inferior (< 3 m)	Estrato medio (3 - 6 m)	Estrato superior (> 6 m)
Cordia lutea (Lam.)	*Colchospermum vitifolium* (Willd.)	*Ceiba petandra* (L.)
Jatropha curcas (L.)	*Ziziphus thyrsiflora* (Benth)	*Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns
	Bursera graveolens (Kunth)	
	Pithecellobium excelsum (Kunth)	
	Cynophalla mollis (Kunth)	
	Senna spectabilis (Lam.)	
	Acacia visco (Griseb.)	

Acorde al análisis en la Tabla 3 reveló que las dos zonas boscosas del BSTs presentan un índice de Shannon que indica una diversidad moderada (S = 2,110). Aunque se requiere un análisis más detallado, estos resultados preliminares sugieren que ambas zonas podrían albergar una riqueza de especies similar.

Tabla 3

Índice de diversidad Shannon-Wiener obtenido en dos zonas de Bosque Seco Tropical (BSTs) en el cantón Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador.

Nombre científico	Cantidad	Pi	Pi*LnPi
Colchospermum vitifolium (Willd.)	70	0,2602230	-0,350
Ceiba petandra (L.)	15	0,0557621	-0,161

Ziziphus thyrsiflora (Benth)	14	0,0520446	-0,154
Eriotheca ruizii (K.Schum.) A. Robyns.	24	0,0892193	-0,216
Cordia lutea (Lam.)	7	0,0260223	-0,095
Bursera graveolens (Kunth)	60	0,2230483	-0,335
Jatropha curcas (L.)	9	0,0334572	-0,114
Pithecellobium excelsum (Kunth)	30	0,1115242	-0,245
Cynophalla mollis (Kunth)	18	0,0669145	-0,181
Senna spectabilis (Lam.)	13	0,0483271	-0,146
Acacia visco (Griseb.)	9	0,0334572	-0,114
Total	269	1	-2,110
			-1
		Shannon-Wiener	**2,110**

En lo que respecta al análisis estadístico no paramétrico de los datos obtenidos, utilizando la prueba de Mann-Whitney, no se detectó diferencias significativas en la diversidad de especies entre las dos zonas boscosas del cantón Flavio Alfaro (Tabla 4). Esto sugiere que ambas zonas podrían estar sujetas a condiciones ambientales y perturbaciones similares, lo que ha dado lugar a comunidades vegetales con una riqueza y composición de especies relativamente homogénea.

Tabla 4

Prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney para dos zonas de Bosque Seco Tropical (BSTs) en el cantón Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador.

Parcelas permanentes de monitoreo	N° individuos	Rango promedio	Suma de rangos	Significancia
PPM 1	13	18,42	239,50	**0,109**
PPM 2	17	13,26	225,50	
Total	30			

Significancia estadística (p = ≤ 0,05).

Discusión

Acorde a los resultados obtenidos se registraron en total 269 individuos distribuidos en 151 registros para la PPM 1 y 118 registros para la PPM 2, identificando en ambas PPM 11 especies florísticas. Se detectó que *Colchospermum vitifolium* (Willd.) y *Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns. fueronlas especies con mayores individuos registrados en ambas zonas boscosas. Por su parte, Gallegos et al. (2019) registraron 2758 individuos florísticos en el bosque Tucumano, Bolivia, valores muy superiores a los encontrados en las dos zonas de BSTs estudiadas. En contraste, Silva-García et al. (2022) informaron de 48 especies florísticas en el sistema montañoso denominado Sierra Madre Occidental en el estado de Durango, valores inferiores a los determinados en esta investigación. Esta diferencia en el número de individuos entre distintas investigaciones se atribuye al tipo de bosque presente en la zona de estudio, que en todos los casos fueron distintos, siendo unas zonas mucho más ricas que otras en especies forestales debido a sus condiciones edafoclimáticas.

La distribución de las especies forestales en estratos altimétricos refleja una organización ecológica jerárquica que maximiza el uso de los recursos disponibles, como la luz y los nutrientes. El predominio de especies en el estrato medio indica que esta franja del bosque representa un espacio crítico de competencia, con múltiples adaptaciones necesarias para prosperar bajo condiciones de sombra parcial. Por el contrario, el estrato superior, con menos especies, evidencia las limitaciones fisiológicas y ecológicas para alcanzar alturas mayores, destacando el papel de estas especies como reguladoras del microclima y moduladoras de los recursos para los niveles inferiores. El estrato inferior, aunque menos diverso, es fundamental para el funcionamiento del ecosistema, ya que contribuye a la biodiversidad del sotobosque y al reciclaje de nutrientes. Estos resultados concuerdan con estudios previos que subrayan la importancia de la estratificación vertical en la estabilidad y productividad de los bosques. En este contexto, la dinámica entre los estratos no solo influye en la competencia entre especies, sino también en la resiliencia del ecosistema frente a perturbaciones, como la deforestación o el cambio climático, según destaca Hansen et al., (2020). Comprender esta estructura jerárquica permite diseñar estrategias de conservación más efectivas que consideran no solo la diversidad de especies, sino también su posición en el dosel forestal y su contribución funcional, según argumenta Nakamura et al., (2017). Por su parte, Pardo-

Reyes y Cabrera-Verdezoto (2023) reportaron 11 individuos con una clase --altimétrica de entre 8,8 – 13,2 (m), mientras que Catagua-Durán y Cabrera-Verdezoto (2023a) registraron, en la comuna Agua Blanca de Machalilla – Puerto López, que *Bursera graveolens* (Kunth) tuvo una altura promedio general de 10,04 m.

Referente al análisis de diversidad, se pudo constatar que las zonas de BSTs del cantón Flavio Alfaro estudiadas, tienen una diversidad media o normal (S = 2,110). De su parte, Tadeo-Noble et al., (2019) reportaron para las selvas tropicales del sector Bacalar del estado de Quintana Roo, México, una diversidad media (S = 3,48), mientras que Cabrera et al. (2020) determinaron una diversidad media (S = 2,82) en el BST del sector Quimis, cantón Jipijapa, Ecuador. Estos datos son similares a los encontrados en el presente estudio. Cabe destacar que una de las limitaciones para el cálculo de esta variable se debe a la extensión de terreno considerada a muestrearse, puesto que entre más extensión de bosque se disponga para el estudio, el registro de la diversidad y el índice aumentará o disminuirá, como se evidenció en los estudios sobre el tema llevados a cabo por Aguirre et al. (2016), Londoño-Lemos et al. (2021; 2022). Otros investigadores plantean estudios estratégicos de conservación a los bosques secos tropicales (Cantos et al., 2015; Catagua-Durán y Cabrera-Verdezoto, 2023a).

Conclusiones

El análisis florístico de las dos zonas boscosas pertenecientes al BST del cantón Flavio Alfaro permitió identificar un total de 11 especies, siendo *Colchospermum vitifolium* (Willd.) y *Eriotheca ruizii* (K.Schum.) A. Robyns., mientras que, la distribución de las especies en los diferentes estratos refleja la complejidad y organización del ecosistema forestal. Cada estrato cumple un papel ecológico único, desde el soporte a la biodiversidad en el sotobosque hasta la regulación climática y la competencia por la luz en el dosel. Este análisis subraya la importancia de considerar la estructura vertical de los bosques para comprender las interacciones y dinámicas ecológicas en estos sistemas, como es el caso del estrato medio donde presenta mayor presencia de especies forestales.

El índice de Shannon calculado (S = 2,110) sugiere una diversidad moderada en ambas zonas, indicando una estructura de comunidad relativamente equilibrada. Estos resultados contribuyen a caracterizar la composición y estructura de los bosques secos tropicales (BSTs)

en el cantón Flavio Alfaro, resaltando la importancia de la especie *Colchospermum vitifolium* (Willd.) como elementos clave en la estructura vertical del bosque en este tipo de ecosistemas costeros del Ecuador.

Referencias

Aguirre, Z., Aguirre, N., Quizhpe, W. 2016. Red de parcelas permanentes en el sur del Ecuador, herramienta para el monitoreo de la dinámica de flora y vegetación. *Bosques Latitud Cero*, *6*(2), 142–159.

Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Medina, G., Medina, A. 2020. Gestión de los bosques tropicales estacionalmente secos de la provincia de Santa Elena, Ecuador: una perspectiva desde la conservación. *Industrial Data*, *22*(2), 117–138. https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.17393

Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., Aponte, H., Tinoco, O. 2019. Flora leñosa del bosque de garúa de la cordillera Chongón Colonche, Santa Elena – Ecuador. *Ecología Aplicada*, *18*(2), 155. https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1334

Caballero, P., Treviño, E., Mata, J., Rodríguez, E., Yerena, J., Cuéllar, L. 2022. Análisis de la estructura y diversidad arbórea de bosques templados en la ladera oriental del volcán Iztaccíhuatl, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *13*(71), 76–102. https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1253

Cabrera, C., Moreira, J., Ramírez, W., Gras, R., Tapia, M. 2020. Evaluación de la diversidad arbórea en áreas degradadas de la comunidad Quimis en Jipijapa, Manabí, Ecuador. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, *4*(2), 61–75. https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v4.n2.2020.216

Cantos, G., Cantos, A., Rosete, S., Sotolongo, R., Víctores, M. 2015. Estrategias de conservación del bosque natural tropical de La Comuna "El Pital" Manabí, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES, ISSN-e 2310-3469, Vol. 3, Nº. 2, 2015, 921 Págs.*, *3*(2), 905–921.

Catagua-Durán, C., Cabrera-Verdezoto, R. 2023a. Parcelas permanentes de monitoreo para la conservación de *Bursera graveolens* (Kunth) en las comunas Joa y Agua Blanca, Manabí. *MQRInvestigar*, *7*(1), 1757–1776. https://doi.org/https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.1757-1776

Dueñas, H., Garate, J. 2018. Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal Del Perú*, *33*(1), 4–23. https://doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1152

Gallegos, S., Zenteno-Ruiz, F., Beck, S., López, R. 2019. Diversidad arbórea del bosque Tucumano - boliviano en la alta cuenca del río Bermejo (Tarija, Bolivia). *Ecología En Bolivia*, *54*(1), 19–39.

González, R., Treviño-Garza, E., Duque-Montoya, Á., González, M., Gómez-Cárdenas, M., Bautista-Cruz, A. 2018. Diversidad y estructura arbórea en un bosque de *Abies vejarii* Martínez en el sur del estado de Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *9*(45), 36–65. https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.142

Hansen, A. J., Burns, P., Ervin, J., Goetz, S. J., Hansen, M., Venter, O., Watson, J. E. M., Jantz, P. A., Virnig, A. L. S., Barnett, K., Pillay, R., Atkinson, S., Supples, C., Rodríguez-Buritica, S., & Armenteras, D. (2020). A policy-driven framework for conserving the best of Earth's remaining moist tropical forests. *Nature Ecology and Evolution*, *4*(10), 1377–1384. https://doi.org/10.1038/s41559-020-1274-7

Haro-Carrión, X., Loiselle, B., Putz, F. 2021. Tree species diversity, composition and aboveground biomass across dry forest land-cover types in coastal Ecuador. *Tropical Conservation Science*, *14*, 1–13. https://doi.org/10.1177/1940082921995415

Leyva, M., Semanat, R., Casenave-Cambet, A., Rodríguez, Y., Reyes, J. 2018). Estado de conservación de la vegetación del bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica de Baitiquirí. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, *6*(3), 341–353.

Londoño, V., Escobar-Hadechini, O., Tapasco-García, J., Madriñán, S. 2021. Composición y estructura vegetal de una parcela de vegetación en un relicto de bosque seco tropical en el Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, *23*(1), e954. https://doi.org/10.21068/2539200x.954

Londoño-Lemos, V., Tapasco-García, J., Escobar-Hadechini, O., Madriñán, S. 2022. Vegetación leñosa de un remanente de bosque seco tropical en el Caribe colombiano. *Colombia Forestal*, *25*(1), 51–66.

Montesinos-Tubée, D. 2019. Diversidad florística, comunidades vegetales y propuestas de conservación del monte ribereño en el río Chili (Arequipa, Perú). *Arnaldoa*, *26*(1), 97–130. https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26106

Nakamura, A., Kitching, R. L., Cao, M., Creedy, T. J., Fayle, T. M., Freiberg, M., Hewitt, C. N., Itioka, T., Koh, L. P., Ma, K., Malhi, Y., Mitchell, A., Novotny, V., Ozanne, C. M. P., Song, L., Wang, H., & Ashton, L. A. (2017). Forests and Their Canopies: Achievements and Horizons in Canopy Science. In Trends in Ecology and Evolution (Vol. 32, Issue 6, pp. 438–451). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.02.020

Pardo-Reyes, P., Cabrera-Verdezoto, R. 2023. Diversidad arbórea y arbustiva del bosque seco tropical Colonche - Santa Elena. *Revista Científica Pentaciencias*, *5*(3), 42–54.

Pérez-López, R., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T. 2020. Efectos del "Método de Desarrollo Silvícola" sobre la diversidad arbórea en bosques húmedos de montaña del norte de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *91*(0), 913326. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3326

Rivas-Ruiz, R., Moreno-Palacios, J., Talavera, J. 2013. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. *Temas de Actualidad - Rev Med Inst Seguro Soc.*, *51*(4), 414–419.

Ruiz-V., Saab, H. 2020. Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *68*(1), 167–179. https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.38286

Silva-García, J., Aguirre-Calderón, O., Alanís-Rodriguez, E., Jurado-Ybarra, E., Jiménez-Pérez, J., Vargas-Larreta, B., Corral-Rivas, J. 2022. Influencia de la altitud y exposición en la estructura y composición de un bosque templado en Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *13*(70), 64–84. https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.1163

Tadeo-Noble, A., Valdez-Hernández, J., Beltrán-Rodríguez, L., García-Moya, E. 2019. Efecto del aprovechamiento forestal sobre la estructura y diversidad arbórea en selvas tropicales de Quintana Roo, México. *Bosque*, *40*(2), 129–140. https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000100129

Vicente-Rivera, L., López-Cruz, A., Vicente-Rivera, B., Pérez-Farrera, M. 2019. Primer registro de *Chiococca motleyana* (Rubiaceae) para los bosques tropicales caducifolios de la Depresión Central de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, *126*, 1–7. https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1392

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.