



DIVERSIDAD E INDICADORES DE VEGETACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE RESISTENCIA, CHACO-ARGENTINA

Nicolás Leandro Ortiz¹ y Claudia Verónica Luna^{1,2}

¹Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias. Sargento Cabral 2131 W3402BKG, Corrientes. Argentina.

²Instituto de Botánica del Nordeste-CONICET. CC N° 209. Corrientes, Argentina.

E-mail: claudiaverluna@gmail.com

Recibido: 12/04/19

Aceptado: 23/08/19

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina, con el objetivo de diagnosticar la situación del arbolado urbano del microcentro de la ciudad. Para ello, se condujo un inventario de existencias por sectores (vecindario verde inclusivo y plazas), en base al cual se calculó la diversidad taxonómica o específica, la riqueza específica, la dominancia específica y la equitatividad. Se estimaron también algunas variables sobre características estructurales, funcionales y sanitarias de la vegetación activa. Los resultados muestran que el municipio cuenta con una diversidad taxonómica alta, sobre todo en la zona de las cinco plazas principales de la ciudad. La riqueza y dominancia específica resultaron altas, siendo dominante en el vecindario verde la especie *Fraxinus americana*; mientras que en recinto ambiental urbano lo es *Handroanthus heptaphyllus*. La equitatividad de especies es mayor en el recinto ambiental urbano. Se informan, además, resultados de otras variables que son de utilidad para establecer posteriormente un plan de manejo, como el origen biogeográfico, la permanencia y textura del follaje, y el estado sanitario del arbolado del municipio de Resistencia.

Palabras clave: diversidad taxonómica, dominancia específica, equitatividad.

DIVERSITY AND INDICATORS OF VEGETATION OF URBAN TREES IN THE CITY OF RESISTENCIA, CHACO-ARGENTINA

ABSTRACT

The present work was carried out in the city of Resistencia, Chaco, Argentina, with the objective of diagnosing the situation of the urban trees in the city center. For this aim, an inventory of stocks by sectors (inclusive green neighborhood and squares) was conducted, based on which taxonomic or specific diversity, specific richness, specific dominance and equity were calculated. Some variables on structural, functional and sanitary characteristics of active vegetation were also estimated. The results show that the municipality has a high taxonomic diversity, especially in the area of the five main squares of the city; the richness and specific dominance were also high, the species *Fraxinus americana* being dominant in the green neighborhood while *Handroanthus heptaphyllus* is in the urban environment. The fairness of species is greater in the urban environmental enclosure. We also provide information on other analyzed variables that may be useful to subsequently establish a public tree management plan as biogeographic origin, permanence and texture of the foliage, and health status of the municipality of Resistencia trees.

Key words: taxonomic diversity, specific dominance, equitability.

INTRODUCCIÓN

La silvicultura urbana es la rama más joven de la silvicultura (Kuchelmeister y Braatz, 1993) y hace referencia al cultivo y ordenamiento de los bosques naturales o artificiales de las zonas urbanas, periurbanas, suburbanas y marginales. Tiene como finalidad potenciar los servicios ecosistémicos que presta el arbolado de las urbes. Es pertinente aclarar que al árbol de las ciudades se le llama árbol urbano, y no árbol ornamental (Rivas Torres, 2012), porque sus funciones son variadas y van más allá de un partícipe meramente estético (Alvarado Ojeda *et al.*, 2014). El árbol urbano cumple múltiples funciones: estéticas, ambientales, ecológicas, sociales, históricas, simbólicas, culturales y recreativas (Rivas Torres, 2012).

La calidad, cantidad y disponibilidad de los espacios públicos son reconocidos como indicadores del nivel de funcionalidad de la estructura urbana y del nivel de vida de las comunidades (CTP, 2016). Por ello, los espacios verdes públicos, y en particular los árboles públicos, forman parte del patrimonio biológico, histórico, social y cultural de una ciudad; constituyendo un legado generacional (Ledesma, 2008). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un mínimo de 10 y 15m² de espacio verde por habitante en las grandes concentraciones urbanas para vivir en un entorno saludable (Gaido *et al.*, 2017) y deben contar con aproximadamente un árbol por cada tres habitantes para tener un aire de mejor calidad (Peñalosa Londoño *et al.*, 2017). Debido a su importancia en la vida moderna, los espacios verdes y en general la vegetación ornamental o de protección contra factores adversos, deben componer el patrimonio natural de la comunidad junto con el resto de los recursos naturales renovables. La mejora ambiental debido a la vegetación urbana ha sido cuantificada como capacidad térmica, transmitancia luminosa, humedad relativa del aire del recinto urbano (Mascaró *et al.*, 2001) capacidad de retención de polvo

contaminante (Ferriol *et al.*, 2014), y confort térmico y humano que proporcionan las diferentes especies arbóreas (Rojas Cortorreal, 2016), constituyendo la base del criterio de valoración vegetal propuesto en este trabajo.

El primer paso para incrementar la presencia de vegetales en las ciudades es el establecimiento de criterios cuantitativos que ayuden a los profesionales en el manejo de esos elementos representativos de la naturaleza, tanto para la protección de los ejemplares existentes, como para la mitigación de efectos ambientales adversos de proyectos de ingeniería y arquitectura (Codina y Barón, 2003). En la Argentina, las ciudades de Buenos Aires y Mendoza cuentan con censos georreferenciados de árboles de alineación y presentan una relación de árboles por habitante de 0,12 y 0,37, respectivamente; indicador que sería de utilidad en el futuro próximo para realizar comparaciones entre ciudades (Tovar-Corzo, 2013). Por otra parte, Rosario (Santa Fe) se destaca como primera ciudad argentina en lo que a espacio verde urbano por habitante refiere (11,68m²) (Cornel *et al.*, 2014).

En la ciudad de Resistencia (Chaco) los trabajos relacionados a la silvicultura urbana son aún escasos. Ruchesi (1995) relevó los espacios verdes de la ciudad, generando así un cúmulo de información acerca de la calidad y cantidad de ejemplares urbanos que permite situar a esta ciudad con respecto a lo aconsejado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En 1999, el mismo autor realizó un inventario de existencias como propuesta base para el ordenamiento del arbolado del macrocentro de la ciudad concluyendo que luego de un período de abundante arborización, siguió uno de regresión en el que no hubo plantación ni reposición de árboles en cantidad suficiente (Ruchesi, 1999). Además, en esta ciudad se ha estudiado la caracterización de los ejes urbanos en función al arbolado constatándose la pérdida de atributos paisajísticos, la degradación sistemática del área

central por reducción de la superficie verde y la falta de políticas de reforestación (González, 2013). Ante los factores presentados, el objetivo de esta investigación fue caracterizar la situación de la arborización en el microcentro urbano del municipio de Resistencia a través del análisis de su diversidad taxonómica, su origen biogeográfico (nativo o exótico), la persistencia del follaje, y de algunos indicadores de vegetación, como la persistencia y textura del follaje y el estado sanitario general de los ejemplares.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la ciudad de Resistencia, Chaco-Argentina (27°27'02.5"S-58°59'12.7"O). El área de estudio considerada fue el microcentro de la ciudad, delimitado

por las avenidas: Rivadavia – Paraguay; Italia – San Martín; Rodríguez Peña – Moreno; Belgrano – Wilde, formando un cuadrante de 100 manzanas incluidas las 5 plazas principales de la ciudad (Figura 1).

En el sector delimitado por la Figura 1, la evaluación arbórea se dividió en:

Vecindario verde inclusivo (VVI). Arbolado de veredas o áreas verdes inmediatas al vecino, promovido por decisión particular o cuidado del mismo y participación municipal para asegurar su mantenimiento (adaptado de Buizer *et al.*, 2015).

Recinto Ambiental Urbano (RAU). Espacio urbano libre de edificaciones, perceptible como una unidad espacial arquitectónica (plaza, plazoleta o parque particular) en don-



Figura 1. Localización del área en estudio. Las cinco plazas principales (Recinto Ambiental Urbano) de la ciudad de Resistencia. Referencias: 1-Plaza 25 de mayo de 1810, 2- Plaza 9 de Julio, 3- Plaza 12 de octubre, 4- Plaza Belgrano y 5- Plaza España. Fuente: elaboración con base en Google Maps (2019).

de su conformación y principal caracterización es generada por la flora y fauna asociadas (Alcaidía de Santiago de Cali, 2012).

En ambos sitios, se realizó un inventario de existencias forestales, registrándose las especies forestales, su estado sanitario, la inclinación del fuste, el porte (arbóreo, arbustivo y/o palmeras) y el ancho medio de la hoja.

Con los datos relevados se procedió a determinar:

Abundancia relativa de Lamprecht (Ab) (1990). Proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos de la zona de estudio. Se calcula con la siguiente expresión:

$$Ab = \left(\frac{n_i}{N} \right) \times 100$$

donde; n_i = número de individuos de la i -ésima especie y N = Número total de individuos observados. Se expresa en porcentaje.

Origen biogeográfico (Roger *et al.*, 2016). Se determinó la proporción de especies según su origen biogeográfico: nativas o exóticas; considerándose especies nativas o autóctonas aquellas que crecen en la misma región de donde son originarias, mientras que especies exóticas son aquellas que crecen fuera de su sitio de distribución original (Martínez Gamba *et al.*, 2010).

Persistencia del follaje: En base a la revisión bibliográfica se determinó el tipo de follaje de las especies leñosas de acuerdo con su persistencia en:

Caducifolio o de hojas caducas: son aquellas que se caen al llegar una determinada estación (generalmente otoño, aunque también puede ocurrir en épocas de falta de agua) (Cuevas y Weigand, 2018).

Semicaduco: son aquellas especies que desprenden las hojas dependiendo de la dureza de la estación desfavorable (Cuevas y Weigand, 2018).

Perennifolio o perennes leñosas: planta que vive 3 o más años y produce estructuras reproductoras año tras año (Guédès, 1979).

Indicadores de vegetación. Para toda el área de estudio, se calcularon tres indicadores de vegetación activa, considerándose únicamente las especies leñosas, tanto arbóreas como arbustivas:

Factor textura del follaje (Codina y Barón, 2003). Este indicador considera el tamaño medio de la lámina foliar, caracterizando la textura desde el punto de vista de su acción en el efecto de filtrado del aire, básico en la influencia ambiental del vegetal, en: muy fina, fina, media, gruesa y muy gruesa. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica (Dimitri, 1973; Mangieri *et al.*, 1977; Leonardis, 2000; Medina *et al.*, 2015) con el fin de obtener datos de características morfológicas de las hojas de las especies estudiadas; y se consultó material del herbario CTES del IBONE (Instituto de Botánica del Nordeste) para corroborar las mediciones del tamaño medio de la lámina foliar tomadas en este trabajo.

Factor estado fisiológico y sanitario (adaptado de Codina y Barón, 2003): Se pondera globalmente el estado fisiológico, nutricional y sanitario del vegetal, teniendo en cuenta la incidencia de factores adversos: enfermedades y plagas, y su grado de reversibilidad, es decir si son posibles tratamientos adecuados. En base al análisis detallado de las características relevadas se categorizó cada ejemplar asignando un valor numérico: muerto (0), muy deteriorado (0,1), débil recuperable (0,3), mediano (0,6), bueno (0,8) y óptimo (1).

Índices de diversidad, riqueza, equitatividad y dominancia: Los índices de diversidad detallados a continuación, se calcularon en forma separada para VVI y RAU, y en base a la totalidad de las especies presentes en cada uno de esos sectores dentro del área de estudio.

Se utilizaron los siguientes índices:

Diversidad taxonómica, específica o alfa. Es la riqueza de especies de una comunidad / hábitat / sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos (Aguirre Mendoza, 2013); es usada para evaluar la diversidad y medir su nivel de variación y/o cambios en los ecosistemas son aquellas cuyos análisis se centran en el número de especies y sus abundancias (Capetillo Piñar, 2016).

Índice de diversidad de Shannon (H'). Se basa en la riqueza proporcional de especies. Este índice oscila entre 1,5 y 3,4 y rara vez sobrepasa 4,5. Cuanto más elevado es el valor de este índice, mayor es la diversidad de la comunidad a (Magurran, 1988). Se calcula con la siguiente expresión:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

donde p_i es la proporción de individuos hallados en la i -ésima especie y se estima como n_i/N , donde n_i es el número de individuos de cada especie y S es el número total de especies.

Índice de Equitatividad de Shannon (E). está basado en la abundancia proporcional de especies. Los valores obtenidos con este índice se encuentran entre 0 y 1, con 1 representando una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Se calcula con la siguiente expresión:

$$E = H' / H_{\max}$$

donde H' es el índice de Shannon y H_{\max} es igual a $\ln N$ ya que representa la situación donde todas las especies son igualmente abundantes.

Índice de Margalef (DMg). Es un índice de riqueza de especies, que mediante logaritmos neperianos permite calcular la riqueza de un área de manera sencilla (Magurran, 1988). EPM (2011) sostiene que los valores de este índice aumentan a medida que el número de especies crece y varían desde 0 hasta infinito. Se calcula con la siguiente expresión:

$$DMg = (S-1) / \ln N$$

donde S es el número total de especies y N es el número total de individuos.

Índice de Berger-Parker (d). Es una medida de la dominancia y expresa la importancia proporcional de la especie más abundante, su valor varía entre 0 y 1. Este último valor representa el caso de dominancia absoluta de una sola especie. El recíproco de este índice ($1/d$) expresa que un incremento en su valor acompaña un incremento en la diversidad y una reducción en la dominancia (Magurran, 1988). Se calcula con la siguiente expresión:

$$d = N_{\max} / N$$

Donde N_{\max} es el número de individuos en la especie más abundante y N es el número total de individuos.

RESULTADOS

El relevamiento en el microcentro de la ciudad de Resistencia arrojó un número total de 6.352 ejemplares, de los cuales 5.330 son árboles o arbustos y 1.022 son palmeras (Cuadro 1).

Cuadro 1. Existencias (N), clasificación, abundancia relativa (Ab), origen biogeográfico (OB) y persistencia de follaje (PF) de ejemplares relevados en la ciudad de Resistencia, Chaco. Referencias: C- número de orden; *- Especies trepadoras leñosas.

C	Familia	Nombre Científico	N	Ab%	OB	PF
1	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	23	0,36	Exótica	Caducifolio
2		<i>Mangifera indica</i>	42	0,66	Exótica	Perennifolio
3	Anacardiaceae	<i>Schinopsis balansae</i>	6	0,09	Nativa	Perennifolio
4		<i>Schinus molle</i>	6	0,09	Nativa	Perennifolio
5	Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
6		<i>Allamanda cathartica*</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
7		<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	3	0,04	Nativa	Perennifolio
8	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	2	0,03	Exótica	Perennifolio
9		<i>Plumeria rubra</i>	9	0,14	Exótica	Caducifolio
10		<i>Thevetia peruviana</i>	19	0,29	Exótica	Perennifolio
11		<i>Trachelospermum jasminoides</i>	5	0,07	Exótica	Perennifolio
12	Araliaceae	<i>Aralia elata</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
13		<i>Schefflera arboricola</i>	2	0,03	Exótica	Perennifolio
14	Araucariaceae	<i>Marywildea bidwillii</i>	2	0,03	Exótica	Perennifolio
15		<i>Araucaria heterophylla</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
16		<i>Acrocomia aculeata</i>	47	0,74	Nativa	-
17		<i>Archontophoenix alexandrae</i>	1	0,01	Exótica	-
18		<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	50	0,78	Exótica	-
19		<i>Caryota mitis</i>	2	0,03	Exótica	-
20		<i>Caryota urens</i>	11	0,17	Exótica	-
21		<i>Copernicia alba</i>	57	0,89	Nativa	-
22		<i>Dypsis decaryi</i>	1	0,01	Exótica	-
23		<i>Dypsis lutescens</i>	114	1,79	Exótica	-
24		<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	9	0,14	Exótica	-
25	Arecaceae	<i>Livistona chinensis</i>	5	0,07	Exótica	--
26		<i>Phoenix sp.</i>	228	3,58	Exótica	-
27		<i>Ravenea sp.</i>	1	0,01	Exótica	-
28		<i>Rhapis excelsa</i>	31	0,48	Exótica	-
29		<i>Roystonea sp.</i>	33	0,52	Exótica	-
30		<i>Sabal sp.</i>	2	0,03	Exótica	-
31		<i>Serenoa repens</i>	1	0,01	Exótica	-
32		<i>Syagrus romanzoffiana</i>	354	5,57	Nativa	-
33		<i>Trachycarpus fortunei</i>	9	0,14	Exótica	-
34		<i>Trithrinax campestris</i>	1	0,01	Nativa	-
35		<i>Washingtonia sp.</i>	66	1,03	Exótica	-

C	Familia	Nombre Científico	N	Ab%	OB	PF
36	Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i>	9	0,14	Nativa	Perennifolio
37		<i>Bignonia radicans*</i>	7	0,11	Exótica	Caducifolio
38		<i>Handroanthus albus</i>	6	0,09	Nativa	Caducifolio
39		<i>Tabebuia chrysotricha</i>	73	1,14	Exótica	Caducifolio
40		<i>Tabebuia pulcherrima</i>	719	11,31	Nativa	Caducifolio
41	Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	40	0,63	Nativa	Caducifolio
42		<i>Jacaranda mimosifolia</i>	101	1,59	Nativa	Caducifolio
43		<i>Podranea ricasoliana*</i>	2	0,03	Exótica	Perennifolio
44		<i>Spathodea campanulata</i>	38	0,59	Exótica	Caducifolio
45		<i>Tecoma stans</i>	9	0,14	Nativa	Caducifolio
46	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	3	0,04	Nativa	Perennifolio
47	Bombacaceae	<i>Chorisia sp.</i>	76	1,19	Nativa	Caducifolio
48	Boraginaceae	<i>Cordia americana</i>	14	0,22	Nativa	Caducifolio
49	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	1	0,01	Nativa	Perennifolio
50	Cervantesiaceae	<i>Acanthosyris falcata</i>	1	0,01	Nativa	Perennifolio
51	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	6	0,09	Exótica	Caducifolio
52		<i>Cupressus sp.</i>	42	0,66	Exótica	Perennifolio
53	Cupresaceae	<i>Juniperus communis</i>	15	0,23	Exótica	Perennifolio
54		<i>Taxodium distichum</i>	2	0,03	Exótica	Caducifolio
55		<i>Thuja sp.</i>	49	0,77	Exótica	Perennifolio
56	Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	27	0,42	Exótica	Perennifolio
57	Ericaceae	<i>Rhododendron sp.</i>	32	0,50	Exótica	Perennifolio
58	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia milii</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
59		<i>Parasenegalia visco</i>	3	0,04	Nativa	Caducifolio
60		<i>Albizia inundata</i>	1	0,01	Nativa	Caducifolio
61		<i>Albizia lebeck</i>	139	2,18	Exótica	Caducifolio
62		<i>Bauhinia sp.</i>	212	3,33	Nativa	Caducifolio
63		<i>Libidibia paraguariensis</i>	4	0,06	Nativa	Caducifolio
64		<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
65	Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	70	1,10	Exótica	Caducifolio
66		<i>Delonix regia</i>	343	5,40	Exótica	Semicaduco
67		<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	13	0,20	Nativa	Caducifolio
68		<i>Erythrina crista galli</i>	21	0,33	Nativa	Caducifolio
69		<i>Erythrina dominguezii</i>	4	0,06	Nativa	Caducifolio
70		<i>Geoffroea decorticans</i>	4	0,06	Nativa	Caducifolio
71		<i>Gleditsia amorphoides</i>	1	0,01	Nativa	Caducifolio
72		<i>Inga edulis</i>	1	0,01	Nativa	Caducifolio

C	Familia	Nombre Científico	N	Ab%	OB	PF
73		<i>Laburnum anagyroides</i>	4	0,06	Exótica	Caducifolio
74		<i>Leucaena leucocephala</i>	37	0,58	Exótica	Caducifolio
75		<i>Peltophorum dubium</i>	126	1,98	Nativa	Semicaduco
76	Fabaceae	<i>Prosopis sp.</i>	3	0,04	Nativa	Caducifolio
77		<i>Pterogyne nitens</i>	15	0,23	Nativa	Semicaduco
78		<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
79		<i>Sen na spectabilis (Cassia carnaval)</i>	16	0,25	Nativa	Caducifolio
80		<i>Tipuana tipu</i>	268	4,21	Nativa	Caducifolio
81		<i>Quercus palustris</i>	2	0,03	Exótica	Caducifolio
82	Fagaceae	<i>Quercus petraea</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
83		<i>Quercus robur</i>	8	0,12	Exótica	Caducifolio
84	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	4	0,06	Exótica	Caducifolio
85	Junglandaceae	<i>Carya illinoensis</i>	8	0,12	Exótica	Caducifolio
86	Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	9	0,14	Exótica	Perennifolio
87		<i>Persea americana</i>	8	0,12	Exótica	Perennifolio
88	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	115	1,81	Exótica	Caducifolio
89	Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i>	3	0,04	Exótica	Caducifolio
90		<i>Magnolia grandiflora</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
91	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	14	0,22	Exótica	Perennifolio
92		<i>Cedrela fissilis</i>	9	0,14	Nativa	Caducifolio
93	Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	24	0,37	Exótica	Caducifolio
94		<i>Toona ciliata</i>	3	0,04	Exótica	Caducifolio
95		<i>Broussonetia papyrifera</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
96		<i>Ficus auriculata</i>	4	0,06	Exótica	Perennifolio
97		<i>Ficus benjamina</i>	44	0,69	Exótica	Perennifolio
98		<i>Ficus benjamina variegata</i>	78	1,22	Exótica	Perennifolio
99		<i>Ficus elastica</i>	12	0,18	Exótica	Perennifolio
100	Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	1	0,01	Nativa	Perennifolio
101		<i>Ficus pandurata (F. lyrata)</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
102		<i>Ficus sp.</i>	11	0,17	Exótica	Perennifolio
103		<i>Maclura tinctoria</i>	1	0,01	Nativa	Semicaduco
104		<i>Morus alba</i>	4	0,06	Exótica	Caducifolio
105		<i>Morus nigra</i>	24	0,37	Exótica	Caducifolio
106		<i>Callistemon sp.</i>	14	0,22	Exótica	Perennifolio
107	Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	3	0,04	Exótica	Perennifolio
108		<i>Eugenia uniflora</i>	9	0,14	Nativa	Perennifolio
109		<i>Psidium guajava</i>	3	0,04	Nativa	Perennifolio

C	Familia	Nombre Científico	N	Ab%	OB	PF
110	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea sp.*</i>	53	0,83	Exótica	Perennifolio
111		<i>Fraxinus americana</i>	1428	22,48	Exótica	Caducifolio
112	Oleaceae	<i>Jasminum officinale</i>	6	0,09	Exótica	Perennifolio
113		<i>Ligustrum sp.</i>	245	3,85	Exótica	Perennifolio
114		<i>Olea europaea</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
115	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	1	0,02	Nativa	Semicaduco
116	Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	22	0,34	Exótica	Perennifolio
117	Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i>	5	0,07	Exótica	Perennifolio
118	Platanaceae	<i>Platanus sp.</i>	12	0,18	Exótica	Caducifolio
119	Plumbaginaceae	<i>Plumbago auriculata</i>	2	0,03	Exótica	Perennifolio
120	Polygonaceae	<i>Ruprechtia salicifolia</i>	2	0,03	Nativa	Caducifolio
121	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	47	0,74	Exótica	Perennifolio
122	Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	20	0,31	Exótica	Caducifolio
123	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	11	0,17	Exótica	Perennifolio
124		<i>Prunus cerasifera</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
125	Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
126	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	109	1,71	Exótica	Perennifolio
127		<i>Murraya paniculata</i>	106	1,66	Exótica	Perennifolio
128		<i>Populus alba</i>	2	0,03	Exótica	Caducifolio
129	Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	15	0,23	Exótica	Caducifolio
130		<i>Salix babylonica</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
131		<i>Salix humboldtiana</i>	1	0,01	Nativa	Caducifolio
132		<i>Acer campestre</i>	1	0,01	Exótica	Caducifolio
133	Sapindaceae	<i>Dimocarpus longan</i>	1	0,01	Exótica	Perennifolio
134		<i>Koelreuteria paniculata</i>	38	0,59	Exótica	Perennifolio
135	Solanaceae	<i>Brunfelsia australis (B. pauciflora)</i>	2	0,03	Nativa	Semicaduco
136	Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	10	0,15	Nativa	Perennifolio
137	Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>	84	1,32	Exótica	Semicaduco
Total			6.352	100		

En el vecindario verde inclusivo hay un total de 4.878 ejemplares, mientras que en el recinto ambiental urbano se registraron 1.474 ejemplares. Se encontraron 48 familias botánicas representadas en el arbolado urbano, siendo la más representada la de las Fabáceas, con 22 especies, seguida por la familia Arecáceas (palmeras o palmas), con 20 especies. Las 48 familias incluyen

116 géneros (el género *Ficus* presentó mayor número de especies, seguido del género *Handroanthus*) y un total de 137 especies; de éstas, 117 resultaron ser especies arbóreas. La especie más abundante fue *Fraxinus americana* con 1.428 ejemplares en toda el área de estudio, con una abundancia relativa de 22,48%; seguida por *Handroanthus heptaphyllus* con 719 ejem-

Cuadro 2. Factor textura del follaje (FT) ancho medio de hojas, número de especies y porcentaje del total del arbolado del microcentro de Resistencia. Este cálculo se realizó sobre un total de 117 especies.

FACTOR TEXTURA DEL FOLLAJE (FT)			
Textura de follaje	Ancho medio (mm)	Nº de especies	%
Muy fina	<2	7	5,98
Fina	2 a 5	6	5,13
Media	5 a 100	95	81,20
Gruesa	100 a 500	9	7,69
Muy gruesa	>500	0	0,00

plares y un 11,31% de abundancia relativa (Cuadro 1). Con respecto a la participación de las especies según su origen biogeográfico, sólo el 31% está representado por especies nativas (43 especies), mientras que el 69% restante corresponde a especies exóticas (94 especies).

El análisis del factor textura del follaje de las especies observadas indicó que prevalecen las texturas medias (95 especies, 81,2%); en contraposición, la textura menos representada es la fina (6 especies, 5,13%). La textura muy gruesa no se encontró representada (Cuadro 2).

En cuanto al factor de estado fisiológico y sanitario, se han encontrado 202 ejemplares muertos (secos) lo que representa 3,79%, mientras que en estado óptimo 1.983 ejemplares (37,20%) (Cuadro 3).

Por su parte, el análisis de la persistencia del follaje mostró 57 especies de follaje caducifolio y 53 de follaje persistente (perennifolio), representando el 49% y 45% del total, respectivamente; mientras que las especies de comportamiento intermedio (semicaducifolios) fueron 7 (6%) (Cuadro 1).

Cuadro 3. Estado fisiológico y sanitario (FE) del arbolado del microcentro de Resistencia ($n=5.330$ árboles y arbustos).

FACTOR ESTADO FISIOLÓGICO Y SANITARIO (FE)		
Categoría del ejemplar	FE	%
muerto	0,0	3,79
muy deteriorado	0,1	6,98
débil recuperable	0,3	18,82
mediano	0,6	23,28
bueno	0,8	9,92
óptimo	1,0	37,20

En la evaluación de la biodiversidad (Cuadro 4), el recinto ambiental urbano mostró el mayor valor del índice de diversidad de Shannon (3,60 vs. 3,15 para vecindario verde inclusivo); el índice de equitatividad de Shannon fue de 0,65 para el vecindario verde inclusivo, 0,77 para el recinto ambiental urbano, y 0,68 el total. El índice de Margalef resultó para el vecindario verde inclusivo de 14,71; para recinto ambiental urbano de 10,55, y para el total de 15,53. Por último, la dominancia según el índice de Berger-Parker fue mayor para el vecindario verde inclusivo con 0,28; resultando la especie más abundante *Fraxinus americana*; y de 0,19 en el recinto ambiental urbano, con *Handroanthus heptaphyllus* como la especie más abundante

Cuadro 4. Índices de biodiversidad (H' , E, DMg y d) del arbolado del microcentro de la ciudad de Resistencia para vecindario verde inclusivo (VVI) y recinto ambiental urbano (RAU).

	SHANNON (H')	SHANNON (E)	MARGALEF (DMg)	BERGER – PARKER (d)
VVI	3,15	0,65	14,71	0,28
RAU	3,60	0,77	10,55	0,19
Total	3,37	0,68	15,53	0,22

DISCUSIÓN

Con una apropiada planificación, diseño y manejo, los árboles urbanos pueden proveer un amplio rango de beneficios importantes para la sociedad (Krishnamurthy y Nascimento, 1997); contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida al reducir los efectos antropogénicos en el ambiente. Además, el arbolado urbano genera en los habitantes una sensación de integración e interacción con la naturaleza (Tobar, 2006). Cuando hablamos de arbolado urbano, se incluye también a las palmeras, aunque si bien son un elemento paisajístico muy valioso (Grau y Kortsarz, 2012) a la hora de reportar beneficios ecológicos, presentarían ciertos riesgos potenciales en la arboricultura urbana debido a sus propiedades biomecánicas (módulo de elasticidad y ruptura, peso del estípite, contenido de humedad, comportamiento mecánico de las fibras, etc.), sin embargo, los estudios son aún limitados (Calaza Martínez y Iglesias Díaz, 2016).

Según Ledesma (2008), se debe incluir la mayor variedad de especies en el arbolado, de modo que ninguna tenga una presencia o abundancia superior al 15%, ya que la diversidad específica mejora el patrimonio botánico y paisajístico y contribuye a reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Son muchos los autores que destacan la importancia del uso de las especies nativas conocidas dado que se adaptan a ambientes pocos favorables (Ambrosetti, 1971; Borsetto, Cricchi y Hueckel, 1984; Roig *et al.*, 1986; Roig, 1987; Dalmaso y Borsetto, 1988; Dalmaso, 1992; Schulte, Rojas y Rojas, 1992; Carrieri, Codina y Manzano, 1996; Márquez y Dalmaso, 2003); aunque no es indispensable privilegiar a las especies nativas de la región, ya que al ser un medio artificial, las especies exóticas no corren el riesgo de desplazar a la flora nativa, ni de reproducirse (Galindo-Bianconi y Victoria-Uribe, 2012).

Se ha logrado observar que más del 50% de los ejemplares relevados presentan condiciones que distan de un estado fisiológico y

sanitario bueno u óptimo. Según Domizio (2017), el aspecto fitosanitario del árbol y su grado de mantenimiento son componentes del sistema arbolado urbano que generalmente se articulan de manera ineficiente con la gestión del organismo regulador, en este caso el municipio. Con respecto a la diversidad de especies, estudios similares realizados en Barcelona, tomaron como criterio mínimo en una zona urbana el valor de 1,5 para el índice de diversidad de Shannon (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2010); por lo que, en referencia al mismo los resultados indican una alta diversidad total con un valor de 3,37; del mismo modo lo es para el vecindario verde inclusivo con 3,15 y para el recinto ambiental urbano con 3,60. Resultados similares reportaron Cordero *et al.*, 2015; para una situación semejante al objeto de estudio en Cuenca (Ecuador); encontrando un índice de diversidad de 2,87 como un valor medio de diversidad urbana; mientras que en la ciudad de Linares, Nuevo León en México se registró un índice de 3,17 considerándose para ese estudio un valor menos diverso al informado anteriormente para la misma área (Leal Elizondo *et al.*, 2018).

En cuanto al índice de equitatividad de Shannon, los valores referidos al mismo se encuentran entre 0 y 1, con 1 representando una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Los valores obtenidos del análisis se encuentran en su mayoría en un rango próximo a 1; aunque en el recinto ambiental urbano fue mayor, sugiriendo que el vecindario verde inclusivo cuenta con menos equitatividad, lo cual indica que en esta comunidad existen algunas especies mejor representadas que otras, mientras que en el recinto ambiental urbano la mayoría de especies poseen una cantidad similar de individuos (Soler *et al.*, 2012). Un estudio similar al presente, realizado en los parques del área metropolitana de Santiago (Chile) toman en referencia un índice de equitatividad con el valor de 0,51 (Correa-Galleguillos y De la Barrera, 2014); re-

presentando en este caso una baja diversidad y gran dominancia de una sola especie.

Con respecto al índice de Margalef, todos los ámbitos evaluados en este estudio presentan una riqueza específica alta o elevada en comparación con estudios similares, por ejemplo, uno de diversidad del arbolado urbano en la ciudad de Linares, Nuevo León, México, registró un valor de 5,24 para el mismo índice (Leal Elizondo *et al.*, 2018). Larrotta Pedraza (2018), por su parte, registró un valor de 6,65 para el casco urbano del municipio de Ciénaga (Colombia), mientras que para un área de parques en el Distrito Metropolitano de Quito (Perú) este valor fue de 4,56 (Cumbagin Torres y Mejía Buitrón, 2016).

Es importante destacar que en el recinto ambiental urbano se obtuvo el menor índice de riqueza específica, en tanto que el mayor valor obtenido fue en el total del área estudiada. En el área urbana de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (México), la comunidad vegetal evaluada presenta una riqueza específica clasificada como alta (7,62) (Alanís *et al.*, 2014); teniendo en cuenta este valor de referencia podemos inferir que el área estudiada presenta también una alta riqueza específica.

Analizando el índice de Berger-Parker, queda evidenciado que *Fraxinus americana* es la especie más dominante, dando una trama muy homogénea al arbolado lineal de veredas. No ocurre así en las plazas principales (recinto ambiental urbano), las que funcionan a modo de gran pulmón verde del centro de la ciudad con una superficie total de 8 hectáreas; donde la especie más dominante es *Handroanthus heptaphyllus*, árbol que otorga un atractivo característico con su vistosa floración rosada. Resultados similares en cuanto a valores de este índice son los publicados por Hernández *et al.*, 2017; en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina; mientras que en un bosque urbano San Juan de Aragón de la ciudad de México se han informado valores de 0,66 concentrando la

abundancia en cuatro especies (Saavedra-Romero *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el municipio cuenta con 6.352 ejemplares de árboles, arbustos y palmeras, encontrándose representadas 48 familias botánicas con 137 especies, de las cuales el 69% son exóticas. En el análisis de la vegetación activa se encontró que un 81,20% de las especies poseen una textura de follaje medio, pudiendo explicarse en la predominancia de latifoliadas. En tanto que el estudio del estado fisiológico y sanitario vislumbró que solamente un 37% del arbolado urbano se encuentra en condiciones óptimas, y un 50% con malas condiciones de sanidad. Analizando la persistencia de follaje se ha encontrado que este parámetro se halla equilibrado entre especies perennifolias y caducifolias. Además, el arbolado urbano posee una diversidad taxonómica alta, sobre todo en la zona de las cinco plazas principales de la ciudad (recinto ambiental urbano), donde la riqueza y la dominancia específica son altas. En el vecindario verde es dominante *Fraxinus americana*, mientras que en el recinto ambiental urbano lo es *Handroanthus heptaphyllus*. La equitatividad de especies es mayor en el recinto ambiental urbano. Los resultados obtenidos permiten informar, además, sobre otras variables analizadas como el origen biogeográfico, la permanencia y textura del follaje, y el estado sanitario del arbolado del municipio de Resistencia, información de utilidad como contribución para establecer posteriormente un plan de manejo del arbolado público.

AGRADECIMIENTOS

Al municipio de Resistencia, ya que este artículo se enmarca en un convenio municipio de Resistencia – FCA (Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE); Secretaria de Ambiente / cátedra de Silvicultura contando con la colaboración de AMETRIA (Asociación Metropolitana de Ingenieros Agrónomos) en el año 2016.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2010). *Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana de Vitoria-Gasteiz 2009*. Departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. 477 p.
- Aguirre Mendoza, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja-Ecuador. 82 p.
- Alcaldía De Santiago De Cali (2012). *Manual de silvicultura urbana– Naturalizando a Cali - (Arborización y Zonas Verdes)*. Acuerdo No. 016/12. 79 p.
- Alanís, E., Jiménez, J., Mora-Olivo, A., Canizales, P., y Rocha, L. (2014). Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 1(7), 93-101.
- Alvarado Ojeda, A., Guajardo Becchi, F., y Devia Cartes, S. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. Corporación Nacional Forestal. 94 p.
- Ambrosetti, J. A. (1971). *Especies interesantes en la ordenación de la Cuenca Papagayos*. In: IADIZA, Deserta II, Anales del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas. Ed. Zeta, Mendoza. pp. 207-237.
- Borsetto, M., Cricchi, D., y Hueckel, T. (1984). *Coupled heat stress groundwater flow models for clay Come B*. (Ed.), Technical Session Modelling of Stresses in Rock, EUR 9355 EN, Brussels, Dec. 1983, CEC Publishers, Luxembourg, pp. 173-202.
- Buizer, M., Hendriks, R., Kruse, H. y Schenkels, J. (2015). Report of case study city portraits. Appendix to Green Surge study on urban green infrastructure planning and governance in 20 European case studies. Utrecht, Países Bajos. En R. Hansen, M. Buizer, E. Rall, Y. DeBellis, B.H.M. Elands, K.F. Wiersum y A. Pauleit. (Eds), *Informe Técnico*. Bruselas, Unión Europea. 272 p.
- Calaza Martínez, P. y Iglesias Díaz, M. I. (2016). *El riesgo del arbolado urbano*. CONTEXTO, CONCEPTO Y EVALUACIÓN. Madrid: Mundi Prensa."
- Capetillo Piñar, N. (2016). *Cambios en la diversidad de la malacofauna del golfo de Batabanó, Cuba: su relación con factores antrópicos y naturales*. Tesis para obtener el grado de doctor en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S. 182 p.
- Carrieri, S., Codina, R.A. y Manzano, E.R. (1996). *Arbolado de rutas en zonas áridas. Propuesta para la Provincia de Mendoza. Verde complementario para vías de circulación de la provincia de Mendoza*. Cátedra de Parques y Jardines. Ed. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. 105 p.
- Codina, R., y Barón, J. (2003). Criterio ambiental volumétrico para cálculo de espacios verdes. *Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXV* (1): 11-24.
- Cordero, P., Vanegas, S. y Hermida, M.A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador. *MASKANA* 6(1), 107-130.
- Coronel, A., Feldman, S. y Piacentini, R. (2014). *Efecto de agricultura y forestación urbana y periurbana sobre la mitigación y adaptación al cambio climático: impactos sobre la temperatura*. Informe Técnico CDKN (Climate and Development Knowledge Network). 33 p.
- Correa-Galleguillos, P. y De La Barrera, F. (2014). Análisis de la estructura y la composición del arbolado en parques del área metropolitana de Santiago. *Chloris Chilensis Año 17*: N° 1.
- CTP (Consejo Territorial de Planeación del Distrito de Cartagena de Indias). 2016. *Plan de desarrollo distrital 2016-2019 "PRIMERO LA GENTE"*. 41 p.
- Cuevas, E., y Weigand, G. (2018). La caducidad de las hojas. Consultado el 17 de junio de 2019. Recuperado de: https://www.botanipedia.org/index.php?title=LA_CADUCIDAD_DE_LAS_HOJAS#HOJAS_CADUCAS.
- Cumbagin Torres, J. y Mejía Buitrón, H. (2016). *Determinación del área, georreferenciación y elaboración de un inventario forestal en los 11 sumideros del DM de Quito*. Tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito. 83 p.
- Dalmasso, A. y Borsetto, O. (1988). Arbolado de rutas sin riego en Mendoza y San Juan. *Serie Científica* 38: 36-40.
- Dalmasso, A. (1992). Forestación con algarrobo en desiertos con capa freática salina. *Boletín del Centro de Informaciones de la Bolsa de Comercio de Mendoza*, 335, 11-12.

- Dimitri, M.J. (1973). *Libro del árbol*. Tomos 1, 2 y 3. Ed. Celulosa Argentina. Buenos Aires.
- Domizio, M. (2017). Particularidades del arbolado y el riego en la ciudad de Mendoza desde una mirada sistémica. Área-Agenda de Reflexión en Arquitectura, Diseño y Urbanismo. *Revista Anual*, 23, 69-78.
- EPM (Grupo Empresarial EPM). (2011). Actualización estudio de impacto ambiental – caracterización medio biótico. 229 p.
- Ferriol, M., Muñoz, S., López, C., Merle, H. y Garmendia, A. (2014). *Capacidad de retención de polvo contaminante de distintas especies de árboles ornamentales en la ciudad de Valencia*. XVI Congreso Nacional de Arboricultura. 9 p.
- Gaido, L., González, F., Recouso, M., Scheibler, G. y Vicent, M. (2017). *Espacios verdes en la Ciudad de Buenos Aires (2015-2016)*. En: Cuestiones de Derecho Urbano. Ed: Asociación de Derecho Administrativo de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 482 p.
- Galindo-Bianconi, A. y Victoria-Urbe, R. (2012). La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones, para el Valle de Toluca. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 14, (1), 98-108.
- Google Maps. (2019). Consultado el 19 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.google.com.ar/maps/@-27.4510917,-58.9848004,15.5z>
- González, W. (2013). Tipos y características de ejes urbanos de la ciudad de Resistencia según su arbolado. *ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del nordeste argentino*, 1(1), 115-124.
- Grau, A. y Kortsarz, A. (Eds.). (2012). *Guía de arbolado de Tucumán*. Universidad Nacional de Tucumán. Ed. Artes Gráficas Crivelli. Salta, Argentina. 256 p.
- Guédès, M. (1979). *Morphology of seed plants*. Cramer. Vaduz. 325 p.
- Hernández, P., Giménez, A. M. y Gerez, R. (2017). Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho*, 16, 20-31.
- Krishnamurthy, L. y Rente Nascimento, J. (Eds.). (1997). Áreas verdes urbanas en América Latina: una introducción, en "Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe". Chapingo, México. 412 p.
- Kuchelmeister, G. y Braatz, S. (1993). *Una nueva visión de la silvicultura*. En: Unasylyva - No. 173 (44) - La silvicultura urbana y periurbana. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. ISSN 0251-1584.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. República Federal Alemana: Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen, Eschborn. 335 p.
- Larrotta Pedraza, G.A (2018). *Análisis de biodiversidad de los árboles urbanos del municipio de Ciénaga para su articulación con el plan de silvicultura urbana*. Informe de prácticas profesionales para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología. Universidad del Magdalena. 29 p.
- Leal Elizondo, C., Leal Elizondo, N., Alanís Rodríguez, E., Pequeño Ledezma, M. A., Mora-Olivo, A. y Buendía Rodríguez, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 252-270.
- Ledesma, M. (2008). *Arbolado público*. Conceptos. Manejo. INTA - EEA Manfredi, Córdoba. 77 p.
- Leonardis, R.F. (2000). *El nuevo libro del árbol*, tomos I, II y III. 1º edición Editorial Ateneo, Buenos Aires.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 179 p.
- Mangieri, H.R., Tinto, S.C., Leonardis, R.F.J., Alonzo, A. y Reuter, H. (1977). *El libro del árbol*. Tomo III. Ed. Celulosa argentina. Buenos Aires. 174 p.
- Márquez, J. y Dalmaso, A. (2003). Inventario del arbolado público de alineación en el casco céntrico de San José de Jáchal, San Juan. Proambiente. *Revista Científica del Programa de Estudios Ambientales (PRODEA)*. Rectorado de la Universidad Nacional de San Juan, 3(3), 19-26.
- Mascaró, J., Mascaró, L., Martins, L. y Wessheimer, M. (2001). Arbolado urbano: aspectos ambientales. *Anales LINTA* 2(5), 51-54.

- Martínez Gamba, R., Irschick, C., Bernio, J., Bancalani, P. y Fank, D. (2010). *Listado de especies arbóreas, arbustivas y otras nativas, sugeridas para el arbolado público de la Ciudad de Puerto Rico, Misiones*. Asociación Civil Nativos. Puerto Rico, Misiones. 10 p.
- Medina, U. M., Demaio, P. y Karlin, U. (2015). *Árboles nativos de Argentina. Tomo 1: Centro y Cuyo*. Ed. Ecoval. Córdoba. 188 p.
- OMS (Organización Mundial De La Salud). (1980). *Manual de calidad del aire en el medio urbano*. Washington, D.C. USA. 17-151.
- Peñalosa Londoño, E., Uribe Turbay, M., Yaver Licht, N., Ávila Barragán, G., Ramírez Jaramillo, P., Fernández Gómez, H. y Valencia Montealegre, D. (2017). *Reporte Técnico de Indicadores de Espacio Público 2017*. Defensoría del Espacio Público. Bogotá, Colombia. 63 p.
- Rivas Torres, D. (2012). *Silvicultura Urbana y Arboricultura: Discusión Conceptual*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México. Consultado el 17 de junio de 2019. Recuperado de: http://www.rivasdaniel.com/Arbor_Silvi.html
- Roger, E., Palacio, M., Coria, O. y Díaz, R. (2016). Notas sobre la flora urbana cultivada en la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. *Multequina*, 25, 1-13.
- Roig, F., Dalmasso, A. D., Díaz, E. y Daldi, D. (1986). *Cartilla del algarrobo*. Comité Ecológico. IADIZA (CRICYT), Subsecretaría de Agricultura y Ganadería- Ministerio de Economía-Gobierno de Mendoza. Ed. IADIZA. Mendoza. 25p.
- Roig, F. (1987). Los Árboles Indígenas de la Provincias de Mendoza y San Juan. *Serie Científica* Nº 31,32, 33, 34, 35.
- Rojas Cortorreal, G. (2016). *Cuantificación de la mejora de las condiciones ambientales producida por el arbolado urbano*. Tesis para optar al grado de Doctor de Arquitectura Energía y Medio Ambiente. Escuela Técnica de Arquitectura de Barcelona (ETSAB). 210 p.
- Ruchesi, J.A. (1995). *Análisis de los espacios verdes de la ciudad de Resistencia*. Mimeo, 16 p
- Ruchesi, J.A. (1999). *Propuesta de ordenación del arbolado urbano de la ciudad de Resistencia*. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental y Ecología. UNNE.
- Saavedra-Romero, L. de L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T. y Villa-Castillo, J. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la ciudad de México. *Polibotánica*, 47, 25-37.
- Schulte, A., Rojas, C., y Rojas, R. (1992). Reforestación y Agroforestería en Los Andes. Uso sostenido, conservación y restauración de suelos con árboles y arbustos nativos. 1. Apuntes sobre el molle (*Schinus molle* L.). Ed. ETSFOR-FUPAGEMA- AGRUCO- ECO, Bolivia. 74p.
- Soler, P., Berroterán, J.L., Gil, J.L. y Acosta, R.A. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62 (1 - 4), 25-37.
- Tobar, J. (2006). Manejo Del Arbolado Urbano en Bogotá. *Revista Colombia Forestal*, 9, 188-197.
- Tovar-Corzo, G. (2013). Aproximación a la silvicultura urbana en Colombia. *Bitácora*, 22, 119-136.