

Caracterización florística, estructura y diversidad del arbolado urbano del cantón Puerto López, Manabí, Ecuador

Floristic characterization, structure and diversity of urban trees of the Puerto López canton, Manabí, Ecuador

Valeria Lissette Calí Ligua¹, Randy Javier Ross Chong², Blanca Soledad Indacochea Ganchozo¹, Tayron Omar Manrique Toala¹, César Alberto Cabrera Verdesoto¹

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

²Profesional independiente, Ecuador.

Autor de correspondencia: cesar.cabrera@unesum.edu.ec

Recibido: 20/08/2024. Aceptado: 08/05/2025

Publicado el 02 de julio de 2025

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la composición florística, estructura y diversidad del arbolado urbano del cantón Puerto López, Manabí, Ecuador. Para ello, se realizó un censo forestal en 10 espacios públicos, incluyendo 7 parques y tres espacios verdes. En total, se registraron 16 especies arbóreas distribuidas en 11 familias botánicas, con 279 individuos. La familia Fabaceae destacó como la más representativa en el área de estudio. En cuanto a la estructura horizontal de las especies, se observó una distribución normal en relación con el diámetro de los árboles, destacándose una mayor abundancia en el rango de diámetros de 10 a 30 cm. La estructura vertical del arbolado mostró que el 61 % de los árboles presentaban alturas de 3 a 9 m. Además, se determinó la superficie en m² de los espacios verdes para calcular el índice verde urbano, obteniendo un valor de 5,70 m²/hab, lo cual se encuentra por debajo de la recomendación de la OMS, siendo de 9 m²/hab. Así mismo, se aplicaron diversos índices de valor ecológico para evaluar la biodiversidad del arbolado. El índice de Foráneo reveló que el 75 % de las áreas verdes presentan especies no nativas. Otros índices como el de Shannon-Wiener (2,07), Pielou (0,52), Simpson (0,62), Berger-Parker (0,59), Margalef (2,66) y Jaccard (19 %), permitieron una evaluación integral de la diversidad, equitatividad y similitud entre especies en el arbolado urbano de la zona estudiada. Estos resultados contribuyen para futuras estrategias de manejo y conservación del verde urbano.

Palabras clave: Especies arbóreas, espacios verdes, inventarios, índices de diversidad.

Abstract

The present study aims to characterize the floristic composition, structure, and diversity of the urban tree population in the canton of Puerto López, Manabí, Ecuador. To achieve this, a forest census was conducted in 10 public spaces, including 7 parks and 3 green areas. A total of 16 tree species were recorded, distributed across 11 botanical families, with 279 individuals. The Fabaceae family was the most representative in the study area. Regarding the horizontal structure of the species, a normal distribution was observed in relation to the diameter of the trees, with greater abundance in the diameter range of 10 to 30 cm. The vertical structure of the trees showed that 61 % of the trees had heights ranging from 3 to 9 m. Additionally, the area in square meters of the green spaces was determined to calculate the urban green index, obtaining a value of 5,70 m²/capita, which is below the WHO recommendation of 9 m²/capita. Various ecological value indices were also applied to assess the biodiversity of the tree population. The non-native index revealed that 75 % of the green areas contain non-native species. Other indices, such as Shannon-Wiener (2,07), Pielou (0,52), Simpson (0,62), Berger-Parker (0,59), Margalef (2,66), and Jaccard (19 %), allowed for a comprehensive evaluation of diversity, equitability, and similarity among species in the urban tree population of the studied area. These results contribute to the development of future management and conservation strategies for urban greenery.

Keywords: Tree species, green spaces, inventories, diversity indices.

Introducción

Las áreas verdes (AV) constituyen uno de los componentes más representativos del medio ambiente urbano, está integrado mayoritariamente por parques y jardines públicos, cuya gestión y mantenimiento dependen de las distintas administraciones. Por otro lado, las áreas verdes urbanas (AVU) han sido un elemento constante en las urbes; en un inicio respondieron al interés de ofrecer servicios recreativos al aire libre para los pobladores, siendo espacios con diversos tipos de vegetación (Morales-Gallegos *et al.*, 2021).

Así, la agenda 2030 para el desarrollo sostenible aprobada en 2015 con la participación de 193 países, ha programado en su objetivo 11: “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes, y sostenibles” (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2017).

La relación entre el arbolado urbano y la calidad de vida, es un factor clave para el bienestar de los habitantes de una ciudad, desempeñando un papel fundamental en la estrategia del desarrollo sustentable en los entornos urbanos (GonzálezKuk *et al.* 2019). Los espacios públicos, que albergan una parte significativa del arbolado urbano, ofrecen beneficios ambientales y sociales, que impactan directamente la salud y bienestar de la población (Blancarte, 2016).

El estudio tuvo como objetivo caracterizar la composición florística, estructura y diversidad de las áreas verdes urbanas,

así como determinar la superficie en m² de los espacios verdes y la cobertura arbórea para calcular el índice verde urbano. Adicionalmente, se calcularon diversos índices de valor ecológico, incluyendo el índice de Foráneo, Shannon-Wiener, Equidad de Pielou, Simpson, Berger-Parker, Margalef y Similitud de Jaccard. Estos índices proporcionaron una evaluación integral de la biodiversidad, la equidad, la riqueza y la similitud de las especies presentes en los espacios verdes estudiados.

Materiales y métodos

Localización de la investigación

El estudio se realizó en el cantón Puerto López, entre las coordenadas UTM, 17S X: 521073 Y: 9827695, ubicada al suroeste de la provincia de Manabí, Ecuador (Figura 1). El cantón posee una extensión territorial de 427,43 km² y presenta una precipitación media anual 254 mm. La temperatura media anual oscila entre 20 °C a 35 °C, Limita al Norte con el cantón Jipijapa, al Este con el cantón Jipijapa y la provincia de Santa Elena, al Sur con la provincia de Santa Elena y al Oeste con el Océano Pacífico [Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT Puerto López, 2020)].



Figura 1. Ubicación espacial de las áreas verdes del cantón Puerto López

La caracterización florística, estructura y diversidad del arbolado urbano del cantón Puerto López se fundamentó en los siguientes pasos:

Inventario florístico

Se llevó a cabo un censo de todas las especies forestales presentes en las áreas verdes de la zona urbana del cantón Puerto López. Esto incluyó lugares como parques y zonas verdes. Se determinaron variables dendrométricas, tales como el diámetro a 1,30 m de la base del suelo utilizando una cinta diamétrica, la altura total (h), el volumen de copa y las coordenadas de cada parque.

Estructura horizontal y vertical

Se jerarquizó la importancia de cada especie de manera horizontal, considerando variables como la abundancia, frecuencia y dominancia, a partir, de intervalos de clases diamétricas de 10 cm. Así mismo, se evaluó la estructura vertical mediante la altura de los árboles, utilizando intervalos de clases de tres en tres metros, siguiendo la metodología de Jiménez *et al.* (2021).

Población y muestra

La investigación consideró el 100 % de los parques y zonas verdes urbanas, siguiendo el enfoque metodológico de Cabrera *et al.* (2022).

La determinación de las áreas verdes y el área de cobertura neta del arbolado, se realizó mediante la medición de los perímetros de los espacios públicos verdes y copas de las especies forestales, utilizando el modelo propuesto por Cabrera *et al.* (2022).

Determinación del índice verde urbano

El índice verde urbano (IVU) se calculó a partir de la proyección de la población del área urbana del último censo realizado en el año 2010 por el (Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador [INEC], 2012). Asimismo, se consideró el total de la superficie urbana de Puerto López que incluyen áreas verdes, cuya extensión fue calculada en m², utilizando la ecuación 1 en referencia a Cusme y Farfán, (2022).

El valor obtenido del IVU, fue comparado con el dato establecido por la Organización Mundial de la Salud, siendo de 9 m²/hab.

Análisis de la información

Para evaluar cada especie de las áreas verdes urbanas, se calculó el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), el cual considera la abundancia relativa (AR), la frecuencia relativa (FR) y la dominancia relativa (DmR), utilizando las ecuaciones 2, 3, 4, 5 y 6 según Cabrera *et al.* (2022).

Para evaluar las especies no nativas con relación a las nativas, es decir, el porcentaje de aquellas especies que no son originarias al cantón se determinó utilizando el índice de Foráneo (*Sa*). Además, se emplearon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (*H'*), índice de equidad de Pielou (*E*), índice de Simpson (*λ*), índice de Berger-Parker (*d*), índice de riqueza de Margalef (*D_{mg}*) y el índice de similitud de Jaccard (*J*), para evaluar diversos aspectos de la estructura y diversidad del arbolado, utilizando las ecuaciones 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 propuestas por Moreno (2001).

$$IVU = \frac{\text{Total superficie de áreas verdes (m}^2\text{)}}{\text{Número de habitantes de la zona urbana del cantón Puerto López}} \quad (1)$$

$$\text{Abundancia absoluta (A)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total de área muestreada}} \quad (2)$$

$$\text{Abundancia relativa (AR)\%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Frecuencia relativa (FR)\%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de sitios en que está la especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de sitios de muestreo}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Dominancia relativa (DmR)\%} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)\%} = \frac{AR + FR + DR}{3} \quad (6)$$

$$S_a = \left(\frac{S_{nn}}{(S_{nn} + S_n)} \right) * 100 \quad (7)$$

$$H' = \text{Abundancia relativa} * \text{Logaritmo natural} \quad (8)$$

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (9)$$

$$\lambda = \frac{\text{Nº de individuos de la especie}}{\text{Nº total de individuos de la muestra}} \quad (10)$$

$$d = \frac{\text{Frecuencia de especies dominantes } N_{\max}}{\text{Número total de individuos } N} \quad (11)$$

$$D_{Mg} = \frac{\text{Nº especies presentes}}{\text{Nº total de individuos}} \quad (12)$$

$$J = \frac{c}{a+b-c} * 100 \quad (13)$$

Resultado y Discusión

Identificación de la composición florística y estructura que existen en las áreas verdes del cantón Puerto López.

El censo forestal de las áreas verdes realizado en la zona urbana del cantón Puerto López, registró 16 especies arbóreas pertenecientes a 11 familias botánicas, con un total de 279 individuos, siendo Fabaceae la familia mayormente distribuida en la zona de estudio, (Tabla 1).

Estos resultados difieren al estudio de Ortiz y Luna (2019) en Chaco, Argentina, quienes registraron 137 especies arbóreas, 48 familias botánicas y con un total de 6.352 individuos. Así mismo, difieren con el estudio de Cabrera *et al.* (2022) en el cantón Portoviejo, Ecuador, donde se identificaron 30 especies arbóreas, 14 familias botánicas, con un total de 4.139 individuos. Por su parte, Afanador (2018) en la ciudad de Saravena, Colombia con 117 especies, 46 familias botánicas con un total de 26.116 individuos. Por su parte, existe coincidencia de resultados con los estudios de Ortiz y Luna (2019); Cabrera *et al.* (2022); Leal *et al.* (2018); Canizales *et al.* (2020) y Alanís *et al.* (2022), quienes mencionan a la familia Fabaceae como la más representativa en las áreas verdes urbanas.

Tabla 1. Composición florística que existen en las áreas verdes de Puerto López

Nº	Nombre científico	Nombre común	Familia	Total de árboles
1	<i>Albizia guachapele</i> , (Kunth) Dugand	Guachapelí	Fabaceae	1
2	<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma de coco	Arecaceae	164
3	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Neem	Meliaceae	43
4	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) CC. (1824)	Ovo Fraile Jardinero	Malpighiaceae	1
5	<i>Citrus reticulata</i> Blanco, 1837	Mandarina	Rutaceae	1
6	<i>Coccoloba uvifera</i> L.	Uva de playa	Polygonaceae	6
7	<i>Cordia lutea</i> Lam.	Muyuyo	Boraginaceae	1
8	<i>Delonix regia</i> , (Bojer ex Hook.) Raf.	Acacia roja	Fabaceae	2
9	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	Almendra	Fabaceae	15
10	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba de machete	Fabaceae	1
11	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don, 1822	Jacarandá	Bignoniaceae	1
12	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Meliaceae	2
13	<i>Muntingia calabura</i> L.	Frutillo	Muntingiaceae	1
14	<i>Olea europaea</i> L., 1753	Olivo negro	Oleaceae	28
15	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels.	Grosella	Euphorbiaceae	2
16	<i>Prosopis pallida</i> , (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	Algarrobo	Fabaceae	10
Total			11	279

Estructura horizontal y vertical del arbolado urbano

La estructura horizontal del arbolado mostró una distribución normal en relación con la distribución diamétrica de las especies plantadas, presentando una ligera asimetría positiva (Figura 2). Se observó que la mayoría de las especies se encuentran en el rango de diámetros de 10 a 30 cm, abarcando el 63 % del total de las especies registradas. En contraste, la categoría de 0 a 10 cm concentró el 17 % de las especies. Este patrón sugiere que la mayor parte del arbolado urbano del cantón está conformado por ejemplares jóvenes, con una representación limitada de individuos maduros. Estos resultados difieren con lo reportado por Canizales *et al.* (2020) en las áreas verdes de la ciudad Montemorelos, Nuevo León, México, donde se encontró una distribución normal con un alto número de árboles maduros, concentrándose la mayoría de los individuos se agrupan en la categoría de 30 a 40 cm.

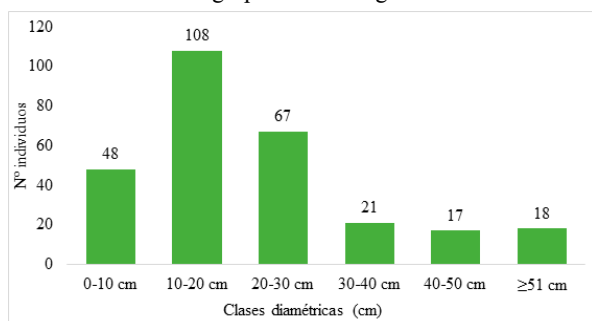


Figura 2. Clases diamétricas de los árboles de las áreas verdes de Puerto López

La estructura vertical del arbolado urbano muestra que el 61 % de los árboles presentan una altura comprendida entre 3 y 9 m. El 19 % de los árboles se encuentra en el rango de 0 a 3 m de altura, mientras que el 20 % restante tiene una altura igual o superior a 10 m, como se muestra en la Figura 3. Estos resultados divergen con el estudio de Jiménez *et al.* (2021),

quienes reportaron una distribución de altura entre 3 y 12 m con el 60 % de las especies, mientras el 7 % de especies entre 0 y 3 m de altura y el 23 % de árboles con alturas entre 12 y 18 m. Esta discrepancia sugiere diferencias en la estructura vertical del arbolado urbano según el contexto específico de cada estudio.

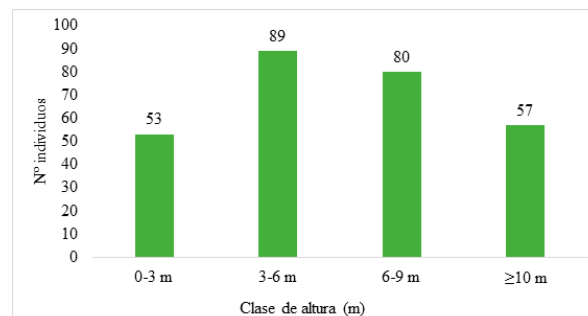


Figura 3. Clases de altura de los árboles de las áreas verdes de Puerto López

Determinación la superficie de áreas verdes y arbolado que existe en la zona de estudio

En la zona urbana del cantón Puerto López, el área verde total es de 56.428 m², con una cobertura neta de arbolado de 4.058 m² (Tabla 2). Estos datos indican una cobertura arbórea más baja en comparación con los datos de Cabrera *et al.* (2022) en Portoviejo, quienes obtienen 412.879 m² de área verde total y 34.917 m² de cobertura de arbolado urbano. Sin embargo, los resultados de Puerto López superan a los obtenidos por Cabrera *et al.* (2020) en Jipijapa, quienes obtienen 16.473 m² de área verde total y 4.760 m² de área neta de cobertura arbórea. Estas comparaciones reflejan las variaciones en la cobertura de arbolado urbano según el contexto geográfico y las características de cada ciudad.

Tabla 2. Determinación de los espacios verdes y arbolado existente de la zona urbana de Puerto López

Nº	Área verde pública	EFM	EFNM	Total área verde (m ²)	Total de área neta cobertura arbolado (m ²)	Total de individuos
1	Zona verde Ciudadela Isla de la Plata		6	638	47	6
2	Parque de la Madre	2	3	499	74	5
3	Parque Ciudadela Miramar		2	520	16	2
4	Parque Ciudadela Luis Gencon	6		2.361	261	6
5	Parque Miraflores		3	480	12	3
6	Parque Central		18	1.437	144	18
7	Zona verde avenida del Malecón Puerto López	46	193	48.663	3.504	239
8	Parque San Alejo	0	0	1.022	0	0
9	Parque Los Alamos	0	0	192	0	0
10	Zona verde Maximiliano Obrien	0	0	616	0	0
Total				56.428	4.058	279

Nota. Especie forestal maderable (EFM); Especie forestal no maderable (EFNM).

El cantón Puerto López tiene un índice verde urbano de 5,70 m²/hab, lo que discrepa con el estudio de Cabrera *et al.* (2020), quienes reportaron 2,7 m²/hab en Jipijapa, Ecuador. Por su parte, los resultados son semejantes a los registrados por Cabrera *et al.* (2022) quienes reportan un índice de 4,92 m²/hab en Portoviejo, Ecuador.

Descripción de los índices de valor de importancia ecológica, Foráneo, Berger-Parker, Shannon-Wiener, Equidad de Pielou, Simpson, Margalef y Similitud de Jaccard del arbolado en las áreas verdes del cantón Puerto López

El índice de valor de importancia ecológica (Tabla 3), con mayor porcentaje es *Cocos nucifera* L., con 36,53% y las

especies de menor importancia *Jacaranda mimosifolia* D. Don, 1822, *Cordia lutea* Lam., con 1,57 %, como se presenta en la Tabla 3. Lo que diverge con el estudio de Leal *et al.* (2018), quienes reportan mayor IVIE para *Fraxinus americana* L., con 30,91 % y *Citrus sinensis* (L) Osbeck de menor importancia con 0,20 %. Además, discrepa con el estudio de Cabrera *et al.* (2022), quienes presentan resultados con mayor porcentaje de IVIE para *Albizia guachapele* (Kunth) Dugand con 17,87 %, y las especies *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman 1968, *Cecropia peltata* L., registran menor importancia con 0,38 %.

Tabla 3. Determinación del índice de valor importancia ecológica

Nº	Nombre científico	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIE (100 %)
		Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
1	<i>Albizia guachapele</i> , (Kunth) Dugand	1	0,36	1	4	0,16	0,95	1,82
2	<i>Cocos nucifera</i> L.	164	58,78	4	17	5,63	34,14	36,53
3	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	43	15,41	4	17	8,67	52,63	28,24
4	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) CC. (1824)	1	0,36	1	4	0,04	0,27	1,60
5	<i>Citrus reticulata</i> Blanco, 1837	1	0,36	1	4	0,05	0,31	1,61
6	<i>Coccoloba uvifera</i> L.	6	2,15	1	4	0,09	0,53	2,28
7	<i>Cordia lutea</i> Lam.	1	0,36	1	4	0,03	0,20	1,57
8	<i>Delonix regia</i> , (Bojer ex Hook.) Raf.	2	0,72	1	4	0,43	2,58	2,49
9	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	15	5,38	1	4	0,40	2,40	3,98
10	<i>Inga edulis</i> Mart.	1	0,36	1	4	0,04	0,22	1,58
11	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don, 1822	1	0,36	1	4	0,03	0,19	1,57
12	<i>Mangifera indica</i> L.	2	0,72	1	4	0,01	0,09	1,66
13	<i>Muntingia calabura</i> L.	1	0,36	1	4	0,05	0,29	1,61
14	<i>Olea europaea</i> L., 1753	28	10,04	3	13	0,38	2,28	8,27
15	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels.	2	0,72	1	4	0,03	0,20	1,69
16	<i>Prosopis pallida</i> , (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	10	3,58	1	4	0,45	2,71	3,49
Total		279	100	24	100	16,48	100	100

Tabla 4. Índices de diversidad de las áreas verdes del cantón Puerto López

	Total de individuos	<i>Sa</i> (%)		<i>E</i>	λ	<i>d</i>	<i>D_{Mg}</i>	<i>J</i> (%)
Puerto López	279	75	2,07	0,52	0,62	0,59	2,66	19

Nota. Índice de Foráneo (Sa); índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'); índice de equidad de Pielou (E); índice de Simpson (λ), índice de Berger-Parker (d), índice de riqueza de Margalef (D_{Mg}) y índice de similaridad de Jaccard (J).

Diversidad

En la Tabla 4, el índice de Foráneo (Sa) mostró que un 75 % de las especies presentes en las áreas verdes corresponden a especies no nativas. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Morales-Gallegos *et al.* (2023) quienes también manifestaron un alto porcentaje de especies no nativas en las áreas verdes estudiadas. Este patrón sugiere una tendencia común en los espacios verdes urbanos, con una prevalencia de especies foráneas en relación con las nativas.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para las áreas muestreadas presentó un valor de 2,07, indicando una diversidad media en el arbolado urbano de Puerto López. Este resultado es comparable con el estudio de Martínez *et al.* (2022), que reportó una diversidad de 2,84 en su investigación.

El valor obtenido para el índice de Pielou (E) es de 0,52 lo que indica una equitatividad media en la distribución del componente arbóreo. Resultado que concuerda con Cué *et al.* (2020), quienes obtuvieron un índice de equitatividad media de 0,48.

El índice de Simpson (λ) fue de 0,62, lo que sugiere una diversidad media influenciada por las especies más dominantes. Este resultado se alinea parcialmente con Martínez *et al.* (2022), quienes reportaron una diversidad media de 0,90 en su estudio.

El índice de dominancia de Berger-Parker (d) para las áreas verdes estudiadas fue de 0,59, lo que indica una dominancia media y sugiere que la distribución de individuos entre las especies es relativamente equitativa. Resultado que difiere con Saavedra-Romero *et al.* (2019), quienes obtienen un valor de 0,66 en el Bosque San Juan de Aragón, reflejando una baja riqueza y alta dominancia de especies.

El índice de riqueza de Margalef (D_{Mg}) fue de 2,66, indicando una diversidad media de especies. Este valor difiere con Canizales *et al.* (2020), quienes reportan una diversidad baja de 1,9. Por otro lado, el índice de similaridad de Jaccard (J) fue de 19 %, lo que indica que la proporción de especies compartidas es insuficiente para considerar que se trata de sitios con una diversidad similar. Este resultado contrasta con el estudio de Cué *et al.* (2020), quienes reportaron una similitud de 34 % entre la composición florística de las áreas verdes, indicando una mayor semejanza entre las áreas estudiadas en su investigación.

Conclusiones

La composición florística permitió identificar los caracteres taxonómicos de las especies forestales maderables y no maderables que conforman las áreas verdes del cantón Puerto López. Además, se observó una distribución equilibrada del arbolado urbano tanto en la dimensión horizontal como vertical, destacando una mayor concentración de árboles en rangos de diámetros medianos y alturas moderadas.

La baja superficie de espacios verde por habitante, en comparación con las recomendaciones de la OMS, resalta la necesidad de ampliar y mejorar las zonas verdes urbanas para promover la salud ambiental y mejorar la calidad del aire en las ciudades, contribuyendo así a un entorno urbano más saludable y sostenible que promueva el bienestar de la población.

Los índices de valor ecológico revelan una alta presencia de especies no nativas en las áreas verdes estudiadas, lo que sugiere la necesidad de implementar estrategias de gestión efectivas para conservar y fortalecer la biodiversidad en el entorno urbano. Estas estrategias deberían enfocarse en la promoción de especies nativas, la restauración ecológica y la gestión sostenible del arbolado urbano para mejorar la funcionalidad de los ecosistemas urbanos y sus servicios ambientales.

Referencias bibliográficas

- Afanador, G. F. (2018). Diseño de estrategias de manejo silvicultural para la población arbórea urbana del municipio de Saravena departamento de Arauca. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18072>
- Alanís-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., Molina-Guerra, V. M., Gárate-Escamilla, H. y Sigala Rodríguez, J. Á. (2022). Caracterización del arbolado urbano del centro de Hualahuises, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(73), 29-49. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1271>

- Blancarte Siqueiros, R. H. (2016). La relación entre las áreas verdes y la calidad de vida en ambientes urbanos. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/23348>
- Cabrera Verdesoto, C. A., Ponce Macías, C. J., Cantos Cevallos, C., Morán Morán, J. J. y Cabrera Verdesoto, R. P. (2020). Áreas Verdes Y Arbolado En La Zona Urbana Del Cantón Jipijapa. *Ciencia y Tecnología*, 13(2), 47–53. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.392>
- Cabrera-Verdesoto, Macías Cedeño, L. E., Mielles Segura, K. A., Jiménez-González, A. y Manrique Tóala, T. O. (2022). Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 9(1), e3380. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380>
- Canizales Velázquez, P. A., Alanís Rodríguez, E., Holguín Estrada, V. A., García García, S. y Chávez Costa, A. C. (2020). Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Morelos, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(62), 111-135. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.768>
- Cué García, J. L., Chagna, E. J., Palacios, W. A. y Carrión, A. M. (2020). Biodiversidad forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *Revista de las Agrociencias ISSN 2477-8982*, (24), 9–28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232822>
- Cusme Sacón, M. D. y Farfán Valdéz, E. V. (2022). *Evaluación del índice verde urbano de la parroquia Calceta para la elaboración de un plan de manejo de áreas verdes* [Tesis de Grado, Escuela Superior politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1795>
- González-Kuk, G., Muñoz-Márquez Trujillo, R. A., García-Albarado, J. C. y Gómez-Merino, F. C. (2019). Áreas verdes urbanas en Córdoba, Veracruz. Cantidad, ubicación y acceso: un análisis ortogonal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(7), 1565-1578. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1907>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2012). *Índice Verde Urbano 2012*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-verde-urbano/>
- Jiménez, E., Serna González, L., Escudero, A. y Martínez Cataño, A. (2021). *Diversidad, estructura y riesgo de los árboles del Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria*. Grupo de Investigación INTEGRA, Facultad de Ingeniería, Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/1536>
- Leal Elizondo, C. E., Leal Elizondo, N., Alanís Rodríguez, E., Pequeño Ledezma, M. Á., Mora-Olivo, A. y Buendía Rodríguez, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(48), 252-270. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>
- Martínez Juárez, G., Rodríguez Trejo, D. A., Granados Sánchez, D., Mohedano Caballero, L. y Villanueva Morales, A. (2022). Descripción del arbolado de alineación de la ciudad de Puebla por grado de marginación y vialidad. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(70), 85-111. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.830>
- Morales-Gallegos, L. M., Martínez-Trinidad, T. y Mohedano-Caballero, L. (2021). El espacio ocioso urbano como alternativa para la creación de áreas verdes en Texcoco, México. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 423-439. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692021000300423&lng=es&tlng=es
- Morales-Gallegos, L. M., Martínez-Trinidad, T., Hernández-De la Rosa, P., Gómez-Guerrero, A., Alvarado-Rosales, D. y Saavedra-Romero, L. D. L. (2023). Diversidad, estructura y salud del arbolado en áreas verdes de la ciudad de Texcoco, México. *Bosque (Valdivia)*, 44(2), 401-414. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-92002023000200401>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir biodiversidad*. M y T-Manuales y Tesis SEA. (Vol. 1) Zaragoza, España. 84 pp. https://www.researchgate.net/publication/304346666_Metodos_para_medir_la_biodiversidad
- Organización de las Naciones Unidas. [ONU]. (2017). *ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles en América Latina y el Caribe*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Ortiz, N. L. y Luna, C. V. (2019). Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado urbano en la Ciudad de Resistencia, Chaco-Argentina. *Agronomía & Ambiente Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, 39(2): 54-68. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/97>
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial [PDOT Puerto López]. (2020). *Plan de desarrollo turístico del cantón Puerto López 2020-2025*.
- Saavedra-Romero, L. D. L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T. y Villa-Castillo, J. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica*, 47(24), 25-37. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3>

