

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJÁN, MANABÍ, ECUADOR

## STRUCTURAL ANALYSIS OF THE AGROFORESTRY SYSTEM AT THE MAGALLANES FARM AT THE CAÑA BRAVA SITE, PAJÁN, MANABÍ, ECUADOR

César Alberto Cabrera Verdesoto<sup>1</sup>, Mileidy Rachel Alcívar Cobeña<sup>2</sup>,  
Ignacio Estévez Valdés<sup>3</sup>, Paola Stefania Pardo Reyes<sup>4</sup>, Valeria Lissette Cali Ligua<sup>5</sup>

{cesar.cabrera@unesum.edu.ec<sup>1</sup>, rachel-alcivar08@hotmail.com<sup>2</sup>, ignacio.estevez@unesum.edu.ec<sup>3</sup>, paola.pardo@unesum.edu.ec<sup>4</sup>,  
valeria.cali@unesum.edu.ec<sup>5</sup>}

Fecha de recepción: 23/10/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

**RESUMEN:** El análisis estructural del sistema agroforestal en la finca "Magallanes", ubicada en Caña Brava, Paján, Manabí, Ecuador, se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la diversidad y la estructura de las especies arbóreas presentes. Se establecieron siete parcelas de 20 x 25 metros en un área total de 7 hectáreas donde se identificaron 17 especies pertenecientes a 11 familias botánicas, con un total de 43 individuos, la investigación reveló que la mayoría de los árboles eran jóvenes con predominancia en la clase III de altura y la clase I en diámetro. Las especies más relevantes desde un punto de vista ecológico fueron *Inga spectabilis*, *Cordia alliodora* y *Pseudosamanea guachapele*, mientras que especies como *Annona muricata*, *Citrus sinensis* y *Bixa orellana* mostraron menor presencia. Los índices de diversidad calculados, como Shannon-Weaver, Simpson, y Margalef, indicaron una diversidad media a alta en el sitio estudiado. La metodología incluyó un inventario forestal que consideró el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de cada especie. Se utilizó un diseño aleatorio para las parcelas, georreferenciadas con GPS, y se aplicaron fórmulas para calcular la abundancia, dominancia y frecuencia relativa de las especies. El Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) fue fundamental para evaluar el papel ecológico de cada especie en el ecosistema. Este estudio subraya la importancia de los sistemas agroforestales no solo para la producción agrícola sino también para la conservación del suelo y la biodiversidad destacando la necesidad de prácticas sostenibles que integren tanto especies forestales como frutales para garantizar la viabilidad económica y ecológica a largo plazo.

**Palabras clave:** Biodiversidad, diversidad, índices, parcelas

<sup>1</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>.

<sup>2</sup>Ingeniera Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0009-0007-5634-3466>.

<sup>3</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0001-8143-8466>.

<sup>4</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>.

<sup>5</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>.

**ABSTRACT:** The structural analysis of the agroforestry system in the "Magallanes" farm, located in Caña Brava, Paján, Manabí, Ecuador, was carried out with the aim of evaluating the diversity and structure of the tree species present. Seven plots of 20 x 25 meters were established in a total area of 7 hectares where 17 species belonging to 11 botanical families were identified, with a total of 43 individuals. The research revealed that most of the trees were young with predominance in class III of height and class I in diameter. The most relevant species from an ecological point of view were *Inga spectabilis*, *Cordia alliodora* and *Pseudosamanea guachapele*, while species such as *Annona muricata*, *Citrus sinensis* and *Bixa orellana* showed less presence. The calculated diversity indices, such as Shannon-Weaver, Simpson, and Margalef, indicated a medium to high diversity at the studied site. The methodology included a forest inventory that considered the diameter at breast height (DBH) and the total height of each species. A random design was used for the plots, georeferenced with GPS, and formulas were applied to calculate the abundance, dominance and relative frequency of the species. The Ecological Importance Value Index (IVIE) was fundamental to evaluate the ecological role of each species in the ecosystem. This study underlines the importance of agroforestry systems not only for agricultural production but also for soil and biodiversity conservation, highlighting the need for sustainable practices that integrate both forest and fruit species to ensure long-term economic and ecological viability.

**Keywords:** *Height, biodiversity, diversity, indexes, plots*

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales representan una de las manifestaciones más ricas de biodiversidad en el planeta. Estas extensas regiones son cada vez más objeto de preocupación a nivel mundial debido a la intensa explotación a la que han sido sometidas por las industria maderera, petrolera y camaronera. Esta actividad ha llevado a la destrucción de estos ecosistemas como la degradación del suelo y a la extinción de numerosas especies forestales nativas. Ecuador se destaca como uno de los países con mayor biodiversidad tanto en el continente como en el mundo (1).

Los bosques naturales situados en las proximidades de centros urbanos y áreas de expansión son reconocidos como ecosistemas de gran relevancia ambiental y ecológica, debido a los numerosos beneficios que ofrecen a los habitantes de ciudades y pueblos. Comprender y evaluar sus características estructurales y dinámicas es esencial para determinar su potencial en términos de producción, conservación y regulación (2).

El bosque seco tropical (Bs-T) abarca aproximadamente el 42 % de los ecosistemas tropicales a nivel mundial este tipo de bosque se localiza en las tierras bajas de las regiones tropicales y se caracteriza por tener una temporada de lluvias seguida de varios meses de sequía. Esta estacionalidad en las precipitaciones genera un déficit hídrico que es una de sus principales características distintivas. (3).

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

El bosque seco ha sido catalogado como un ecosistema en estado crítico lo que indica que enfrenta serias amenazas que ponen en riesgo su supervivencia y funcionalidad, esta clasificación resalta la urgente necesidad de implementar medidas de conservación y manejo sostenible para proteger este tipo de hábitat, la degradación de los bosques secos se debe a factores como la deforestación, el cambio climático y la expansión agrícola que han reducido significativamente su extensión y biodiversidad, es fundamental promover políticas que fomenten la restauración y conservación de estos ecosistemas garantizando así su preservación para las generaciones futuras (4), (3).

La larga historia de transformación del bosque seco ha estado marcada por diversas presiones incluyendo el cambio climático, la fragmentación del hábitat y la incidencia de incendios. La disminución significativa de extensas áreas de bosque seco se atribuye en gran medida a la falta de comprensión sobre su dinámica y su papel crucial en la provisión de servicios ecosistémicos, esta carencia de conocimiento ha dificultado la implementación de estrategias efectivas para su conservación y manejo sostenible lo que subraya la necesidad de aumentar la conciencia y la educación sobre la importancia de estos ecosistemas (5), (3).

Es ampliamente reconocido que los Sistemas Agroforestales (SAF) ofrecen numerosas ventajas en comparación con los monocultivos, ya que satisfacen la demanda de una agricultura multifuncional y brindan importantes servicios ambientales (6). Los sistemas agroforestales se definen como la integración de árboles en los bordes externos e internos de tierras de cultivo o en cualquier otro espacio disponible, lo que permite obtener beneficios tanto en la mitigación del cambio climático como en la producción de alimentos. Existen diversos tipos de SAF, cada uno con diferentes tasas de secuestro de carbono, tanto en el suelo como en la biomasa (7).

Los sistemas agroforestales (SAF) ofrecen diversos productos y pueden proporcionar servicios ambientales similares o incluso superiores que los ecosistemas naturales (8). Aunque los informes científicos respaldan que estos beneficios han aumentado notablemente en la última década se han centrado en un solo servicio ambiental agroforestal; por ejemplo, impactos en la conservación de la biodiversidad en paisajes tropicales (9), (8), fertilidad del suelo (10), (8), o potencial de secuestro de carbono (11), (8).

Es crucial fomentar y preservar los sistemas agroforestales tradicionales que incluyen una mayor diversidad de árboles frutales y forestales, ya que contribuyen a mantener la biodiversidad en paisajes donde el hábitat forestal se ve amenazado por actividades humanas, ayudando a conservar especies en peligro de extinción (12). Los conocimientos adquiridos pueden aplicarse a otros sistemas agroforestales, considerando cultivos como café, plátano y palma aceitera, con el objetivo de evaluar su estructura vertical y horizontal (13).

La relevancia de llevar a cabo esta investigación radica en la necesidad de identificar las especies presentes en el área de estudio, así como de analizar su estructura vertical y horizontal. Además, se busca evaluar la importancia, diversidad y riqueza de estas especies utilizando índices como el Valor de Importancia Ecológica (IVIE), Shannon-Weaver, Simpson y Margalef.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el sitio Caña Brava, ubicado en el cantón Paján, provincia de Manabí, en la finca del propietario, el Sr. Lorenzo Magallán Nieto. Esta área se distingue por tener una temperatura promedio anual de 24 °C y precipitaciones anuales que varían entre 1000 y 2000 mm (14).

La finca se localiza en las coordenadas UTM: 572522 y 9821201, a una altitud de 77 msnm.

La finca abarca un total de 7.00 hectáreas donde se encuentran cultivos agrícolas y especies forestales que han quedado como remanentes del bosque nativo, la investigación es de tipo descriptiva la metodología aplicada en el trabajo consistió en establecer siete parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> para realizar un inventario forestal, midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura de los árboles. Se calcularon índices de diversidad y de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) para analizar la estructura del sistema agroforestal, (Figura 1).

### Contexto geográfico

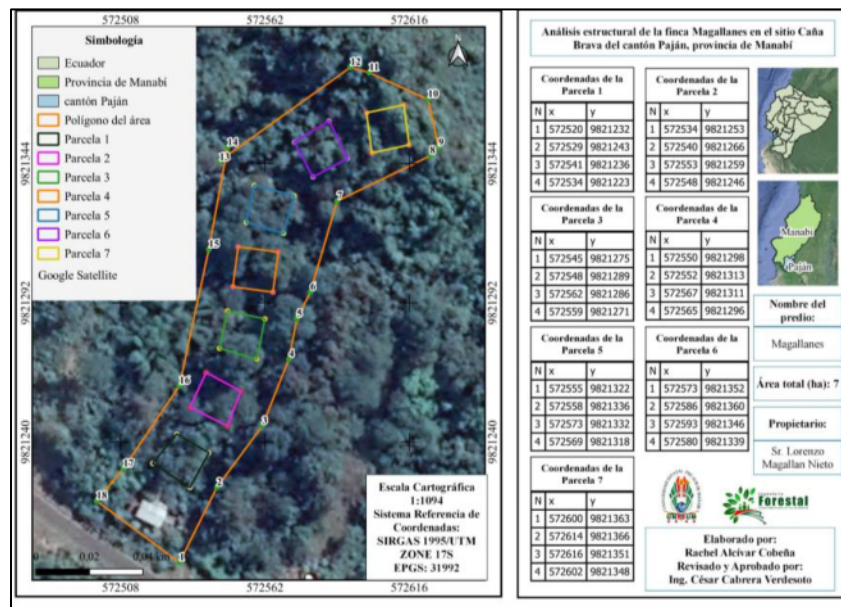


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

### Análisis de la información

La fase de campo consistió en realizar un inventario forestal para identificar las especies arbóreas presentes en la "finca Magallanes". Las variables dasométricas consideradas en este estudio fueron el diámetro a la altura del pecho (DAP), que se mide a 1,30 m, y la altura total de cada especie.

### Unidad de muestreo

La unidad de muestreo se determinará utilizando la fórmula de intensidad propuesta por (15), según la ecuación (1). Para este análisis, se tomó en cuenta una población de 7 hectáreas y una muestra de 500 m<sup>2</sup>.

$$IM = \frac{A * \% \text{ de muestreo}}{m^2} \quad (1)$$

Donde:

**IM**= Intensidad de Muestreo

**A**= Área (superficie en hectáreas de la plantación o bosque)

**m<sup>2</sup>** = Superficie de una parcela

**%** = Porcentaje de muestreo

### Métodos

La implementación del inventario se llevó a cabo mediante la instalación de 7 parcelas de 500 m<sup>2</sup>, distribuidas aleatoriamente, siguiendo la metodología de un inventario rápido propuesta por (16), (17). Las parcelas fueron georreferenciadas utilizando un GPS, y se realizaron mediciones de las variables de diámetro y altura.

La identificación de las especies fue realizada por un docente de la asignatura de dendrología de la carrera de Ingeniería Forestal. El diseño de las parcelas fue de 20 m x 25 m, conforme a la metodología establecida por (18).

Para cada especie, se determinó su abundancia, dominancia y frecuencia en función del número de árboles presentes en los sitios de muestreo, aplicando las ecuaciones correspondientes para calcular los índices de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), Shannon-Weaver, Simpson y la riqueza según Margalef.

La estructura vertical del bosque se analizó considerando los individuos presentes en cada parcela como unidad de muestreo total o estrato arbóreo. Por otro lado, la estructura horizontal se evaluó mediante variables ecológicas como abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie, utilizando la sumatoria porcentual para calcular el IVIE.

### Estructura vertical y horizontal

La estructura vertical del sistema agroforestal se analizó en función del crecimiento, la abundancia y la riqueza de especies, utilizando intervalos de altura de cinco metros (m) (19).

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

La estructura horizontal se evaluó mediante la identificación de especies arbóreas, considerando su crecimiento en términos de diámetro (cm) en intervalos de 10 cm y distribuciones de rangos (20). Esta evaluación se basó en el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) y otros índices de diversidad (19).

**Determinación del Índice Valor de Importancia Ecológica (IVIE)**

Para cada especie se estimaron la abundancia, dominancia y frecuencia en función del número de árboles presentes en los sitios de muestreo. Estas variables relativizadas se utilizaron para calcular un valor ponderado a nivel taxonómico conocido como Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) que se expresa en valores porcentuales en una escala del 0 al 100.

Para calcular la abundancia relativa, se aplicaron las siguientes ecuaciones: (21).

$$A_i = \frac{N_i}{S} \quad (2) \quad AR_i = \left( \frac{N_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) * 100 \quad (3)$$

Dónde:

**AR<sub>i</sub>** = Abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total

**A<sub>i</sub>** = Abundancia absoluta de la especie i

Las frecuencias absoluta y relativa se calcularon utilizando las ecuaciones propuestas por (21).

$$F_i = \frac{P_i}{NS} \quad (4) \quad FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum_{i=1..n} F_i} \right) * 100 \quad (5)$$

Dónde:

**F<sub>i</sub>** = Frecuencia absoluta (porcentaje de presencia en los sitios de muestreo)

**f<sub>i</sub>** = Número de sitios en la que está presente la especie i

**N** = Número de sitios de muestreo

**FR<sub>i</sub>** = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total

La dominancia se analizó utilizando las ecuaciones proporcionadas por (21).

$$D_i = \frac{Nb_i}{S(ha)} \quad (6) \quad DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum_{i=1..n} D_i} \right) * 100 \quad (7)$$

Dónde:

**DR<sub>i</sub>** = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total

**D<sub>i</sub>** = Dominancia absoluta de la especie i (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>)

**Índice de valor importancia ecológica (IVIE)**

Por otro lado, el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) se determina a partir de la siguiente ecuación, según (21).

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

$$I.V.I.E = \frac{Ar_i + Fr_i + Dr_i}{3} \quad (8)$$

Dónde:

**Ar<sub>i</sub>**= Abundancia relativa

**Fr<sub>i</sub>**= Frecuencia relativa

**Dr<sub>i</sub>**= Dominancia relativa

**Determinar el índice de diversidad de Simpson, de Shannon-Weaver y el índice de riqueza de Margalef.**

El índice de Simpson se determina mediante la siguiente ecuación, según lo indicado por (22).

$$\lambda = 1 - \sum P_i^2 \quad (9)$$

Dónde:

**λ**= el índice de Simpson

**pi**= Abundancia relativa proporcional del número de individuos de cada especie

El índice de Shannon-Weaver se calcula utilizando la siguiente ecuación, según lo establecido por (22).

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i \quad (10)$$

Dónde:

**H**= índice de Shannon-Weaver

**P<sub>i</sub>**= Abundancia relativa

**Ln**= Logaritmo natural

El índice de Margalef evalúa la cantidad de especies en relación con el número de individuos por unidad de área en una muestra, utilizando la siguiente ecuación (23), (22).

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln(n)} \quad (11)$$

Dónde:

**S**= número total de especies

**n**= número total de individuos observados

## **RESULTADOS**

### **Identificar las especies forestales de la finca "Magallanes"**

En la finca "Magallanes", ubicada en el sitio Caña Brava del cantón Paján, se identificaron un total de 17 especies pertenecientes a 11 familias, con un registro de 43 individuos. La familia Fabaceae



◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

se destacó como la más representativa en este estudio, como se detalla en la Tabla 1. Este hallazgo resalta la diversidad botánica presente en la finca y su importancia ecológica en el contexto del ecosistema local.

**Tabla 1. Especies arbóreas identificadas en la finca Magallanes, sitio Caña Brava del cantón Paján.**

N°	Nombre científico	Nombre común	Familia
1	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes	Compoño	Fabaceae
2	<i>Annona muricata</i> L., 1753	Guanabano	Annonaceae
3	<i>Annona squamosa</i> L., 1753	Anona	Annonaceae
4	<i>Bixa orellana</i> L., 1753	Achiote	Bixaceae
5	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788	Tillo	Moraceae
6	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765	Naranja	Rutaceae
7	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Laurel	Boraginaceae
8	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Pepito colorado	Fabaceae
9	<i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit.	Guaba de machete	Fabaceae
10	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud	Moral fino	Moraceae
11	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	Balsa	Malvaceae
12	<i>Mammea americana</i> L., 1753	Mamey serrano	Sapotaceae
13	<i>Prioria copaifera</i> (Griseb)	Cativo	Fabaceae
14	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms.	Guachapelí	Fabaceae
15	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	Sapindaceae
16	<i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob.	Chirca	Asteraceae
17	<i>Vitex gigantea</i> (Kunth)	Pechiche	Verbenaceae

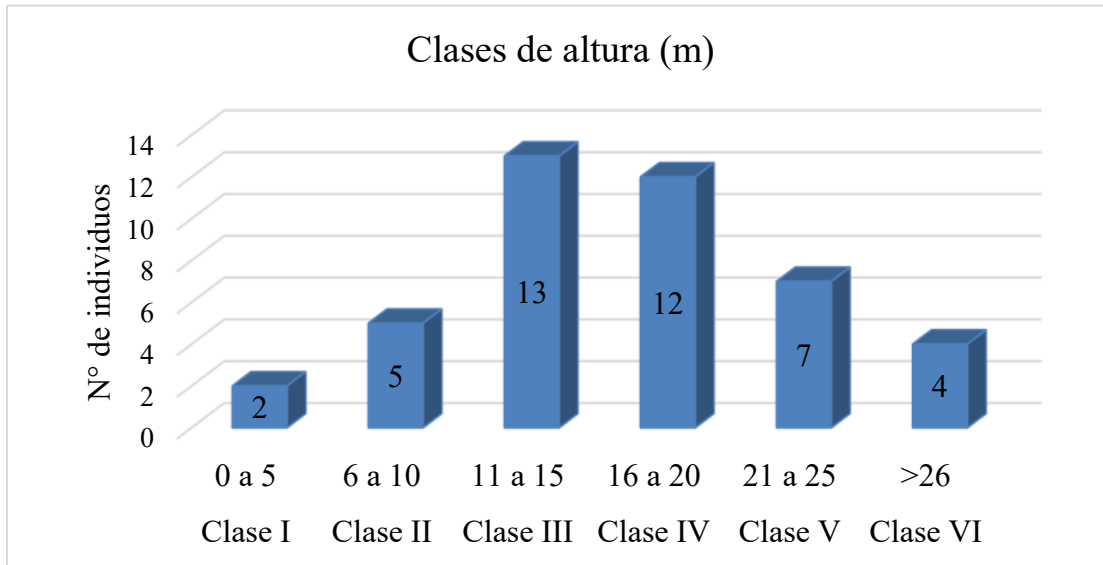
Según se observa en la Figura 2, las siete parcelas establecidas en la finca "Magallanes", situada en el sector Caña Brava del cantón Paján, permiten clasificar las alturas de las especies arbóreas de la siguiente manera:

- **Primera clase (I):** se registraron 2 individuos.
- **Segunda clase (II):** cuenta con 5 individuos.
- **Tercera clase (III):** destaca con un total de 13 individuos, siendo esta la clase con la mayor diversidad de especies arbóreas.
- **Cuarta clase (IV):** presenta 12 individuos, con una diferencia mínima respecto a la clase anterior.
- **Quinta clase (V):** agrupa a 7 individuos.
- **Sexta clase (VI):** incluye 4 individuos.

Este análisis de las clases de altura no solo proporciona una visión clara de la distribución de las especies en la finca, sino que también resalta la riqueza y diversidad del ecosistema en esta área específica.

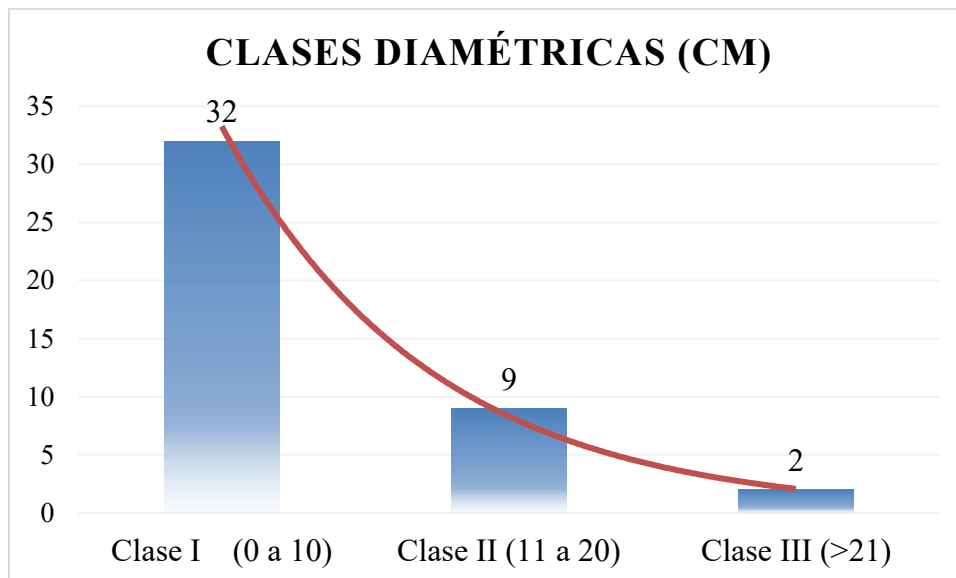


◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**



**Figura 2. Clases altimétricas de individuos registradas en la finca "Magallanes" del sector Caña Brava.**

Como se ilustra en la Figura 3, en la finca "Magallanes" la mayoría de los individuos se clasifica como jóvenes, mientras que hay muy pocos ejemplares en estado de madurez. Esta observación sugiere que no hay una representación uniforme de las diferentes etapas de desarrollo de las especies arbóreas en el área, además se puede deducir que estos individuos jóvenes pertenecen a la misma clase de altura mencionada anteriormente, esta predominancia de árboles jóvenes podría indicar un proceso de regeneración activa en el ecosistema lo que es fundamental para el mantenimiento de la biodiversidad y la salud del bosque a largo plazo.



**Figura 3. Estructura diamétrica de la finca "Magallanes" del sector Caña Brava.**

Según el inventario llevado a cabo en las siete parcelas, utilizando el cálculo del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), se identificaron varias especies que destacan por su relevancia

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

en el ecosistema. Entre las especies más sobresalientes se encuentran *Inga spectabilis* (Wah) Wit., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., y *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms. Por otro lado, las especies que presentan una menor importancia ecológica incluyen *Annona muricata* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck y *Bixa orellana* L. (Tabla 2).

Este análisis no solo resalta la diversidad de especies presentes en la finca "Magallanes" sino que también proporciona información valiosa sobre su papel ecológico. Las especies más importantes son fundamentales para la estructura y función del ecosistema mientras que aquellas con menor importancia pueden desempeñar roles específicos en la dinámica del hábitat. Comprender estas interacciones es crucial para la gestión y conservación de la biodiversidad en esta área.

**Tabla 2. Índice con mayor y menor valor de importancia ecológica resultante del muestreo en la finca "Magallanes".**

Nº	Nombre científico	Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	IVIE (100%)
1	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes	3	6,98	3	42,86	0,022	5,23	18,36
2	<i>Annona muricata</i> L., 1753	1	2,33	1	14,29	0,001	0,15	5,59
3	<i>Annona squamosa</i> L., 1753	1	2,33	1	14,29	0,005	1,26	5,96
4	<i>Bixa orellana</i> L., 1753	1	2,33	1	14,29	0,002	0,48	5,70
5	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788	3	6,98	2	28,57	0,031	7,20	14,25
6	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765	1	2,33	1	14,29	0,002	0,42	5,68
7	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	4	9,30	4	57,14	0,021	4,87	23,77
8	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	1	2,33	1	14,29	0,093	21,68	12,76
9	<i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit.	14	32,56	6	85,71	0,093	21,80	46,69
10	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud	1	2,33	1	14,29	0,004	0,90	5,84
11	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	2	4,65	2	28,57	0,001	0,16	11,13
12	<i>Mammea americana</i> L., 1753	1	2,33	1	14,29	0,004	0,98	5,86
13	<i>Prioria copaifera</i> (Griseb)	1	2,33	1	14,29	0,006	1,36	5,99
14	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms.	3	6,98	3	42,86	0,057	13,30	21,04
15	<i>Sapindus saponaria</i> L.	1	2,33	1	14,29	0,010	2,41	6,34
16	<i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob.	2	4,65	2	28,57	0,010	2,24	11,82
17	<i>Vitex gigantea</i> (Kunth)	3	6,98	2	28,57	0,067	15,57	17,04
<b>Total</b>		<b>43</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>100</b>	<b>0,428</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Nº=Número de especies; Aa=Abundancia absoluta; Ar=Abundancia relativa; Fa=Frecuencia absoluta; Fr; Frecuencia relativa; Da=Dominancia absoluta; Dr=Dominancia relativa; IVIE=Índice de valor de importancia ecológica.

En las siete parcelas inventariadas, el análisis realizado utilizando el índice de Shannon-Weaver reveló una diversidad de 3,47. Este resultado sugiere que la finca "Magallanes" posee un alto valor de diversidad de especies (Tabla 3).

Un índice de Shannon-Weaver de este nivel indica una rica variedad de especies en el ecosistema lo que es fundamental para la estabilidad y resiliencia del hábitat. Una alta diversidad no solo contribuye a la salud del ecosistema, sino que también mejora su capacidad para adaptarse a cambios ambientales y resistir perturbaciones, este hallazgo subraya la importancia de conservar

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

y gestionar adecuadamente la biodiversidad en la finca, ya que un ecosistema diverso puede ofrecer numerosos beneficios como la provisión de recursos y servicios ecológicos esenciales.

**Tabla 3. Índice de diversidad de Shannon-Weaver de las especies muestreadas en la finca "Magallanes".**

Nº	Nombre botánico	Ind/sp	Ar "PI"	LN <sup>2</sup> "PI"	PI * LN <sup>2</sup> (PI)	PI*LN <sup>2</sup> (PI)* -1
1	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes	3	0,07	-3,84	-0,27	0,27
2	<i>Annona muricata</i> L., 1753	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
3	<i>Annona squamosa</i> L., 1753	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
4	<i>Bixa orellana</i> L., 1753	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
5	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788	3	0,07	-3,84	-0,27	0,27
6	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
7	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	4	0,09	-3,43	-0,32	0,32
8	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
9	<i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit.	14	0,33	-1,62	-0,53	0,53
10	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
11	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	2	0,05	-4,43	-0,21	0,21
12	<i>Mammea americana</i> L., 1753	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
13	<i>Prioria copaifera</i> (Griseb)	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
14	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms.	3	0,07	-3,84	-0,27	0,27
15	<i>Sapindus saponaria</i> L.	1	0,02	-5,43	-0,13	0,13
16	<i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob.	2	0,05	-4,43	-0,21	0,21
17	<i>Vitex gigantea</i> (Kunth)	3	0,07	-3,84	-0,27	0,27
<b>Total</b>		<b>43</b>	<b>1,00</b>		<b>-3,47</b>	<b>3,47</b>

Nº=Número de especies; Ind/sp=Cantidad de individuos por especies en las siete parcelas; Ar=Abundancia relativa; PI=Proporción del número de individuos de la especie; Ln=Logaritmo natural.

El valor obtenido del índice de Simpson es de 0,86, lo que indica una diversidad media en la finca "Magallanes". Este resultado sugiere que la diversidad está influenciada significativamente por las especies más dominantes en el ecosistema (Tabla 4).

El índice de Simpson con esta magnitud implica que existe una variedad de especies presentes algunas de ellas tienen una representación mucho mayor que otras, esto puede ser indicativo de un ecosistema donde ciertas especies dominan en términos de número de individuos lo que puede afectar la estabilidad y funcionalidad del hábitat. La presencia de especies dominantes puede ser beneficiosa en algunos contextos, aunque también puede limitar la diversidad general y la resiliencia del ecosistema frente a cambios ambientales por lo tanto es esencial considerar estrategias de manejo que promuevan un equilibrio entre las especies dominantes y aquellas menos representadas para mantener la salud ecológica de la finca.

**Tabla 4. Índice de dominancia de Simpson en la finca "Magallanes", sector Caña Brava del cantón Paján.**

Nº	Nombre botánico	Aa	Ar	Ar <sup>2</sup>
1	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes	3	0,07	0,00
2	<i>Annona muricata</i> L., 1753	1	0,02	0,00

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

3	<i>Annona squamosa</i> L., 1753	1	0,02	0,00
4	<i>Bixa orellana</i> L., 1753	1	0,02	0,00
5	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788	3	0,07	0,00
6	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765	1	0,02	0,00
7	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	4	0,09	0,01
8	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	1	0,02	0,00
9	<i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit.	14	0,33	0,11
10	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud	1	0,02	0,00
11	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	2	0,05	0,00
12	<i>Mammea americana</i> L., 1753	1	0,02	0,00
13	<i>Prioria copaifera</i> (Griseb)	1	0,02	0,00
14	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms.	3	0,07	0,00
15	<i>Sapindus saponaria</i> L.	1	0,02	0,00
16	<i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob.	2	0,05	0,00
17	<i>Vitex gigantea</i> (Kunth)	3	0,07	0,00
<b>Total</b>		<b>43</b>	<b>1</b>	
		Dominancia ( $\lambda$ )		<b>0,14</b>
		Diversidad ( $1-\lambda$ )		<b>0,86</b>

**Nº=Número de especies; Aa=Abundancia absoluta; Ar=Abundancia relativa; Ar<sup>2</sup>=Abundancia relativa al cuadrado.**

El índice de Margalef es una herramienta útil para evaluar la biodiversidad de un ecosistema generalmente se considera que los valores por debajo de 2 indican ecosistemas con baja diversidad, mientras que aquellos que superan 5 se asocian con alta biodiversidad, en el caso de la finca "Magallanes", se ha registrado un valor total de 4,25, lo que sugiere que el ecosistema presenta una biodiversidad media (Tabla 5).

Este nivel de biodiversidad implica que aunque hay una variedad considerable de especies presentes aún existe margen para mejorar la diversidad biológica en el área, la biodiversidad media puede ser indicativa de un ecosistema en desarrollo o en recuperación donde algunas especies son más prevalentes que otras, fomentar un aumento en la diversidad podría contribuir a la estabilidad y resiliencia del ecosistema permitiendo una mejor adaptación a cambios ambientales y promoviendo interacciones ecológicas más complejas, es importante implementar estrategias de conservación y manejo que favorezcan la diversidad de especies en la finca para fortalecer su salud ecológica a largo plazo.

**Tabla 5. Cálculo del índice de Margalef en la finca "Magallanes"**

<b>Índice de Margalef</b>	
Número total de especies	17
Menos 1	-1
Subtotal	16
In del total de individuos	3,76
<b>Subtotal/ In del total de individuos</b>	<b>4,25</b>

**In=Logaritmo natural.**

## DISCUSIÓN

Discusión: En el presente estudio se identificaron un total de 17 especies, 11 familias y 43 individuos en la finca "Magallanes". La familia Fabaceae se destacó como la más representativa dentro de la investigación, lo que coincide con los resultados obtenidos en el análisis estructural del bosque seco realizado en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo, según (24). Este estudio subraya la importancia de la familia Fabaceae en los ecosistemas de bosque seco donde su diversidad y abundancia pueden influir significativamente en la estructura y función del hábitat. La presencia de una variedad de especies dentro de esta familia no solo contribuye a la biodiversidad local, sino que también puede desempeñar un papel crucial en la estabilidad ecológica del área, este tipo de estudios es fundamental para comprender mejor las dinámicas ecológicas de los bosques secos que son ecosistemas frágiles y vulnerables a la presión humana.

La comparación con investigaciones previas, como la realizada por (24) permite establecer patrones y tendencias en la composición florística y la estructura de estos bosques lo que es esencial para desarrollar estrategias efectivas de conservación y manejo sostenible. En este contexto es vital continuar investigando y monitoreando estos ecosistemas para asegurar su preservación y el mantenimiento de su biodiversidad.

En la presente investigación se llevaron a cabo muestreos en 7 parcelas donde se clasificaron las alturas de los individuos arbóreos de la siguiente manera: en la clase I se registraron 2 individuos, la clase II contó con 5 individuos, la clase III presentó 13 individuos, lo que la convierte en la clase con el mayor número de especies arbóreas. La clase IV registró 12 individuos, mostrando una ligera diferencia respecto a la clase anterior. La clase V concentró 7 individuos, mientras que la clase VI incluyó 4 individuos. Estos resultados son consistentes con la investigación titulada "Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en la finca 'El Rubí', ubicada en el recinto Santa Rita del cantón Quevedo" realizada por (25).

Esta coincidencia sugiere que la distribución del número de individuos en las diferentes clases de altura sigue un patrón similar al observado en otros sistemas agroforestales, la identificación y clasificación de las alturas de los árboles es fundamental para comprender la estructura del ecosistema y su dinámica la predominancia de individuos en ciertas clases de altura puede indicar procesos de crecimiento y regeneración específicos dentro del bosque, estos datos son valiosos para el manejo sostenible de los recursos forestales ya que permiten identificar áreas que pueden requerir atención especial para fomentar una mayor diversidad y salud del ecosistema, en este sentido es esencial continuar investigando y comparando diferentes sitios para obtener una visión más completa sobre las características y dinámicas de los sistemas agroforestales.

En el análisis de la estructura diamétrica de los individuos en la finca "Magallanes", se observó que la mayoría de los árboles clasificados pertenecen a la categoría de jóvenes. En particular la clase I incluye 32 individuos, mientras que la clase II cuenta con 9 individuos y la clase III solo con 2, esta distribución sugiere que no hay una representación uniforme de las diferentes etapas de madurez en el ecosistema. La predominancia de individuos jóvenes indica un proceso de regeneración activa pero también puede señalar una falta de árboles maduros lo que podría

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

afectar la estabilidad y resiliencia del bosque. Este estudio contrasta con los resultados de la investigación sobre la "Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en la finca 'El Rubí', ubicada en el recinto Santa Rita del cantón Quevedo" realizada por (25) en su estudio se observó una distribución similar en cuanto a las clases diamétricas lo que permite deducir que las dinámicas de crecimiento y regeneración en ambos ecosistemas presentan patrones comparables.

La concentración de individuos jóvenes puede ser indicativa de un ecosistema en recuperación o en proceso de regeneración tras perturbaciones anteriores como la tala o cambios en el uso del suelo, esta situación también plantea retos para el manejo sostenible del bosque ya que una baja representación de árboles maduros puede limitar la diversidad genética y las interacciones ecológicas esenciales para el funcionamiento del ecosistema, es fundamental implementar estrategias de conservación que promuevan no solo la regeneración de jóvenes sino también el crecimiento y mantenimiento de árboles maduros para asegurar un equilibrio saludable dentro del ecosistema.

En el inventario realizado en las parcelas, se calculó el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), identificando varias especies que destacan por su relevancia en el ecosistema, entre las especies más sobresalientes se encuentran *Inga spectabilis* (Wah) Wit., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., y *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms., las especies que presentan una menor importancia ecológica son *Annona muricata* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, y *Bixa orellana* L. Estos resultados son consistentes con el estudio realizado por (25), que también identificó una variación en la importancia ecológica de las especies de Productos Forestales No Maderables (PFNM). La predominancia de ciertas especies en el inventario sugiere que estas juegan un papel crucial en la estructura y funcionalidad del ecosistema las especies destacadas no solo contribuyen a la biodiversidad, sino que también pueden proporcionar recursos valiosos para las comunidades locales, como alimentos, materiales y medicinas.

En contraste las especies de menor importancia ecológica pueden ser menos representativas en términos de abundancia o funcionalidad dentro del ecosistema lo que plantea interrogantes sobre su papel en la dinámica general del bosque. La comparación con el estudio de (25) resalta la relevancia de los PFNM en la región sugiriendo que la gestión y conservación de estas especies son fundamentales para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, este tipo de investigaciones es esencial para informar políticas de conservación y manejo sostenible asegurando que las comunidades locales puedan beneficiarse de los recursos forestales sin comprometer la salud del ecosistema, es crucial seguir investigando y monitoreando estas dinámicas para promover un uso sostenible y equitativo de los recursos forestales garantizando así la preservación de la biodiversidad para las generaciones futuras.

En el presente estudio el índice de Shannon-Weaver reveló un valor de 3,47 lo que indica una alta diversidad de especies en la finca "Magallanes", este resultado es comparable al estudio del análisis estructural del bosque seco tropical en el sector Quimís, donde se reportó un índice de 3,83 (26). Sin embargo, este valor difiere significativamente del estudio realizado por (27) sobre la regeneración natural de las especies forestales en el Jardín Botánico de la Universidad Técnica

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

de Manabí, que presentó un promedio de 2,44 sugiriendo así una diversidad media, la alta diversidad observada en la finca "Magallanes" sugiere un ecosistema rico y variado capaz de sustentar una amplia gama de especies y funciones ecológicas este nivel de diversidad es crucial para la estabilidad del ecosistema ya que contribuye a la resiliencia frente a cambios ambientales y perturbaciones.

La similitud con los resultados de (26) refuerza la idea de que ciertos ecosistemas secos tropicales pueden albergar una rica biodiversidad lo cual es fundamental para su conservación, el menor índice reportado por (27) puede reflejar condiciones diferentes en el Jardín Botánico como el manejo del área o factores ambientales que limitan la diversidad esta variación destaca la importancia de considerar el contexto ecológico y las prácticas de manejo en cada estudio para comprender mejor las dinámicas de biodiversidad, estos resultados subrayan la necesidad de seguir investigando y monitoreando los ecosistemas para desarrollar estrategias efectivas de conservación y manejo sostenible, promover la diversidad no solo beneficia a las especies individuales sino que también fortalece los servicios ecosistémicos esenciales que sustentan a las comunidades locales y su entorno natural.

El índice de Simpson calculado para el ecosistema en estudio es de 0,86 lo que indica una diversidad media, este valor sugiere que la comunidad está dominada por unas pocas especies lo que puede afectar la equidad en la distribución de individuos entre las distintas especies presentes, este estudio es coherente con el "Análisis estructural del bosque seco en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo" donde se reportó un índice de Simpson idéntico al estudio (24) esto implica una similitud en la diversidad de ambos ecosistemas. La presencia de un índice de Simpson en este rango sugiere que, aunque hay una variedad de especies algunas son mucho más abundantes que otras, esto puede ser indicativo de un ecosistema que, aunque diverso, presenta una estructura dominada por ciertas especies clave.

La dominancia de unas pocas especies puede tener implicaciones significativas para la salud y estabilidad del ecosistema ya que puede reducir la resiliencia del sistema ante perturbaciones ambientales, en comparación el estudio realizado por (24) también encontró un índice similar lo que refuerza la idea de que los ecosistemas secos pueden compartir características comunes en términos de diversidad, es importante considerar cómo estos índices pueden variar en diferentes contextos y bajo distintas condiciones ambientales, el índice de Simpson proporciona información valiosa sobre la estructura de la comunidad estudiada, es fundamental complementarlo con otros índices y análisis para obtener una visión más completa de la biodiversidad y su distribución dentro del ecosistema esto permitirá desarrollar estrategias más efectivas para la conservación y gestión sostenible de los recursos naturales en la región.

El índice de Margalef es una herramienta fundamental para evaluar la biodiversidad de un ecosistema según este índice los valores inferiores a 2 generalmente indican ecosistemas con baja diversidad mientras que aquellos que superan 5 son característicos de alta biodiversidad, el presente estudio obtuvo un valor total de 4,25, lo que sugiere que el ecosistema analizado presenta una biodiversidad media, este resultado es notablemente similar al estudio sobre la "Regeneración natural de las especies forestales en el Jardín Botánico de la Universidad Técnica



◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

de Manabí” realizado por (27) que reportó un índice de 3,42, aunque tiene diferencia considerablemente del “Análisis estructural del bosque seco en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo” donde (24) encontró un índice de 1,67 lo que indica una baja diversidad.

La similitud en los valores del índice de Margalef entre este estudio y el realizado por (27) sugiere que ambos ecosistemas comparten características similares en cuanto a la riqueza y distribución de especies. Un valor de 4,25 indica que hay una cantidad razonable de especies presentes en el ecosistema lo cual es positivo para su salud y estabilidad. Bosque esto implica que el ecosistema tiene el potencial para soportar diversas interacciones ecológicas y servicios ambientales, por otro lado el valor más bajo encontrado por (24) resalta la importancia de considerar las condiciones específicas de cada ecosistema al interpretar los índices de biodiversidad. Un índice de 1,67 sugiere que el bosque seco en "La Tomatera" podría estar enfrentando desafíos en términos de conservación y regeneración lo que podría limitar su capacidad para mantener una diversidad rica y funcional.

Estos estudios subrayan la necesidad de implementar estrategias adecuadas para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en estos ecosistemas, fomentar la biodiversidad no solo es crucial para la salud del ecosistema, sino que también beneficia a las comunidades locales al proporcionar recursos esenciales y servicios ecosistémicos, se debe continuar investigando y monitoreando estos índices porque nos permitirá obtener una comprensión más profunda sobre las dinámicas ecológicas y contribuirá a la formulación de políticas efectivas para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales en la región.

## **CONCLUSIONES**

A través de la realización del inventario forestal se identificaron diversas especies arbóreas en la finca destacando *Inga spectabilis* (Wah) Wit. como la especie más predominante. La familia Fabaceae mostró la mayor representatividad entre las especies registradas lo que sugiere su importancia ecológica en el ecosistema local. Se observó una escasa abundancia de especies forestales maderables lo que podría limitar el potencial de aprovechamiento sostenible de los recursos forestales en la finca.

La evaluación de la estructura vertical y horizontal del bosque reveló que la mayoría de los individuos presentes son jóvenes tanto en términos de diámetro como de altura, esta predominancia de árboles jóvenes indica un proceso activo de regeneración en el ecosistema lo que es positivo para su sostenibilidad a largo plazo también plantea desafíos ya que una baja representación de árboles maduros puede afectar la estabilidad y resiliencia del bosque frente a perturbaciones ambientales.

Los índices de diversidad aplicados en este estudio incluyendo Shannon-Weaver, Simpson y Margalef, reflejan una diversidad que oscila entre media y alta esto se traduce en un ecosistema relativamente rico en especies con ciertas especies sobresalientes identificadas a través del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), en particular las especies de Productos Forestales No Maderables (PFNM) se destacaron por su relevancia ecológica y potencial para el uso sostenible.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de continuar con el monitoreo y manejo adecuado de la biodiversidad en la finca "Magallanes" fomentar la diversidad y promover el crecimiento de especies arbóreas maduras será crucial para asegurar la salud y estabilidad del ecosistema, además es esencial desarrollar estrategias que permitan maximizar los beneficios derivados de los recursos forestales mientras se preserva la riqueza biológica del área, este enfoque no solo contribuirá a la conservación del medio ambiente sino que también beneficiará a las comunidades locales al proporcionar recursos valiosos y sostenibles.

## **DECLARACIÓN DE INTERÉS**

Los autores declaran de manera explícita que no existen conflictos de intereses que puedan influir en la interpretación o presentación de los resultados de este estudio.

## **CONTRIBUCIONES DE AUTORES**

Cabrera C. concibió la idea, metodología, preparo la interpretación y discusión de los resultados para manuscrito y reviso la versión final, Alcívar R. recolección de los datos de campo, Estévez I. reviso la información de los datos y verifico los resultados, Pardo P. reviso la bibliografía y tablas, Cali, V. elaboro el manuscrito en el formato, realizo la tabulación de los datos para obtener los resultados y mapa.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Tirado Recalde, P. R., & Carriel Varas, W. V. Composición Florística y Estructura Del Bosque Húmedo Tropical De Murucumba, cantón Valencia, provincia de Los Ríos: [Internet]. 2009; Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Available from: <https://n9.cl/93yiz7>
2. Biodiversidad Mexicana. *Ecosistemas urbanos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Internet]. 2017; Available from: <https://n9.cl/nhkjf>
3. Ruiz V., R., & Saab R., H.P. Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia: [Internet]. 2020; *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 167-179. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v68n1/0034-7744-rbt-68-01-167.pdf>
4. Banda, K., Delgado, A., Dexter, K., Linares, R., Oliveira, A., Prado, D., ... Pennington, R. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. [Internet]. 2016. *Science* VOL 353(6306), 1383-1387. Available from: <file:///C:/Users/unesu/Downloads/Bandaetal.2016.pdf>
5. Pizano, C., & García, H. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Bogotá, Colombia. [Internet]. 2014. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. Available from: <https://lc.cx/ZtmfBk>
6. Beer, J., Harvey, C. A., Ibrahim, M. A., Harmand, J. M., Somarriba, E., & Jiménez Otárola, F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería* [Internet]. 2003; *en las*

◆ ANALISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR

- Américas Volumen 10, números 37-38, páginas 80-87.* Available from: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6806>
7. Feliciano, D.; Ledo, A.; Hillier, J.; Nayak, D.R. Which agroforestry options give the Greatest soil and above ground carbon benefits in different world different world regions? [Internet]. 2018; *Agriculture, Ecosystems & Environment* 254: 117–129. Available from: <https://lc.cx/HU59XV>
  8. Casanova-Lugo, Fernando, Ramírez-Avilés, Luis, Parsons, David, Caamal-Maldonado, Arturo, Piñeiro-Vázquez, Angel T., & Díaz-Echeverría, Víctor. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. [Internet]. 2016. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(3), 269-284. Available from: <https://n9.cl/tcsg6>
  9. Schroth, G., da Fonseca, G. A., Harvey, C. A., Gascon, C., Vasconcelos, H., & Izac, A. N. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. [Internet]. 2004. Washington, DC, USA: Island Press Available from: <https://lc.cx/ICj3R1>
  10. Schroth, G., & Sinclair, F. Trees crops and soil fertility: Concepts and research methods. [Internet]. 2003. School of Agricultural and Forest Sciences. Available from: <https://lc.cx/8WDIQo>
  11. Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. [Internet]. 2015. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. Available from: <https://n9.cl/xtwovp>
  12. Abada, Mbolo; M.M.; Zekeng, J.C.; Mala, W.A.; Fobane, J.L.; Djomo, C.C.; Ngavounsia, T.; Nyako, C.M.; Florent, E.; Tamanjong, Y.V. The role of cocoa agroforestry systems in conserving forest tree diversity in the Central region of: Cameroon. [Internet]. 2016. *Agroforestry Systems An International Journal incorporating Agroforestry Forum* 90 (4): 577-590. Available from: [file:///C:/Users/unesu/Downloads/The\\_role\\_of\\_cocoa\\_agroforestry\\_systems\\_i.pdf](file:///C:/Users/unesu/Downloads/The_role_of_cocoa_agroforestry_systems_i.pdf)
  13. Zavala, W., Merino, E., & Peláez, P. Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 493 501. [Internet]. 2018; *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 493 501. Available from: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.04>
  14. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Paján – Provincia de Manabí. [Internet]. 2015-2019; Available from: <https://n9.cl/vdz336>
  15. Bravo Paredes, D., Ganchozo Quimis, M., Mero Jalca, O., Pinargote Choez, J., & Cabrera Verdesoto, C. Análisis estructural de la vegetación arbórea en la finca “El Despeño” de la Comunidad Balsa Tumbada Adentro, Junín, Manabí, Ecuador. [Internet]. 2024; *Revista De Investigación Talentos*, 11(1), 47-63. Available from: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/396/460>
  16. Gentry, AH. Cambios en la diversidad de la comunidad vegetal y la composición florística en gradientes ambientales y geográficos. [Internet]. 1988; *Anales del Jardín Botánico de Missouri*, 75, 1-34. Available from: <https://doi.org/10.2307/2399464>
  17. Garibaldi, C. Efectos de la extracción y uso tradicional de la tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la Península de Azuero, Panamá. Panamá. [Internet]. 2008; Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Available from: <https://n9.cl/x884p>

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

---

18. Cabrera Verdesoto, C., Sornoza Briones, L., Cantos Cevallos, C., Pionce Andrade, G., Ganchozo Quimis, M. Análisis de la regeneración natural de cinco especies forestales de la Finca Ándil UNESUM. [Internet]. 2020; *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 18(36), 101-123. Available from: <https://n9.cl/txbrhh>
19. Gil-Leguizamón, P. A., Morales-Puentes, M. E., & Jácome, J. Estructura del bosque Alto andino y páramo en el Macizo de Bijagal, Boyacá. [Internet]. 2020; Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765-776. Available from: <https://n9.cl/pj187g>
20. Lamprecht, H. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. [Internet]. 1990; Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen. República Federal Alemana. 326 p. Available from: <https://n9.cl/4lra4>
21. Cabrera Verdesoto, C. A., Ponce Macías, C. J., Cantos Cevallos, C., Morán Morán, J. J., Cabrera Verdesoto, R. P. Áreas Verdes Y Arbolado En La Zona Urbana Del Cantón Jipijapa. [Internet]. 2020; *Ciencia y Tecnología*, 13(2), 47. Available from: <https://n9.cl/qecn1>
22. Valdez Marroquín, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. [Internet]. 2018; *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682. Available from: <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
23. Margalef, F. Aplicaciones del caos determinista en ecología. [Internet]. 1995; Ed Flos. Publicacions Universitat de Bracelona. Pp 171-184
24. Martens Aguayo, K. A. Análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo. [Internet]. 2022; Tesis. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Available from: <https://n9.cl/7lhus>
25. Mejía Alcívar, E. G. Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en la finca “El Rubí” de recinto Santa Rita, en el cantón Quevedo. [Internet]. 2021; Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Available from: <https://n9.cl/694y7>
26. Briones Anchundia, G. S. Análisis estructural del bosque seco tropical en el sector Quimís, valle de Sancán: Universidad Estatal del Sur de Manabí. [Internet]. 2019; Universidad Estatal del Sur de Manabí. Available from: [file:///C:/Users/pc/Downloads/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-22%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-22%20(4).pdf)
27. Cabrera Verdesoto, C., Murillo Quiroz, L., Salvatierra Piloza, D., Jiménez González, A., & Briones Archundia, G. Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí. [Internet]. 2022; *Ab Intus*, (9), 7–17. Available from: [http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab\\_Intus/article/view/2](http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/2)