

## Cobertura y composición arbórea en las áreas verdes de Hermosillo, Sonora: aportaciones al urbanismo sustentable

### Cover and Tree Composition in Green Areas of Hermosillo, Sonora: Contributions to Sustainable Urbanism

Carmen Isela Ortega Rosas\*  <https://orcid.org/0000-0002-1485-7895>

Jazmín Martínez Salido\*\*  <https://orcid.org/0000-0002-1784-5646>

Nancy Esmeralda Sánchez Duarte\*\*\*  <https://orcid.org/0000-0002-6932-2396>

Daniel Morales Romero\*\*\*\*  <https://orcid.org/0000-0002-9358-1347>

#### Resumen

**Objetivo:** analizar la condición actual de los parques y jardines del municipio de Hermosillo, Sonora, teniendo en cuenta su cobertura arbórea y la proporción que hay entre las especies nativas y las especies introducidas. **Metodología:** se seleccionaron al azar espacios de jurisdicción municipal que tienen un área superior a 170 m<sup>2</sup>, donde se calcularon la cobertura arbórea, la cantidad de especies nativas y la de especies introducidas. **Resultados:** se constató la presencia de 29.2% de especies nativas y de 70.8% de especies introducidas. En ninguno de los espacios la cobertura arbórea superó 33%. **Valor:** se presenta información indispensable para el manejo del desarrollo urbano con enfoque en calidad ambiental. **Limitaciones:** no se incluyeron las áreas verdes de los fraccionamientos privados ni de los camellones públicos. **Conclusiones:** se demuestra que la condición actual es la falta de cobertura vegetal y la poca presencia de especies nativas en las áreas verdes urbanas y que necesitan recuperación ecológica para mejorar la calidad de vida poblacional.

**Palabras clave:** especies introducidas; jardines y parques; urbanismo sustentable; Sonora; vegetación urbana.

#### Abstract

**Objective:** to analyze the current state of parks and gardens in Hermosillo, Sonora, taking into account their tree cover and the proportion between native and introduced species. **Methodology:** a random selection of municipal jurisdiction spaces with an area greater than 170 m<sup>2</sup>, where the tree cover, the quantity of native and of introduced species were calculated. **Results:** the presence of 29.2% of native species and 70.8% of introduced species is confirmed. Tree cover did not exceed 33% in all cases. **Value:** indispensable information is presented for the urban development management that focus on environmental quality. **Limitations:** green areas of private residences and of public street ridges were not included. **Conclusions:** it is demonstrated that the current state of urban green areas is a low vegetation cover and that they have few native species' presence. The areas need ecological recovery to favor the population's quality of life.

**Keywords:** Gardens and parks; introduced species; Sonora; urban vegetation.

■ **Cómo citar:** Ortega Rosas, C. I., Martínez Salido, J., Sánchez Duarte, N. E., y Morales Romero, D. (2022). Cobertura y composición arbórea en las áreas verdes de Hermosillo, Sonora: aportaciones al urbanismo sustentable. *región y sociedad*, 34, e1610. doi: 10.22198/rys2022/34/1610

\*Universidad Estatal de Sonora. Ave. Ley Federal del Trabajo s. n., Col. Apolo, C. P. 83100. Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: [carmen.ortega.cesues@gmail.com](mailto:carmen.ortega.cesues@gmail.com)

\*\*Universidad Estatal de Sonora. Ave. Ley Federal del Trabajo s. n., Col. Apolo, C. P. 83100. Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: [ecol.jazminms@gmail.com](mailto:ecol.jazminms@gmail.com)

\*\*\*Universidad Estatal de Sonora. Ave. Ley Federal del Trabajo s. n., Col. Apolo, C. P. 83100. Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: [nancye.duarte@gmail.com](mailto:nancye.duarte@gmail.com)

\*\*\*\* Autor para correspondencia. Universidad Estatal de Sonora. Ave. Ley Federal del Trabajo s. n., Col. Apolo, C. P. 83100. Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: [morales.ecologia@gmail.com](mailto:morales.ecologia@gmail.com)

Recibido: 4 de febrero de 2022.

Aceptado: 4 de mayo de 2022.

Liberado: 2 de agosto de 2022.



Esta obra está protegida bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional.

## Introducción

Se ha detectado que en las ciudades que tienen amplias extensiones de composición arbórea, las áreas verdes urbanas proporcionan diversos beneficios ecológicos: reducen la intensidad de las islas de calor (Akbari y Konopacki, 2005); secuestran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); disminuyen los contaminantes del aire (Nowak, Crane y Stevens, 2006); controlan los vientos, la luz solar, la luz artificial (Akbari, 2009) y la erosión; crean microclimas; interceptan e infiltran el agua (Ochoa, 2009); y disminuyen los ruidos (Roy, Byrne y Pickering, 2012). Son evidentes los servicios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas naturales o de los ecosistemas transformados. Los servicios tienen la siguiente clasificación: de provisión, de regulación, culturales y de soporte (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). La globalización ha facilitado la introducción de nuevas especies arbóreas en muchos ambientes (Shine, Williams y Gündling, 2000), situación que ha provocado efectos graves, como la contaminación genética, la propagación de enfermedades y la competencia por los recursos (Lázaro-Lobo y Ervin, 2019). La flora nativa ha sufrido alteraciones considerables, ya sea por causa de la erosión de suelos o por la presencia de organismos patógenos (Vanoye-Eligio, Meléndez-Ramírez, Ayala, Navarro-Alberto y Delfín-González, 2015). En México, durante las últimas décadas, se ha introducido una amplia variedad de especies exóticas de árboles cuyo interés principal está en las actividades productivas, por lo que la atención a la problemática se ha concentrado en ese sector (Aguirre-Muñoz y Mendoza-Alfaro, 2009), descuidando las áreas verdes urbanas.

A escala mundial, la importancia de los servicios ambientales estriba en la utilidad que los seres humanos obtienen de manera directa o indirecta de ellos (Mexia et al., 2018). Por eso el conocimiento y el manejo de las áreas verdes urbanas se considera una estrategia para la habitabilidad placentera y sustentable de cualquier ciudad (López, 2013). Para incrementar el número de las áreas verdes y mejorar la calidad de vida de la población es indispensable alinearse con los objetivos del desarrollo sustentable (ODS), que pretenden erradicar la pobreza y lograr que las ciudades sean resilientes y sostenibles (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021).

Durante los últimos años, en algunas regiones que se caracterizan por su aridez, ha habido un gran interés en el conocimiento, la protección, el establecimiento y el mantenimiento de las áreas verdes urbanas donde viven especies nativas (Guillén-Cruz, Rodríguez-Sánchez, Fernández-Luqueño y Flores-Rentería, 2021; Navarro y Moreno, 2016; Walker, Grimm, Briggs, Gries y Dugan, 2009). Sin embargo, la tendencia a sembrar especies arbóreas exóticas para embellecer el paisaje urbano ha sido constante y difícil de erradicar. La preferencia de los residentes por esos árboles resulta ser el impulsor clave para la composición arbórea urbana (Avolio, Pataki, Trammell y Endter-Wada, 2018), lo que puede afectar de manera negativa los recursos de la población, por ejemplo, el agua.

En el estado de Sonora, en particular en la ciudad de Hermosillo, ha habido durante los últimos años una fuerte inclinación a establecer y mantener áreas verdes urbanas con vegetación nativa debido a la escasez de agua que se ha

producido en las últimas dos décadas (Navarro y Moreno, 2016). El déficit de árboles en las áreas verdes urbanas ha provocado un aumento considerable en los costos de la energía para el enfriamiento de los espacios interiores. Por eso se ha verificado una buena disposición hacia el urbanismo sustentable (Mercado-Maldonado y Lovriha, 2017). Aunque se observa un interés por conocer, proteger y mantener las áreas verdes urbanas, la composición de su flora y cobertura vegetal no son del todo conocidos. En este artículo se explora la composición arbórea de los parques y jardines de Hermosillo, con la finalidad de estimar la cobertura vegetal arbórea y conocer la proporción que hay entre las especies nativas y las especies introducidas. Con ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG), se evaluó la cobertura de la copa de todas las especies arbóreas en dichos lugares. Como hipótesis de investigación, se planteó que hay más especies introducidas que especies nativas, además de que la cobertura arbórea en dichos espacios es bastante baja.

## Materiales y métodos

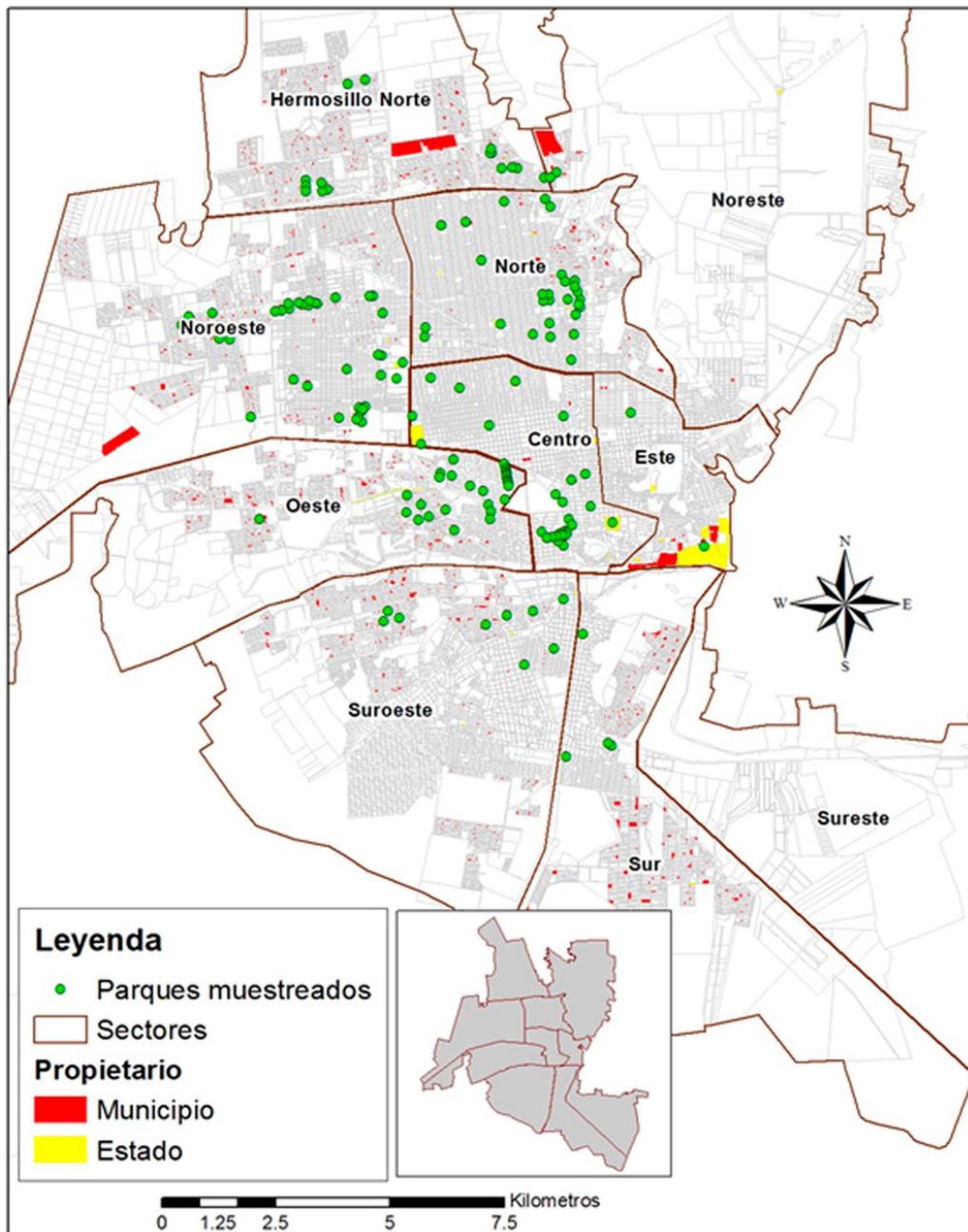
### *Descripción del área de estudio*

El área de estudio se localiza en la ciudad de Hermosillo, Sonora, en la porción centro-oeste de la planicie costera del estado (Shreve y Wiggins, 1964) (véase figura 1). La clave climática para la ciudad es BWh'(h)w(e'), que indica que es un clima seco muy árido con régimen de lluvia de verano y un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 y 10. Se considera un clima cálido debido a que su temperatura anual es mayor de 25 grados Celsius (°C). El mes más frío tiene menos de 18°C. La oscilación térmica anual es muy extremosa (mayor de 14°C), con una temperatura que en promedio supera los 32°C en julio (García, 1964). En los alrededores de la ciudad, los tipos de vegetación son mezquital xerófilo y matorral sarcocaulé con estas especies dominantes: *Prosopis glandulosa*, *Parkinsonia microphylla*, *P. praecox*, *Olneya tesota*, *Larrea tridentata*, *Celtis pallida*, *Encelia farinosa*, *Lophocereus schottii* y *Opuntia fulgida* (Martínez-Yrizar, Felger y Búrquez, 2010).

### *Cálculo de la cobertura y de la composición arbórea*

Utilizando un mapa base de distribución de parques y jardines de Hermosillo, correspondiente a 2017, que proporcionó el Instituto Municipal de Ecología, se seleccionaron los sitios de trabajo cuya área fuera mayor de 170 m<sup>2</sup> para tener una mejor visualización de ellos, considerando la cobertura vegetal. Dicha área se determinó mediante la ecuación para el tamaño mínimo de muestra explicado en Mostacedo y Fredericksen (2000) (véanse figura 1 y tabla 1). Se definió la composición arbórea mediante un inventario para obtener la diversidad de las especies y conocer la proporción entre las nativas y las introducidas. Se seleccionaron los parques y jardines, se identificaron las especies arbóreas y se contaron los individuos de cada parque o jardín (véase tabla 2). Para estimar la cobertura arbórea de los diez sectores de la ciudad establecidos por el municipio (Hermosillo Norte, Norte, Noreste, Noroeste, Oeste, Centro, Este, Suroeste,

Figura 1. Localización de Hermosillo y la distribución de los parques y jardines de jurisdicción municipal muestreados



Fuente: elaboración propia.

Sur, Sureste), se determinó el porcentaje del área de la copa en relación con la superficie del suelo. Se establecieron rangos de 1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en función del total de los sitios de la muestra. También se usaron imágenes satelitales de alta resolución en color, correspondientes a 2017, que proporcionó el *software* Google Earth Pro. La digitalización de las unidades de cobertura arbórea se hizo de forma manual empleando como referencia espacial el sistema de coordenadas Proyección Universal Transversal Mercator (UTM), zona 12 Norte, con el datum WGS84, mediante el cálculo previo del área y el porcentaje de cobertura vegetal de cada sitio. Para el análisis y el procesamiento de la información espacial, se usó el software de Sistemas de Información Geográfica Quantum Gis.

### *Análisis estadístico*

Utilizando el paquete Beta Regression (betareg) del programa estadístico R Core Team 2014 R, se determinó si la proporción media de las plantas exóticas en los parques de Hermosillo ( $p$ ) difiere de la proporción media de las plantas nativas ( $H_0: p = 0.5$ ). Además, se realizó una regresión beta con el modelo de solo intersección ( $\text{logit}(p) = \beta_0$ ) utilizando como respuesta la proporción de plantas exóticas estimada para unidad de muestreo (parque). Mediante la prueba del índice de Shannon-Wiener ( $H$ ), se determinaron las diferencias en la diversidad entre las especies introducidas y las especies nativas, y se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis ( $\chi^2$ ) para conocer las diferencias en el uso de plantas introducidas, plantas nativas y el porcentaje de cobertura vegetal.

## Resultados

### *Cobertura arbórea*

Se estudiaron 150 parques de un total de 1 135 sitios con jurisdicción municipal (véase tabla 1).

Tabla 1. Localización y porcentaje de la cobertura vegetal de los parques y jardines de jurisdicción municipal en Hermosillo, Sonora

Número del sitio	Norte (coordenadas UTM)	Este (coordenadas UTM)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Superficie total del parque (m <sup>2</sup> )	Área verde respecto a la superficie total (%)
1	503789	3221656	436.30	559.54	77.97
2	503772	3221795	285.30	590.38	48.32
3	503666	3221638	507.32	488.31	103.89
4	503643	3221781	216.99	525.47	41.29
5	504338	3220892	5 325.69	12 480.00	42.67
6	503815	3220828	907.99	1 812.77	50.09
7	503427	3220899	676.96	4 698.50	14.41

Número del sitio	Norte (coordenadas UTM)	Este (coordenadas UTM)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Superficie total del parque (m <sup>2</sup> )	Área verde respecto a la superficie total (%)
8	504063	3222223	393.25	1 540.19	25.53
9	504347	3222099	699.35	1 518.90	46.04
10	504198	3221675	669.26	3 465.01	19.31
11	503797	3221131	232.92	255.86	91.03
12	504270	3220320	124.20	545.79	22.76
13	505173	3216663	33 052.45	89810	36.80
14	504106	3219054	1 657.59	4 591.76	36.10
15	505575	3219126	7 840.11	34640	22.63
16	503927	3217293	242.90	7 684.16	3.16
17	504078	3217123	206.01	1 819.52	11.32
18	504209	3216752	8.70	598.00	1.45
19	504285	3216606	381.78	3 600.10	10.60
20	504275	3217630	1 634.20	6 588.41	24.80
21	504571	3217752	567.12	1 673.13	33.90
22	497454	3216737	741.38	28910	2.56
23	502820	3217187	1 680.89	2 464.19	68.21
24	502463	3217065	147.33	1 516.43	9.72
25	502513	3216921	683.83	1 518.59	45.03
26	502497	3216743	1 002.05	1 891.50	52.98
27	500796	3219057	940.51	8 616.16	10.92
28	502062	3217496	841.27	3 594.80	23.40
29	502353	3217381	1 525.37	9 603.21	15.88
30	501656	3217712	378.17	411.56	91.89
31	501696	3218092	391.82	553.88	70.74
32	501410	3217775	897.74	1 206.82	74.39
33	501385	3217675	481.42	1 118.73	43.03
34	504687	3217028	2 483.29	10 260.00	24.20
35	503619	3216469	381.84	870.88	43.85
36	504103	3216156	120.71	2 709.52	4.46
37	503986	3216256	1 742.05	6 601.85	26.39
38	504029	3216425	279.41	1 896.04	14.74
39	504136	3216477	336.03	505.94	66.42
40	504176	3216442	357.62	626.25	57.11
41	504142	3216382	568.59	1 008.36	56.39
42	504061	3216375	516.36	1 012.60	50.99
43	503942	3216360	367.35	1 559.03	23.56
44	503853	3216348	731.06	1 734.19	42.16

Número del sitio	Norte (coordenadas UTM)	Este (coordenadas UTM)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Superficie total del parque (m <sup>2</sup> )	Área verde respecto a la superficie total (%)
45	503737	3216328	555.89	3 181.53	17.47
46	504460	3221496	1 033.83	2 233.92	46.28
47	504366	3221326	714.54	1 295.83	55.14
48	504459	3221667	195.02	988.09	19.74
49	504431	3221565	119.71	366.16	32.69
50	504397	3221844	268.80	1 747.78	15.38
51	504343	3221961	271.69	940.99	28.87
52	504137	3222073	1 069.16	2 174.40	49.17
53	502717	3221114	115.66	23 740.00	0.49
54	503044	3219834	3 208.36	37 450.00	8.57
55	502468	3218850	873.83	6 986.57	12.51
56	501826	3219684	3 255.37	12 420.00	26.21
57	501195	3219911	747.40	2 081.64	35.90
58	501064	3220832	562.44	1 665.95	33.76
59	501083	3221042	1 645.86	3 072.53	53.57
60	500454	3219899	7 499.90	19 4800.00	3.85
61	500112	3219972	110.16	743.63	14.81
62	499358	3220101	568.79	5 198.44	10.94
63	498192	3219880	816.35	2 510.41	32.52
64	498497	3219717	1 515.18	17 850.00	8.49
65	499185	3219021	965.56	10 990.00	8.79
66	500980	3218419	5 404.95	106 300.00	5.08
67	499758	3219258	369.00	898.37	41.07
68	499625	3219239	235.41	1 101.24	21.38
69	499694	3219163	457.76	362.37	126.33
70	499716	3219212	214.25	337.42	63.50
71	499696	3218932	14.55	701.48	2.07
72	499620	3219041	355.48	382.31	92.98
73	499390	3226513	13.23	1 529.75	0.86
74	499581	3218976	374.06	392.62	95.27
75	500577	3220262	307.13	22580	1.36
76	500134	3220419	112.37	711.95	15.78
77	500056	3220440	403.60	1 095.40	36.85
78	500156	3221371	761.53	1 608.60	47.34
79	499933	3221755	461.91	1 987.95	23.24
80	499861	3221748	271.96	3 041.91	8.94
81	499122	3221711	638.33	1 936.23	32.97

Número del sitio	Norte (coordenadas UTM)	Este (coordenadas UTM)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Superficie total del parque (m <sup>2</sup> )	Área verde respecto a la superficie total (%)
82	498720	3221575	30.59	1 460.82	2.09
83	498660	3221601	15.60	570.73	2.73
84	498532	3221542	177.02	1 022.38	17.31
85	498540	3221628	244.41	217.53	112.35
86	498389	3221552	20.88	173.22	12.05
87	498313	3221592	318.17	217.80	146.08
88	498099	3221473	144.86	881.59	16.43
89	498076	3221576	135.33	428.69	31.57
90	502811	3217981	397.97	1 148.27	34.66
91	502837	3217864	276.10	452.44	61.02
92	502844	3217821	165.75	515.70	32.14
93	502850	3217779	218.34	403.59	54.10
94	502855	3217734	200.47	446.22	44.93
95	502861	3217677	90.05	450.43	19.99
96	502880	3217633	155.01	484.52	31.99
97	502886	3217590	155.14	488.54	31.76
98	502892	3217547	225.96	476.72	47.40
99	502898	3217500	248.36	533.98	46.51
100	497926	3221425	199.39	614.14	32.47
101	497799	3221408	209.26	615.56	34.00
102	507175	3216134	32 283.60	402600	8.02
103	502808	3223865	1 104.51	2 807.43	39.34
104	503822	3223752	123.26	3 127.23	3.94
105	503699	3223929	158.65	2 709.63	5.86
106	503085	3224607	144.74	760.38	19.04
107	502970	3224636	5.08	225.07	4.06
108	499762	3226594	295.24	2 136.68	13.82
109	502751	3224612	87.06	352.68	24.68
110	502538	3224967	218.05	775.01	28.14
111	502505	3224958	414.73	859.63	48.25
112	502513	3225062	274.41	1 511.98	18.15
113	503950	3224527	68.51	3 850.87	1.78
114	503675	3224412	675.15	3 643.96	18.53
115	503813	3224412	1 004.87	3 324.62	30.23
116	496568	3220789	368.59	3 143.79	11.72
117	496804	3220779	509.57	3 991.20	12.77
118	496432	3221373	1 003.27	4814	20.84

Número del sitio	Norte (coordenadas UTM)	Este (coordenadas UTM)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Superficie total del parque (m <sup>2</sup> )	Área verde respecto a la superficie total (%)
119	500939	3216734	402.69	1 011.53	39.81
120	501153	3216794	350.58	558.40	62.78
121	501706	3216494	707.25	1 506.75	46.94
122	502300	3222554	396.83	13 290.00	2.99
123	501958	3223411	474.58	17770	2.67
124	501424	3223333	1 520.98	21740	7.00
125	500678	3217284	1 052.99	1 544.70	68.17
126	500995	3217068	1 097.88	1 630.83	67.32
127	500669	3216893	527.43	6 872.95	7.67
128	501528	3216965	716.77	1 293.07	55.43
129	504095	3214950	315.96	2 395.95	13.19
130	503425	3214685	745.76	2 802.18	26.61
131	502857	3214593	1 057.69	5 150.12	20.54
132	502406	3214383	1 522.78	3 329.47	45.74
133	503238	3213471	2 246.43	26 270.00	8.55
134	504526	3214165	1 551.79	35 650.00	4.35
135	503883	3213835	00.00	2 973.97	0.00
136	504153	3211422	2 276.84	9 370.92	24.30
137	505155	3211656	202.08	412.62	48.97
138	505084	3211725	191.08	327.76	58.30
139	497271	3219034	525.73	2 152.10	24.43
140	498953	3224133	40.28	2 027.49	1.99
141	498830	3224108	117.61	2 070.38	5.68
142	498807	3224292	347.86	2 614.98	13.30
143	498465	3224341	580.07	4 058.25	14.29
144	498461	3224209	578.98	935.19	61.91
145	498466	3224107	354.92	342.32	103.68
146	500271	3214674	177.06	1 964.24	9.01
147	500173	3214449	157.71	495.76	31.81
148	500514	3214525	125.73	823.79	15.26
149	495916	3221294	15.00	3 914.27	0.38
150	495748	3221100	501.41	2 015.53	24.88

Fuente: elaboración propia.

### Composición arbórea

En los 150 parques muestreados (véase tabla 2) se registraron 54 especies de árboles (véase tabla 3). Se inventariaron 6 552 individuos en los que la proporción de especies introducidas fue de 70.8% con una frecuencia absoluta de 4 639 individuos. El porcentaje de las especies nativas fue de 29.2 con una frecuencia absoluta de 1 913 individuos. Las especies introducidas que se detectaron con mayor frecuencia fueron: *Bucida buceras* (31.03%), *Citrus aurantium* (8.12%), *Eucalyptus spp.* (5.26%), *Azadirachta indica* (4.04%) y *Ficus benjamina* (1.74%). Las especies nativas más frecuentes fueron: *Prosopis glandulosa* (10.85%), *Washingtonia robusta* (7.39%), *Lysiloma divaricata* (6.46%), *Parkinsonia florida* (1.11%) y *Parkinsonia aculeata* (0.82%). Al comparar la proporción de plantas introducidas con la de plantas nativas se observaron diferencias significativas —prueba de hipótesis sobre el coeficiente de regresión beta ( $z=7.37$ ,  $P<0.001$ )—. Se estima que el uso promedio de las plantas introducidas en los sitios de estudio es de 66.8%, a diferencia de las nativas, que no fue superior a 35%.

Mediante la determinación del índice de Shannon-Wiener, se hallaron diferencias significativas en la diversidad de las especies introducidas (número de individuos: 4 639, número de especies: 39,  $H= 3.2$ ) y en la diversidad de las especies nativas (número de individuos: 1 913, número de especies: 15,  $H=2.38$ ).

Tabla 2. Individuos por especie detectada en cada parque de la muestra

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
1	<i>Brachichyton populneus</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (9), <i>Ficus benjamina</i> (1)
2	<i>Bucida buceras</i> (8), <i>Brachichyton populneus</i> (5)
3	<i>Bucida buceras</i> (8), <i>Brachichyton populneus</i> (5), <i>Ficus benjamina</i> (1)
4	<i>Brachichyton populneus</i> (2), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (1)
5	<i>Delonix regia</i> (4), <i>Albizia lebeck</i> (14), <i>Bucida buceras</i> (40), <i>Ficus benjamina</i> (2), <i>Ceiba pentandra</i> (4), <i>Eucaliptus spp.</i> (3), <i>Cassia fistula</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (8), <i>Citrus aurantium</i> (27), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Olea europaea L.</i> (8), <i>Ehretia tinifolia</i> (10), <i>Lysiloma sp.</i> (12), <i>Caesalpinia sp</i> (13), <i>Grevillea robusta</i> (10)
6	<i>Bucida buceras</i> (22), <i>Parkinsonia aculeata</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (5), <i>Citrus aurantium</i> (4), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Parkinsonia florida</i> (6)
7	<i>Terminalia catappa</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (12), <i>Ficus benjamina</i> (10), <i>Eucaliptus spp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (8), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Lysiloma sp.</i> (3), <i>Ficus nitida</i> (4)
8	<i>Bucida buceras</i> (12), <i>Citrus aurantium</i> (9), <i>Ehretia tinifolia</i> (1)
9	<i>Bucida buceras</i> (24), <i>Eucaliptus spp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (3), <i>Parkinsonia florida</i> (2)
10	<i>Bucida buceras</i> (10), <i>Ficus benjamina</i> (3), <i>Washingtonia sp.</i> (5), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (8), <i>Lysiloma sp.</i> (1)
11	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (5)
12	<i>Bucida buceras</i> (2), <i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (1)

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
13	<i>Delonix regia</i> (14), <i>Albizia lebbek</i> (1), <i>Tabebuia sp.</i> (2), <i>Bucida buceras</i> (467), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (11), <i>Ceiba acuminata</i> (1), <i>Cupressus sp.</i> (1), <i>Eucaliptus spp.</i> (142), <i>Pithecellobium dulce</i> (2), <i>Plumeria rubra</i> (1), <i>Leucaena sp.</i> (4), <i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Morus nigra</i> (3), <i>Citrus aurantium</i> (131), <i>Washingtonia sp.</i> (34), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (47), <i>Ipomoea arborescens</i> (2), <i>Parkinsonia florida</i> (2), <i>Ehretia tinifolia</i> (25), <i>Tamarix spp.</i> (17), <i>Lysiloma sp.</i> (21), <i>Grevillea robusta</i> (2), <i>Phoenix canariensis</i> (19), <i>Ficus nitida</i> (1)
14	<i>Bucida buceras</i> (35), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Cupressus sp.</i> (2), <i>Malus domestica</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (9), <i>Citrus aurantium</i> (25), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (2), <i>Tamarix spp.</i> (5)
15	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (41), <i>Ceiba pentandra</i> (5), <i>Eucaliptus spp.</i> (41), <i>Prosopis spp.</i> (17), <i>Washingtonia sp.</i> (4), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (1), <i>Tamarix spp.</i> (1), <i>Lysiloma sp.</i> (1), <i>Tecoma stans</i> (1), <i>Caesalpinia sp.</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (5)
16	<i>Bucida buceras</i> (10), <i>Ficus benjamina</i> (5), <i>Prosopis spp.</i> (5), <i>Citrus aurantium</i> (50), <i>Azadirachta indica</i> (10), <i>Washingtonia sp.</i> (6)
17	<i>Bucida buceras</i> (9), <i>Mangifera indica</i> (10)
18	<i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (6)
19	<i>Bucida buceras</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (5), <i>Citrus aurantium</i> (4), <i>Washingtonia sp.</i> (3), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (1)
20	<i>Bucida buceras</i> (33), <i>Lysiloma sp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (6), <i>Albizia lebbek</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (18), <i>Ficus nitida</i> (4), <i>Grevillea robusta</i> (1)
21	<i>Prosopis spp.</i> (3), <i>Citrus aurantium</i> (13), <i>Olea europaea L.</i> (21)
22	<i>Bucida buceras</i> (1), <i>Parkinsonia aculeata</i> (15), <i>Ficus benjamina</i> (2), <i>Parkinsonia praecox</i> (2), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (27), <i>Moringa oleifera</i> (11), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Fouquieria spp.</i> (3), <i>Washingtonia sp.</i> (13), <i>Lysiloma sp.</i> (3), <i>Bursera spp.</i> (2)
23	<i>Delonix regia</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (81), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Moringa oleifera</i> (5), <i>Citrus aurantium</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (3)
24	<i>Acacia spp.</i> (1), <i>Cupressus sp.</i> (2), <i>Leucaena sp.</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (13)
25	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (1), <i>Terminalia catappa</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (9), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (2), <i>Ceiba pentandra</i> (3), <i>Cupressus sp.</i> (2), <i>Citrus aurantifolia</i> (2), <i>Moringa oleifera</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (3), <i>Ehretia tinifolia</i> (5), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (1), <i>Phoenix canariensis</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (2)
26	<i>Bucida buceras</i> (20), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Eucaliptus spp.</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (6), <i>Citrus aurantium</i> (3), <i>Azadirachta indica</i> (6)
27	<i>Eucaliptus spp.</i> (1)
28	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (7), <i>Leucaena sp.</i> (8), <i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (7), <i>Azadirachta indica</i> (5), <i>Washingtonia sp.</i> (3), <i>Ehretia tinifolia</i> (3), <i>Lysiloma sp.</i> (1)
29	<i>Bucida buceras</i> (32), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (1)
30	<i>Bucida buceras</i> (12), <i>Cupressus sp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (5), <i>Citrus aurantium</i> (1)
31	<i>Bucida buceras</i> (4), <i>Eucaliptus spp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (4), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Washingtonia sp.</i> (3), <i>Tecoma stans</i> (1)
32	<i>Terminalia catappa</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (2), <i>Cupressus sp.</i> (1), <i>Eucaliptus spp.</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (3), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (5), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (1)

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
33	<i>Terminalia catappa</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (4), <i>Brachichyton populneus</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Eucaliptus</i> spp. (4), <i>Citrus aurantium</i> (6), <i>Azadirachta indica</i> (2)
34	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (36), <i>Washingtonia</i> sp. (11)
35	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (21)
36	<i>Prosopis</i> spp. (10), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (3)
37	<i>Bucida buceras</i> (30), <i>Pseudobombax ellipticum</i> (2), <i>Parkinsonia praecox</i> (7), <i>Ceiba pentandra</i> (2), <i>Citrus aurantium</i> (9), <i>Azadirachta indica</i> (20), <i>Washingtonia</i> sp. (1), <i>Ficus nitida</i> (1)
38	<i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (2)
39	<i>Ficus benjamina</i> (6), <i>Cupressus</i> sp. (2), <i>Ficus nitida</i> (1)
40	<i>Bucida buceras</i> (3), <i>Ficus benjamina</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (1), <i>Ficus nitida</i> (2)
41	<i>Bucida buceras</i> (16)
42	<i>Bucida buceras</i> (12)
43	<i>Bucida buceras</i> (17)
44	<i>Bucida buceras</i> (13), <i>Ficus nitida</i> (4)
45	<i>Bucida buceras</i> (10), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Washingtonia</i> sp. (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (5)
46	<i>Bucida buceras</i> (33), <i>Delonix regia</i> (3), <i>Ficus benjamina</i> (5), <i>Prosopis</i> spp. (2), <i>Tamarix</i> spp. (1), <i>Ficus nitida</i> (6)
47	<i>Ficus benjamina</i> (10), <i>Parkinsonia florida</i> (3)
48	<i>Bucida buceras</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (3), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (1)
49	<i>Bucida buceras</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (3), <i>Ficus nitida</i> (1)
50	<i>Bucida buceras</i> (6), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (1), <i>Ficus nitida</i> (1)
51	<i>Bucida buceras</i> (14), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Washingtonia</i> sp. (3)
52	<i>Bucida buceras</i> (19), <i>Delonix regia</i> (2), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (2), <i>Citrus aurantium</i> (7), <i>Washingtonia</i> sp. (8), <i>Ehretia tinifolia</i> (8), <i>Ficus nitida</i> (1)
53	<i>Bucida buceras</i> (3), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (2), <i>Parkinsonia praecox</i> (2), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (10), <i>Moringa oleifera</i> (2), <i>Azadirachta indica</i> (17), <i>Washingtonia</i> sp. (13), <i>Olneya tesota</i> (1), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (1), <i>Lysiloma</i> sp. (14), <i>Tecoma stans</i> (1)
54	<i>Bucida buceras</i> (3), <i>Eucaliptus</i> spp. (2), <i>Leucaena</i> sp. (2), <i>Prosopis</i> spp. (12), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Tecoma stans</i> (13)
55	<i>Bucida buceras</i> (24), <i>Acacia</i> sp. (1), <i>Ceiba pentandra</i> (2), <i>Pithecellobium dulce</i> (2), <i>Leucaena</i> sp. (27), <i>Prosopis</i> spp. (17), <i>Citrus aurantium</i> (4), <i>Tamarix</i> spp. (2)
56	<i>Bucida buceras</i> (180), <i>Brachichyton populneus</i> (1), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Eucaliptus</i> spp. (3), <i>Prosopis</i> spp. (10), <i>Citrus aurantium</i> (11), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (7), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Tamarix</i> spp. (2), <i>Lysiloma</i> sp. (1)
57	<i>Bucida buceras</i> (29), <i>Ficus benjamina</i> (3), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Eucaliptus</i> spp. (2), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Leucaena</i> sp. (5), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Citrus aurantium</i> (9), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (2), <i>Lysiloma</i> sp. (5)
58	<i>Bucida buceras</i> (6), <i>Ficus benjamina</i> (3), <i>Eucaliptus</i> spp. (1), <i>Prosopis</i> spp. (3), <i>Citrus aurantium</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (7), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (8)

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
59	<i>Bucida buceras</i> (8), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (9), <i>Melia azederach</i> (6), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (2), <i>Tecoma stans</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (11)
60	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (1), <i>Albizia lebbbeck</i> (2), <i>Acacia spp.</i> (8), <i>Populus sp.</i> (1), <i>Delonix regia</i> (9), <i>Bucida buceras</i> (12), <i>Ficus benjamina</i> (10), <i>Ceiba pentandra</i> (9), <i>Cupressus sp.</i> (1), <i>Eucaliptus spp.</i> (3), <i>Pithecellobium dulce</i> (4), <i>Leucaena sp.</i> (10), <i>Prosopis spp.</i> (23), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (11), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (1), <i>Parkinsonia aculeata</i> (15), <i>Parkinsonia florida</i> (17), <i>Parkinsonia praecox</i> (5), <i>Ehretia tinifolia</i> (2), <i>Tamarix spp.</i> (4), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (21), <i>Lysiloma sp.</i> (322), <i>Vitex mollis</i> (4)
61	<i>Bucida buceras</i> (2), <i>Ficus nitida</i> (11), <i>Brachichyton populneus</i> (1), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Lysiloma sp.</i> (2)
62	<i>Delonix regia</i> (2), <i>Bucida buceras</i> (55), <i>Ceiba pentandra</i> (2), <i>Leucaena sp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (2), <i>Azadirachta indica</i> (4), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (2), <i>Ficus nitida</i> (1)
63	<i>Bucida buceras</i> (36), <i>Delonix regia</i> (6), <i>Ficus benjamina</i> (9), <i>Ceiba pentandra</i> (2), <i>Eucaliptus spp.</i> (6), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (4), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (6), <i>Washingtonia sp.</i> (10), <i>Ehretia tinifolia</i> (2), <i>Ficus nitida</i> (2)
64	<i>Delonix regia</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (37), <i>Ceiba pentandra</i> (14), <i>Eucaliptus spp.</i> (8), <i>Prosopis spp.</i> (40), <i>Azadirachta indica</i> (9), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (9), <i>Olneya tesota</i> (1), <i>Parkinsonia florida</i> (7), <i>Ehretia tinifolia</i> (5), <i>Lysiloma sp.</i> (8)
65	<i>Albizia lebbbeck</i> (3), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (14), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (10), <i>Eucaliptus spp.</i> (2), <i>Pithecellobium dulce</i> (5), <i>Prosopis spp.</i> (12), <i>Azadirachta indica</i> (14), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (5), <i>Washingtonia sp.</i> (18), <i>Ehretia tinifolia</i> (4), <i>Tamarix spp.</i> (1), <i>Bursera sp.</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (1)
66	<i>Eucaliptus spp.</i> (15), <i>Caesalpinia sp.</i> (3), <i>Prosopis spp.</i> (17), <i>Citrus aurantium</i> (64), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (3), <i>Washingtonia sp.</i> (13), <i>Ehretia tinifolia</i> (13), <i>Lysiloma sp.</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (2)
67	<i>Albizia lebbbeck</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (3), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (5), <i>Ficus nitida</i> (4)
68	<i>Bucida buceras</i> (3), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Lysiloma sp.</i> (1)
69	<i>Albizia lebbbeck</i> (1), <i>Hibiscus tiliaceus</i> (3), <i>Terminalia catappa</i> (2), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Ficus carica</i> (1), <i>Leucaena sp.</i> (1), <i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Mangifera indica</i> (3), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (11), <i>Ehretia tinifolia</i> (1)
70	<i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (2), <i>Vitex mollis</i> (2)
71	<i>Albizia lebbbeck</i> (1), <i>Hibiscus tiliaceus</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (1)
72	<i>Albizia lebbbeck</i> (1), <i>Terminalia catappa</i> (1), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (2), <i>Lysiloma sp.</i> (2)
73	<i>Tamarix spp.</i> (1)
74	<i>Bucida buceras</i> (4), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (13),
75	<i>Bucida buceras</i> (5), <i>Ficus benjamina</i> (7), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Leucaena sp.</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (2), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (1)
76	<i>Bucida buceras</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (2)
77	<i>Delonix regia</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (4), <i>Ceiba pentandra</i> (2), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (1)

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
78	<i>Bucida buceras</i> (33), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Eucaliptus</i> spp. (2), <i>Leucaena</i> sp. (1), <i>Prosopis</i> spp. (3), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (2)
79	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (8), <i>Citrus aurantium</i> (14), <i>Ficus nitida</i> (3)
80	<i>Albizia lebbek</i> (5), <i>Delonix regia</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (4), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (7), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (2), <i>Parkinsonia florida</i> (5), <i>Ehretia tinifolia</i> (2)
81	<i>Bucida buceras</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (2)
82	<i>Prosopis</i> spp. (15)
83	<i>Bucida buceras</i> (6)
84	<i>Bucida buceras</i> (30)
85	<i>Ficus benjamina</i> (1)
86	<i>Ficus benjamina</i> (11), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (2)
87	<i>Azadirachta indica</i> (1)
88	<i>Bucida buceras</i> (11), <i>Ficus benjamina</i> (14), <i>Parkinsonia praecox</i> (4), <i>Ceiba pentandra</i> (4)
89	<i>Bucida buceras</i> (5), <i>Ficus benjamina</i> (2), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (2)
90	<i>Bucida buceras</i> (13), <i>Prosopis</i> spp. (2)
91	<i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Cupressus</i> sp. (1), <i>Plumeria rubra</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (3), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (2), <i>Parkinsonia florida</i> (1)
92	<i>Bucida buceras</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Jacaranda</i> sp. (1), <i>Prosopis</i> spp. (3), <i>Citrus aurantium</i> (5), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (3)
93	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (3), <i>Pithecellobium dulce</i> (3), <i>Prosopis</i> spp. (2), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (1), <i>Tecoma stans</i> (1)
94	<i>Acacia</i> spp. (1), <i>Bucida buceras</i> (4), <i>Prosopis</i> spp. (2), <i>Ficus nitida</i> (1)
95	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Ficus benjamina</i> (3), <i>Cupressus</i> sp. (2), <i>Plumeria rubra</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (5), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (1)
96	<i>Tabebuia</i> sp. (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Plumeria rubra</i> (1), <i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Ipomoea arborescens</i> (1), <i>Parkinsonia florida</i> (4), <i>Ehretia tinifolia</i> (1)
97	<i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (2)
98	<i>Prosopis</i> spp. (2), <i>Azadirachta indica</i> (25), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (1), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (1)
99	<i>Psidium guajava</i> (1), <i>Jacaranda</i> sp. (2), <i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Mangifera indica</i> (2), <i>Tecoma stans</i> (1)
100	<i>Bucida buceras</i> (4), <i>Citrus aurantium</i> (8)
101	<i>Bucida buceras</i> (6), <i>Ceiba pentandra</i> (5)
102	<i>Acacia</i> spp. (2), <i>Populus</i> sp. (1), <i>Delonix regia</i> (12), <i>Bucida buceras</i> (43), <i>Parkinsonia aculeata</i> (6), <i>Ficus benjamina</i> (36), <i>Cupressus</i> sp. (9), <i>Eucaliptus</i> spp. (77), <i>Pithecellobium dulce</i> (7), <i>Leucaena</i> sp. (4), <i>Prosopis</i> spp. (14), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (12), <i>Washingtonia</i> sp. (8), <i>Olneya tesota</i> (2), <i>Parkinsonia florida</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (1), <i>Tamarix</i> spp. (16), <i>Bursera</i> spp. (1), <i>Tecoma stans</i> (3)

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
103	<i>Bucida buceras</i> (35), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (8), <i>Ficus nitida</i> (17)
104	<i>Bucida buceras</i> (18), <i>Azadirachta indica</i> (25), <i>Parkinsonia microphylla</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (3)
105	<i>Terminalia catappa</i> (2), <i>Delonix regia</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (5), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (4), <i>Parkinsonia florida</i> (1)
106	<i>Brachichyton populneus</i> (2), <i>Bucida buceras</i> (3), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Parkinsonia praecox</i> (2), <i>Mangifera indica</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (2), <i>Moringa oleifera</i> (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (4), <i>Washingtonia</i> sp. (9), <i>Musa paradisiaca</i> (2)
107	<i>Terminalia catappa</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Tecoma stans</i> (1)
108	<i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (5), <i>Washingtonia</i> sp. (20)
109	<i>Bucida buceras</i> (4), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Bursera</i> spp. (1)
110	<i>Washingtonia</i> sp. (2)
111	<i>Prosopis</i> spp. (12)
112	<i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Leucaena</i> sp. (1), <i>Parkinsonia florida</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (28)
113	<i>Bucida buceras</i> (1), <i>Leucaena</i> sp. (1), <i>Lysiloma</i> sp. (1)
114	<i>Bucida buceras</i> (6), <i>Eucaliptus</i> spp. (1), <i>Prosopis</i> spp. (42), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Washingtonia</i> sp. (6), <i>Olneya tesota</i> (2)
115	<i>Bucida buceras</i> (3), <i>Parkinsonia aculeata</i> (7), <i>Prosopis</i> spp. (39), <i>Washingtonia</i> sp. (8), <i>Bursera</i> spp. (1)
116	<i>Acacia</i> spp. (1), <i>Parkinsonia praecox</i> (6), <i>Washingtonia</i> sp. (32), <i>Bursera</i> spp. (1)
117	<i>Acacia</i> spp. (2), <i>Bucida buceras</i> (1), <i>Parkinsonia praecox</i> (4), <i>Leucaena</i> sp. (1), <i>Prosopis</i> spp. (8), <i>Washingtonia</i> sp. (21), <i>Olneya tesota</i> (5)
118	<i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Parkinsonia praecox</i> (5), <i>Prosopis</i> spp. (4), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (1), <i>Washingtonia</i> sp. (119), <i>Olneya tesota</i> (1), <i>Lysiloma</i> sp. (3), <i>Casuarina</i> spp. (7)
119	<i>Bucida buceras</i> (14), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Cupressus</i> sp. (1), <i>Plumeria rubra</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Morus nigra</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (15), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Parkinsonia microphylla</i> (4)
120	<i>Lysiloma</i> sp. (1)
121	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (2), <i>Bucida buceras</i> (2), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (3), <i>Moringa oleifera</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (14), <i>Azadirachta indica</i> (6), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (2), <i>Lysiloma</i> sp. (1)
122	<i>Bucida buceras</i> (25), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Eucaliptus</i> spp. (1), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (32), <i>Olneya tesota</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (2)
123	<i>Leucaena</i> sp. (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (3)
124	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Eucaliptus</i> spp. (8), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Leucaena</i> sp. (1), <i>Prosopis</i> spp. (3), <i>Olea europea</i> L. (62), <i>Washingtonia</i> sp. (6), <i>Ehretia tinifolia</i> (3), <i>Tamarix</i> spp. (16), <i>Lysiloma</i> sp. (1)
125	<i>Acacia</i> spp. (6), <i>Delonix regia</i> (4), <i>Ceiba pentandra</i> (3), <i>Eucaliptus</i> spp. (3), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Citrus aurantium</i> (5), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Olea europea</i> L. (32)
126	<i>Prosopis</i> spp. (13), <i>Ehretia tinifolia</i> (2)
127	<i>Ficus benjamina</i> (5), <i>Eucaliptus</i> spp. (1), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Plumeria rubra</i> (1), <i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Prosopis</i> spp. (1), <i>Citrus aurantium</i> (10), <i>Azadirachta indica</i> (16), <i>Olea europea</i> L. (1), <i>Phoenix dactylifera</i> L. (3), <i>Ehretia tinifolia</i> (6)

Número del sitio	Nombre científico y total de individuos detectados
128	<i>Delonix regia</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (6), <i>Ficus benjamina</i> (10), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (6), <i>Ficus nitida</i> (1)
129	<i>Bucida buceras</i> (5), <i>Azadirachta indica</i> (1)
130	<i>Bucida buceras</i> (12), <i>Prosopis spp.</i> (12), <i>Citrus aurantium</i> (3), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Ficus nitida</i> (3)
131	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (1), <i>Delonix regia</i> (6), <i>Bucida buceras</i> (29), <i>Ceiba pentandra</i> (3), <i>Eucaliptus spp.</i> (1), <i>Citrus aurantifolia</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (9), <i>Morus nigra</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (2), <i>Ehretia tinifolia</i> (9), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (1)
132	<i>Bucida buceras</i> (64), <i>Parkinsonia aculeata</i> (7), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (6), <i>Citrus aurantium</i> (6), <i>Washingtonia sp.</i> (6), <i>Lysiloma sp.</i> (1)
133	<i>Bucida buceras</i> (7), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Leucaena sp.</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (37), <i>Ehretia tinifolia</i> (3)
134	<i>Brachychyton populneus</i> (2), <i>Bucida buceras</i> (44), <i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Eucaliptus spp.</i> (1), <i>Pithecellobium dulce</i> (5), <i>Leucaena sp.</i> (8), <i>Citrus aurantifolia</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (24), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (2), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (2), <i>Lysiloma sp.</i> (3)
135	<i>Ficus nitida</i> (2)
136	<i>Acacia spp.</i> (11), <i>Bucida buceras</i> (7), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Eucaliptus spp.</i> (4), <i>Pithecellobium dulce</i> (4), <i>Leucaena sp.</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (24), <i>Fouquieria spp.</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (3), <i>Olneya tesota</i> (6), <i>Parkinsonia florida</i> (15), <i>Parkinsonia microphylla</i> (1), <i>Ehretia tinifolia</i> (6), <i>Lysiloma sp.</i> (2)
137	<i>Acacia spp.</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (4), <i>Ficus benjamina</i> (3)
138	<i>Ficus benjamina</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (4)
139	<i>Bucida buceras</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (15), <i>Azadirachta indica</i> (3)
140	<i>Leucaena sp.</i> (2), <i>Washingtonia sp.</i> (2)
141	<i>Ficus benjamina</i> (11), <i>Cupressus sp.</i> (2), <i>Prosopis spp.</i> (3), <i>Morus nigra</i> (1), <i>Azadirachta indica</i> (20)
142	<i>Terminalia catappa</i> (2), <i>Bucida buceras</i> (5), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Pithecellobium dulce</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (11), <i>Washingtonia sp.</i> (8)
143	<i>Bucida buceras</i> (17), <i>Parkinsonia aculeata</i> (1), <i>Ceiba pentandra</i> (1), <i>Prosopis spp.</i> (7), <i>Azadirachta indica</i> (5), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (1), <i>Lysiloma sp.</i> (4)
144	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (11), <i>Ficus benjamina</i> (11), <i>Leucaena sp.</i> (5), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (3), <i>Ficus nitida</i> (5)
145	<i>Bucida buceras</i> (5), <i>Ficus benjamina</i> (5), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Tecoma stans</i> (3)
146	<i>Azadirachta indica</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (12), <i>Lysiloma sp.</i> (4)
147	<i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (2), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Bucida buceras</i> (1), <i>Lysiloma sp.</i> (3)
148	<i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (1)
149	<i>Acacia spp.</i> (5), <i>Delonix regia</i> (9), <i>Bucida buceras</i> (6), <i>Azadirachta indica</i> (1), <i>Casuarina spp.</i> (9), <i>Phoenix dactylifera L.</i> (9)
150	<i>Delonix regia</i> (3), <i>Bucida buceras</i> (3), <i>Prosopis spp.</i> (1), <i>Washingtonia sp.</i> (1), <i>Parkinsonia florida</i> (7)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Frecuencias de los individuos de las especies encontradas

Nombre común	Nombre científico	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Origen
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	2 033	31.03	India
Mezquite	<i>Prosopis spp.</i>	711	10.85	Nativa
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>	532	8.12	Sureste de Asia
Palma de abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	484	7.39	Nativa
Tepehuaje	<i>Lysiloma sp.</i>	423	6.46	Nativa
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>	338	5.16	Australia
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	265	4.04	Sureste de Asia
Benjamina	<i>Ficus benamina</i>	231	3.53	India
Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera L.</i>	150	2.29	Golfo Pérsico
Pingüica	<i>Ehretia tinifolia</i>	148	2.26	India
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	147	2.24	América del Sur
Olivo	<i>Olea europaea L.</i>	124	1.89	Europa
Yucateco	<i>Ficus nitida</i>	114	1.74	Sur de Asia
Árbol de fuego	<i>Delonix regia</i>	103	1.57	Madagascar
Leucaena	<i>Leucaena sp.</i>	89	1.36	Sur de México
Palo verde	<i>Parkinsonia florida</i>	73	1.11	Nativa
Bagote	<i>Parkinsonia aculeata</i>	54	0.82	Nativa
Pino salado	<i>Tamarix sp.</i>	51	0.78	Eurasia
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	44	0.67	Nativa
Acacia	<i>Acacia spp.</i>	39	0.60	Nativa
Brea	<i>Parkinsonia praecox</i>	37	0.56	Nativa
Acacia	<i>Albizia lebeck</i>	34	0.52	Australia
Tronador	<i>Tecoma stans</i>	29	0.44	América del Sur
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	28	0.43	Caribe
Ciprés común	<i>Cupressus sp.</i>	27	0.41	Mediterráneo
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	21	0.32	India
Árbol botella	<i>Brachichyton populneus</i>	20	0.31	Australia
Palma canarias	<i>Phoenix canariensis</i>	20	0.31	Islas Canarias

Nombre común	Nombre científico	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Origen
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	18	0.27	Nativa
Caesalpinia	<i>Caesalpinia sp.</i>	17	0.26	Nativa
Algodoncillo	<i>Terminalia catappa</i>	17	0.26	India
Casuarina	<i>Casuarina spp.</i>	16	0.24	Australia
Mango	<i>Mangifera indica</i>	16	0.24	India
Grevilia	<i>Grevillia robusta</i>	13	0.20	Australia
Almendrón	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	13	0.20	India
Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	11	0.17	India
Torote	<i>Bursera spp.</i>	7	0.11	Nativa
Piocha	<i>Melia azederach</i>	6	0.09	Asia
Mora	<i>Morus nigra</i>	6	0.09	Asia
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i>	6	0.09	Nativa
Jacalosuchil	<i>Plumeria rubra</i>	6	0.09	América Central
Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	6	0.09	Nativa
Ocotillo	<i>Fouquieria spp.</i>	5	0.08	Nativa
Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	3	0.05	Nativa
Jacaranda	<i>Jacaranda sp.</i>	3	0.05	América del Sur
Amapa	<i>Tabebuia sp.</i>	3	0.05	Nativa
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	2	0.03	Asia
Álamo	<i>Populus sp.</i>	2	0.03	México
Árbol lele	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	2	0.03	Sur de México
Lluvia de oro	<i>Cassia fistula</i>	1	0.02	Egipto
Ceiba	<i>Ceiba acuminata</i>	1	0.02	América del Sur
Higuera	<i>Ficus carica</i>	1	0.02	Mediterráneo
Manzano	<i>Malus domestica</i>	1	0.02	Asia
Guayabo	<i>Psidium guajavao</i>	1	0.02	Brasil
TOTAL		6 552		

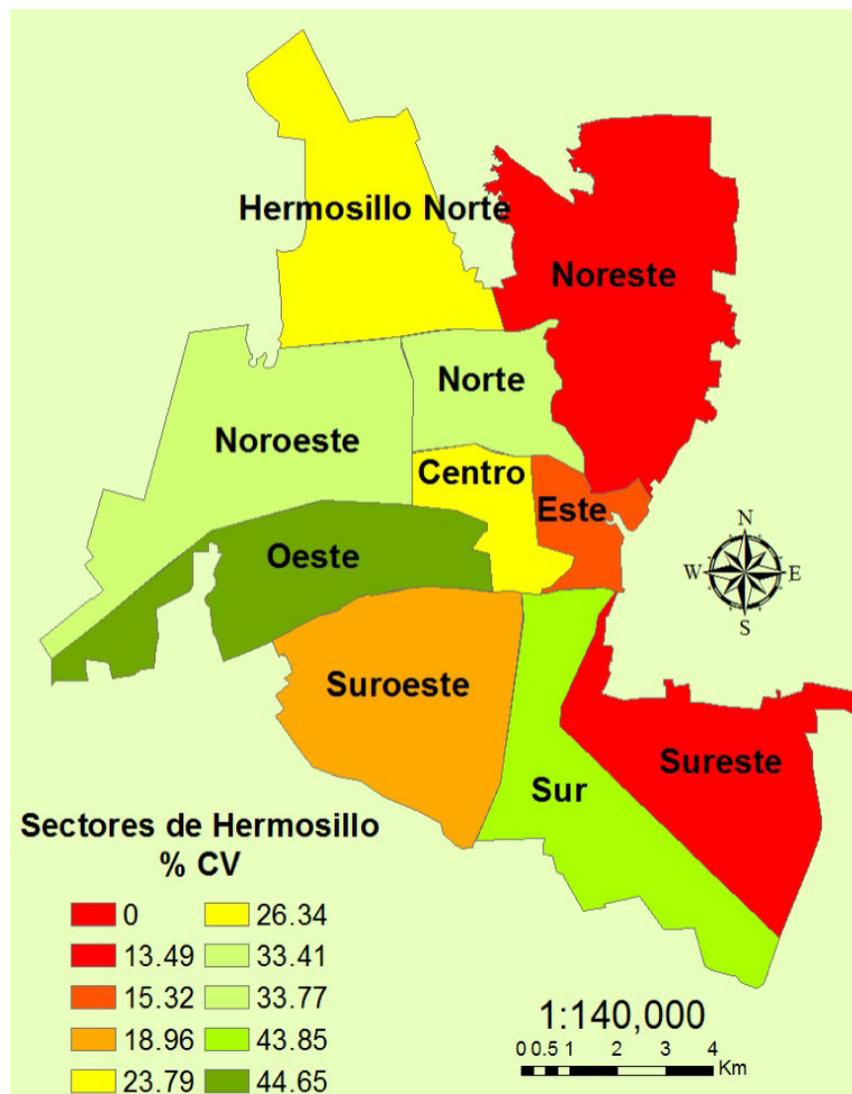
Fuente: elaboración propia.

### Cobertura arbórea

El análisis del porcentaje de cobertura del arbolado indicó que 3.33% de los parques estudiados posee una cobertura mayor de 95%, a diferencia del resto de los parques, que estuvieron entre 10 y 40% de cobertura arbórea. El promedio en toda la ciudad fue de 32.34% m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. En cuanto al análisis de cobertura arbórea por sectores de la ciudad, las partes noroeste, este y suroeste mostraron un promedio menor de 15% (véanse figuras 2 y 3). Los sectores suroeste y cen-

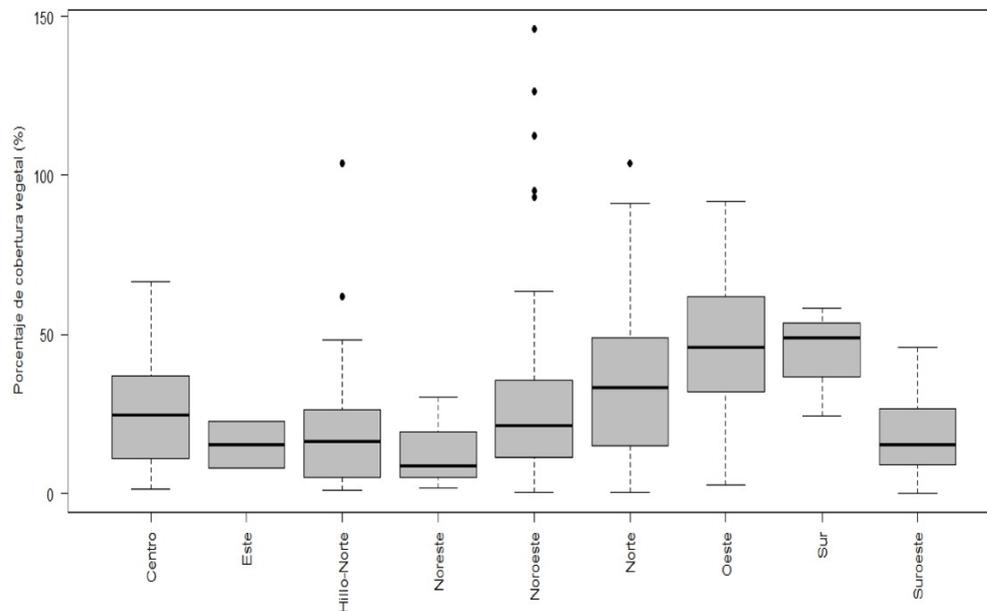
tro presentaron promedios de alrededor de 20%. Los sectores norte, noroeste, oeste y sur mostraron un promedio de entre 30 y 45% (véanse figuras 2 y 3). Los análisis estadísticos mediante la prueba de Kruskal-Wallis detectaron diferencias significativas entre los diversos sectores de la ciudad ( $\chi^2=21.75$ ,  $g.l.=8$ ,  $P=0.006951$ ). En este sentido existe una variación importante en los rangos de porcentajes de cobertura vegetal arbórea dentro de la ciudad (véase figura 3), siendo los sectores Norte y Noroeste las que presentan valores más altos y en contraparte los sectores Este, Noreste y Sur presentan rangos de valores muy bajos. Sin embargo, el análisis estadístico mostró que no existen diferencias entre sectores en cuanto al uso de plantas nativas ( $\chi^2=13.67$ ,  $g.l.=8$ ,  $P=0.091$ ) ni en cuanto al uso de plantas introducidas ( $\chi^2 = 13.27$ ,  $g.l.=8$ ,  $P=0.091$ ).

Figura 2. Promedio de la cobertura vegetal en porcentaje (%CV) seccionado por sectores en Hermosillo



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Distribución de los porcentajes de cobertura vegetal por sectores en Hermosillo



Fuente: elaboración propia.

## Discusión

El porcentaje de cobertura arbórea en las zonas urbanas de México ha sido un tema de interés reciente. Pero la información disponible sobre Sonora es muy limitada y a menudo carece de confiabilidad. No obstante, los datos que hay sobre Hermosillo indican que las zonas con menor cobertura vegetal se localizan en la mayor parte de la periferia de la ciudad, como la zona norte, noroeste, noreste, este y sur (Ortega-Rosas, Enciso-Miranda, Macías-Duarte, Morales-Romero y Villarruel-Sahagún, 2020). Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación indican que hay zonas con porcentajes muy bajos de cobertura arbórea (<5%) y que la presencia de especies introducidas es alta.

El estudio de Navarro y Moreno (2016) ha demostrado que la proporción de las especies introducidas sembradas en las banquetas de Hermosillo es de alrededor de 80%. No obstante, en el presente estudio, la proporción de dichas especies estuvo solo un poco arriba de 70%. Lo anterior podría ser el resultado de la preferencia de la población por los árboles cuyo crecimiento es más rápido y cuya sombra es más grande, por lo cual se siembran en las banquetas y en los jardines de las casas (Bernal-Grijalva, Navarro-Navarro y Moreno-Vázquez, 2019). Por ejemplo, un estudio desarrollado en Ballarat en el sureste de Australia pone

en evidencia las diferencias intraurbanas respecto a los niveles de diversidad en los jardines. Tales diferencias se asocian también con las preferencias de los habitantes, el ambiente social y el nivel económico de estos (Kendal, Williams y Williams, 2012a y 2012b). El alto porcentaje de especies introducidas en los parques y jardines de la ciudad de Hermosillo se da también en otras ciudades del mundo, por ejemplo, en Medellín, Colombia (Vélez y Herrera, 2015), y en Ballarat, Australia (Kendal et al., 2012b), y se toma conciencia de que esta situación puede afectar el desarrollo del urbanismo sustentable en las ciudades, puesto que puede ocasionar: 1) pérdida de la biodiversidad nativa, 2) incremento de plagas u otras enfermedades y 3) alteración de la fisonomía, la estructura, la composición, la distribución de las especies y la polinización de estas en el nivel biológico y ecológico (Castro-Díez et al., 2019). El efecto de las bajas coberturas arbóreas en los parques y jardines de Hermosillo es un reflejo de la falta de gestión de dichas áreas, lo que afecta de forma directa el cambio climático (International Panel of Climate Change [IPCC], 2019), porque se ha demostrado a escala internacional que aumentar la cobertura arbórea en las ciudades puede ayudar a mitigar el efecto del calentamiento global e incluso serviría de zona de reservorio de carbono debido a la capacidad que tienen las plantas de capturar el CO<sub>2</sub> (Ferrini, Fini, Mori y Gori, 2020; IPCC, 2019).

En Hermosillo, las áreas que cuentan con más especies nativas son las de reciente urbanización (zona norte, noreste y sur) y en ellas también se contempla la opción de sembrarlas debido a la escasez de agua que se ha producido en las últimas décadas en la ciudad.

En Monterrey, por ejemplo, ha habido proyectos exitosos de reforestación mediante los programas oficiales municipales que contemplan el uso de especies nativas de México con características de rápido crecimiento, resistentes a la sequía, y que han sido aprobadas por el Consejo Estatal Forestal (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2009; Zurita-Zaragoza, 2013). Por desgracia, en la ciudad de Hermosillo falta poner en marcha los programas de reforestación. Y es que los constantes cambios administrativos en las direcciones municipales han dificultado darles seguimiento. La consecuencia es que 80% de los parques de Hermosillo tienen una cobertura arbórea menor de 50%, y que los árboles están descuidados y con estrés hídrico.

La falta de árboles en las áreas urbanas, además de intensificar el efecto de “isla de calor urbana”, tiene implicaciones importantes en la calidad del aire de la ciudad: ellos absorben gases, como el CO<sub>2</sub>, y retienen partículas atmosféricas. El estudio de Cruz-Campas, Gómez-Álvarez, Quintero-Núñez y Varela-Zalazar (2013) sobre la calidad del aire en Hermosillo halló que esta no es satisfactoria, debido sobre todo a las grandes concentraciones de partículas suspendidas, lo que podría causar o agravar las enfermedades cardiovasculares y pulmonares (Meza-Figueroa et al., 2016). Se ha documentado que un alto porcentaje de cobertura arbórea en los parques disminuye bastante los contaminantes suspendidos y que tiene efectos positivos como, por ejemplo, amortiguar las temperaturas en verano (Ortega-Rosas et al., 2020). El estudio de Vásquez y Arroyave (2019) ha demostrado la capacidad que tienen los árboles para capturar el material particulado de la atmósfera y mejorar la calidad del

aire en las ciudades. Sin embargo, en ese trabajo no se hace distinción entre especies introducidas y especies nativas en cuanto a la eficiencia de captura de partículas. Más bien se indica que su eficiencia radica en sus características morfológicas y anatómicas: la especie de *Ficus benjamina* ocupa el tercer lugar en la tabla de clasificación de eficiencia de captura en una ciudad de Colombia.

Los resultados de esta investigación muestran que el uso de especies arbóreas nativas del ecosistema de Hermosillo es recomendable debido a su adaptación particular al clima, al suelo y a las enfermedades (plagas) del lugar por su tolerancia adaptativa (Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo [IMPLAN], 2020b). Además de que la cobertura arbórea contribuye a disminuir las enfermedades respiratorias, la calidad del aire será mejor y en consecuencia mejorará de manera significativa la calidad de vida (Mexia et al., 2018). Por otro lado, Mexia et al. (2018) han documentado que alrededor del mundo los servicios ecosistémicos que brindan los parques y los jardines a la ciudad son numerosos. Así, el conocimiento del estado actual de los ecosistemas urbanos, como se presenta en este estudio, coadyuva a mejorar las opciones de gestión que se basan en las compensaciones a los servicios de los ecosistemas y en la búsqueda de situaciones benéficas para la población. Los jardines son un componente importante de la infraestructura verde urbana, pero sus méritos y beneficios dependen de la gestión que de ellos se haga, por lo que es necesario articular bien su manejo en el paisaje urbano. Para ello se requiere primero un conocimiento básico: saber qué tipo de especies hay en los parques y jardines de la ciudad para después diseñar un plan de mejora.

Nielsen, Bosch, Maruthaveeran y Bosch (2014) y Li, Ouyang, Meng y Wang (2006) han demostrado que en la composición de la flora de los parques urbanos dominan las especies introducidas sobre las especies nativas. Cornelis y Hermy (2004) registraron que, a pesar de la fuerte presencia de especies nativas, hay una proporción muy grande de especies exóticas introducidas (más de 50%). Por ejemplo, en la ciudad de Beijing, Liang, Li, Lee y Valimaki (2008) certificaron la presencia en 47% de plantas vasculares exóticas. Por su parte, Tait, Daniels y Hill (2005) documentaron que hay 54% de especies exóticas en las áreas urbanas de Adelaide y la franja costera del sur de Australia. En el caso de Hermosillo, se observa que el porcentaje de las especies exóticas sobrepasa por mucho lo que se ha reportado en las investigaciones anteriores: 70%. La desmedida introducción de especies exóticas a las ciudades se considera la primera causa de la pérdida de biodiversidad natural y endémica de los ecosistemas urbanos (Vijeta, Shikha y Anamika, 2021).

Considerando los ODS, el presente trabajo está en sintonía con el objetivo de salud y bienestar. Por ejemplo, se puede consultar el estudio de Berg, Winsum-Westra, Vries y Dillen (2010), que hace una comparación entre las personas de edad avanzada con acceso a jardines y aquellos que no lo tienen. Encontraron que los primeros llevan una vida más activa, lo que mejora de forma significativa su salud y su calidad de vida. En cuanto a los niños, Wolch, Byrne y Newell (2014) registraron que las zonas verdes ayudan a prevenir la obesidad, porque quienes tienen acceso a ellas tienden a ser más activos.

También hay un vínculo con el objetivo de ciudades y comunidades sostenibles. De acuerdo con datos de la ONU (2021), más de 50% de las personas ha-

bitan en las ciudades y se espera que ese porcentaje aumente a 60% en 2030. Si se tiene en cuenta el acelerado crecimiento poblacional y la forma en que afecta las áreas verdes, es necesario concentrarse aún más en los problemas de sustentabilidad urbana (Haaland y Bosch, 2015). El cuidado de las áreas verdes tiene un efecto positivo en el aprovechamiento de los beneficios que estas aportan y contribuye a la resiliencia de las ciudades y al bienestar de las personas (Speak, Mizgajski y Borysiak, 2015).

Otro ODS que se relaciona con el presente trabajo es el de la acción debida al clima. Si bien se ha evidenciado en diversos trabajos el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y de los gases de efecto invernadero (Speak et al., 2015), también se ha documentado que la reforestación urbana contribuye a mitigar los efectos del cambio climático (Govindarajulu, 2014).

Por último, en relación con el ODS de la vida de los ecosistemas terrestres, es sabido que los árboles son el hogar y el alimento de la fauna que habita en las ciudades, por lo que contribuyen en gran medida a preservarla, sin descuidar la preferencia de especies nativas por los beneficios que estas otorgan (Roy et al., 2012). Por lo demás, las áreas verdes pueden convertirse en un atractivo turístico gracias a su variedad de fauna y de vegetación. Tal es el caso del parque High Line en Nueva York (Wolch et al., 2014).

Por otra parte, Barthel e Isendahl (2013) han hallado que el aprovechamiento de las áreas verdes urbanas para plantar árboles frutales proporciona alimento. De las 54 especies de árboles presentes en los parques y jardines de Hermosillo, se registraron doce especies de árboles frutales, lo cual indica el potencial que tiene la ciudad para el establecimiento de ellos, que además pueden brindar alimento a la fauna del lugar.

En este artículo se observa que las áreas verdes ayudan a lograr los objetivos de desarrollo sustentable. Es importante producir información del estado actual de las áreas verdes en las ciudades para desarrollar planes de acción que conduzcan a la sustentabilidad de estas (Ahvenniemi, Pinto-Seppä y Airaksinen, 2017). En el presente trabajo se ha mostrado que el alto porcentaje de especies introducidas y el bajo porcentaje de cobertura arbórea endémica en Hermosillo va en contra de lo que plantean los ODS con respecto al desarrollo urbano de las ciudades y los servicios ecosistémicos que estos espacios pueden brindar. Por esta razón todos los sectores y la comunidad deben esforzarse por mejorar el estado actual de esas zonas para cumplir con las metas de los objetivos. En conjunto, la información que aquí se presenta como conocimiento básico sobre la ciudad de Hermosillo complementaría la publicación *Paleta vegetal* (IMPLAN, 2020b) mediante la cual se regula el establecimiento obligatorio de áreas verdes, ofrece un manual y un listado de especies nativas con las cuales reforestar la ciudad y que será de uso obligatorio para los futuros desarrollos inmobiliarios.

## Conclusiones

El presente estudio ofrece información reciente y de gran utilidad para el conocimiento de la composición arbórea de la ciudad de Hermosillo. Fue un gran

esfuerzo de muestreo en campo para identificar la diversidad de especies presentes en más de 1 130 parques y jardines de jurisdicción municipal. Se estudiaron 150 de ellos. Se calcula que el porcentaje de las especies nativas en los parques es muy bajo (30%), por lo que el gobierno, la academia y la comunidad en conjunto deberían diseñar estrategias contundentes para mejorar el ecosistema natural de la ciudad.

Otro de los hallazgos de esta investigación es que en promedio hay una cobertura vegetal de 30% en las zonas destinadas a parques y jardines. Este valor está muy por debajo del porcentaje reportado en otras ciudades del mundo con las mismas dimensiones y con igual cantidad poblacional. En ellas la cobertura es de entre 50 y 60%, incluso en ciudades que están en zonas áridas, como Phoenix en Arizona.

Las zonas noreste, este y sureste de la ciudad son las que tienen menor cobertura vegetal en sus parques y jardines, cuyo porcentaje es menor de 15 en promedio. En consecuencia, los parques ubicados en tales lugares deben recibir la atención especial del municipio. Así mismo la información que ofrece esta investigación puede ser aplicada en el plan de desarrollo urbano para Hermosillo a cargo del IMPLAN, el cual requiere esta información básica para elaborar planes de acción concretos alineados con los ODS para mejorar las condiciones de la ciudad (IMPLAN, 2020a).

## Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la ayuda económica brindada a la doctora Carmen Isela Ortega-Rosas para el proyecto (número de apoyo 263413). También agradecemos al Laboratorio de Aerobiología y al Laboratorio de Remediación de Suelos y Toxicología Ambiental de la Universidad Estatal de Sonora (UES) habernos permitido el manejo de datos en sus instalaciones.

## Referencias

- Aguirre-Muñoz, A., y Mendoza-Alfaro, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En J. Sarukhán, R. Dirzo, R. González y I. J. March (coords.) *Capital natural de México*. Vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 277-318). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Recuperado de [https://www.islas.org.mx/articulos\\_files/2009.%20Aguirre%20Mu%C3%B1oz%20et%20al.%20II06\\_Especies%20exoticas%20invasoras\\_Impactos%20CAPITAL%20NATURAL.pdf](https://www.islas.org.mx/articulos_files/2009.%20Aguirre%20Mu%C3%B1oz%20et%20al.%20II06_Especies%20exoticas%20invasoras_Impactos%20CAPITAL%20NATURAL.pdf)
- Ahvenniemi, H., Pinto-Seppä, A., y Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60(febrero), 234-245. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>

- Akbari, H. (2009). *Cooling our Communities: A Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfacing*. Berkeley: United States Environmental Protection Agency.
- Akbari, H., y Konopacki, S. (2005). Calculating energy-saving potentials of heat-island reduction strategies. *Energy Policy*, 33(6), 721-756. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.001>
- Avolio, M. L., Pataki, D. E., Trammell, T. L., y Endter-Wada, J. (2018). Biodiverse cities: the nursery industry, homeowners, and neighborhood differences drive urban tree composition. *Ecological Monographs* 88, 1-18. doi: <https://doi.org/10.1002/ecm.1290>
- Barthel, S., e Isendahl, C. (2013). Urban gardens, agriculture, and water management: sources of resilience for long-term food security in cities. *Ecological Economics*, 86(febrero), 224-234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.06.018>
- Berg, A. van den E., Winsum-Westra, M. van, Vries, S. de, y Dillen, S. van. (2010). Allotment gardening and health: a comparative survey among allotment gardeners and their neighbors without an allotment. *Environmental Health*, 9(noviembre), 74. doi: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-74>
- Bernal-Grijalva, M. M., Navarro-Navarro, L. A., y Moreno-Vázquez, J. L. (2019). Adopción de especies nativas en la gestión de espacios verdes públicos sostenibles: el caso de Hermosillo. *Frontera Norte*, 31(septiembre). doi: <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2049>
- Castro-Díez, P., Vaz, A. S., Silva, J. S., Loo, M., van, Alonso, A., Aponte, C., ... Godoy, O. (2019). Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. *Biological Reviews*, 94(4), 1477-1501. doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12511>
- Cornelis, J., y Hermy, M. (2004). Biodiversity relationships in urban and suburban parks in Flanders. *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 285-401. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.038>
- Cruz-Campas, M. E., Gómez-Álvarez, A., Quintero-Núñez, M., y Varela-Salazar, J. (2013). Evaluación de la calidad del aire respecto de partículas suspendidas totales (PST) y metales pesados (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, durante un periodo anual. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(4), 269-283. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992013000400005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992013000400005&script=sci_arttext)
- Ferrini, F., Fini, A., Mori, J., y Gori, A. (2020). Role of vegetation as a mitigating factor in the urban context. *Sustainability*, 12(10), 4247. doi: <https://doi.org/10.3390/su12104247>
- García, E. (1964). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geografía.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2009). *Parques y vida silvestre de Nuevo León. Lista de plantas y principios para su uso en ornato en el Estado de Nuevo León*. Nuevo León: Autor.
- Govindarajulu, D. (2014). Urban green space planning for climate adaptation in Indian cities. *Urban Climate*, 10(1), 35-41. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2014.09.006>

- Guillén-Cruz, G., Rodríguez-Sánchez, A. L., Fernández-Luqueño, F., y Flores-Rentería, D. (2021). Influence of vegetation type on the ecosystem services provided by urban green areas in an arid zone of norther Mexico. *Urban Forestry and Urban Greening* 62, 127-135. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127135>
- Haaland, C., y Bosch, C. K. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: a review. *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(4), 760-771. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009>
- International Pannel of Climate Change (IPCC). (2019). *Calentamiento global de 1,5 °C*. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo (IMPLAN). (2020a). Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo 2020/2050. Recuperado de <https://www.implanhermosillo.gob.mx/consultas-publicas/>
- Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo (IMPLAN). (2020b). Paleta Vegetal Hermosillo. Recuperado de <https://www.implanhermosillo.gob.mx/wp-content/uploads/dictamen/PaletaVegetalHermosillo.pdf>
- Kendal, D., Williams, K., y Williams, N. (2012a). Drivers of diversity and tree cover in gardens, parks and streetscapes in an Australian city. *Urban Forestry and Urban Greening*, 11(3), 257-265.
- Kendal, D., Williams, D., y Williams, N. (2012b). Plant traits link people's plant preferences to the composition of their gardens. *Landscape and Urban Planning*, 105(1-2), 34-42.
- Lázaro-Lobo, A., y Ervin, G. (2019). A global examination on the differential impacts of roadsides on native vs. exotic and weedy plant species. *Global Ecology and Conservation*, 17(enero), e00555. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00555>
- Li, W., Ouyang, Z., Meng, X., y Wang, X. (2006). Plant species composition in relation to green cover configuration and function of urban parks in Beijing, China. *Ecological Research*, 21(2), 221-237. doi: <https://doi.org/10.1007/s11284-005-0110-5>
- Liang, Y. Q., Li, J. W., Lee, J., y Valimaki, S. K. (2008). Impact of urbanization on plant diversity: a case study in built-up areas of Beijing. *Forestry Studies in China*, 10(septiembre), 179-188. doi: <https://doi.org/10.1007/s11632-008-0036-4>
- López, E. (2013). Beneficios en la implementación de las áreas verdes urbanas para el desarrollo de zonas turísticas: *Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales*, 4(1), 4-16.
- Martínez-Yrizar, A., Felger, R. S., y Búrquez, A. (2010). Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. En F. E. Molina-Freaner y T. R. Van-Devender (eds.), *Diversidad biológica de Sonora* (pp. 129-156). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mercado-Maldonado, L. M., y Lovriha, I. M. (2017). Morfología de isla de calor urbana en Hermosillo, Sonora y su aporte hacia una ciudad sustentable. *Biotecnica*, 19(septiembre), 27-33. doi: <https://doi.org/10.18633/biotecnica.v19i0.407>

- Mexia, T., Vieira, J., Príncipe, A., Anjosa, A., Silva, P., Lopes, N., Freitas, C., Santos-Reisa, M., Correia, O., Branquinho, C., y Pinho, P. (2018). Ecosystem services: urban parks under a magnifying glass. *Environmental Research*, 160(enero), 469-478. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.023>
- Meza-Figueroa, D., González-Grijalva, B., Río-Salas, R. del, Coimbra, R., Ochoa-Landín, L., y Moreno-Rodríguez, V. (2016). Traffic signatures in suspended dust at pedestrian levels in semiarid zones: implications for human exposure. *Atmospheric Environment*, 138(agosto), 4-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.05.005>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Washington, D. C.: Island Press.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz: El País.
- Navarro, L. A., y Moreno, J. L. (2016). Cambios en el paisaje arbolado en Hermosillo: escasez de agua y plantas nativas. *región y sociedad*, 28(67), 79-120. doi: <https://doi.org/10.22198/rys.2016.67.a194>
- Nielsen, A. B., Bosch, M. van den, Maruthaveeran, S., y Bosch, C. J. van den. (2014). Species richness in urban parks and its drivers: a review of empirical evidence. *Urban Ecosystems* 17, 305-327.
- Nowak, D., Crane, D., y Stevens, J. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(4), 115-123. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>
- Ochoa, J. M. (2009). *Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos*. Ciudad de México: Erasmus Ediciones.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). Objetivos del desarrollo sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortega-Rosas, C. I., Enciso-Miranda, C. A., Macías-Duarte, A., Morales-Romero, D., y Villarruel-Sahagún, L. (2020). Urban vegetation cover correlates with environmental variables in a desert city: insights of mitigation measures to climate change. *Urban Ecosystems*, 23, 1191-1207. doi: <https://doi.org/10.1007/s11252-020-00982-8>
- Roy, S., Byrne, J., y Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 35-363. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>
- Shine, C., Williams, N., y Gündling, L. (2000). A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. Gland, Switzerland, Cambridge y Bonn: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/EPLP-040-En.pdf>
- Shreve, F., y Wiggins, I. L. (1964). *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*, vol. 2 Stanford: Stanford University Press.
- Speak, A. F., Mizgajski, A., y Borysiak, J. (2015). Allotment gardens and parks: provision of ecosystem services with an emphasis on biodiversity. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 772-781. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.007>

- Tait, C. J., Daniels, C. B., y Hill, R. S. (2005). Changes in species assemblages within the Adelaide metropolitan area, Australia, 1836-2002. *Ecological Applications*, 15(1), 346-359. doi: <https://doi.org/10.1890/04-0920>
- Vanoye-Eligio, M., Meléndez-Ramírez, V., Ayala, R., Navarro-Alberto, J., y Del-fín-González, H. (2015). Avispas depredadoras de áreas naturales protegidas del estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 989-997.
- Vásquez, M., y Arroyave, M. P. (2019). Clasificación de especies arbóreas según su capacidad para remover material particulado del aire en el valle de Aburrá. *Revista EIA*, 16(32), 229-242.
- Vélez, L. A., y Herrera, M. (2015). Jardines ornamentales urbanos contemporáneos: transnacionalización, paisajismo y biodiversidad. Un estudio exploratorio en Medellín, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7557-7568. doi: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47844>
- Vijeta, S., Shikha, S., y Anamika, S. (2021). The principal factors responsible for biodiversity loss. *Open Journal of Plant Science*, 6(1), 011-014. Recuperado de <https://www.peertechzpublications.com/articles/OJPS-6-126.pdf>
- Walker, J. S., Grimm, N. B., Briggs, J. M., Gries, C., y Dugan, L. (2009). Effects of urbanization on plant species diversity in central Arizona. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(9), 465-470. doi: <https://doi.org/10.1890/080084>
- Wolch, J. R., Byrne, J., y Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities “just green enough.” *Landscape and Urban Planning*, 125(mayo), 234-244. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- Zurita-Zaragoza, O. (2013). *Guía de árboles y otras plantas nativas*. Nuevo León: Fondo Editorial de Nuevo León.