

IDENTIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN ECOLÓGICA DEL ARBOLADO URBANO DE LAS ÁREAS VERDES DE QUININDÉ, ESMERALDAS, ECUADOR

IDENTIFICATION OF THE ECOLOGICAL COMPOSITION OF URBAN TREES IN THE GREEN AREAS OF QUININDÉ, ESMERALDAS, ECUADOR

Andy Joel Renjifo Yáñez ^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Ecuador, Programa de Maestría en Gestión Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7936-8878>. Correo: renjifo-andy9637@unesum.edu.ec

Jorge Washington Mieles Giler²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Ecuador, Programa de Maestría en Gestión Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4739-8968>. Correo: jorge.mieles@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: renjifo-andy9637@unesum.edu.ec

Resumen

Las áreas urbanas han experimentado un rápido crecimiento lo que resalta la importancia de sus espacios verdes para la regulación del clima y la mejora de la calidad del aire. Este estudio tiene como objetivo identificar la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador. Se realizó un inventario dendrométrico midiendo el diámetro a 1,30 m del suelo (DAP) en sitios representativos como parques, avenidas, calles y parterres. Se identificaron 24 especies forestales, de las cuales 12 son árboles frutales, seis son arbóreas y seis son palmas, distribuidas en 14 familias. De estas seis especies son nativas y 18 introducidas siendo la familia Arecaceae la más representativa. En la estructura horizontal del arbolado se observó una mayor presencia en la clase IV mientras que en la estructura vertical predominó la clase II. En el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) reveló que *Adonidia merrillii* becc fue la especie más destacada con un 37,11% desde el punto de vista ecológico. Además, el índice de Shannon-Wiener mostró una diversidad de 3,14 y el índice de Simpson alcanzó 0,82, indicando una alta diversidad. El índice de Margalef obtuvo un valor de 3,42, lo que sugiere una rica biodiversidad, mientras que el índice de Pielou fue de 0,68, reflejando una equidad moderada. El índice de Berger-Parker fue de 0,37, siendo la especie más abundante del cantón *Adonidia merrillii* becc. En conclusión, el arbolado urbano del cantón Quinindé presenta una notable biodiversidad en términos de familias y especies forestales, lo que subraya la necesidad de su conservación y manejo adecuado.

Palabras clave: Biodiversidad; composición ecológica; índice de Simpson; inventario; florístico

Abstract

Urban areas have experienced rapid growth, these spaces are important, offering climate regulation and improving air quality, for this reason the study aims to identify the ecological composition of the urban trees in the green areas of Quinindé, Esmeraldas, Ecuador. The study was carried out through an inventory of dendrometric variables taking the (DAP) at 1.30 m from the urban trees in representative places such as: parks, avenues, streets, flowerbeds and green spaces, describing the composition at a floristic and structural level. In the results, 24 forest species were identified, of which 12 are fruit trees, six arboreal and six palms, botanically distributed in 14 families. Of which 6 native species and 18 introduced, Arecaceae being the most representative family. A greater presence in class IV was diagnosed in the horizontal structure and in the vertical structure in class II. In the Ecological Importance Value Index, Adonidia merrillii becc was the most representative with 37.11% from the ecological point of view, while the Shannon – Wiener index has a diversity of 3.14, the Simpson index with 0.82 representing high diversity, the Margalef index obtained a value of 3.42 indicating high richness and the Pielou index is 0.68 determining moderate equity. Finally, it is concluded that the urban tree identification of the Quinindé canton has a good biodiversity of forest families and species.

Keywords: Biodiversity; ecological composition; Simpson's index; inventory; floristic

Fecha de recibido: 12/10/2024

Fecha de aceptado: 24/11/2024

Fecha de publicado: 16/12/2024

Introducción

En las últimas décadas, las áreas urbanas han experimentado un crecimiento acelerado, albergando una proporción cada vez mayor de la población mundial. Ciudades como Nuevo León, México, han visto cómo la expansión de la mancha urbana pone en riesgo la calidad de vida de sus habitantes, haciendo que las áreas verdes urbanas cobren una relevancia crítica. Estos espacios, particularmente los parques urbanos, desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento del bienestar social, económico y ecológico, al ofrecer oportunidades de esparcimiento y convivencia, al mismo tiempo que contribuyen a la regulación del clima y la mejora de la calidad del aire (Leal et al., 2018).

Las áreas verdes, también llamadas parques urbanos, tienen como principal fomentar la convivencia y el esparcimiento de las personas. A diferencia de los bosques o parques protegidos, estos lugares son más accesibles para quienes viven en zonas urbanas. Los parques urbanos pueden proporcionar una gran cantidad de beneficios ambientales, tales como la reducción de la contaminación del aire, la disminución del ruido, la mejora del entorno visual, el fomento de las actividades recreativas y la posibilidad de conectarse con la naturaleza. Además, contribuyen a la conservación de la diversidad biológica mediante la provisión de hábitat y alimento a la fauna local (Escobedo et al., 2011).

El arbolado urbano, es el componente verde de las ciudades, abarca la vegetación de tejidos leñosos que se eleva a más de cinco metros de altura, distribuido en avenidas y también en espacios verdes como parques y plazas, concediendo diversos beneficios al entorno natural, a la salud de las personas y a la sociedad en general (Niemela et al., 2011).

Ecuador, aunque ha realizado algunos estudios sobre la composición florística de su arbolado urbano en ciudades como Quito, Tena, Quevedo, Ibarra y Guayaquil, aún cuenta con un conocimiento limitado en este ámbito. Investigaciones recientes en Quito y Portoviejo han subrayado la importancia de los árboles urbanos en la mitigación del cambio climático, la mejora de la calidad del aire, y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales como la captura de carbono y la regulación del ciclo hidrológico (Pucha et al., 2023). Sin embargo, la falta de inventarios precisos y de un manejo adecuado de las áreas verdes pone en riesgo estos servicios cruciales, especialmente ante el desafío que representa el crecimiento urbano.

Es esencial que las áreas verdes no solo estén bien planificadas y diseñadas, sino que también sean accesibles para toda la población, distribuidas equitativamente a lo largo de la ciudad, y consideradas como puntos clave en la configuración urbana (Cabrera et al., 2022). Además, la vegetación urbana no solo tiene un valor estético y recreativo, sino que también es fundamental para mantener el equilibrio ecológico entre la biodiversidad y el ser humano, regulando el clima y controlando la erosión (Macías et al., 2022; Biens y De la Cruz, 2020).

En este contexto, el propósito de la investigación tiene como objetivos identificar la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador. Además de diagnosticar la estructura y composición florística y evaluar los índices de valor de importancia ecológica, Shannon-Wiener, Simpson, Margalef, Equidad de Pielou, Berger Parker, Foráneo y Similitud de Jaccard.

Material y métodos

Localización de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo en los principales parques, avenidas, calles y espacios verdes del cantón Quinindé, ubicado en la provincia de Esmeraldas, Ecuador. Quinindé tiene una población aproximada de 134 973 habitantes y está dividido en seis parroquias: Rosa Zárate, Malimpia, Cube, Chura, Viche, y La Unión. La región se caracteriza por un clima tropical húmedo, con temperaturas que oscilan entre 23°C y 26°C, lo que favorece una gran diversidad de especies vegetales. Quinindé limita al norte con los cantones Esmeraldas y Río Verde; al sur con el cantón La Concordia; al este con los cantones Eloy Alfaro y Puerto Quito; y al oeste con los cantones Muisne y Pedernales. (PDOT, 2015). Esta ubicación geográfica y climática contribuye a la riqueza ecológica del área, haciendo de Quinindé un lugar propicio para la investigación sobre su arbolado urbano.

Identificación de la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador

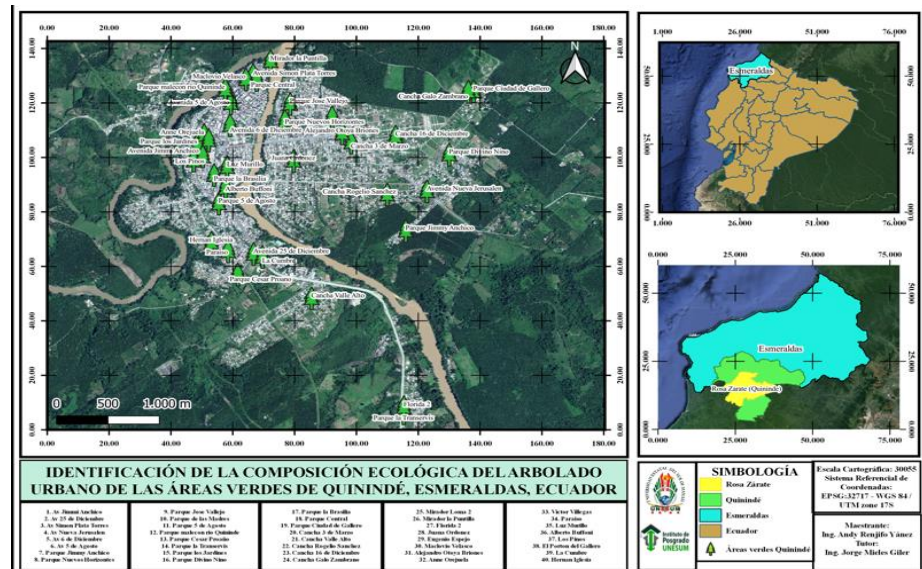


Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas verdes cantón Quinindé.

Población y muestra

El inventario de árboles urbanos en el cantón Quinindé fue realizado en lugares representativos como: parques, avenidas, calles, parterres y espacios verdes dentro de la zona urbana. Las áreas verdes inventariadas abarcan mucha diversidad considerando los entornos urbanos, proporcionando una visión integral de la estructura y composición del arbolado del cantón.

Análisis de la información

El inventario de arbolado urbano del cantón Quinindé en la parroquia Rosa Zárate presenta parques, avenidas, calles, parterres y espacios verdes, fue descrito a nivel de composición florística y estructura.

Composición florística

Se realizó un inventario describiendo de la clasificación taxonómica y de la procedencia (nativa e introducida), presentes en los parques, seguridad vial y espacios verdes del cantón Quinindé. Se tomaron las variables dendrométricas de diámetro a la altura del pecho, a 1,30 m de la raíz, con la utilización de una cinta diamétrica, considerando todos los registros de los árboles ≥ 10 cm de DAP; altura total con hipsómetro de Suunto; volumen de copa y las coordenadas de cada parque con GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Estructura Vertical y Horizontal

Se realizaron figuras para la clase diamétrica y altura del arbolado urbano comparando las diferentes clases dendrométricas y altimétricas de las especies en los parques, seguridad vial y espacios verdes, basados en la metodología de Dávila Lara *et al.*, (2019).

Composición estructural

La comparación de las variables de estructurales entre los parques, seguridad vial y espacios verdes, calculando los parámetros: Abundancia Relativa (%), Frecuencia Relativa (%), Frecuencia Relativa (%), Dominancia Relativa (%) e Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE). Los parámetros ecológicos se emplearon aplicando las ecuaciones planteadas por Mostacedo y Fredericksen, (2000); Alanís *et al.*, (2020); Cabrera Verdesoto *et al.*, (2020). Como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Fórmulas para la determinación estructural.

Parámetros	Ecuaciones
Abundancia absoluta (A)	$(A) = \frac{N^{\circ} \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}} \quad (1)$
Abundancia relativa (%)	$(AR) = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} \times 100 \quad (2)$
Frecuencia relativa (%)	$(FR) = \frac{N^{\circ} \text{ de sitios en que está la especie}}{N^{\circ} \text{ total de sitios de muestreo}} \times 100 \quad (3)$
Dominancia relativa (%)	$(DmR) = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \quad (4)$
Índice de valor de importancia ecológica	$I.V.I.E = \frac{Ar + Fr + Dr}{3} \quad (5)$

Determinación de los índices de diversidad

La biodiversidad forestal de las áreas con cobertura vegetal se efectuaron los índices de Shannon-Wiener (H'), de Simpson (λ), riqueza de Margalef (DMg), equidad de Pielou (E), Berger-Parker (d), Foráneo (S_a) y Similaridad de Jaccard (J), aplicando las ecuaciones propuestas por Moreno (2001).

Fórmulas utilizadas para determinar los índices estructurales y diversidad de especies:

Índice de Shannon-Weiner

$$H' = - \sum (P_i * \ln P_i) \quad (6)$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Weiner

P_i = Abundancia relativa

$\ln$ = Logaritmo natural

Índice de Simpson

$$D = \sum (p_i)^2 \quad (7)$$

Donde:

D = Índice de Simpson

p_i = Abundancia proporcional de la especie i , entre n_i y N

Índice de Margalef

$$DMg = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad (8)$$

Donde:

DMg = Índice de Margalef

S = Número total de especies presentes

Ln = Logaritmo natural

N = Número total de individuos observados

Índice de equidad de Pielou

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

Donde:

E = Índice de equidad de Pielou

H' = Índice de Shannon-Weiner

LnH' = Logaritmo natural de H'

Índice Berger-Parker

$$D = \frac{Ab_{max}}{N} \quad (10)$$

Donde:

D = Índice Berger-Parker

Abmax = Abundancia de la especie con mayor número de individuos

N = Número total de individuos

Índice Foráneo

$$Sa = \left(\frac{S_{nn}}{S_{nn}+S_n} \right) * 100 \quad (11)$$

Donde:

Sa = Índice Foráneo

Snn = Número de especies no nativas

Sn = Número de especies nativas

Índice de Similitud de Jaccard

$$J = \frac{c}{a+b-c} * 100 \quad (12)$$

Donde:

J = Índice de similitud de Jaccard

a = Número de especies en la comunidad A

b = Número de especies en la comunidad B

c = Número de especies comunes en ambas comunidades

Resultados y discusión

Identificación de la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador.

En el inventario realizado se identificaron 24 especies de las cuales 12 son árboles frutales, seis arbóreas y seis palmas, botánicamente distribuidas en 14 familias. De las cuales 6 especies nativas y 18 introducidas. La familia más representativa es Arecaceae con seis especies, seguidas de Rutaceae con tres y las de menor presencia son Annonaceae, Combretaceae, Myrtaceae con dos familias; Araucariaceae, Meliaceae, Caricaceae, Urticaceae, Moraceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae y Lauraceae con una familia.

Tabla 2. Especies encontradas en la zona urbana del cantón Quinindé.

Nº	Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	Total de árboles
1	<i>Adonidia merrillii</i> Becc 1919.	Palma de navidad	Arecaceae	Introducido	311
2	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf 1995.	Palma areca	Arecaceae	Introducido	99
3	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien 1889.	Palma robelina	Arecaceae	Introducido	91
4	<i>Bucida buceras</i> L 1759.	Olivo negro	Combretaceae	Introducido	71
5	<i>Terminalia catappa</i> L 1767.	Almendro	Combretaceae	Introducido	59
6	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook 1900.	Palma real	Arecaceae	Introducido	47
7	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> (L. Bailey) H.E.Moore 1976.	Palma botella	Arecaceae	Introducido	39
8	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume 1843.	Palma roja	Arecaceae	Introducido	32
9	<i>Ficus benjamina</i> L 1753.	Ficus	Moraceae	Introducido	27
10	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss 1830.	Neem	Meliaceae	Introducido	9
11	<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco 1952.	Pino de Norfolk	Araucariaceae	Introducido	7
12	<i>Mangifera indica</i> L 1753.	Mango	Anacardiaceae	Introducido	7
13	<i>Annona cherimola</i> (L.) Miller 1753.	Chirimoya	Annonaceae	Nativa	6
14	<i>Persea americana</i> Mill 1768.	Aguacate	Lauraceae	Introducido	5
15	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck 1765.	Limón	Rutaceae	Introducido	5
16	<i>Carica papaya</i> L 1753.	Papaya	Caricaceae	Nativa	5
17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston 1931.	Pomarrosa	Myrtaceae	Introducido	3
18	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck 1765.	Naranja	Rutaceae	Introducido	3
19	<i>Psidium guajava</i> L 1753.	Guayaba	Myrtaceae	Nativa	3
20	<i>Anona muricata</i> L 1753.	Guanábana	Annonaceae	Nativa	2
21	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd 1806.	Guaba de machete	Fabaceae	Nativa	2

22	<i>Citrus reticulata</i> Blanco 1837.	Mandarina	Rutaceae	Introducido	2
23	<i>Morinda citrifolia</i> L 1753.	Noni	Rubiaceae	Introducido	2
24	<i>Cecropia peltata</i> L 1759.	Guarumo	Urticaceae	Nativa	1
Total			14		838

Diagnostico la estructura y composición florística del arbolado urbano de las áreas verdes del cantón Quinindé

Estructura diamétrica del arbolado urbano del cantón Quinindé

El diagnóstico de la estructura horizontal se registraron 9 clases de las cuales se identificaron mayor cantidad de individuos (229) en la clase IV (en el rango de 43,6 cm hasta 58 cm) y la de menor representatividad de individuos (18) en la estructura diamétrica fue la clase I (0 cm hasta 14,5 cm). Esto sugiere que la mayor parte de los árboles ha alcanzado un tamaño intermedio, lo que indicar una población arbórea de edad media.

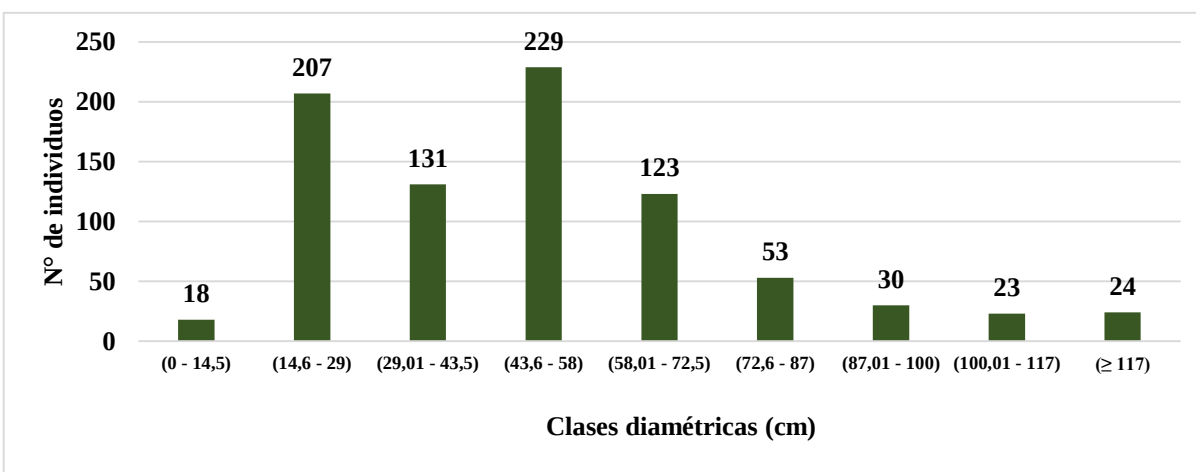


Figura 2. Clases diamétricas del arbolado urbano.

Estructura altimétrica del arbolado urbano

El diagnóstico de la estructura vertical se registraron 4 clases de las cuales se identificaron mayor cantidad de individuos (471) en la clase II (en el rango de 3,6 m hasta 6,89 m) y la de menor representatividad de individuos (15) en la estructura altimétrica fue la clase IV ($\geq 9,01$ m). Esto sugiere que la mayor parte de los árboles ha alcanzado un tamaño intermedio, lo que indicar una población arbórea de edad media.

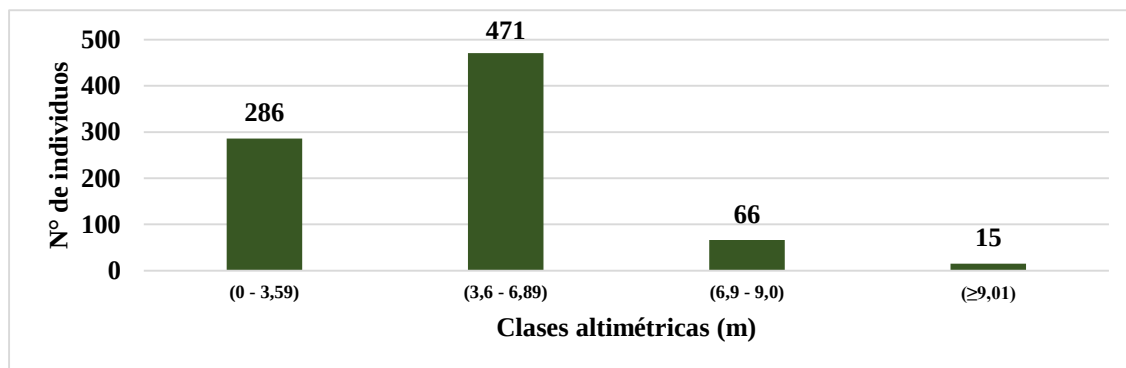


Figura 3. Clases altimétricas del arbolado urbano.

Índice de Valor de importancia ecológica en las áreas verdes

Se calculó la abundancia, frecuencia y dominancia para estimar el índice de valor importancia ecológica (IVIE) de especies forestales en las áreas verdes del cantón Quinindé (Tabla 3). La especie con mayor abundancia fue la *Adonidia merrillii* becc con 311 individuos, representando el 37,11%, la especie con mayor frecuencia es *Adonidia merrillii* becc con 63 individuos representando el 16,80%. La especie más dominante es *Adonidia merrillii* becc con una dominancia 71,65 representando el de 32,23%. Y la de menor abundancia fue la *Cecropia peltata* L con 1 individuos representando el 0,12%, así mismo en la frecuencia (1) representando el 0,27% y en dominancia 0,34 representando el 0,15%; el valor más alto del IVIE fue para *Adonidia merrillii* becc con 28,71%, es decir el resto de especies forestales obtuvieron menos del 10% de valor ecológico, siendo *Cecropia peltata* L la especie de menor representatividad ecológica con el valor de 0,28%.

Tabla 3. Índice de valor de importancia ecológica del cantón Quinindé

Nº	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		I.V.I	
		Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	IVI (300%)	IVI (100%)
1	<i>Adonidia merrillii</i> Becc 1919.	311	37,11	63	16,80	71,65	32,23	86,14	28,71
	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje								
2	& J. Dransf 1995.	99	11,81	46	12,27	4,91	2,21	26,29	8,76
3	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien 1889.	91	10,86	35	9,33	33,07	14,87	35,07	11,69
4	<i>Bucida buceras</i> L 1759.	71	8,47	55	14,67	3,93	1,77	24,91	8,30
5	<i>Terminalia catappa</i> L 1767.	59	7,04	28	7,47	16,56	7,45	21,96	7,32
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook								
6	1900.	47	5,61	22	5,87	13,95	6,28	17,75	5,92
	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> (L. Bailey)								
7	H.E. Moore 1976.	39	4,65	19	5,07	43,02	19,35	29,07	9,69
8	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume 1843.	32	3,82	24	6,40	0,81	0,36	10,58	3,53
9	<i>Ficus benjamina</i> L 1753.	27	3,22	25	6,67	15,08	6,78	16,67	5,56
10	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss 1830.	9	1,07	7	1,87	5,05	2,27	5,21	1,74
	<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco								
11	1952.	7	0,84	6	1,60	4,30	1,93	4,37	1,46
12	<i>Mangifera indica</i> L 1753.	7	0,84	7	1,87	3,68	1,66	4,36	1,45

Identificación de la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador

13	<i>Annona cherimola</i> (L.) Miller 1753.	6	0,72	6	1,60	1,05	0,47	2,79	0,93
14	<i>Persea americana</i> Mill 1768.	5	0,60	5	1,33	0,69	0,31	2,24	0,75
15	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck 1765.	5	0,60	5	1,33	0,28	0,13	2,06	0,69
16	<i>Carica papaya</i> L 1753.	5	0,60	4	1,07	0,37	0,17	1,83	0,61
17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston 1931.	3	0,36	3	0,80	1,24	0,56	1,72	0,57
18	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck 1765.	3	0,36	3	0,80	0,59	0,27	1,42	0,47
19	<i>Psidium guajava</i> L 1753.	3	0,36	3	0,80	0,54	0,24	1,40	0,47
20	<i>Anona muricata</i> L 1753.	2	0,24	2	0,53	0,80	0,36	1,13	0,38
21	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd 1806.	2	0,24	2	0,53	0,15	0,07	0,84	0,28
22	<i>Citrus reticulata</i> Blanco 1837.	2	0,24	2	0,53	0,14	0,06	0,84	0,28
23	<i>Morinda citrifolia</i> L 1753.	2	0,24	2	0,53	0,09	0,04	0,81	0,27
24	<i>Cecropia peltata</i> L 1759.	1	0,12	1	0,27	0,34	0,15	0,54	0,18
Total		838	100	375	100	222,31	100	300	100

Nota. N° = 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.

Evaluación de los índices de diversidad ecológica y similitud del arbolado en las áreas verdes.

Índice Shannon-Wiener

El valor de diversidad identificado a partir del índice de Shannon – Wiener del inventario de arbolado urbano tiene una diversidad de 3,14, lo que refleja la diversidad global de las áreas verdes. (Tabla 4).

Tabla 4. Índice de shannon-wiener de la zona urbana del cantón Quinindé

N°	Especies	Ind/sp	Ar "PI"	LN ² "PI"	PI * LN ² (PI)	PI*LN ² (PI)* -1
1	<i>Adonidia merrillii</i> Becc 1919.	311	0,371	-1,430	-0,531	0,531
2	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf 1995.	99	0,118	-3,081	-0,364	0,364
3	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien 1889.	91	0,109	-3,203	-0,348	0,348
4	<i>Bucida buceras</i> L 1759.	71	0,085	-3,561	-0,302	0,302
5	<i>Terminalia catappa</i> L 1767.	59	0,070	-3,828	-0,270	0,270
6	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook 1900.	47	0,056	-4,156	-0,233	0,233
7	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> (L. Bailey) H.E. Moore 1976.	39	0,047	-4,425	-0,206	0,206
8	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume 1843.	32	0,038	-4,711	-0,180	0,180
9	<i>Ficus benjamina</i> L 1753.	27	0,032	-4,956	-0,160	0,160
10	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss 1830.	9	0,011	-6,541	-0,070	0,070
11	<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco 1952.	7	0,008	-6,903	-0,058	0,058
12	<i>Mangifera indica</i> L 1753.	7	0,008	-6,903	-0,058	0,058
13	<i>Annona cherimola</i> (L.) Miller 1753.	6	0,007	-7,126	-0,051	0,051
14	<i>Persea americana</i> Mill 1768.	5	0,006	-7,389	-0,044	0,044
15	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck 1765.	5	0,006	-7,389	-0,044	0,044
16	<i>Carica papaya</i> L 1753.	5	0,006	-7,389	-0,044	0,044

Identificación de la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador

17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston 1931.	3	0,004	-8,126	-0,029	0,029
18	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck 1765.	3	0,004	-8,126	-0,029	0,029
19	<i>Psidium guajava</i> L 1753.	3	0,004	-8,126	-0,029	0,029
20	<i>Anona muricata</i> L 1753.	2	0,002	-8,711	-0,021	0,021
21	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd 1806.	2	0,002	-8,711	-0,021	0,021
22	<i>Citrus reticulata</i> Blanco 1837.	2	0,002	-8,711	-0,021	0,021
23	<i>Morinda citrifolia</i> L 1753.	2	0,002	-8,711	-0,021	0,021
24	<i>Cecropia peltata</i> L 1759.	1	0,001	-9,711	-0,012	0,012
Total		838	1	-151,92	-3,14	3,14

Nota. N° = Número de especies; Ind/sp = Cantidad de individuos por especies; Ar = Abundancia relativa; PI = Proporción del número de individuos de la especie; Ln = Logaritmo natural.

Índice Diversidad de Simpson

A partir de los valores calculados en el índice de Simpson se identificaron como especies más dominantes a: *Adonidia merrillii* becc y la menos dominante fue *Cecropia peltata* L. La dominancia relativamente baja (0,18) y el valor de 0,82 indica que la diversidad cercana a 1 indica una alta diversidad por lo cual las áreas verdes del cantón Quinindé tienen una buena distribución de especies, lo que mejora su estabilidad ecológica.

Tabla 5. Índice de simpson de la zona urbana del cantón Quinindé

N°	Especies	Aa	Ar	Ar2
1	<i>Adonidia merrillii</i> Becc 1919.	311	0,37	0,14
2	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf 1995.	99	0,12	0,01
3	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien 1889.	91	0,11	0,01
4	<i>Bucida buceras</i> L 1759.	71	0,08	0,01
5	<i>Terminalia catappa</i> L 1767.	59	0,07	0,00
6	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook 1900.	47	0,06	0,00
7	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> (L. Bailey) H.E. Moore 1976.	39	0,05	0,00
8	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume 1843.	32	0,04	0,00
9	<i>Ficus benjamina</i> L 1753.	27	0,03	0,00
10	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss 1830.	9	0,01	0,00
11	<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco 1952.	7	0,01	0,00
12	<i>Mangifera indica</i> L 1753.	7	0,01	0,00
13	<i>Annona cherimola</i> (L.) Miller 1753.	6	0,01	0,00
14	<i>Persea americana</i> Mill 1768.	5	0,01	0,00
15	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck 1765.	5	0,01	0,00
16	<i>Carica papaya</i> L 1753.	5	0,01	0,00
17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston 1931.	3	0,00	0,00
18	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck 1765.	3	0,00	0,00
19	<i>Psidium guajava</i> L 1753.	3	0,00	0,00

20	<i>Anona muricata</i> L 1753.	2	0,00	0,00
21	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd 1806.	2	0,00	0,00
22	<i>Citrus reticulata</i> Blanco 1837.	2	0,00	0,00
23	<i>Morinda citrifolia</i> L 1753.	2	0,00	0,00
24	<i>Cecropia peltata</i> L 1759.	1	0,00	0,00
Total		838	1	
		Dominancia (λ)		0,18
		Diversidad ($1-\lambda$)		0,82

Nota. N° =Número de especies; Aa =Abundancia absoluta de especies; Ar =Proporción relativa de cada especie; Ar2 = Cuadrado de esa proporción.

Índice Riqueza Margalef

El índice de riqueza de Margalef establece una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos en una comunidad. Los valores del índice son interpretados de la siguiente manera: valores inferiores a 2 indican ecosistemas con baja biodiversidad, mientras que valores superiores a 5 se asocian con alta diversidad. En este estudio, el índice obtuvo un valor de 3,42, lo que indica una alta riqueza específica y sugiere una biodiversidad media en el arbolado urbano del cantón Quinindé, este resultado resalta que, aunque existe una variedad significativa de especies en la comunidad estudiada la riqueza específica se encuentra en un nivel intermedio. Esto implica que hay un número adecuado de especies presentes, pero también sugiere la posibilidad de mejorar la diversidad a través de estrategias de conservación y manejo que fomenten la inclusión de más especies nativas y arbóreas en el ecosistema urbano.

Tabla 6. Índice de margalef de la zona urbana del cantón Quinindé

Índice de Margalef	
Número total de especies	24
Menos 1	-1
Subtotal	23
Ln del total de individuos	6,73
Subtotal/Ln del total de individuos	3,42

Nota. Ln = Logaritmo natural

Índice Equidad de Pielou

El índice Equidad de Pielou evalúa la distribución de la abundancia relativa de las especies. Se obtuvo un valor de 0.68, lo cual indica una equidad moderada en el cantón. Este valor, junto con el índice de Shannon, sugiere que, aunque la comunidad presenta una riqueza específica de 24 especies, la abundancia de individuos se concentra en un número relativamente pequeño de especies. Estos resultados sugieren que la comunidad estudiada ha experimentado perturbaciones que han afectado su estructura.

Tabla 7. Índice equidad de pielou de la zona urbana del cantón Quinindé

Índice de equidad de Pielou	
Número total de especies	24
Índice de Shannon	3,14
LN2 (S)	4,58
Total	0,68

Nota. Ln = Logaritmo natural

Índice de Berger Parker

Es una medida de dominancia ecológica, además, refleja el grado en que una sola especie domina en una comunidad. La especie con mayor abundancia fue *Adonidia merrillii* becc con 311 individuos, siendo la más abundante del cantón.

Tabla 8. Índice de Berger Parker de la zona urbana del cantón Quinindé

Índice de Berger-Parker	
Número de individuos en la especie más abundante (Nmax)	311
Número total de individuos (N)	838
Total	0.37

Índice Foráneo

El índice foráneo mostró que el 75% de las especies presentes en la zona verde del cantón Quinindé son introducidas, lo que indica una significativa presencia de especies introducidas.

Tabla 9. Índice Foráneo de la zona urbana del cantón Quinindé

Nº	Especies	Introducidas	Nativas
1	<i>Adonidia merrillii</i> Becc 1919.	1	
2	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf 1995.	1	
3	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien 1889.	1	
4	<i>Bucida buceras</i> L 1759.	1	
5	<i>Terminalia catappa</i> L 1767.	1	
6	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook 1900.	1	
7	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> (L. Bailey) H.E. Moore 1976.	1	
8	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume 1843.	1	
9	<i>Ficus benjamina</i> L 1753.	1	
10	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss 1830.	1	
11	<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco 1952.	1	
12	<i>Mangifera indica</i> L 1753.	1	
13	<i>Annona cherimola</i> (L.) Miller 1753.		1
14	<i>Persea americana</i> Mill 1768.	1	
15	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck 1765.	1	
16	<i>Carica papaya</i> L 1753.		1
17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston 1931.	1	

Identificación de la composición ecológica del arbolado urbano de las áreas verdes de Quinindé, Esmeraldas, Ecuador

18	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck 1765.	1	
19	<i>Psidium guajava</i> L 1753.		1
20	<i>Anona muricata</i> L 1753.		1
21	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd 1806.		1
22	<i>Citrus reticulata</i> Blanco 1837.	1	
23	<i>Morinda citrifolia</i> L 1753.	1	
24	<i>Cecropia peltata</i> L 1759.		1
Total		18	6
		Porcentaje (%)	75

Índice de Similitud de Jaccard

La similitud de Jaccard en las áreas censadas del cantón Quinindé fue de 54,17% de similitud en su composición de especies presentes.

Tabla 10. Índice de similaridad de Jaccard de la zona urbana del cantón Quinindé

Nº	Nombre científico	Comunidad A	Comunidad B	Sitios A y B
1	<i>Adonidia merrillii</i> Becc 1919.	1	1	1
2	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf 1995.	1	1	1
3	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien 1889.	1	1	1
4	<i>Bucida buceras</i> L 1759.	1	1	1
5	<i>Terminalia catappa</i> L 1767.	1	1	1
6	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook 1900.	1	1	1
7	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> (L. Bailey) H.E. Moore 1976.	1	1	1
8	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume 1843.	1	1	1
9	<i>Ficus benjamina</i> L 1753.	1	1	1
10	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss 1830.	1	1	1
11	<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco 1952.	1	1	1
12	<i>Mangifera indica</i> L 1753.	1	1	1
13	<i>Annona cherimola</i> (L.) Miller 1753.	1	0	0
14	<i>Persea americana</i> Mill 1768.	1	0	0
15	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck 1765.	1	1	1
16	<i>Carica papaya</i> L 1753.	1	0	0
17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston 1931.	1	0	0
18	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck 1765.	1	0	0
19	<i>Psidium guajava</i> L 1753.	1	0	0
20	<i>Annona muricata</i> L 1753.	1	0	0
21	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd 1806.	1	0	0
22	<i>Citrus reticulata</i> Blanco 1837.	1	0	0
23	<i>Morinda citrifolia</i> L 1753.	1	0	0
24	<i>Cecropia peltata</i> L 1759.	1	0	0
Total		24	13	13
		Porcentaje (%)		54.17

Discusión

En el inventario de áreas verdes realizado en la zona urbana del cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, se identificaron 838 individuos pertenecientes a 24 especies y 14 familias este resultado es inferior al registrado en la investigación caracterización del arbolado urbano del centro de Hualahuises, Nuevo León, realizada por Alanís *et al.*, (2022) donde se identificaron 384 individuos distribuidos en 38 especies y 22 familias, en el estudio sobre la gestión del arbolado urbano en el cantón Urcuquí, provincia de Imbabura, Quiroz (2020) reportó 688 individuos pertenecientes a 105 especies y 77 familias, lo que también difiere notablemente de los resultados obtenidos en Quinindé. El análisis de la composición florística reveló un total de 6 especies nativas y 18 introducidas lo que indica una fuerte influencia de especies exóticas en el ecosistema local. Este estudio contrasta con la investigación “Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León” realizada por Canizales *et al.*, (2020) quien identificó siete especies introducidas y seis nativas, la predominancia de especies no nativas puede tener implicaciones significativas para la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema urbano, ya que las especies exóticas pueden desplazar a las nativas y alterar las interacciones ecológicas.

En el diagnóstico de la estructura diamétrica se evidenció que la mayor parte de los árboles están catalogados en la clase IV en un rango entre 43,6 cm y 58 cm de diámetro, con un total de 229 individuos, siendo la clase más numerosa, analizando que los árboles han alcanzado un tamaño intermedio, identificando una edad media en la población. Además, la distribución de altura muestra que 471 individuos se encuentran en la clase II de 3,6 a 6,89 m, lo que sugiere que la mayoría de los árboles están en una etapa de crecimiento estable. Lo cual difiere de la investigación “Captura de carbono del arbolado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador” de Castillo (2022) presenta una distribución de árboles por clases diamétricas, destacando que la clase I es la más abundante, con 291 individuos. Además, de los 971 árboles 776 no superan los 40 cm de diámetro, y la distribución por clases altimétricas sigue una tendencia similar, con los 757 árboles por debajo de los 10 m de altura. Solo un árbol en este caso alcanzó una altura superior a los 40 m. En conjunto, ambos estudios destacan la prevalencia de árboles en clases diamétricas y altimétricas más bajas, lo que sugiere una población joven o en etapa de crecimiento estable, con notables diferencias en las medidas de altura máxima alcanzada.

La especie con mayor importancia ecológica en el estudio es *Adonidia merrillii* Becc, representando el 28,71% y la especie con menor importancia es la *Cecropia peltata* L. (Guarumo) con un IVIE de 0,18%. Estos valores son inferiores a los reportados en la investigación “Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa” de Cabrera *et al.*, (2020), quienes determinaron a la *Azadirachta indica* A. Juss como la especie con mayor IVIE (52,22%), mientras que *Citrus limón* L. presentaba el valor más bajo con un 1,68% en el cantón Jipijapa. A su vez en la investigación de “Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León” de Canizales *et al.*, (2020) identificaron a *Fraxinus americana* L. como la especie con mayor importancia ecológica, con un IVIE de 53,82% y la *Ehretia anacua* (Terán & Berland.) fue la de menor importancia ecológica con un 0,51% lo cual difiere con el estudio realizado.

El índice de Shannon-Wiener obtenido fue de 3,14, lo que indica una alta diversidad. Este valor es superior al 1,17 reportado en la investigación de “Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León” realizada por Canizales *et al.*, (2020). Así mismo, “Diversidad, estructura y servicios

ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco” realizada por Martínez *et al.*, (2021) con un valor similar de 3,89 de diversidad alta registrada en la Ciudad de México.

El índice de dominancia de Simpson fue de 0,18, catalogado como una baja dominancia de especies. Este resultado difiere con la investigación de “Diversidad y análisis fitosociológico de malezas en un cultivo de musáceas del trópico ecuatoriano” de Vera *et al.*, (2018), quienes registraron un valor de 0,93 en Musáceas, indicando una alta dominancia. Por su parte, en la investigación de “Caracterización de la comunidad de malezas y su diversidad en una modelación estadística en un cultivo de duraznero” realizada por Moreno y Balaguera (2021) reportaron un índice de 0,51, lo que refleja una dominancia media y difiere del estudio realizado.

La riqueza de especies según el índice de Margalef en el área estudiada es alta, con un valor de 3,42. Este valor es menor al registrado en el estudio en la investigación de “Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León” Leal *et al.*, (2014) se calculó un valor de 5,24 lo cual difiere del estudio realizado, estos resultados sugieren que las acciones de manejo y diseño en diferentes ciudades favorecen una mayor diversidad de especies en las áreas verdes urbanas.

El índice de Pielou, en este estudio con un valor de 0,68, indica que la comunidad presenta una equidad moderada. En contraste, en la investigación de “Caracterización de la comunidad de malezas y su diversidad en una modelación estadística en un cultivo de duraznero” por Moreno y Balaguera (2021) reportaron un valor de índice de 0,46, lo que sugiere que la comunidad no es equitativa y tiene baja diversidad reportando valores inferiores al estudio.

El índice Berger-Parker arrojó un valor de 0,37, determinando una baja dominancia. De manera similar, en la investigación de “Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina” Hernández *et al.*, (2008) reportaron un valor del índice con 0,26, identificando una baja dominancia, lo que coincide con el estudio desarrollado.

El índice foráneo mostró que el 75% de las especies presentes en la zona verde del cantón Quinindé son introducidas, lo que indica una significativa presencia de especies introducidas. Estos resultados concuerdan con el estudio de Morales *et al.*, (2023) en Texcoco, México, donde el índice foráneo alcanzó un porcentaje alto de especies introducidas. Además, el estudio de Almeida-Cerino *et al.*, (2023) en Tapachula, Chiapas, México, registró cantidades iguales de especies nativas e introducidas, lo que sugiere una situación de equilibrio entre ambas categorías.

La similaridad de Jaccard en las áreas censadas del cantón Quinindé fue de 54,17% de similitud en su composición de especies presentes. Esto resultados difieren con el estudio de Román (2018) en la ciudad de Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú, donde se encontró un índice de Jaccard de 12%, indicando una baja similaridad de especies en todas las áreas verdes urbanas. Por otro lado, difieren del estudio de Cué *et al.*, (2020) en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador, que reportó una similitud de 345 entre la composición florística de las áreas verdes.

Conclusiones

La identificación del arbolado urbano en el cantón Quinindé demuestra una notable biodiversidad, evidenciada por la variedad de familias y especies forestales presentes en las áreas verdes. Este hallazgo resalta la importancia de estos espacios para la conservación de la flora local y su contribución a la salud ambiental de la ciudad.

El diagnóstico de las estructuras diamétrica y altimétrica indica que los árboles han alcanzado un tamaño intermedio, lo que sugiere que la población arbórea está en crecimiento. Esta información es crucial para entender el desarrollo del arbolado urbano y su capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes.

La evaluación de los índices de diversidad ecológica revela que el arbolado urbano de Quinindé presenta una alta diversidad y una equidad media entre las especies forestales. Estos resultados indican que, aunque existe una variedad significativa de especies, algunas pueden dominar el ecosistema, lo que podría afectar la resiliencia y estabilidad del arbolado urbano a largo plazo.

En general, los hallazgos subrayan la necesidad de implementar estrategias de manejo sostenible para el arbolado urbano en Quinindé. La conservación de esta biodiversidad es esencial no solo para el bienestar ecológico, sino también para el bienestar social y económico de la comunidad local.

Se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen el impacto del arbolado urbano en los servicios ecosistémicos, así como monitorear las dinámicas poblacionales de las especies a lo largo del tiempo, para asegurar una gestión adecuada y efectiva del recurso forestal en el cantón Quinindé.

Referencias

- Alanís Rodríguez, E., Mora Olivo, A., Molina Guerra, V. M., Gárate Escamilla, H. y Sígala Rodríguez, J. A. (2022). Caracterización del arbolado urbano del centro de Hualahuises, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, Vol. 13 (73). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1271>
- Alanís Rodríguez, E., Mora Olivo, A., y Marroquín de la fuente, J. S. (2020). Muestreo ecológico de la vegetación. *Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León*. Monterrey, ML, México. <https://libros.uat.edu.mx/index.php/librosuat/catalog/book/221>
- Almeida Cerino, C. M., Bertolini, V. y Martínez Trinidad, T. (2024). Estructura y diversidad florística en áreas verdes urbanas de la ciudad de Tapachula, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 15(83), 131-154. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i83.1457>
- Barona, D. (2020). Sensibilidad y desempeño de dos nuevos índices de diversidad de dominancia y equidad. *Revista Científica Del Sur, Lima. Perú*, 15(3), 17-30. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/803/754>
- Biens Bethancourt, F. A. y De la Cruz Cabrera, V. (2020). Áreas verdes del centro regional universitario de Colón, universidad de Panamá, espacios naturales en riesgo. *Revista Saberes APUDEP*, 3(1),39-54. <https://doi.org/10.48204/j.saberes.v3n1a4>

- Cabrera Verdesoto, C. A., Macías Cedeño, L. E., Mieles 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. *Revista Siembra*, Vol. 9(13). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380>
- Cabrera Verdesoto, C. A., Ponce Macías, C. J., Cantos Cevallos, C. G., Morán Morán, J. J. y Cabrera Verdesoto, R. P. (2020). Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa. *Revista Ciencia y Tecnología* Vol. 13 (2), 47-53. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.392>
- Canizales Velázquez, P. A., Alanís Rodríguez, E., Holguín Estrada, V. A., García García, S. y Chávez Costa, C. (2020). Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, Vol. 11 (62). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.768>
- Castillo Ruperti, R. J., Bello Pinargote, V. E., Loor Barrezueta, Y. S. y Ayón Hidalgo, C. C. (2022). Captura de carbono del arbolado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. *Revista Iberoamericana Ambiente y Sustentabilidad*, Vol. 5, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.46380/rias.v5.e262>
- 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://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/download/2360/3146?inlin>
- Dávila Lara, M. A., Aguirre Calderón, O. A., Jurado Ybarra, E., Treviño Garza, E., González Tagle, M. A. y Trincado, G. (2019). Estructura y diversidad de especies arbóreas en bosques templados de San Luis Potosí, México. *Revista de Ecosistemas y recursos agropecuarios*, Vol. 6, 18, 399-409. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2112>
- Escobedo, F. J., Kroeger, T., y Wagner, J. E. (2011). Bosques urbanos y mitigación de la contaminación: análisis de los servicios y disservicios ecosistémicos. *Environmental Pollution*, 159 (8-9), 2078-2087. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.01.010>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Quinindé. (2015). *Plan de desarrollo Ordenamiento Territorial de Quinindé*. Gobierno Autónomo Descentralizado de Quinindé. https://rpquininde.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/2.-PDOT-GAD-QUININDE-2019-2023_compressed.pdf
- Hernández, P., Giménez, A. y Gerez, R. (2008). Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina. *Revista de Ciencias Forestales Quebracho*, 16, 20–31. <https://www.redalyc.org/pdf/481/48112952002.pdf>
- Juárez Agis, A., Herrera Castro, N. D., Martínez Pérez, J. L. y Reyes Umaña, M. (2016). Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. Vol. 5, (10), 20. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/58/270>
- Leal Elizondo, C.E., Leal Elizondo, N., Rodríguez, E. A., Pequeño Ledezma, M. A., Mora Olivo, A. y Buendía Rodríguez, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, Vol. (9). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>

- Macías Zambrano, L. H., Represa Pérez, F. y Delgado Pico, A. M. (2022). Percepciones y desarrollo: Análisis de los parques urbanos de Manta, Ecuador. *Revista de Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico*, 1, 192-212. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6551104>
- Martínez Trinidad, T., Hernández López, P., López López, S. F. y Mohedano Caballero, L. (2021). Diversidad, estructura y servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 12(67):202-223. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.880>
- Morales Gallegos, L.M., Martínez Trinidad, T., Hernández De la Rosa, P., Gómez Guerrero, A., Alvarado Rosales, D. y Saavedra Romero, L. L. (2023). Diversidad, estructura y salud del arbolado en áreas verdes de la ciudad de Texcoco, México. *Revista Bosque*, 44(2), 401-414. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002023000200401>
- Moreno Preciado, O. E. y Balaguera López, H. E. (2021). Caracterización de la comunidad de malezas y su diversidad en una modelación estadística en un cultivo de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch.). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*. Vol. 24(1): e1734. <http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1734>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. (CYTED; Primera Ed). <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mostacedo, B. y Fredericksen T. S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestro y análisis en ecología vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Niemela, J., Breuste, J. H., Elmqvist, T., Guntenspergen, G., James, P., y McIntyre, N. E. (2011). *Ecología urbana: patrones, procesos y aplicaciones*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199563562.001.0001>
- Ortiz, N. L. y Luna, C. V. (2019). Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado urbano en la ciudad de Resistencia, Chaco-Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, Vol.39(2):54-68. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/viewFile/97/93> (12 de marzo de 2020).
- Palacios, B., Aguirre, Z., Lozano, D. y Yaguana, C. (2016). Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe – Ecuador. *Revista Bosques Latitud Cero*, 6(2), 104-117. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/233/216>
- Pucha Cofrep, D. A., Lozano, D., Jumbo, N., Fernández, P., Armijos, A., Macas, M. F., Gualán, R. y Merino, B. (2023). Caracterización florística y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Loja. *Revista Bosques Latitud Cero*, Vol.13(2), 1-22. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1886>
- Quiroz Tello, J. D. (2020). Gestión del arbolado urbano en el cantón Urcuquí, provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. (Bachelor's thesis). <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10571/2/03%20FOR%20312%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Román Carrasco, V. (2018). *Evaluación de la distribución, superficie, accesibilidad y flora en las áreas verdes urbanas (parques, jardines, alamedas y otros) de la ciudad de Puerto Maldonado* [Tesis de grado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/356>
- Vera, A. D., Palacios, Z. M., Liuba, D. A., Suarez, C. C. y Mendoza, H. C. (2018). Diversidad y análisis fitosociológico de malezas en un cultivo de musáceas del trópico ecuatoriano. *Revista Agriscientia*, Vol. 35(2):43-52. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v35.n2.22966>