



## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ARBOLADO VIARIO EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DEL ESTERO (ARGENTINA)

Spatial distribution of street trees in the Center of the city of Santiago del Estero (Argentina)

Distribuição espacial das árvores à beira da estrada no Centro da cidade de Santiago del Estero (Argentina)

 <https://doi.org/10.35701/rcqs.v23.811>

Maria Eugenia Arias<sup>1</sup>

Juan Pablo Celemín<sup>2</sup>

### Histórico do Artigo:

Recebido em 17 de setembro de 2021

Aceito em 23 de novembro de 2021

Publicado em 01 de dezembro de 2021

### RESUMEN

Conocer la diversidad vegetal y su distribución espacial es esencial para la planificación urbana. El objetivo del estudio consistió en analizar la distribución espacial del arbolado viario del barrio Centro de la ciudad de Santiago del Estero (Argentina). Por lo que en el verano del año 2019 se realizó un censo en las 86 manzanas del barrio para conocer su composición florística. Se calculó abundancia, riqueza específica e índice de diversidad de Shannon-Wiener. Posteriormente, se confeccionaron mapas temáticos de la distribución espacial del arbolado con un sistema de información geográfica. El inventario presentó una abundancia de 3.125 ejemplares y una riqueza específica de 73 especies, siendo las de mayor dominancia numérica *Citrus aurantium* y *Handroanthus impetiginosus*. La distribución espacial del arbolado viario, presentó patrones similares de riqueza específica y abundancia, y un patrón de biodiversidad algo diferente a los anteriores con mayores valores en la periferia. La diversidad para todo el barrio presentó un valor medio de  $H=2,71$  considerando el rango del índice de Shannon-Wiener. Este valor indica que existe una cantidad aceptable de especies en el área, por lo que la diversidad es media, con una distribución irregular.

**Palabras clave:** diversidad vegetal. índice de diversidad. inventario florístico. patrones espaciales.

<sup>1</sup>Magister en Gestión Ambiental. Becaria Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGHCS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Email: me.arias@conicet.gov.ar

 <https://orcid.org/0000-0002-1592-2230>

<sup>2</sup>Doctor en Geografía. Investigador Independiente en el Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGHCS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Email: jpcelemín@conicet.gov.ar

 <https://orcid.org/0000-0002-8917-8061>

**ABSTRACT**

Knowing the plant diversity and its spatial distribution is essential for urban planning. The objective of the study was to analyze the spatial distribution of street trees in the Downtown neighborhood of the city of Santiago del Estero (Argentina). Therefore, in the summer of 2019, a census was carried out in the 86 blocks of the neighborhood to know its floristic composition. Abundance, specific richness and Shannon-Wiener diversity index were calculated. Subsequently, thematic maps of the spatial distribution of the trees were created with a geographic information system. The inventory presented an abundance of 3.125 specimens and a specific richness of 73 species, with the greatest numerical dominance being *Citrus aurantium* and *Handroanthus impetiginosus*. The spatial distribution of street trees presented similar patterns of specific richness and abundance, and a biodiversity pattern somewhat different from the previous ones with higher values in the periphery. The diversity for the entire neighborhood presented a mean value of  $H = 2,71$  considering the range of the Shannon-Wiener index. This value indicates that there is an acceptable number of species in the area, so the diversity is medium, with an irregular distribution.

**Keywords:** plant diversity. diversity index. floristic inventory. spatial patterns.

**RESUMO**

Conhecer a diversidade vegetal e sua distribuição espacial é fundamental para o planejamento urbano. O objetivo do estudo foi analisar a distribuição espacial das árvores à beira da estrada no bairro Centro da cidade de Santiago de Estero (Argentina). Portanto, no verão de 2019, foi realizado um censo nos 86 quarteirões do bairro para conhecer sua composição florística. Abundância, riqueza específica e índice de diversidade de Shannon-Wiener foram calculados. Posteriormente, foram feitos mapas temáticos da distribuição espacial das árvores com um sistema de informações geográficas. O inventário apresentou uma abundância de 3.125 espécimes e riqueza específica de 73 espécies, sendo o *Citrus aurantium* e o *Handroanthus impetiginosus* os mais dominantes numericamente. A distribuição espacial das árvores à beira da estrada apresentou padrões semelhantes de riqueza e abundância específica, e um padrão de biodiversidade um pouco diferente dos anteriores com valores mais elevados na periferia. A diversidade para todo o bairro apresentou valor médio de  $H = 2,71$  considerando a amplitude do índice de Shannon-Wiener. Este valor indica que existe um número aceitável de espécies na área, logo a diversidade é média, com distribuição irregular.

**Palavras chaves:** diversidade de plantas. índice de diversidade. inventário florístico. padrões espaciais.

**INTRODUCCIÓN**

La vegetación desempeña un rol importante en el mejoramiento de la calidad del ambiente urbano y provee beneficios sociales y ambientales que favorecen la calidad de vida en las ciudades. Como parte de la vegetación urbana, el arbolado urbano público se define como la totalidad de los árboles y arbustos presentes en una ciudad, ubicados solamente en los espacios públicos (calles, avenidas, bulevares, parques y plazas), sin considerar los espacios privados (jardines domésticos y patios) (VILLAVERDE; MAZZUCCO; VILLAVERDE, 2010). Por su parte, el arbolado viario comprende a los árboles que están dispuestos en alineación a lo largo de las calles en las zonas urbanas, excluyendo a la otra parte del arbolado público que se encuentra en los espacios verdes.

Obtener información precisa de los árboles en el espacio urbano es de suma importancia para planificar y gestionar el arbolado urbano público. En Argentina existen pocos trabajos a escala

local sobre este tema, aunque en los últimos años comenzaron a surgir aportes para distintas ciudades: Villaverde et al. (2010) y Roger et al. (2016) para Santiago del Estero; Benedetti et al. (2016) para la localidad de Pigüé; Duval et al. (2020) para la ciudad de Bahía Blanca; Ortiz y Luna (2020) para la ciudad de Resistencia; a diferencia de otros países del continente que poseen una tradición sobre estudios del arbolado urbano. Entre las publicaciones más recientes se pueden mencionar varios casos: Freitas et al. (2020) para Santo André; Santos et al. (2021) para Macapá; Gonçalves et al. (2021) para Castanhal; Riley et al. (2017) para Cleveland; Lin et al. (2021) para New York; Hunte et al. (2019) para Georgetown, Guyana.

Por otra parte, es necesario destacar la falta de cartografía sobre la distribución espacial del arbolado dentro de las ciudades, ya que los mapas constituyen un insumo fundamental para una mejor gestión del arbolado. En este marco se plantea el objetivo principal del presente trabajo que consiste en analizar la distribución espacial del arbolado viario del barrio Centro de la ciudad de Santiago del Estero (Argentina). Esta parte de la ciudad surge como caso de estudio que puede ser replicado en otras localidades del país. Para cumplimentar el objetivo es necesario conocer y cartografiar tres variables representativas de los atributos del arbolado lineal del área de estudio:

La *Riqueza específica* que refiere al número de especies presentes en una comunidad.

La *Abundancia absoluta* que refiere al número de individuos de una especie particular presentes en un área.

El *Índice de Biodiversidad* es un índice que combina los componentes riqueza específica y equitabilidad (cómo se distribuye la abundancia entre las especies que integran la comunidad). Se estima la biodiversidad mediante el Índice de equidad de Shannon-Wiener que tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Existen estudios e. g. Cordero et al. (2015); Blood et al. (2016); Leal Elizondo et al. (2018) y Queiroz et al. (2021), donde se emplea este indicador para evaluar la diversidad de especies que componen el arbolado de una ciudad.

La diversidad se clasifica en tres tipos: i) la local o diversidad alfa; II) la diversidad beta que manifiesta el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un paisaje; III) la diversidad gamma que reúne a las dos anteriores (WHITTAKER, 1972). El desarrollo urbanístico provoca la completa transformación del ambiente local por lo que se supone que las áreas urbanas disponen de una menor diversidad beta que las áreas naturales (MCKINNEY, 2006). En general, el proceso de urbanización reduce la riqueza de especies autóctonas

y tiende a aumentar la proporción de especies alóctonas, influyendo así en la biodiversidad local (SAX; GAINES, 2003).

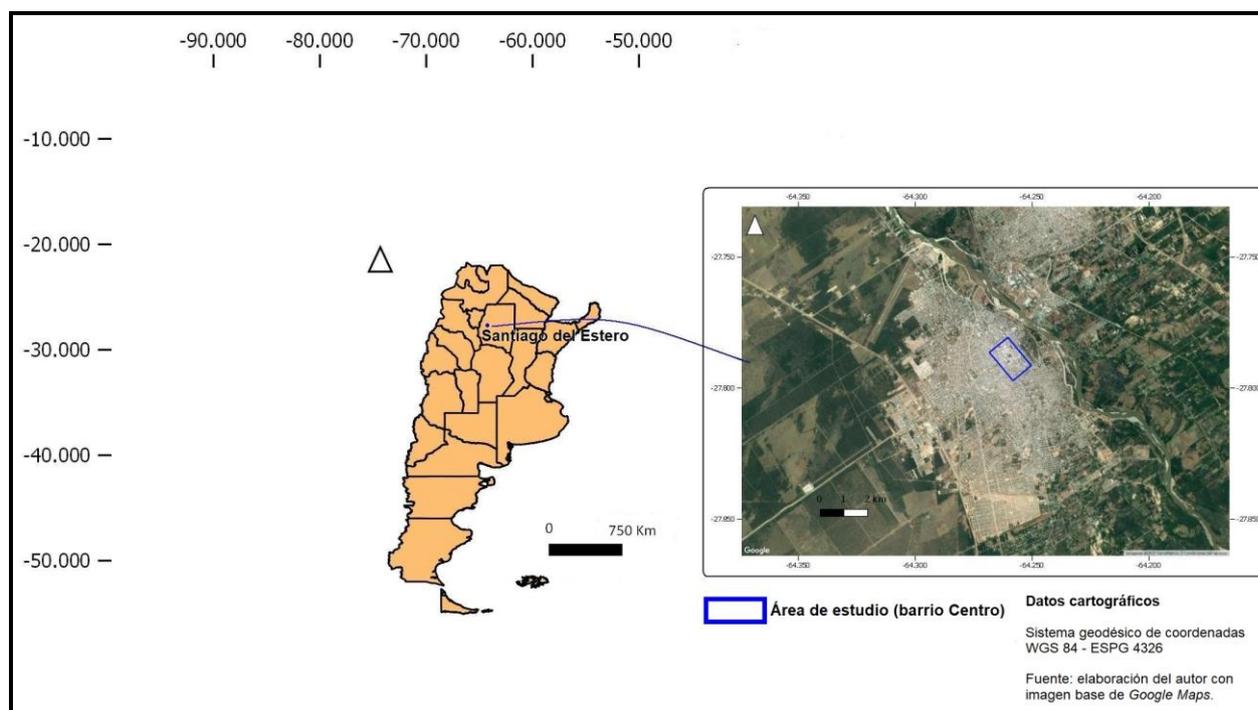
Por último, el cumplimiento de los objetivos del presente caso de estudio puede ser replicado en otras ciudades del país y ser insumo para que los agentes ambientales municipales tomen mejores decisiones sobre la gestión del arbolado local.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El barrio Centro se encuentra ubicado en la ciudad de Santiago del Estero, capital de la provincia homónima y cabecera del Departamento Capital (Figura 1). La ciudad está situada entre (27° 47' 04" latitud S) y (64° 16' 01" longitud O), sobre la margen derecha del Río Dulce, a una altitud de 182 m s.n.m.

**Figura 1:** Ubicación del área de estudio en la República Argentina, Santiago del Estero, Dpto. Capital.



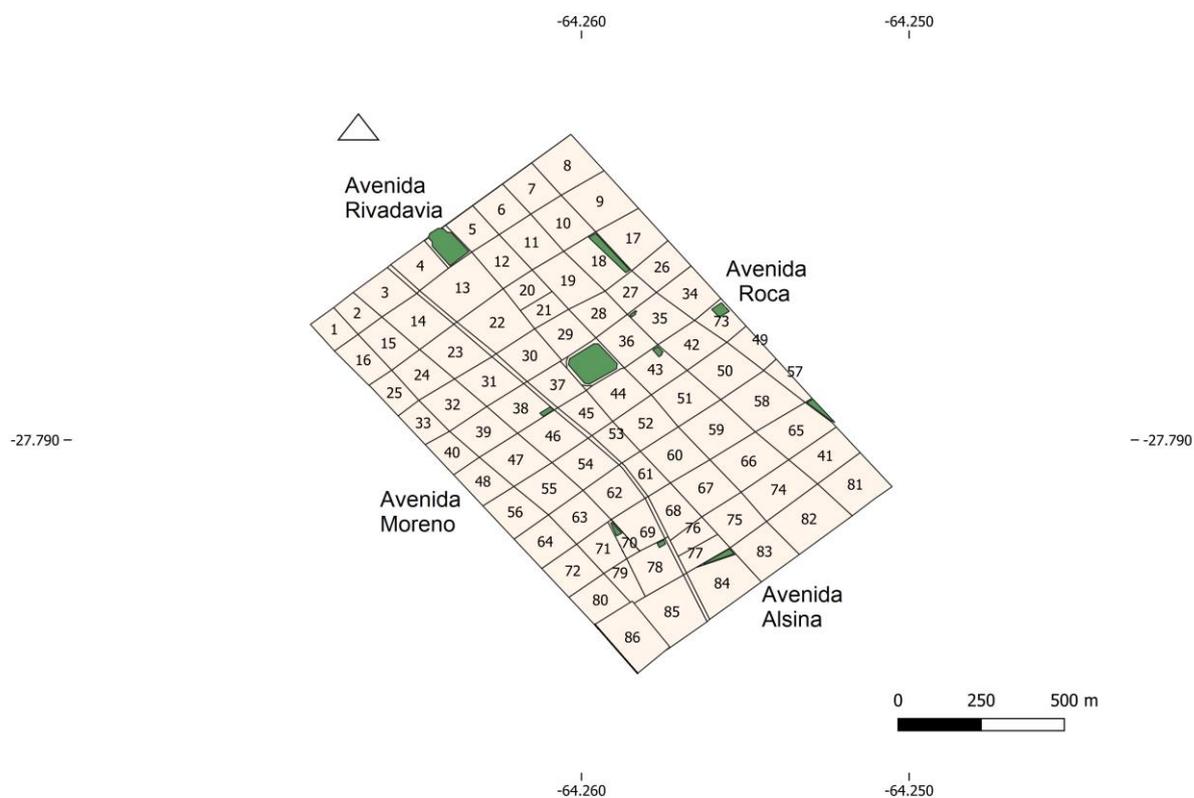
**Fuente:** elaborado por los autores en base a cartografía propia e imágenes satelitales (2020).

Desde el punto de vista fitogeográfico según Cabrera (1971) la ciudad de Santiago del Estero se halla ubicada en el Distrito Chaqueño Occidental de la Provincia Chaqueña particularmente incluida en la subregión del Chaco Semiárido Argentino. La vegetación en la provincia de Santiago del Estero se caracteriza por la existencia de comunidades clímax de bosques de *Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl. (quebracho colorado santiagueño) y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. (quebracho blanco) con variantes dadas por la presencia de estepas halófilas y sabanas y, en las zonas de serranía, por bosques de *Schinopsis marginata* Engl. (horco quebracho).

Su clima es continental cálido subtropical, seco y semiárido (BOLETTA; RAVELO, 2009). En base a datos de la estación meteorológica local, ubicada en la periferia de la ciudad de Santiago del Estero a (27° 46' latitud Sud), (64° 18' longitud Oeste) y a 190 m s.n.m., la precipitación media anual es de 550 mm, las temperaturas medias de los meses de enero y julio son de 27,7 °C y 13,3° C, respectivamente, mientras que las temperaturas máxima y mínima absolutas son de 47 °C y – 10° C. Hay ocurrencia de heladas entre los meses de mayo y agosto. Los vientos son dominantes del Norte en verano y del Sur en invierno (BOLETTA; ACUÑA; JUÁREZ, 1993).

El departamento Capital tiene una superficie de 2.116 km<sup>2</sup> (1,5% del total provincial) y según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en 2010 viven 267.125 personas (30,56% del total provincial) de las cuales 232.796 se encuentran en zona urbana. La densidad poblacional es de 126,24 hab./km<sup>2</sup> de acuerdo al último censo realizado en el año 2010. En este departamento la mayor parte de la población se concentra en esta ciudad, que es el centro administrativo, financiero y comercial de la provincia. El barrio Centro se localiza en la parte central de la ciudad de Santiago del Estero y está delimitado por las avenidas Rivadavia, Moreno, Alsina y Roca (Figura 2). Abarca un perímetro de 5,10 km y un área de 1,55 km<sup>2</sup>.

**Figura 2:** Localización de las manzanas y avenidas lindantes del barrio Centro de la ciudad de Santiago del Estero.



**Fuente:** elaborado por los autores.

### Censo de vegetación

En los meses de verano del año 2019 se realizó un censo de especies vegetales en el barrio Centro de la ciudad de Santiago del Estero, recorriendo a pie sus 86 manzanas (Figura 2) que conforman la unidad de muestreo del trabajo. El censo consideró únicamente los individuos ubicados en las aceras, excluyendo aquellos situados en los espacios verdes. En cada manzana se efectuó el relevamiento de las especies vegetales, recolectándose muestras vegetativas y reproductivas que fueron herborizadas y correctamente etiquetadas para su posterior identificación en el laboratorio. Según el porte se relevaron árboles, arbustos y palmeras, teniendo en cuenta que el arbolado urbano se define como la totalidad de los árboles y arbustos presentes en el área de estudio. Las palmeras al ser plantas que sólo tienen crecimiento primario, con porte de estípote, igualmente fueron consideradas en el censo dado que el estípote está formado por elementos lignificados y es sólido, dándole el aspecto

del tronco de un árbol. Asimismo, los estípites suelen estar rematados por una corona de hojas que asemeja a la copa de un árbol (PLUMED; COSTA, 2013).

### Identificación de especies vegetales

La identificación de las especies botánicas obtenidas del censo se realizó a través de claves botánicas, bibliografía especializada y consulta a expertos. Para verificar el nombre científico válido de cada especie, se tomaron como referencia las bases de datos digitales Instituto de Botánica Darwinion - Flora del Cono Sur (<http://www2.darwin.edu.ar>); Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>) y The International Plant Name Index Collaborators (<https://www.ipni.org/>).

### Análisis estadístico de datos y cálculo del índice de diversidad

Para analizar la biodiversidad del arbolado urbano del barrio Centro y por manzanas, en primer lugar, se determinó la abundancia absoluta mediante conteo directo de individuos. Luego se estimó la riqueza específica y se analizó la estructura de la comunidad mediante el índice de Shannon-Wiener por medio del software PAST Versión 3.21 (HAMMER et al., 2001).

El índice de Shannon-Wiener se define con la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum P_i \cdot \ln P_i$$

Donde:

$P_i$  = proporción del número de individuos de la "i"-ésima especie con respecto al total de ejemplares (N), estimado mediante  $n_i/N$  (MAGURRAN, 1988). Es decir, el índice de diversidad contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza específica) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Además, el índice  $H'$  mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies de la muestra.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener adquiere valores que suelen hallarse entre 1,5 y 3,5 sobrepasando raramente el 4,5 (MAGURRAN, 1988).

## **Elaboración de cartografía**

Para la confección de los mapas temáticos sobre vegetación del barrio Centro se emplearon los programas Open Street Map y QGIS ver 2.18 Las Palmas y se recurrió a la clasificación por cortes naturales (Jenks) que reconoce diferencias importantes (saltos) en la distribución de las frecuencias de las variables utilizadas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización del arbolado de alineación**

El censo realizado en el arbolado de alineación del barrio Centro arrojó una abundancia de 3.125 ejemplares y una riqueza específica de 73. Las especies que fueron identificadas pertenecen a 62 géneros, 33 familias y 23 órdenes (Tabla 1).

**Tabla 1:** Abundancia total por especie botánica.

Orden	Familia botánica	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	lapacho rosado	624
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	lapacho amarillo grande	6
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	jacarandá/tarco	192
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	guarán amarillo/guaranguay	8
Lamiales	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	ligustro	250
Lamiales	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> var. <i>aureomarginatum</i> Rehder	ligustro disciplinado	38
Lamiales	Oleaceae	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	fresno rojo americano	86
Lamiales	Oleaceae	<i>Olea europea</i> L.	olivo/aceituno	1
Lamiales	Oleaceae	<i>Jasminum azoricum</i> L.	jasmín azórico	2
Lamiales	Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	duranta 1	17
Lamiales	Verbenaceae	<i>Duranta erecta aurea</i> L.	duranta 2	4
Lamiales	Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> var. <i>alba</i> L.	duranta disciplinada	1
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana cámara sanguínea</i> L.	lantana/bandera española	1
Fabales	Fabaceae	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	tipa blanca	107
Fabales	Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	tipa colorada	6
Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i> L.	pezuña de buey/pata de vaca	65
Fabales	Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	chivato/flamboyan	22
Fabales	Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby	carnaval	9
Fabales	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucaena/peladera/huaje	3
Fabales	Fabaceae	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gill. ex Hook. et Arn.) Burkart	chañar	2

Fabales	Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	yvyrá-pytá/lbirá puitá guazú	1
Fabales	Fabaceae	<i>Senna corymbosa</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	sen del campo/rama negra	2
Fabales	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	acacia blanca/falsa acacia	4
Fabales	Fabaceae	<i>Senna fistula</i> L.	caña fistula/lluvia de oro	6
Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	tusca/aromo negro	1
Fabales	Fabaceae	<i>Sophora japónica</i> L.	acacia del Japón/árbol de las Pagodas	1
Fabales	Fabaceae	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	algarrobo europeo	1
Gentianales	Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum	adelfa amarilla/tevetia	162
Gentianales	Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> f. <i>aurantiaca</i> H.St.John	tevetia flor morada	30
Gentianales	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	laurel de jardín/rosa laurel/baladre	7
Gentianales	Apocynaceae	<i>Plumeria alba</i> L.	alhelí blanco	5
Malvales	Malvaceae	<i>Brachychiton populneus</i> (Schott & Endl.) R.Br.	árbol botella/braquiquito/bracho	121
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	rosa de China/cayena/amapola	13
Malvales	Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	palo borracho/samohú/palo rosado	2
Sapindales	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	palo jabón	90
Sapindales	Sapindaceae	<i>Acer negundo</i> L.	arce negundo	1
Sapindales	Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	paraíso sombrilla	24
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Schinus areira</i> L.	aguaribay/molle	13
Proteales	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	grevillea/roble sedoso/roble australiano	35
Proteales	Platanaceae	<i>Platanus x hispánica</i> Mill. ex Münchh.	plátano de sombra	2
Rosales	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	ficus/boj/laurel de la India	37
Rosales	Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	morera blanca	4

Rosales	Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	morera negra/moral negro	6
Rosales	Moraceae	<i>Ficus lyrata</i> Warb.	gomero pandurata	4
Rosales	Moraceae	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Herit.	morera del papel/mora turca	5
Rosales	Moraceae	<i>Morus x hybrida</i>	mora híbrida	15
Urticales	Ulmaceae	<i>Ulmus pumila</i> L.	olmo/olmo siberiano	10
Myrtales	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> (L) Pers.	crepón	82
Myrtales	Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	granada	1
Myrtales	Myrtaceae	<i>Callistemon speciosus</i> (Sims) Sweet.	limpiatubo/calistemon	43
Malpighiales	Salicaceae	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall	álamo negro/álamo Carolina	8
Malpighiales	Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	sauce llorón	3
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	corona de Cristo/espigas de Cristo	1
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Santa Rita	10
Geraniales	Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i> L.	naranja agria	800
Fagales	Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	casuarina/pino australiano	13
Fagales	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	nogal común	1
Pinales	Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> L.	tuja/tuya	1
Pinales	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	ciprés común/ciprés mediterráneo	3
Pinales	Pinaceae	<i>Pinus taeda</i> L.	pino	1
Asterales	Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	aliso del río/suncho/palo bobo	1
Buxales	Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i> L.	boj común	3
Santalales	Cervantesiaceae	<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. et Arn.) Reissek.	sombra de toro/toro sombreana	1
Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	dama de noche/galán de noche	3
Cycadales	Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	falsa palmera/cica	2

Saxifragales	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	liquidámbar/liquidámbar americano	1
Zingiberales	Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	achira/caña de India	1
Asparagales	Asparagaceae	<i>Dracaena reflexa</i> var. <i>angustifolia</i> Baker	drácena marginata/dracaena de hoja fina	1
Arecales	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	palmera pindó/ybá pitá	68
Arecales	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i> hort. ex Chabaud.	fénix/palma de las Canarias	26
Arecales	Arecaceae	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	palmera real/palmiche	1
Arecales	Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf	areca/palma de frutos de oro	3
Arecales	Arecaceae	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	palmera enana/palmera de Roebelen	1

**Fuente:** elaborado por los autores (2020).

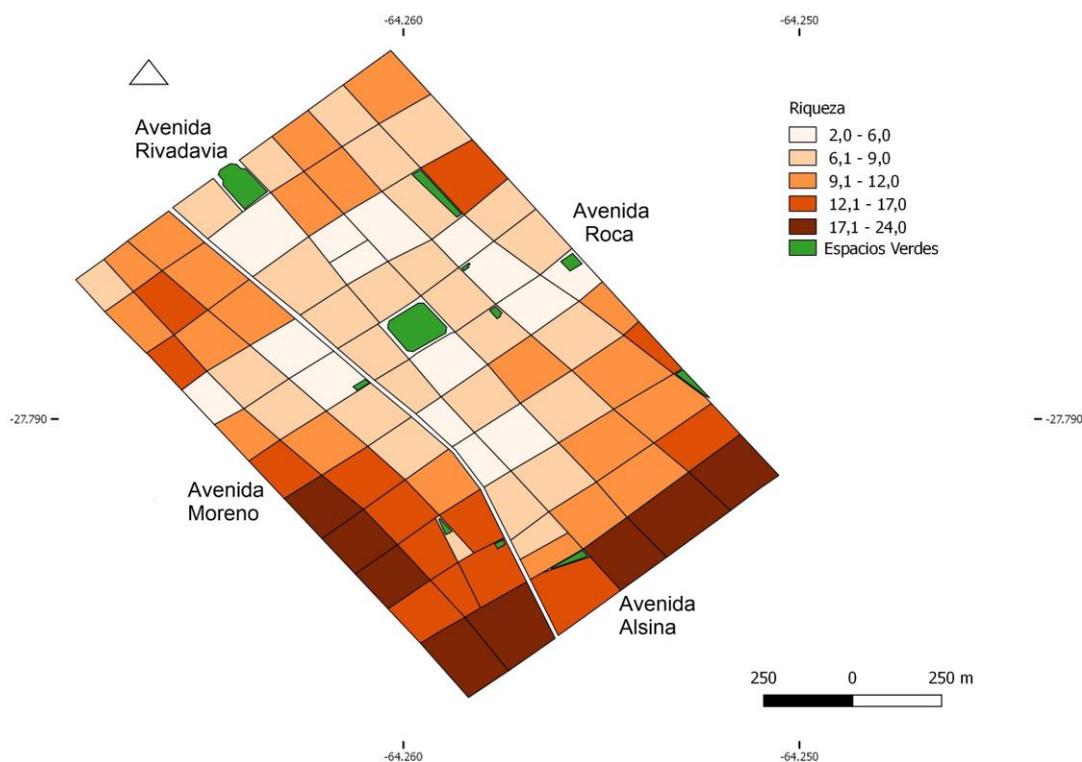
Del total de los ejemplares censados se encontró que las especies dominantes con relación al parámetro de abundancia son: *Citrus aurantium* L. (26%), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (20%), *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton (8%), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (6%), *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum (5%), *Brachychiton populneus* (Schott & Endl.) R.Br. (4%). Le siguieron en menor presencia porcentual *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, *Sapindus saponaria* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall y *Lagerstroemia indica* (L.) Pers. con un 3%, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. y *Bauhinia variegata* L. con un 2%. Mientras que las especies *Callistemon speciosus* (Sims) Sweet., *Ligustrum lucidum* var. *Aureomarginatum* Rehder, *Ficus benjamina* L., *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br., *Thevetia peruviana* f. *aurantiaca* H. St. John, *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud., *Melia azedarach* L., *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. y *Duranta erecta* L. presentaron un porcentaje del 1%. El resto de las especies registraron un porcentaje del 7%. Se evidencia que la proporción de las especies es homogénea, es decir el arbolado de alineación es poco diverso en especies, ya que las cuatro primeras abarcan un 69% del total.

### Distribución del arbolado urbano en el barrio Centro

En el presente trabajo de investigación se determinó la distribución de riqueza específica, abundancia, índice de biodiversidad y especies dominantes en cada una de las manzanas que constituyen el barrio. La distribución de la riqueza específica en el barrio Centro (Figura 3) mostró patrones bien definidos donde las manzanas localizadas en las avenidas se caracterizaron por poseer la mayor cantidad de especies botánicas. El intervalo con mayor número de especies (17,1 – 24,0) se ubicó casi por completo en el eje de la avenida Alsina y sobre 4 manzanas en el eje de la avenida Moreno, abarcando en total 8 manzanas. En este intervalo, la manzana 86 (Figura 2) presentó el mayor número de especies (24). A su vez, se observó que hacia el interior del barrio la riqueza tiende a disminuir progresivamente. El intervalo de especies (2,0 – 6,0) se ubicó en la parte central del barrio, con solo 2 manzanas distribuidas en las zonas circundantes. El intervalo de especies (6,1 – 9,0) se localizó en 28 manzanas, siendo 9 las manzanas que presentaron el mayor número en relación al resto (9 especies). El otro intervalo (9,1 – 12,0) se registró en 21 manzanas, donde 10 manzanas presentaron el mayor número (12 especies). El intervalo de especies (12,1 – 17,0) se distribuyó mayormente hacia el Sudoeste del barrio, y en algunas manzanas dispersas sobre los ejes de las

avenidas. Tal intervalo se encontró en 14 manzanas, donde 3 manzanas presentaron dos valores máximos de riqueza específica en relación al resto (17 y 16 especies).

**Figura 3:** Distribución espacial de la riqueza específica del arbolado viario del barrio Centro de Santiago del Estero, por manzanas.

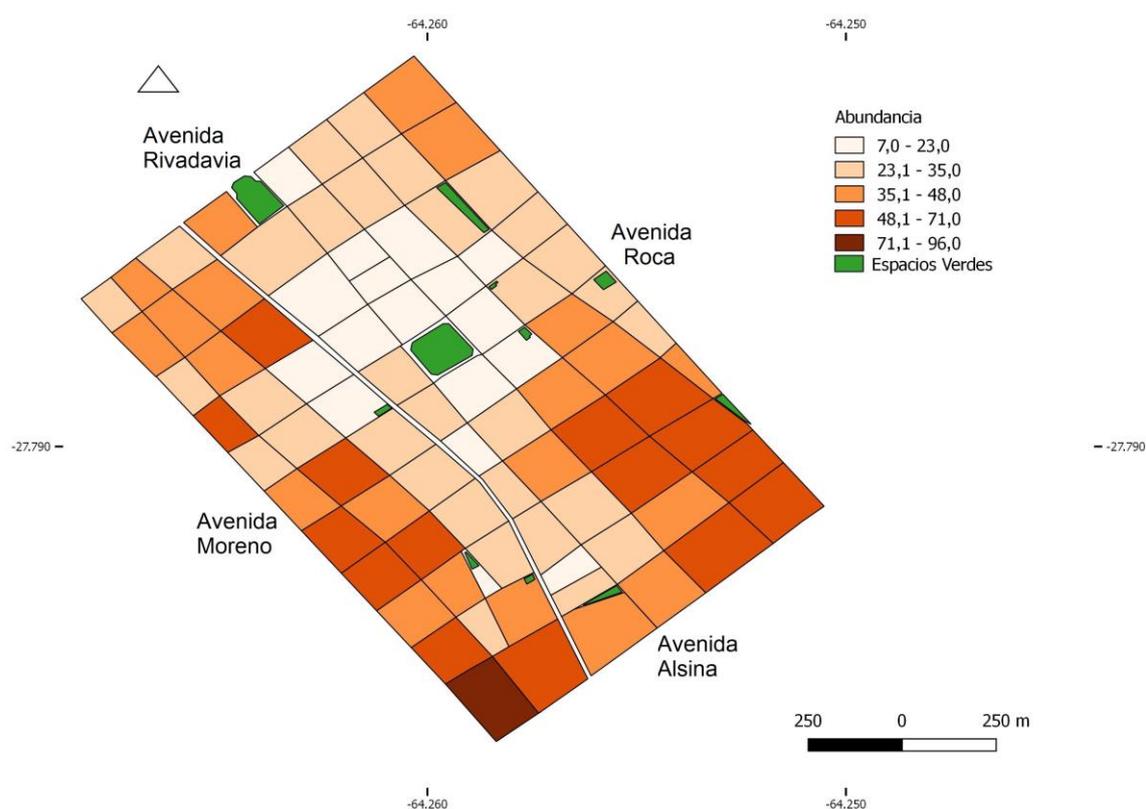


**Fuente:** elaborado por los autores.

La abundancia manifestó una distribución espacial similar a la riqueza específica (Figura 4), donde los mayores valores por manzana se ubicaron a lo largo de los ejes de las avenidas. El máximo valor (96 ejemplares) se localizó en la manzana 86 (Figura 2) situada en el Sudoeste del área de estudio. Igualmente, la abundancia tiende a disminuir de forma progresiva hacia el interior del barrio. El intervalo de individuos (48,1 – 71,0) se ubicó principalmente hacia la zona sur del barrio en 15 manzanas, de las cuales las manzanas 58 y 81 presentaron los mayores valores de abundancia en relación al resto (71 y 68 ejemplares, respectivamente). El intervalo de individuos (35,1 – 48,0) se situó en 21 manzanas distribuidas mayormente en la zona periférica y algunas en la parte central del barrio. Los mayores valores de abundancia se registraron en las manzanas 83 y 72 con 48 y 47 individuos respectivamente, y le siguieron 4 manzanas (2, 48, 55 y 74) con 45 individuos. Otro intervalo de

individuos (23,1 – 35,0) se ubicó en 32 manzanas distribuidas tanto en los ejes de las avenidas Rivadavia y Roca, como en la parte interna del barrio. Tal intervalo presentó 4 manzanas (7, 25, 46 y 68) con el mayor valor de abundancia (35 individuos), y le siguieron 7 manzanas (13, 52, 61, 62, 67, 75 y 79) con 34 individuos. Por último, el intervalo con menor número de individuos (7,0 – 23,0) se encontró mayormente en la zona central del barrio, y que se encuentra presente en 17 manzanas. Las manzanas 29 y 43 presentaron el mayor valor de abundancia para este rango (23 individuos). Particularmente, las manzanas de este intervalo pertenecen al microcentro de la ciudad que corresponde a la zona comercial y de peatonales.

**Figura 4:** Distribución espacial de la abundancia del arbolado viario del barrio Centro de Santiago del Estero, por manzanas.

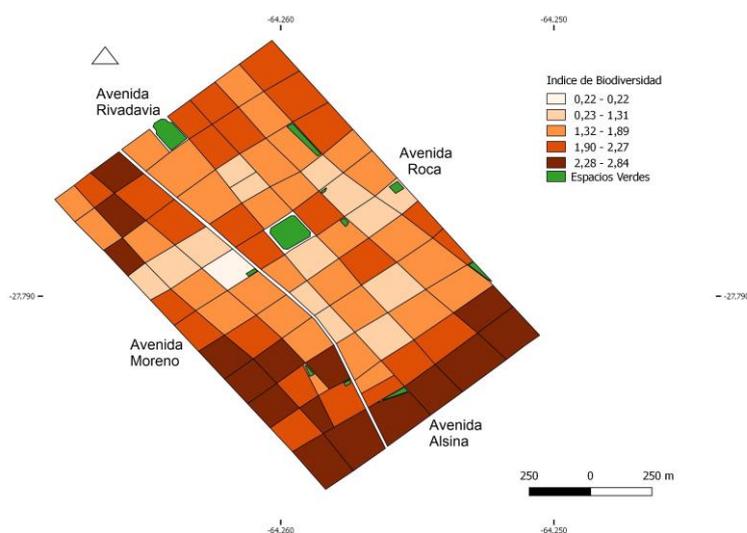


**Fuente:** elaborado por los autores.

El índice de diversidad para todo el barrio Centro fue un valor de  $H=2,71$ , resultado que puede ser interpretado como un valor medio de biodiversidad urbana, teniendo en cuenta el rango del índice de Shannon-Wiener.

Por su parte, la distribución de los valores del índice de diversidad en el sitio de estudio (Figura 5) no presentó patrones tan bien definidos como en los mapas de riqueza y abundancia. En este caso, los intervalos de valores mayores se ubicaron en la zona circundante, particularmente a lo largo del eje de la Avenida Alsina y, en menor medida, sobre la Avenida Moreno; mientras que los intervalos de menores valores se hallaron mayormente en el interior del barrio. El intervalo (2,28 – 2,84) de máximos valores se localizó en 16 manzanas, donde las manzanas 81, 56 y 86 presentaron los mayores valores de índices en relación al resto ( $H=2,84$ ;  $H=2,80$  y  $H=2,77$  respectivamente). El otro intervalo que varía entre 1,90 y 2,27 se encontró en 25 manzanas, donde se registraron 4 manzanas (77, 57, 17 y 48) con los mayores valores de índices ( $H=2,25$ ;  $H=2,24$ ;  $H=2,23$  y  $H=2,22$  respectivamente). El intervalo (1,32 – 1,89) de mínimos valores se situó en 30 manzanas, donde se encontraron 6 manzanas con los mayores valores de índices ( $H=1,89$  las manzanas 26 y 65;  $H=1,87$  las manzanas 24 y 76;  $H=1,86$  las manzanas 1 y 28). Los tres intervalos mencionados están incluidos en el rango 1,50 – 3,50 del índice de diversidad de Shannon-Wiener, siendo que el intervalo restante queda por fuera de este rango. El intervalo (0,23 – 1,31) se registró en 14 manzanas, donde la manzana 59 presentó el mayor valor ( $H=1,31$ ). El valor más bajo de índice de biodiversidad ( $H=0,22$ ) se localizó en la manzana 38 (Figura 5), coincidiendo con los menores valores de riqueza y abundancia. De acuerdo a los resultados obtenidos, se presentaron máximos valores de diversidad de especies en pocas manzanas, predominando los valores más bajos en el resto del barrio.

**Figura 5:** Distribución espacial del índice de diversidad del arbolado viario del barrio Centro de Santiago del Estero, por manzanas.

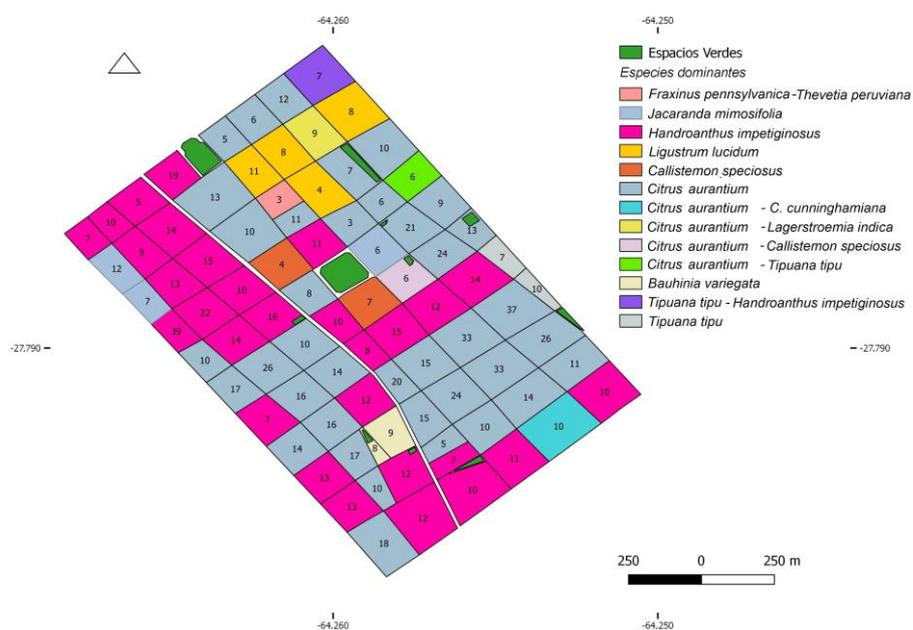


Fuente: elaborado por los autores.

En relación a las principales especies botánicas dominantes por manzana (Figura 6), se encontró al *Citrus aurantium* L. que se distribuyó en 38 manzanas, donde la manzana 58 presentó el mayor número de individuos (37). Considerando aquellas con mayor número de ejemplares, le siguieron las manzanas 59 y 66 con 33 individuos, las manzanas 47 y 65 con 26 individuos, las manzanas 42 y 67 con 24 individuos, por último, las manzanas 35 y 61 con 21 y 20 individuos respectivamente. En la manzana 10, la especie *Citrus aurantium* L. compartió el mismo número de ejemplares con la especie *Lagerstroemia indica* (L) Pers. (9 individuos). La segunda especie dominante fue *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos que se distribuyó en 29 manzanas, donde la manzana 33 registró el mayor número de individuos (39). Las otras manzanas que le siguieron en mayor número fueron la 32 con 22 individuos y la 4 con 19 individuos. Se puede mencionar que en la manzana 8 la especie *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos compartió el mismo número de ejemplares con la especie *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (7 individuos).

De las 73 especies encontradas en el área de estudio las que presentaron una marcada dominancia fueron: *Citrus aurantium* L. con 800 ejemplares y *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos con 624 individuos (Tabla 1).

**Figura 6.** Distribución de especies botánicas dominantes, según abundancia, en el arbolado viario del barrio Centro de Santiago del Estero.



Fuente: elaborado por los autores.

Si se comparan los valores de abundancia y riqueza obtenidos del presente trabajo con los valores procedentes de otros estudios realizados en el barrio Centro es posible evidenciar un cambio en la composición de la flora de alineación en el mismo. Cabe mencionar el estudio llevado a cabo por Villaverde et al. (2010), en el que se observa un mayor valor de abundancia ( $N=3.862$ ) y un menor valor de riqueza específica ( $S=61$ ), datos que provienen del censo realizado durante el año 2017. Asimismo, se observa mayor riqueza específica y abundancia en la parte sur del barrio y sobre las avenidas. Los resultados abren nuevos interrogantes para futuros trabajos que indaguen sobre esta variación espacial. Por ello, será interesante relacionar la distribución diferencial de la riqueza y la abundancia con aspectos socioeconómicos del barrio, características edafológicas, mantenimiento de veredas, entre otras posibles variables.

La situación de la diversidad del arbolado en el área de estudio muestra un valor aceptable, pero con una distribución irregular del mismo, lo que puede deberse a varias razones: deficiencias en la gestión, carencia de ofertas arbóreas en el mercado, problemas en la producción de cada especie, existencia de “modas jardineras” y el desconocimiento general de especies adecuadas para ser plantadas en la zona por parte de los diseñadores y decisores de organismos municipales (CASTILLO et al., 2015). Teniendo en cuenta un principio ecológico, poseer una alta diversidad de especies en el arbolado de alineación es importante, ya que contribuye a proporcionar una mayor estabilidad del ecosistema y reduce las probabilidades de muerte por factores ambientales imprevisibles, como puede ser una plaga. Por ello, en la actualidad se busca una mayor variedad de especies en el arbolado, tal es el caso que autores como Terrazas et al. (1999) sugieren que ninguna especie debe de sobrepasar el 5% de la población total del arbolado para que exista diversidad florística; en tanto los autores Villaverde et al. (2010) recomiendan que, por razones estéticas y fitosanitarias, el cultivo de cada especie no debe sobrepasar el 10-15% del arbolado total; por último, según Ledesma (2008) ninguna especie debe tener una presencia superior al 15-20%, ya que la diversificación específica mejora el patrimonio botánico y paisajístico y contribuye a evitar afecciones por plagas y enfermedades. Teniendo en cuenta lo recomendado, en el barrio Centro, únicamente el *Citrus aurantium* L. supera la proporcionalidad aconsejada, mientras que el *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos coincide con el límite superior del intervalo recomendado.

## CONCLUSIONES

La distribución del arbolado de alineación para el barrio Centro muestra patrones de riqueza específica y abundancia similares, con una distribución irregular, encontrándose menor número de especies e individuos, principalmente, en la zona central del barrio. En tanto que la distribución de biodiversidad presenta un patrón un poco diferente a los anteriores con valores mayores en la zona periférica y menores en el interior del barrio. Es decir, se registra una distribución desigual de los valores de diversidad entre sus manzanas. Como fue mencionado anteriormente, la diversidad del arbolado viario existente en el área de estudio refleja buenos valores de índice de biodiversidad ( $H=2,84$ ) pero con una desigual distribución espacial. A su vez, la distribución del número de individuos repartida entre todas las especies censadas en el barrio Centro es muy heterogénea, ya que existen pocas especies con un gran número de individuos y la mayoría con poca cantidad de ejemplares. La presencia de ciertas especies con mayor dominancia numérica determina bajos valores de diversidad, por lo que sería necesario disminuir la dominancia, y conseguir una distribución más uniforme del número de ejemplares por especie en el citado barrio. Entonces se recomienda como una estrategia de planificación la no utilización de las especies dominantes en las nuevas plantaciones o en las reposiciones a los fines de generar una mayor diversidad en el bosque urbano.

Conocer sobre la biodiversidad vegetal existente en el barrio Centro constituye un elemento clave de gestión que provee información relevante para la elaboración de un adecuado plan de manejo del arbolado urbano público. En tal sentido, para realizar estudios de vegetación urbana es fundamental un enfoque integral que incluya las herramientas que proporciona la geomática, los índices de diversidad y los inventarios florísticos.

## REFERENCIAS

- BENEDETTI, G. M.; DUVAL, V. S.; CAMPO, A. M. Propuesta para el análisis de cobertura del arbolado urbano: caso de estudio: Pigué, provincia de Buenos Aires. **Proyección**, Mendoza, v. 10, n. 20, p. 244–258, 2016. Disponible en: <https://videla-rivero.bdigital.uncu.edu.ar/9187> . Accedido el: 12 abril de 2021.
- BLOOD, A.; STARR, G.; ESCOBEDO, F.; CHAPPELKA, A.; STAUDHAMMER, C. How do urban forests compare? Tree diversity in urban and periurban forests of the southeastern US. **Forests**, Washington, DC, v. 7, n. 6, p. 1–15, 120p, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/f7060120> . Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4907/7/6/120> . Accedido el: 16 de febrero de 2021.
- BOLETTA, P. E.; ACUÑA, L. R.; MOYA, M. L. J. **Análisis de las características climáticas de la Provincia de Santiago del Estero y comportamiento del tiempo durante la sequía de la campaña agrícola 1988/89**. Anuario (Argentina).

Santiago del Estero, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Universidad Nacional de Santiago del Estero, 1993.

BOLETTA, P. E.; RAVELO, A. C. La Deforestación y el Cambio del Uso de la Tierra en el Chaco Seco: Problemática de la Desertificación. En: RIVAS, J. A.; WERENITZKY, D. (Eds.), GIANNUZZO, A. N.; LUDUEÑA, M. E. (Comp.). **Cambios y problemas ambientales: Perspectivas para la acción**. Santiago del Estero, Argentina: Editorial Brujas, 2009. Capítulo 1, p. 153-176.

CABRERA, A. L. Fitogeografía de la República Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, Buenos Aires, v. 14, n 1-2, p. 1-50, 1971.

CASTILLO RODRÍGUEZ, L.; PASTRANA FALCÓN, J. C. Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido. **Arquitectura y Urbanismo**, La Habana, v. 36, n. 2, p. 93-118, 2015. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/au/v36n2/au07215.pdf>. Accedido el: 2 de noviembre de 2020.

CORDERO, P.; VANEGAS, S.; HERMIDA PALACIOS, M. A. La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador. **Maskana**, Ecuador, v. 6, n. 1, p. 107–130, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18537/mskn.06.01.09>. Disponible en: <https://publicaciones.ucuena.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/479>. Accedido el: 21 de marzo de 2021.

DUVAL, V. S.; BENEDETTI, G. M.; BAUDIS, K. El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina. **Investigaciones Geográficas**, Alicante, España, n. 73, p. 171–188, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.DBB>. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/176/17664443008/17664443008.pdf>. Accedido el: 22 de marzo de 2021.

FREITAS, S. R.; TAMBOSI, L. R.; GHILARDI-LOPES, N. P.; de SOUZA WERNECK, M. Spatial and temporal variation of potential resource availability provided by street trees in southeastern Brazil. **Urban Ecosystems**, Springer Nature, v. 23, n. 5, p. 1051-1062, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11252-020-00974-8>. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-020-00974-8>. Accedido el: 20 de marzo de 2021.

GONÇALVES, L. M.; dos SANTOS, L. S.; da SILVA MONTEIRO, P. H.; ROSAL, L. F. Entre a vegetação e o concreto: análise da arborização urbana nas praças do município de Castanhal, PA. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, Brasil, v. 32, n. 47, p. 1–13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.paam.2021.176557>. Disponible en: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/176557>. Accedido el: 20 de junio de 2021.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Versión 3.21. Oslo, Noruega. **Paleontología electrónica**, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2001.

HUNTE, N.; ROOPSIND, A.; ANSARI, A. A.; CAUGHLIN, T. T. Colonial history impacts urban tree species distribution in a tropical city. **Urban Forestry & Urban Greening**, Elsevier, v. 41, p. 313–322, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.010>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866718308343>. Accedido el: 18 de abril de 2021.

LEAL ELIZONDO, C. E.; LEAL ELIZONDO, N.; ALANÍS RODRÍGUEZ, E.; PEQUEÑO LEDEZMA, M. A.; MORA-OLIVO, A.; BUENDÍA RODRÍGUEZ, E. Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. **Revista mexicana de ciencias forestales**, Distrito Federal, México, v. 9, n. 48, p. 252–270, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322018000400252&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322018000400252&script=sci_abstract&lng=pt). Consultado el: 17 de marzo de 2021.

LEDESMA, M. **Arbolado público. Conceptos. Manejo**. Manfredi, Córdoba (Argentina): Ediciones INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) - Estación Experimental Agropecuaria, 2008.

LIN, J.; WANG, Q.; LI, X. Socioeconomic and spatial inequalities of street tree abundance, species diversity, and size structure in New York City. **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 206, p. 103–992, 2021.



DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103992> .

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204620314766>. Acessado em: 16 de abril de 2021.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey, United States of America: Princeton University Press, 1988.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, Elsevier, v. 127, n. 3, p. 247–260, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005> .

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320705003563>. Acessado em: 24 de novembro de 2020.

ORTIZ, N. L.; Luna, C. V. Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado urbano en la ciudad de Resistencia, Chaco - Argentina. **Agronomía & Ambiente**, Buenos Aires (Argentina), v. 39, n. 2, p. 54–68, 2019. ISSN 2344-9039 (en línea).

Disponível em: <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/97/93> . Acessado em: 2 de julho de 2021.

PLUMED, J.; COSTA, M. **Las palmeras: monografías botánicas**. Volumen 1. Valencia, España: Universitat de València E. G, 2013.

QUEIROZ, F. J.; MEDEIROS, J. F.; QUEIROZ, R. T. Floristic analysis in a toposequence of the municipality of serrinha dos pintos-state of rio grande do norte. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba (Brasil), v. 50, p. 03-22, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v49i0.66455> . Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/66455>. Acessado em: 3 de maio de 2021.

RILEY, C. B.; HERMS, D. A.; GARDINER, M. M. Exotic trees contribute to urban forest diversity and ecosystem services in inner-city Cleveland, OH. **Urban Forestry & Urban Greening**, Elsevier, v. 29, p. 1–10, 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2017.01.004> .

Disponível em: <https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/u.osu.edu/dist/c/47275/files/2018/02/Riley-et-al.-2017-1fdrd0a.pdf> . Acessado em: 4 de maio de 2021.

ROGER, E.; PALACIO, M.; CORIA, O.; DÍAZ, R. Notas sobre la flora urbana cultivada en la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. **Revista Multequina**, Mendoza (Argentina), v. 25, p. 29–41, 2016.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/428/42850021004.pdf> . Acessado em: 12 de junho de 2021.

SANTOS, L.; MIRA, A. P.; SOUSA, B.; de MAGALHÃES, A. P.; de SOUZA, R. T.; da SILVA E SILVA, B. M. Quali-quantitative diagnosis of urban arborization in the Pantanal neighborhood of the municipality of macapá, amapá, Brazil.

**Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Mato Grosso (Brasil), v. 9, n. 1, p. 76–85, 2021.

DOI: <http://10.31413/nativa.v9i1.10187>.

Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20210108400> . Acessado em: 4 de março de 2021.

SAX, D. F.; GAINES, S. D. Species diversity: from global decreases to local increases. **Trends in Ecology & Evolution**, Elsevier, v. 18, n. 11, p. 561–566, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00224-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00224-6).

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534703002246> . Acessado em: 20 de março de 2021.

TERRAZAS, T.; CORTÉS, M.; SEGURA, S.; TORRES, B.; OLALDE, I.; VILLASANA, L.; TAPIA, J. **La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto**. Distrito Federal, México: Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario - Universidad Nacional Autónoma de México, 1999.

VILLAVERDE, A.; MAZZUCCO, R.; VILLAVERDE, G. **Inventario del arbolado urbano público en el barrio Centro de la ciudad de Santiago del Estero**. Santiago del Estero (Argentina): Municipalidad de Santiago del Estero, 2010.

WHITTAKER, R. H. Evolution and Measurement of Species Diversity. **Taxon**, Washington, D.C., v. 21, n. (2-3), p. 213–251, 1972. DOI: <https://doi.org/10.2307/121819>.

