

Estructura del arbolado urbano en parques y calzadas de San Pedro Garza García, México

Urban tree structure in parks and sidewalks of San Pedro Garza García, Mexico

Javier Jiménez-Pérez¹  • Paulina Jiménez-Quintana²  • Eduardo Alanís-Rodríguez¹ 
 • Cristian Adrián Martínez-Adriano¹  • Arturo Mora-Olivo³  • Ernesto Rubio-Camacho⁴ 

Recibido: 12/11/2024

Aceptado: 25/03/2025

Abstract

The objective of this study was to describe the horizontal and vertical structure of urban trees in nine important green areas in San Pedro Garza García, Mexico. In 2024, a census of the trees, shrubs and palms in the previously established areas was carried out, measuring the normal diameter (ND), crown diameter and total height of everyone. Abundance, dominance, frequency and importance value index were estimated, and range-abundance curve, diameter and height class graphs were generated. Ninety-eight species of trees, shrubs and palms were recorded in the nine areas studied, distributed in 35 families. According to their distribution range, 50 species were native and 48 were introduced. The most represented family was Fabaceae, with 15 species, followed by Fagaceae and Pinaceae, both with nine species. Of the six species with the highest importance value, three were native (*Fraxinus uhdei*, *Leucophyllum frutescens* and *Ehretia anacua*) and three were introduced (*Quercus virginiana*, *Pinus eldarica* and *Leucaena leucocephala*, the latter being an invasive exotic). The abundance structure of the plant community is dominated by a few species, suggesting the need for diversification to improve the resilience and functionality of urban ecosystems. The preponderance of trees with small diameters indicates that green areas have been recently reforested. It is recommended to continue using native species and increase diversity in the composition of families, genera and species to strengthen the resilience and sustainability of the plant community.

Keywords: Urban green areas, forest structure, native species, Importance Value Index, *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.

1. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura y Manejo Forestal, Linares, México. javier.jimenezpr@uanl.edu.mx, eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx, cristian.martinez.cama@gmail.com
2. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, Monterrey, México. paulinajq@gmail.com
3. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. amorao@uat.edu.mx
4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. rubio.ernesto@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo de este estudio fue describir la estructura horizontal y vertical del arbolado urbano en nueve áreas verdes de importancia en San Pedro Garza García, México. En 2024 se realizó un censo de los árboles, arbustos y palmas de las áreas previamente establecidas, midiendo el diámetro normal (DN), el diámetro de copa y la altura total de cada individuo. Se estimó la abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia y se generaron los gráficos de curva rango-abundancia, clases diamétricas y de altura. Se registraron 98 especies de árboles, arbustos y palmas en las nueve áreas estudiadas, distribuidas en 35 familias. De acuerdo con su origen, 50 especies fueron nativas y 48 introducidas. La familia con mayor representación fue Fabaceae, con 15 especies, seguida de Fagaceae y Pinaceae, ambas con 9 especies. De las seis especies con mayor valor de importancia, tres fueron nativas (*Fraxinus uhdei*, *Leucophyllum frutescens* y *Ehretia anacua*) y tres introducidas (*Quercus virginiana*, *Pinus eldarica* y *Leucaena leucocephala*, siendo esta última exótica invasora). La estructura de abundancia de la comunidad vegetal está dominada por pocas especies, lo cual sugiere la necesidad de diversificación para mejorar la resiliencia y funcionalidad de los ecosistemas urbanos. La preponderancia de árboles con diámetros pequeños indica que las áreas verdes han sido recientemente reforestadas. Se recomienda continuar con el uso de especies nativas y aumentar la diversidad en la composición de familias, géneros y especies para fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de la comunidad vegetal.

Palabras clave: Áreas verdes urbanas, estructura forestal, especies nativas, Índice de valor de importancia, *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.

Introducción

El arbolado urbano se define como el conjunto de árboles y otras plantas leñosas presentes en áreas urbanas y periurbanas, incluyendo calles, parques, jardines, camellones, plazas y otros espacios públicos y privados [1]. Este arbolado proporciona importantes servicios ecosistémicos y socioculturales, como la producción de oxígeno, la captura de dióxido de carbono y la mejora de la calidad del aire [2]. Además, actúa como fuente de alimento, refugio y hábitat para la fauna silvestre, funcionando como islas de biodiversidad o corredores ecológicos dentro de la matriz urbana. Asimismo, contribuye a la creación de espacios públicos adecuados para el esparcimiento y el bienestar de los habitantes de las ciudades [3].

Los estudios sobre los árboles urbanos aún son insuficientes en México, al igual que para otros países

[4]. Particularmente en nuestro país la mayoría de las investigaciones sobre el arbolado urbano se han realizado en la porción central como la Ciudad de México, Texcoco y Puebla [5], [6], [7]. Aunque en algunos estados del sur del país, también se han desarrollado estudios similares como en Yucatán [8], Chiapas [9] y Oaxaca [10]. Con respecto al noreste de México, los antecedentes sobre arbolado o bosques urbanos se han concentrado en Tamaulipas como fue el caso de su capital Cd. Victoria [11] y Nuevo León con estudios en la zona metropolitana de Monterrey [12], [13].

Dada la importancia de las áreas verdes en zonas urbanas, los estudios sobre el arbolado desarrollados en el estado de Nuevo León se han enfocado tanto en aspectos florísticos [14], [12] como ecológicos de sus especies. La mayoría de los estudios que consideran la estructura y diversidad de la flora arbórea urbana en esta entidad se han realizado en localidades pequeñas como Hualahuises [15], Montemorelos [4] y Linares [16]. Mientras que la zona metropolitana de Monterrey y San Pedro, han recibido poca atención a pesar de que existe una cantidad importante de áreas públicas arboladas [13].

El municipio de San Pedro Garza García es uno de los municipios más importantes de México desde el punto de vista económico y social, por lo que el crecimiento urbano va acompañado de la creación de extensas áreas verdes en zonas públicas [17]. Sin embargo, al igual que otras zonas metropolitanas, no se cuenta con información del arbolado de sus áreas verdes. Por lo tanto, el objetivo fue describir la estructura horizontal y vertical del arbolado urbano en nueve áreas verdes de mayor importancia de San Pedro Garza García, México, destacando la proporción de especies nativas con referencia a las introducidas.

Material y métodos

Área de estudio

Para la evaluación del arbolado urbano se consideraron los siete parques y dos calzadas más importantes y emblemáticos para el municipio de San Pedro Garza García en el estado de Nuevo León (Noreste de México). La superficie evaluada fue de 59,1 ha, donde 43,14 ha corresponden a parques y 15,96 a calzadas. La altitud osciló entre los 530 y los 695 msnm. La comunidad vegetal nativa del área de estudio debería ser matorral submontano [18].

Trabajo en campo

De enero a marzo de 2024 se realizó un censo de los árboles, arbustos y palmas de las áreas establecidas previamente. Se identificó la especie de cada individuo. Para cada individuo se registró el diámetro normal

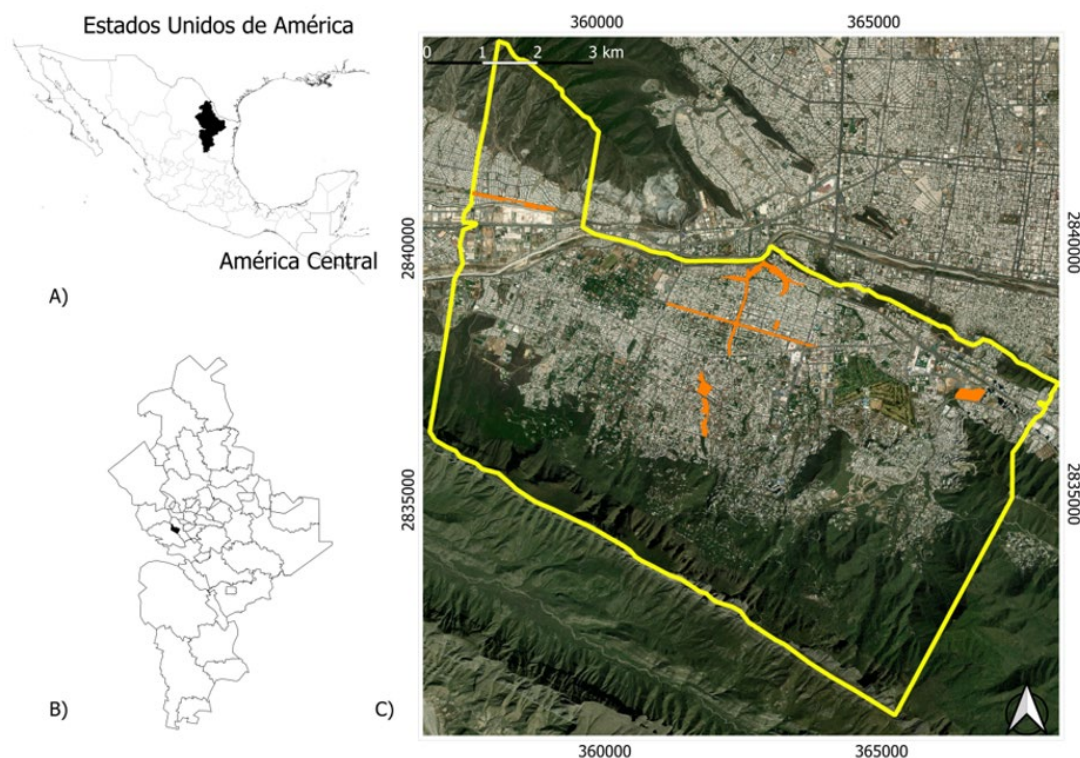


Figura 1. Ubicación del área de estudio. A) Mapa de México resaltando el estado de Nuevo León, B) Mapa de Nuevo León resaltando el municipio de San Pedro Garza García y C) Mapa de San Pedro Garza García (amarillo) resaltando los parques y calzadas evaluados (naranja).

Figure 1. Location of the study area. A) Map of Mexico highlighting the state of Nuevo Leon, B) Map of Nuevo Leon highlighting the municipality of San Pedro Garza García, and of San Pedro Garza García and C) Map of San Pedro Garza García highlighting the parks and sidewalks and C) Map of San Pedro Garza García highlighting the parks and sidewalks evaluated.

(DN) usando una cinta diamétrica de 10 m (Forestry Suppliers® Modelo 283D/10M); el diámetro de copa con un odómetro Truper ODM-12 con rueda de 13", a partir del diámetro mayor y diámetro perpendicular al mayor; y la altura total con un clinómetro SUUNTO PM-5. La nomenclatura taxonómica de las especies vegetales se verificó en la plataforma Trópicos.org® [19].

Análisis de la información

Realizadas las dos mediciones de los diámetros de copa (k) por individuo, se estimó el diámetro promedio con la fórmula $\bar{d} = (d_1 + d_2)/2$, donde $\bar{d}$ es el diámetro promedio, d_1 el diámetro mayor y d_2 el diámetro perpendicular al mayor. Para el cálculo del área basal y área de copa por individuo se usó la fórmula $A = (\pi/4) * d^2$, donde A es el área y d el diámetro [20]. Para la estructura horizontal, se determinó la abundancia (número de individuos) por especie, la cobertura (mediante el área basal) y su frecuencia (presencia en los parques o calzadas). Con esta información, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), cuyos valores porcentuales se encuentran en una escala de 0 a 100. El IVI se

obtiene mediante la suma de los valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia de cada especie. El resultado final refleja la importancia relativa de cada especie dentro de la comunidad vegetal. Las fórmulas utilizadas para su estimación se muestran en el Cuadro 1 [20].

Se elaboró una curva de rango-abundancia a través de la ordenación de las especies por abundancia, el eje X representa el rango de abundancia (las especies más abundantes ocupan el primer lugar) y el eje Y muestra la abundancia relativa en una escala logarítmica [20, 21]. Esta representación gráfica permite comparar distintas comunidades y comprender cómo se distribuyen los recursos entre las especies. Para evaluar la estructura horizontal y vertical se generaron gráficos de clases diamétricas y de altura respectivamente [20].

Cuadro 1. Fórmulas utilizadas para la estimación de la abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia.

Table 1. Formulas used for estimation of abundance, dominance, frequency, and importance value index.

Fórmula	Donde
$A_i = N_i/S$ $AR_i = (A_i/(\sum A_i)) * 100$ $i = 1 \dots n$	A_i = Abundancia absoluta AR_i = Abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total N_i = Número de individuos de la especie i S = Superficie de muestreo (ha)
$F_i = P_i/NS$ $FR_i = (F_i/(\sum F_i)) * 100$ $i = 1 \dots n$	F_i = Frecuencia absoluta FR_i = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total P_i = Número de sitios donde está presente la especie i NS = Número total de sitios de muestreo
$D_i = A_b/S$ $DR_i = (D_i/(\sum D_i)) * 100$ $i = 1 \dots n$	D_i = Dominancia absoluta DR_i = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total A_b = Área basal de la especie i S = Superficie (ha).
$IVI = (AR_i + DR_i + FR_i)/3$	IVI = Índice de valor de importancia AR_i = Abundancia relativa de la especie i DR_i = Dominancia relativa de la especie i FR_i = Frecuencia relativa de la especie i

Resultados

Se registraron 98 especies de árboles, arbustos y palmas en las nueve áreas estudiadas. Estas especies se distribuyen en 35 familias. De acuerdo con su origen, 50 son nativas y 48 introducidas (Cuadro 2). La familia con mayor representación fue Fabaceae con 15 especies, seguida por Fagaceae y Pinaceae (ambas con 9 especies).

La abundancia absoluta de las nueve áreas estudiadas fue de 11,318 individuos. Las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Leucophyllum frutescens* (Berlamnd.) I.M. Johnst. con 2,578 individuos, *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. (1,672), y *Quercus virginiana* Mill. (1,135). Estas tres especies representaron el 47.58% del total de individuos censados. Referente al área basal, las tres especies que presentaron mayores valores fueron *Fraxinus uhdei* con 275,65 m², *Quercus virginiana* con 68,13 m² y *Pinus eldarica* Medw. con 32,28 m², sumando el 59.13% del área basal del total de individuos censados.

Referente a la frecuencia, las siguientes especies se encontraron en las nueve áreas estudiadas: *Fraxinus uhdei*, *Quercus virginiana*, *Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I.M. Johnst., *Pinus eldarica* y *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch; mientras que *Celtis*

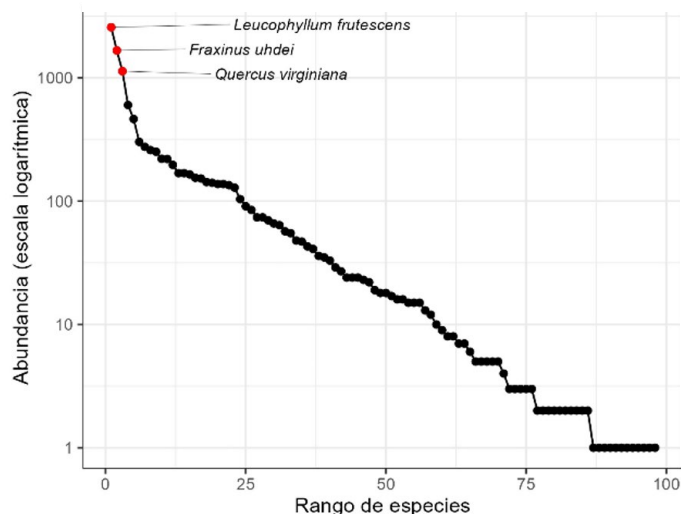


Figura 2. Curva rango-abundancia de los individuos presentes en las áreas evaluadas. En rojo se resaltan las tres especies que presentaron mayor abundancia en todos los parques evaluados.

Figure 2. Range-abundance curve of the individuals observed in the evaluated areas. The three species with the highest abundance in all the parks evaluated are highlighted in red.

Cuadro 2. Abundancia, área basal y frecuencia absoluta y relativa e índice de valor de importancia (IVI) de las especies en los siete parques y dos calzadas evaluadas. En negritas se resaltan los tres valores más altos para cada variable relativa y el IVI. Las especies se encuentran ordenadas por índice de valor de importancia.

Table 2. Abundance, tree basal area and absolute and relative frequency and importance value index (IVI) of species in the seven parks and two sidewalks evaluated. The three highest values for each relative variable and IVI are highlighted in bold. Species are sorted by importance value index.

Familia	Especie	Origen	Abundancia (N)		Área basal (m ²)		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	No. Parques	Relativa	
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Nativa	1672	14.77	275.66	43.34	9	2.59	20.24
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl. & Schmidt) I.M. Johnston	Nativa	2578	22.78	2.1	0.33	7	2.02	8.38
Fagaceae	<i>Quercus virginiana</i> Mill.	Introducida	1135	10.03	68.14	10.71	9	2.59	7.78
Boraginaceae	<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M. Johnston	Nativa	465	4.11	23.72	3.73	9	2.59	3.48
Pinaceae	<i>Pinus eldarica</i> Medw.	Introducida	220	1.94	32.28	5.08	9	2.59	3.2
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Introducida	603	5.33	13.17	2.07	5	1.44	2.95
Cannabaceae	<i>Celtis laevigata</i> Willd.	Nativa	260	2.3	14.44	2.27	8	2.31	2.29
Juglandaceae	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	Nativa	153	1.35	17.75	2.79	9	2.59	2.25
Salicaceae	<i>Populus mexicana</i> Wesm.	Nativa	74	0.65	21.33	3.35	8	2.31	2.1
Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i> Schlttdl. & Cham.	Nativa	252	2.23	9.14	1.44	8	2.31	1.99
Platanaceae	<i>Platanus rzedowskii</i> Nixon & J.M. Poole	Nativa	276	2.44	5.42	0.85	8	2.31	1.87
Fagaceae	<i>Quercus rubra</i> L.	Introducida	141	1.25	13.13	2.06	7	2.02	1.78
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Nativa	303	2.68	7.31	1.15	5	1.44	1.76
Fabaceae	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	Nativa	197	1.74	3.79	0.6	8	2.31	1.55
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Nativa	221	1.95	3.56	0.56	7	2.02	1.51
Fabaceae	<i>Neltuma laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Nativa	169	1.49	11.81	1.86	4	1.15	1.5
Fagaceae	<i>Quercus robur</i> L.	Introducida	143	1.26	6.5	1.02	7	2.02	1.43
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	Introducida	169	1.49	6.46	1.02	6	1.73	1.41
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Nativa	138	1.22	5.69	0.89	7	2.02	1.38
Salicaceae	<i>Salix nigra</i> Marshall	Nativa	135	1.19	7.01	1.1	5	1.44	1.25
Fagaceae	<i>Quercus fusiformis</i> Small	Nativa	91	0.8	5.97	0.94	6	1.73	1.16
Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton	Introducida	138	1.22	3.89	0.61	5	1.44	1.09
Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i> (T.Moore & Mast.) H. Wendl. ex de Bary	Introducida	66	0.58	5.94	0.93	6	1.73	1.08
Fabaceae	<i>Erythrostemon mexicanus</i> (Rose) Gagnon & G.P. Lewis	Nativa	155	1.37	2.71	0.43	5	1.44	1.08
Sapindaceae	<i>Koeleruteria paniculata</i> Laxm.	Introducida	104	0.92	6.29	0.99	3	0.86	0.92
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Introducida	129	1.14	0.82	0.13	5	1.44	0.9
Oleaceae	<i>Fraxinus americana</i> L.	Introducida	74	0.65	10.49	1.65	1	0.29	0.86
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl.	Introducida	27	0.24	3.37	0.53	6	1.73	0.83
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Nativa	48	0.42	3.76	0.59	5	1.44	0.82
Fagaceae	<i>Quercus canbyi</i> Trel.	Nativa	55	0.49	4.63	0.73	4	1.15	0.79
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> Lem.	Introducida	85	0.75	0.17	0.03	5	1.44	0.74

(Continúa en la siguiente página)

Familia	Especie	Origen	Abundancia (N)		Área basal (m2)		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	No. Parques	Relativa	
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Introducida	23	0.2	1.68	0.26	6	1.73	0.73
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill	Nativa	165	1.46	0.67	0.1	2	0.58	0.71
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Nativa	24	0.21	0.81	0.13	6	1.73	0.69
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ex Gordon	Introducida	43	0.38	6.32	0.99	2	0.58	0.65
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Introducida	35	0.31	2.04	0.32	4	1.15	0.59
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Introducida	36	0.32	5.61	0.88	2	0.58	0.59
Sapotaceae	<i>Sideroxylon lanuginosum</i> Michx.	Nativa	24	0.21	0.4	0.06	5	1.44	0.57
Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Introducida	24	0.21	3.44	0.54	3	0.86	0.54
Fabaceae	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Nativa	16	0.14	0.07	0.01	5	1.44	0.53
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Introducida	22	0.19	1.4	0.22	4	1.15	0.52
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Introducida	15	0.13	3.47	0.54	3	0.86	0.51
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Nativa	33	0.29	0.27	0.04	4	1.15	0.5
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Introducida	57	0.5	0.34	0.05	3	0.86	0.47
Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Nativa	70	0.62	1.44	0.23	2	0.58	0.47
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Introducida	17	0.15	0.43	0.07	4	1.15	0.46
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Introducida	18	0.16	0.09	0.01	4	1.15	0.44
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Introducida	8	0.07	0.26	0.04	4	1.15	0.42
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Nativa	8	0.07	0.02	0	4	1.15	0.41
Ulmaceae	<i>Ulmus crassifolia</i> Nutt	Nativa	18	0.16	0.36	0.06	3	0.86	0.36
Fabaceae	<i>Vachellia rigidula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Nativa	47	0.42	0.3	0.05	2	0.58	0.35
Fabaceae	<i>Senegalia wrightii</i> (Benth.) Britton & Rose	Nativa	15	0.13	0.16	0.03	3	0.86	0.34
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	Introducida	15	0.13	0.1	0.02	3	0.86	0.34
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Nativa	13	0.11	0.1	0.02	3	0.86	0.33
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Introducida	41	0.36	0.23	0.04	2	0.58	0.32
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Introducida	5	0.04	0.26	0.04	3	0.86	0.32
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Introducida	3	0.03	0.2	0.03	3	0.86	0.31
Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> L.	Introducida	3	0.03	0.18	0.03	3	0.86	0.31
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Introducida	5	0.04	0.02	0	3	0.86	0.3
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Nativa	9	0.08	1.27	0.2	2	0.58	0.29
Arecaceae	<i>Phoenix sylvestris</i> (L.) Roxb.	Introducida	5	0.04	0.64	0.1	2	0.58	0.24
Moraceae	<i>Neltuma glandulosa</i> (Torr.) Britton & Rose	Nativa	5	0.04	0.62	0.1	2	0.58	0.24
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Introducida	5	0.04	0.43	0.07	2	0.58	0.23
Fabaceae	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Nativa	10	0.09	0.1	0.02	2	0.58	0.23
Fagaceae	<i>Quercus texana</i> Buckley	Introducida	3	0.03	0.43	0.07	2	0.58	0.22
Pinaceae	<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	Nativa	2	0.02	0.28	0.04	2	0.58	0.21
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Introducida	3	0.03	0.14	0.02	2	0.58	0.21
Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i> (L.) Osbeck	Introducida	4	0.04	0.01	0	2	0.58	0.2
Asparagaceae	<i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.	Introducida	2	0.02	0.08	0.01	2	0.58	0.2

(Continúa en la siguiente página)

Familia	Especie	Origen	Abundancia (N)		Área basal (m2)		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	No. Parques	Relativa	
Asparagaceae	<i>Dasyllirion berlandieri</i> S. Watson	Nativa	19	0.17	0.92	0.14	1	0.29	0.2
Rhamnaceae	<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Nativa	2	0.02	0.02	0	2	0.58	0.2
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele	Nativa	2	0.02	0.02	0	2	0.58	0.2
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Nativa	2	0.02	0.01	0	2	0.58	0.2
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Nativa	2	0.02	0	0	2	0.58	0.2
Asparagaceae	<i>Yucca aloifolia</i> L.	Introducida	29	0.26	0.1	0.02	1	0.29	0.19
Fabaceae	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Nativa	16	0.14	0.23	0.04	1	0.29	0.16
Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i> Rehder	Nativa	12	0.11	0.03	0	1	0.29	0.13
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Nativa	7	0.06	0.15	0.02	1	0.29	0.12
Rutaceae	<i>Casimiroa greggii</i> (S. Watson) F. Chiang	Nativa	6	0.05	0.18	0.03	1	0.29	0.12
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Introducida	2	0.02	0.38	0.06	1	0.29	0.12
Fagaceae	<i>Quercus grisea</i> Liebm.	Nativa	1	0.01	0.41	0.06	1	0.29	0.12
Rutaceae	<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	Introducida	7	0.06	0.06	0.01	1	0.29	0.12
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Introducida	1	0.01	0.35	0.06	1	0.29	0.12
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Introducida	3	0.03	0.19	0.03	1	0.29	0.11
Pinaceae	<i>Pinus taeda</i> L.	Introducida	1	0.01	0.25	0.04	1	0.29	0.11
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Nativa	1	0.01	0.16	0.03	1	0.29	0.11
Pinaceae	<i>Pinus ponderosa</i> P. Lawson & C. Lawson	Nativa	2	0.02	0.05	0.01	1	0.29	0.1
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Introducida	1	0.01	0.11	0.02	1	0.29	0.1
Fagaceae	<i>Quercus muehlenbergii</i> Engelm.	Nativa	2	0.02	0.03	0	1	0.29	0.1
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Introducida	2	0.02	0.02	0	1	0.29	0.1
Ebenaceae	<i>Diospyros palmeri</i> Eastw.	Nativa	1	0.01	0.02	0	1	0.29	0.1
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	Nativa	1	0.01	0.02	0	1	0.29	0.1
Fabaceae	<i>Vachellia schaffneri</i> (S. Watson) Seigler & Ebinger	Nativa	1	0.01	0.01	0	1	0.29	0.1
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i> Loisel.	Nativa	1	0.01	0	0	1	0.29	0.1
Pinaceae	<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC.	Introducida	1	0.01	0	0	1	0.29	0.1
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	Introducida	1	0.01	0	0	1	0.29	0.1
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Introducida	1	0.01	0	0	1	0.29	0.1
Suma			11318	100	636.01	100	347	100	100

laevigata Willd., *Populus tremuloides* Wesm., *Quercus polymorpha* Schltdl. & Cham., *Platanus rzedowskii* Nixon & J.M. Poole y *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J.W. Grimes se encontraron en ocho localidades (Cuadro 2). Las especies se ordenaron decrecientemente de acuerdo con el índice de valor de

importancia. De las seis especies con mayor valor de importancia, tres son nativas y tres introducidas. Las especies nativas fueron *Fraxinus uhdei*, *Leucophyllum frutescens* y *Ehretia anacua*, y las introducidas *Quercus virginiana*, *Pinus eldarica* y *Leucaena leucocephala*, siendo la última exótica invasora.

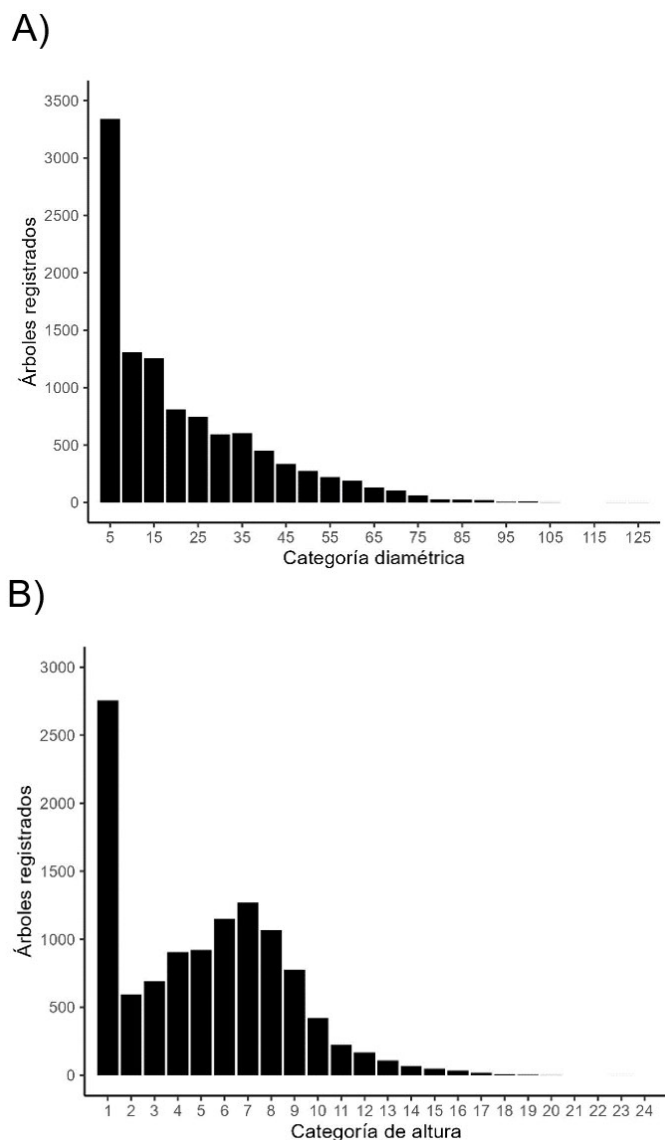


Figura 3. Clases diamétricas (A) y clases de altura (B) de los individuos presentes en los siete parques y dos calzadas evaluadas.

Figure 3. Diameter size classes (A) and height classes (B) of the individuals present in the seven parks and two roads evaluated.

Con base en el análisis de rango-abundancia, se observó que un número alto de especies presentaron valores de abundancia intermedios, de las cuales solo cinco especies mostraron la mayor abundancia, mientras que 30 especies fueron poco abundantes (Figura 2).

En cuanto a las clases diamétricas se observó una distribución semejante a una “j” invertida, con un alto número de individuos con diámetros pequeños y un número bajo con diámetros grandes (Figura 3A). En cuanto a las clases de altura, se puede resaltar que

la clase 1 (1 m) obtuvo el mayor número de individuos (principalmente representado por *L. frutescens*). Seguido del primer rango de frecuencia de la primer clase de altura, se puede observar una distribución de alturas que tiende a una distribución normal, donde el intervalo de 7 m fue el que presentó mayor valor (Figura 3B).

Discusión

La familia con mayor representación de especies en las nueve áreas censadas fueron Fabaceae seguida por Fagaceae. Estos resultados coinciden ampliamente con distintos estudios realizados en el noreste de México, donde Fabaceae y Fagaceae fueron las familias que se han reportado como las más representadas en zonas urbanas [22], [16], [4], [15], [13], [23], [24]. Por lo tanto, se puede evidenciar que existe una tendencia de un mayor uso de especies pertenecientes a estas dos familias dentro las zonas urbanas, al menos en el noreste de México.

En general el municipio de San Pedro Garza García contó con más del 50% de representación de especies nativas presentes en sus áreas verdes más representativas. Estos resultados son consistentes solo con los estudios desarrollados en zonas urbanas o periurbanas de municipios de Nuevo León [22], [24]. Al contrario, la mayoría de los estudios realizados en el estado presentan una tendencia de uso de especies principalmente introducidas [16], [4], [15], [13], [23]. Por lo tanto, se puede notar una tendencia en el incremento de uso de especies nativas por encima de las introducidas, lo que a mediano y largo plazo puede traer muchos beneficios a las zonas urbanas. Esto debido a que en estudios anteriores se ha recomendado el uso de especies nativas sobre las especies introducidas, ya que las especies nativas presentan las siguientes ventajas: adaptación a las condiciones locales, el mantenimiento del pool genético, generan hábitats y microclimas para la fauna nativa, además de que el ser nativas les confieren una mayor resistencia frente a enfermedades y/o depredadores [25].

De las seis especies con mayor valor de importancia, tres son nativas y tres introducidas. De las nativas, se registraron a *Fraxinus uhdei* la cual ha sido reportada como una de las de mayor valor de importancia en áreas verdes urbanas del noreste de México [14], [22], [16], [4], [13]. Las otras dos especies nativas fueron el arbusto *Leucophyllum frutescens* y el árbol *Ehretia anacua*, las cuales no se han reportado en estudios previos sobre arbolado urbano del noreste de México [16], [4] y [15], pero se encuentra altamente presente en los parques y calzadas evaluadas de San Pedro Garza García. Este resultado es muy importante, pues es una

especie nativa y adaptada al sitio, que puede brindar un mejor servicio al ecosistema urbano. Por tanto, se recomienda el uso de estas especies para las áreas verdes urbanas circundantes al área de estudio.

Las especies introducidas con mayor índice de valor de importancia fueron *Quercus virginiana*, *Pinus eldarica* y *Leucaena leucocephala*. En el pasado se consideraba a *Quercus virginiana* (encino siempre verde) como una especie nativa en Nuevo León, con una distribución tanto en el sureste de los Estados Unidos como en el noreste de México. Sin embargo, con base en estudios más precisos [26], [27] en la actualidad se reconoce que la especie que es nativa de Nuevo León es en realidad *Quercus fusiformis*, mientras que *Q. virginiana* se considera introducida en esta entidad. Ambas especies son muy parecidas y frecuentemente son cultivadas como plantas ornamentales en áreas públicas [13]. Esta especie ha sido reportada como una de las de mayor valor de importancia en áreas verdes urbanas del noreste de México [14], [22], [16], [4], [13].

Pinus eldarica fue usada en programas de reforestación en parques y calzadas de San Pedro Garza García [13] y áreas experimentales en el noreste de México [28]. No se sabe con precisión en qué año se plantaron, pero conforme a las dimensiones de los ejemplares y conociendo que se introdujo en Estados Unidos en la década de los 60, se podría deducir que fue en la década de los 70 u 80. Es especie es introducida, originaria de Afganistán, de ahí su nombre común de pino afgano [28]. Esta especie no se recomienda para los programas de reforestación urbana en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). *L. leucocephala* está enlistada en el libro de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo [29]. Esta especie fue reportada como la segunda más abundante en un río del municipio de San Pedro Garza García [30], lo cual es un indicador de su capacidad para establecerse en espacios con escasa cobertura. Debido a su origen introducido y a su alta capacidad invasora, no se recomienda para los programas de reforestación urbana en el municipio de San Pedro Garza García u otro municipio aledaño.

Según los resultados de rango-abundancia las comunidades vegetales evaluadas corresponden a una distribución similar a otros estudios realizados con arbolado urbano en la Ciudad de México [31], [5], donde sólo algunas pocas especies (cuatro para CDMX y cinco) pueden representar más del 40% de la abundancia total de la comunidad arbórea. De forma similar esta distribución de abundancia se ha descrito para diversos estudios del arbolado urbano en ciudades del noreste de México, donde incluso se representa más del 75% solo con cuatro especies vegetales [16], [4]. Esta representación se debe a la capacidad de adaptación (relación mortalidad/sobrevivencia)

inherente a las especies empleadas para forestar las áreas urbanas, también al manejo empleado para mantener las áreas verdes. En estudios previos se recomienda que las comunidades vegetales urbanas tengan una composición más heterogénea (en familias, géneros y especies) [32]. Esto beneficiaría tanto la estética del paisaje como la funcionalidad del mismo, ya que, al crearse ecosistemas urbanos más complejos, se benefician indirectamente la fauna silvestre y con ello incrementar la resiliencia de estas comunidades ante la presencia de depredadores naturales o a factores de estrés propiciados por el calentamiento global.

En cuanto a las clases diamétricas se observó que la comunidad vegetal mostró una tendencia a tener un alto número de ejemplares con diámetros pequeños. Esta tendencia es similar a lo previamente reportado para cuatro parques de la Ciudad de México [6] y para los parques de la cabecera municipal de Hualahuises, Nuevo León [15]. La distribución de los diámetros es un indicador que en los últimos años se han realizado reforestaciones en estos parques y calzadas, por lo tanto, hay un alto número de individuos jóvenes. Al respecto se ha encontrado que la distribución diamétrica en árboles urbanos de Paraná, Brasil inicialmente presentaban una distribución similar a la que se encontró en el presente estudio. Sin embargo, después de 26 años muestran una distribución normal [33]. Algo similar podría ocurrir en los parques y calzadas de San Pedro Garza García donde los árboles jóvenes son los que dominan la comunidad vegetal inicial, no obstante, estos árboles posiblemente tendrán un comportamiento similar a lo ya establecido en Brasil.

Conclusiones

En las nueve áreas verdes de mayor importancia de San Pedro Garza García, se observó una marcada preferencia por especies de las familias Fabaceae y Fagaceae. En términos de origen, la composición de especies mostró una distribución equilibrada entre nativas e introducidas, lo que resalta la influencia de especies exóticas en la configuración de estos bosques urbanos.

De las seis especies con mayor índice de valor de importancia, tres fueron nativas (*Fraxinus uhdei*, *Leucophyllum frutescens* y *Ehretia anacua*) y tres introducidas (*Quercus virginiana*, *Pinus eldarica* y *Leucaena leucocephala*). Es importante destacar que *L. leucocephala* es una especie exótica invasora, por lo que no se recomienda para futuros programas de reforestación urbana.

El análisis estructural evidenció una abundancia dominada por un número reducido de especies, lo que

sugiere la necesidad de diversificar la composición del arbolado con el fin de mejorar la resiliencia y funcionalidad de los ecosistemas urbanos. La preponderancia de árboles con diámetros pequeños indica que estas áreas verdes han sido recientemente reforestadas, por lo que es probable que, con el tiempo, su estructura diamétrica evolucione hacia una distribución en forma de campana de Gauss.

Estos hallazgos reflejan la complejidad estructural y la influencia de especies introducidas en la dinámica del arbolado urbano, subrayando la importancia de estrategias de manejo y conservación dirigidas a promover la biodiversidad y la estabilidad de estos ecosistemas.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con el uso de especies nativas y la diversificación en la composición de familias, órdenes y especies, para fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de la comunidad vegetal.

Referencias

- [1] J. Hernández, H. De los Santos, J. Valdés, J. Tamarit, [1] S. J. Livesley, E. G. McPherson, y C. Calapietra, "The urban forest and ecosystem services: impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale," *Journal of Environmental Quality*, vol. 45, no. 1, Jan., pp. 119-124, 2016. doi: 10.2134/jeq2015.11.0567.
- [2] L. M. Acuña-Simbaqueva, H. J. Andrade, M. A. Segura, E. Sierra-Ramírez, D. S. Canal-Daza, y O. E. Greñas-Corrales, "Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero de hogares por arbolado urbano en Ibagué-Colômbia," *Revista Medio Ambiente y Sociedad*, vol. 24, Oct., pp. 1-20, 2021. doi: 10.1590/1809-4422asoc20200191vu2021L3AO.
- [3] S. L. Ramos de Robles y T. Camacho Sandoval, "Importancia de los árboles en el clima y vida de las ciudades," *Revista Ciencia y Naturaleza*, vol. 1064, pp. 1-20, 2023.
- [4] P. A. Canizales, P., Alanís, E., Holguín, V., García, S., Chávez, Al., "Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León," *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 11, no. 62, Oct., pp. 111-135, 2020. doi: 10.29298/rmcf.v11i62.768.
- [5] L. D. L. Saavedra-Romero, P. Hernández-De la Rosa, D. Alvarado-Rosales, T. Martínez-Trinidad, y J. Villa-Castillo, "Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México," *Polibotánica*, no. 47, Ene., pp. 25-37, 2019. doi: 10.18387/polibotanica.47.3.
- [6] T. Martínez-Trinidad, P. Hernández L., S. F. López-López, y L. Mohedano C., "Diversidad, estructura y servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco," *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 12, no. 67, Agost., pp. 202-223, 2021. doi: 10.29298/rmcf.v12i67.880.
- [7] G. Martínez, G., "Descripción del arbolado de alineación de la ciudad de Puebla por grado de marginación y vialidad," *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 13, pp. 85-111, 2022.
- [8] S. Pérez-Medina y I. López-Falfán, "Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. Hacia una sostenibilidad urbana," *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. 15, no. 47, pp. 1-33, 2015.
- [9] A. Domínguez-Liévano, "Diversity of trees and shrubs in the urban parks of the city of Cintalapa de Figueroa, Chiapas, Mexico," *Cuban Journal of Forest Sciences*, vol. 11, no. 1, 2022. Disponible: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/783>.
- [10] C. P. Martínez López, E. Hernández Santiago, y M. Rös, "Comparación de la riqueza y abundancia arbórea entre zona urbana y rural en valles centrales de Oaxaca," *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, vol. 4, no. 2, Dic., pp. 103-112, 2017.
- [11] A. Mora-Olivo y J. G. Martínez-Ávalos, *Plantas silvestres del Bosque Urbano, Cd. Victoria, Tamaulipas, México*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Coordinación Editorial Dolores Quintanilla, Saltillo, Coahuila, México, 2012.
- [12] G. J. Alanís-Flores, R. Foroughbakhch, M. A. Alvarado, y A. Rocha, "El arbolado urbano en el Área Metropolitana de Monterrey," *Árborea: Órgano Informativo de las Asociación Mexicana de Arboricultura*, vol. 6, no. 11, pp. 14-26, 2005.
- [13] E. Alanís-Rodríguez, G. Cuéllar-Rodríguez, J. Jiménez-Pérez, A. Mora-Olivo, y A. M. Ita-Garay, "Estructura y diversidad del arbolado del Parque Hundido, Monterrey, Nuevo León," *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, vol. 10, no. 3, Oct., pp. 1-11, 2023. doi: 10.19136/era.a10n3.3576.
- [14] A. Rocha-Estrada, T. E. Torres-Cepeda, M. D. C. González de la Rosa, S. J. Martínez-Lozano, y M. A. Alvarado-Vázquez, "Flora ornamental en plazas y jardines públicos del área metropolitana de Monterrey, México," *SIDA, Contributions to Botany*, vol. 18, no. 2, pp. 579-586, 1998.
- [15] E. Alanís-Rodríguez, A. Mora-Olivo, V. M. Molina-Guerra, H. Gárate-Escamilla, y J. Á. Sigala Rodríguez, "Caracterización del arbolado urbano del centro de Hualahuises, Nuevo León," *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 13, no. 73, Agost., pp. 29-49, 2022. doi: 10.29298/rmcf.v13i73.1271.
- [16] C. E. Leal et al., "Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León," *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 9, no. 48, Jul., pp. 252-270, 2018. doi: 10.29298/rmcf.v8i48.129.
- [17] IMPLAN, 2014. Instituto Municipal de Planeación Urbana San Pedro Garza García. "Plan de desarrollo urbano

- municipal de San Pedro Garza García, N.L. 2030". Disponible en: <https://aplicativos.sanpedro.gob.mx/Gobierno/Plan2030/PlanDesarrolloUrbano2030.pdf>
- [18] Canizales, P. A., Alanís, E., Aranda, R., Mata, J. M., Jiménez, J., Alanís, G., Uvalle, J. I., Ruiz, M. G. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Vol. 15, no. 2, Jul., pp. 115-120, 2009.
- [19] TROPICOS, "Missouri Botanical Garden", 2024. Disponible en: <http://www.tropicos.org>. (Consultado el 12 de marzo de 2024).
- [20] E. Alanís Rodríguez, A. Mora Olivo, J. S. Marroquín- de- la- Fuente, Muestreo ecológico de la vegetación. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, 2020.
- [21] M. L. Avolio et al., "A comprehensive approach to analyzing community dynamics using rank abundance curves," *Ecosphere*, vol. 10, no. 10, Oct., pp. 1-18, 2019. doi: 10.1002/ECS2.2881.
- [22] E. Alanís, J. Jiménez, A. Mora, P. A. Canizales, y L. Rocha, "Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario en México," *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol. 1, no. 7, pp. 93-102, 2014.
- [23] S. A. García-García et al., "Caracterización arbórea, evaluación de daños y su impacto en la infraestructura en un campus universitario," *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, vol. 14, no. 80, Oct., pp. 105-29, 2023. doi: 10.29298/rmcf.v14i80.1397.
- [24] M. Hernández-Cavazos et al., "Composición, estructura y diversidad del arbolado urbano de la Colonia Contry en Monterrey, México," *Polibotánica*, no. 58, Jun., pp. 85-101, 2024. doi: 10.18387/polibotanica.58.6.
- [25] V. Arriaga, V. Cervantes, y A. Vargas-Mena, Manual de reforestación con especies nativas: Colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas, Secretaría de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología y Universidad Nacional Autónoma de México, Cuauhtémoc, México D.F., México, 1994, p. 179.
- [26] K. C. Nixon, "Fagaceae," en *Flora of North America*, Vol. 3: Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae, Flora of North America Editorial Committee, Ed., Oxford University Press, New York, NY, EE. UU., 1997, pp. 436-506.
- [27] M. Pérez y S. Valencia, "Estudio preliminar del género Quercus (Fagaceae) en Tamaulipas, México," *Acta Botánica Mexicana*, vol. 120, Jun., pp. 59-111, 2017. doi: 10.21829/abm120.2017.1264.
- [28] Cano-Pineda A., Martínez-Burciaga OU. (2004) "Diagnóstico para el establecimiento de plantaciones con pinoafgano, (*Pinus eldarica* Mill.) en el estado de Nuevo León". INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Coahuila, México. Publicación Especial Núm. 3. 44p.
- [29] S. Lowe, M. Browne, S. Boudjelas, y M. De-Poorter, 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database, Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Nueva Zelanda, 2004.
- [30] J. M. Mata-Balderas, S. E. Hernández-Cárdenas, E. Alanís-Rodríguez, y A. Mora-Olivo, "Riqueza, composición y abundancia de especies en una comunidad vegetal ribereña en el río Santa Catarina, Monterrey, Nuevo León," *CienciaUAT*, vol. 14, no. 2, Ene., pp. 6-20, 2020. doi: 10.29059/cienciauat.v14i2.1248.
- [31] M. del C. Meza-Aguilar, "The trees of Mexico City: guardians of their image and of the environment," *Bitácora Arquitectura*, no. 31, Jul., pp. 96-103, 2015. doi: 10.22201/fa.14058901p.2015.31.56652.
- [32] B. Ma et al., "An assessment of street tree diversity: Findings and implications in the United States," *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 56, Agost., pp. 1-13, 2020. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126826.
- [33] R. Bobrowski, D. Biondi, y A. Figueiredo Filho, "Dynamics of diameter distribution on street trees of Curitiba City, Paraná, Brazil," *Scientia Forestalis*, vol. 40, no. 94, Agost., pp. 167-178, 2012. Disponible: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123279848>.