

# Arbolado urbano. Análisis de la composición y distribución en Mayor Villafañe, Formosa-Argentina

Orlando Daniel Merlo\*

Ana Marina Sanz\*\*

## Resumen

El elemento arbóreo en los contextos urbanos constituye un recurso importante por las funcionalidades que éste otorga, ya que la calidad de vida de los ciudadanos se encuentra influenciada, en gran medida por el estado y la abundancia de las áreas verdes existentes. El objetivo de esta investigación es determinar la composición y distribución del arbolado presente en las áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe, Formosa-Argentina. Para esto, se realizó el registro en las áreas verdes de la localidad, identificando las especies presentes, a lo que se agrega la geolocalización de cada ejemplar realizado con un GPS, para posteriormente ser trabajadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG). El total de ejemplares registrados fue de 322, correspondientes a 39 especies, y a 18 familias, en el conjunto de especies 18 son nativas, mientras 21 son introducidas. Esta situación es una réplica del contexto latinoamericano donde sobresalen en áreas verdes las especies foráneas. Se destaca la diversidad media-alta en cuanto a especies, como así también el empleo de los SIG, como herramientas de apoyo a la gestión de las ciudades, ya que contribuyen como herramientas indispensables para la planificación y el desarrollo de intervenciones interdisciplinarias.

**Palabras clave:** Áreas Verdes Urbanas, Espacio Público, SIG, Kernel.

## Urban trees: Analysis of composition and distribution in Mayor Villafañe, Formosa-Argentina

### Abstract

The arboreal element in urban contexts represents a valuable resource due to functions they provide, as the quality of life of city residents is largely influenced by the condition and abundance of existing green spaces. The objective of this research is to determine the composition and distribution of urban trees in the green areas of Mayor Villafañe, Argentina. For this purpose, a survey was conducted in the town's green spaces, identifying the present species and recording

<sup>o</sup> <https://doi.org/10.52292/j.rug.2025.34.1.0085>

\* Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Formosa. CONICET. [danielmerlo013@gmail.com](mailto:danielmerlo013@gmail.com)

\*\* Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Formosa. [anasanz826@gmail.com](mailto:anasanz826@gmail.com)

their geolocation using GPS technology, which was later processed in a GIS environment. A total of 322 individual trees were recorded, representing 39 species across 18 families. Among them, 18 species are native, while 21 are introduced. This scenario mirrors a broader pattern in Latin America, where non-native species tend to dominate urban green spaces. The findings highlight a medium to high level of species diversity, as well as relevance of using GIS as a support tool in urban management, contributing significantly to the planning and development of interdisciplinary interventions.

**Keywords:** Urban Green Areas, Public Space, GIS, Kernel.

## Introducción

En el presente, indagar cuestiones urbanas, no solo involucra el abordaje de los aspectos constructivos-materiales artificiales de las ciudades, sino que también requiere del estudio de los elementos naturales que la integran como el arbolado (urbano), sea la existencia de este por crecimiento espontáneo o sembrado por los habitantes, incluso si su presencia responde al desarrollo de planes o programas. La existencia del elemento arbóreo en las ciudades es un punto importante y merece ocupar un lugar destacado en la agenda de la gestión municipal, ya que estos elementos naturales brindan beneficios no solo ambientales, sino también sociales, económicos y materiales, como lo mencionan Merlo y Romero (2022):

La vegetación urbana embellece el paisaje (valor ornamental), y refuerza el patrimonio natural, como también contribuye a mejorar la calidad ambiental. Por medio de los árboles se logra reducir la contaminación (atmosférica y sonora), disminuir o atenuar la temperatura, proporcionar sombra, etcétera. (p. 126)

El objetivo de esta investigación es determinar la composición y distribución del arbolado presente en las áreas verdes urbanas de la localidad de Mayor Villafañe, Formosa-Argentina. Así, se pretende generar información relevante para futuros proyectos de intervención urbana en materia de arbolado urbano, especialmente en la selección adecuada de especies de acuerdo con sus funciones o servicios, según los espacios verdes a intervenir y los recursos disponibles. Para lograr este objetivo, se propone la implementación de inventarios de arbolado, los que constituyen una herramienta eficaz para el registro y análisis de las especies presentes, que complementados con herramientas geotecnológicas como los SIG, permiten una mejor comprensión de la distribución del arbolado. Además, para profundizar el análisis espacial se emplearon técnicas como la estimación de kernel que contribuye a la identificación de la densidad del arbolado y cálculos de frecuencia absoluta y relativa que aportan una visión del total registrado y su proporción en relación con las especies presentes. La utilización de estas metodologías en conjunto fomenta la planificación de acciones informadas para la gestión del arbolado urbano y de las ciudades.

Las investigaciones que comprenden al arbolado urbano, sea este el presente en espacios verdes o el viario (de alineación), durante las últimas décadas han cobrado una gran relevancia en la República Argentina, principalmente en términos de ecología urbana, por mencionar algunas en la temática como Benedetti y Campo de Ferreras (2007), Castela y Fritschy (2019), Duval et al. (2020), Rossini (2021), entre otros. En el contexto latinoamericano, la trayectoria de la temática es más amplia sobre todo en países como México y Colombia, cuyos abordajes comprenden la diversidad biológica y, en ocasiones, el estado fitosanitario del elemento arbóreo. Sin embargo, los estudios que involucran la identificación de áreas con baja o nula presencia de árboles es materia pendiente, y es por esto que el uso

de la función de kernel, se corresponde con acciones técnicas que contribuyen a justificar y aportan rigor científico a la toma de decisiones.

### **Acerca del arbolado urbano y los espacios verdes urbanos**

Las áreas verdes desempeñan un papel esencial en la mejora de la calidad ambiental de los entornos urbanos, debido a que estos espacios, ubicados dentro de las ciudades, poseen un alto porcentaje de cobertura vegetal. Dichas características, se relacionan de manera directa con la salud y el bienestar de la población, lo que repercute significativamente en la calidad de vida; de ahí la importancia del elemento arbóreo en las ciudades.

Se entiende por arbolado urbano a lo definido por Tovar-Corzo (2007) como: “conjunto de plantas de las especies correspondientes a los biotipos árbol, arbusto, palma o helecho arborescente, ubicados en suelo urbano” (p. 173). De este modo, se constituye por el total de elementos arbóreos existentes en el tejido urbano, tanto a los situados en los espacios públicos como en los privados, de los que también se consideran los beneficios que proveen. Por lo tanto, el arbolado es un componente esencial para las ciudades debido a los numerosos beneficios ambientales, sociales y económicos que pueden proporcionar y que se detallan a continuación:

- Regulación del microclima urbano: ayudan a moderar las temperaturas en las ciudades, al reducir el efecto de isla de calor urbano mediante la sombra y la evapotranspiración.
- Mejora de la calidad del aire: actúan como filtros naturales, al atrapar partículas de polvo y contaminantes atmosféricos, lo que mejora significativamente la calidad del aire.
- Gestión del agua: las raíces absorben el agua de lluvia, y reduce la escorrentía superficial.
- Conservación de la biodiversidad: proporcionan hábitat y refugio para una amplia variedad de especies de flora y fauna, lo que favorece la biodiversidad urbana.
- Bienestar y salud pública: la presencia de árboles y espacios verdes está asociada con una mejora en el bienestar físico y psicológico de las personas, lo que reduce el estrés y fomenta el desarrollo de actividades recreativas.
- Mitigación del ruido: pueden actuar como barreras naturales que absorben y atenúan el ruido urbano, lo que crea ambientes más tranquilos y habitables.
- Beneficios sociales: en salud, recreación, cultura, y educación.

Por lo mencionado, se puede hablar del arbolado en términos de servicios ecosistémicos (Boyd y Banzhaf, 2007, como se citó en Rojas-Padilla y Pérez-Rincón, 2013) expresan que son “componentes de la naturaleza directamente consumidos,

disfrutados o utilizados para producir bienestar humano” (p. 36). El servicio que ofrecen los árboles debe ser considerado como uno más de las múltiples prestaciones que deben ofrecer y garantizar los gobiernos locales. A raíz de esto, se puede decir que las áreas verdes ofrecen la mayor presencia (o al menos se supone), de elementos naturales consignados en un mismo lugar dentro de los espacios urbanos. Según Meza-Aguilar y Velázquez-Ramírez (2020), las áreas verdes urbanas (ÁVU) son:

Un conjunto de espacios dentro de la ciudad cubiertos en su mayor superficie con vegetación, la que comprende, en su mayoría, plantas cultivadas por el hombre e introducidas desde otros lugares del mundo (exóticas), unas pocas especies nativas, y también una gran cantidad de especies herbáceas espontáneas. (p. 186)

Desde una perspectiva urbanística, Corti (2015) expresa que el espacio verde es un “espacio abierto donde predomina la función ecológica, con suelo predominantemente natural y eventual presencia de vegetación” (p. 19). Esta última, cobra relevancia ya que, en la actualidad, la presencia de ÁVU se posiciona como un instrumento de desarrollo interno en los medios urbanos de distintas escalas.

### **Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sus aportes a la gestión de la vegetación urbana**

El arbolado presente en parques, plazas y otros espacios verdes, conjuntamente con el arbolado lineal de calles y avenidas, constituye el principal componente vegetal que fomenta la biodiversidad en contextos artificiales. En ese sentido, el análisis de las áreas verdes dentro de las ciudades adquiere una importancia creciente, tanto para los organismos encargados de su gestión como para la población en general.

A partir de esta perspectiva, la gestión del arbolado urbano, tanto en general como de manera particular en los espacios verdes (por ejemplo, plazas y parques), precisa la elaboración de un inventario que incluya parámetros propios de los árboles, del sitio y de los factores ambientales que los condicionan. Esta labor resulta fundamental para obtener información cuantitativa y cualitativa que permita diagnosticar el estado de la vegetación urbana. De este modo, los censos constituyen una herramienta esencial para la adecuada gestión, ya que registran datos relativos a la especie, edad, dimensiones, estado sanitario, rasgos particulares del ejemplar, problemas detectados, historial de manejo y posibles situaciones de riesgo, entre otros aspectos (Ledezma, 2008).

Colberg (como se citó en Martínez-Trinidad e Islas-Rodríguez, 2008) señala que las bases de datos adquieren mayor relevancia con el uso de los SIG, y agrega que:

La ubicación e incorporación de información adicional del arbolado al usar un SIG es una de las principales ventajas. El procesamiento de la infor-

mación se realiza a través de la creación de mapas de áreas de interés, uso de búsquedas y actualización de la información de una manera práctica y sencilla. (p. 19)

Los SIG constituyen una herramienta de suma relevancia en la gestión urbana, particularmente en lo referido al manejo del arbolado público de los espacios verdes, aunque su utilidad se extiende también al arbolado de alineación o viario. En este sentido, Pauleit y Duhme (como se citó en Martínez-Trinidad e Islas-Rodríguez, 2008) señalan que “el propósito final de usar SIG es desarrollar un plan de manejo de bosques urbanos, el cual requiere de un conocimiento integral” (p. 21). De este modo, quienes tienen a su cargo la gestión urbana del arbolado precisan identificar condiciones de riesgo, entendidas como aquellas que pueden generar problemas potenciales para la población, las edificaciones y otro tipo de bienes sociales o privados. Por lo que, cabe subrayar los desafíos que implican, para las autoridades competentes, la detección de las transformaciones en el paisaje y la comprensión de su naturaleza. En este contexto, el empleo de los SIG se torna fundamental pues proporciona un enfoque integral que facilita un mayor nivel de análisis y, a la vez, posibilita una planificación más sólida para el manejo, el mantenimiento y la protección de los ejemplares, así como de las áreas arboladas (Martínez-Trinidad e Islas-Rodríguez, 2008).

El desarrollo de los programas informáticos ha permitido utilizarlos como herramientas de apoyo en la toma de decisiones y en la resolución de problemáticas asociadas. De manera amplia, la aplicación de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en el ámbito del arbolado urbano puede prevenir incidentes graves y costosos en las ciudades, tales como la rotura de cañerías por efecto de las raíces o la caída de ramas y/o árboles sobre los ciudadanos o bienes materiales (vehículos, inmuebles, etc.). Asimismo, se considera que el arbolado urbano posee un gran potencial de mejora al incorporar tecnologías más avanzadas, un hecho que ya ha sido demostrado en algunas urbes que emplean SIG para fusionar datos geoespaciales y generar análisis mediante la elaboración de cartografía (Merlo, 2021).

En otro orden de ideas, el auge en la expansión urbana intensificó el interés por investigar y gestionar de manera sostenible el arbolado, tanto dentro de las ciudades como en su periferia. En este escenario, la planificación y el manejo de las masas arbóreas mediante SIG han arrojado importantes resultados para digitalizar sus características inherentes, generar inventarios y producir información espacial aplicable a la toma de decisiones en los entornos urbanos. A su vez, impulsa la formulación de planes de desarrollo y mantenimiento destinados a la conservación y el mejoramiento de las áreas verdes (Pérez-Miranda et al., 2018).

En consonancia con lo expuesto, los SIG cumplen una función primordial en el diseño de planes de manejo flexibles que facilitan la ordenación urbana y permiten la realización de estudios periódicos. Dichos sistemas brindan la capacidad de actualizar los datos de manera ágil y económica, dando respuesta de forma efectiva a las exigencias actuales. En consecuencia, los SIG se constituyen en

una herramienta esencial para planificadores y administradores, al favorecer el entendimiento y promover una gestión más eficiente de los recursos arbóreos en ámbitos urbanos.

### Área de estudio

La ciudad de Mayor Villafañe se encuentra en el sudeste de la provincia de Formosa, Argentina, en el departamento Pirané, ubicada a los 26°12'17.87" sur y 59°4'49.02" oeste (Fig. 1). Este contexto ambiental la ubica en el Gran Chaco, específicamente en la ecorregión del Chaco húmedo, caracterizada por una vasta planicie con ligera pendiente hacia el este, con numerosas áreas deprimidas que forman esteros y cañadas. Debido a su ubicación geográfica, el clima es cálido subtropical con una temperatura media anual de alrededor de 23 °C y precipitaciones que alcanzan los 1300 mm al año. Estas condiciones determinan la vegetación, que presenta bosques de albardones compuestos principalmente por *Schinopsis balansae*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Myracrodruon balansae*, *Handroanthus heptaphyllus* y *Libidibia paraguariensis*. En los interfluvios se encuentran diversas fisonomías vegetales, como bosques bajos y densos o abiertos que bordean los esteros y cañadas con especies como *Prosopis sp.* y *Chloroleucon tenuiflorum*. Además, existen pastizales con diversas herbáceas, frecuentemente acompañados por las especies arbóreas mencionadas, dando origen a sabanas (Merlo, 2021).



**Figura 1.** Localización del área de estudio y de las áreas verdes urbanas. Fuente: elaboración propia.

El área de estudio registró una población de 6.334 habitantes de acuerdo con los resultados definitivos del censo del año 2022 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024). A su vez, en su estructura urbana, se identifican 3 ÁVU, las que representan espacios claves para el análisis del arbolado urbano en términos de

composición y distribución (Fig. 1). Estos espacios cobran importancia por poner en contacto a la población con la naturaleza, quienes además se proveen de las funcionalidades propias de los espacios verdes, como la recreación, a lo que se agrega la estética del paisaje y otras funciones como la provisión de sombra. En este sentido, se entiende que este artículo pone de relieve la importancia de estas zonas como componentes vitales del entramado urbano, cuyo análisis permitirá sentar las bases para un desarrollo más armónico y sostenible en el ámbito local.

## **Materiales y métodos**

### **Censo y registro del arbolado**

En el marco del presente estudio, se demostró imprescindible llevar a cabo un trabajo de campo en las ÁVU de Mayor Villafañe, específicamente en los espacios denominados Independencia, Eva Perón y Soberanía, donde se procedió al relevamiento de las especies arbóreas. Como consecuencia, dicha fase implicó la recopilación de información mediante el uso de una planilla, la cual constituyó el registro del arbolado existente en cada uno de estos sectores.

El censo se desarrolló en dos momentos distintos: el primero, en febrero de 2021, y el segundo, en junio de 2022. El registro se basó en la elaboración de un listado de los ejemplares presentes en cada lugar; de manera que el inventario se centra en tres aspectos fundamentales: el nombre común, la familia botánica y la denominación científica. A partir de los datos fue posible determinar el área de distribución natural de las especies, clasificándolas como nativas o introducidas.

Durante un relevamiento de la vegetación urbana Plumed y Costa (2013, como se citó en Arias y Celemín, 2021) consideran que es posible clasificar los ejemplares en función de su porte, donde se distinguen árboles y palmeras. En el caso de estas últimas, al ser plantas de crecimiento primario con un estípote conformado por elementos lignificados y sólidos que les otorgan apariencia troncal, se incorporan a los inventarios. Además, suelen rematarse en una corona de hojas, asemejándose a la copa de un árbol.

### **Reconocimiento e identificación del arbolado**

La identificación de las especies presentes en las áreas verdes se llevó a cabo mediante la observación directa de sus rasgos morfológicos (hojas, corteza, flores y frutos, si se hallaban presentes al momento del registro). Asimismo, se recurrió a la consulta de bibliografía especializada con el fin de precisar la nomenclatura científica de los ejemplares relevados. Además, se emplearon bases de datos digitales, entre ellas ArgentiNat, Instituto de Botánica Darwinion - Flora Argentina y Real Jardín Botánico de Kew (Royal Botanic Gardens, Kew, s.f.).

### Análisis y cálculos (índice de diversidad)

Con el propósito de examinar la composición del arbolado en las ÁVU de Mayor Villafañe, se calcularon la abundancia absoluta y relativa, además de la frecuencia absoluta y relativa de las distintas especies registradas. Para cada especie se determinó su abundancia (de acuerdo con el número de árboles) y su frecuencia (con base en su presencia en los sitios de estudio). Luego, se estimó la diversidad del arbolado para lo que se consideraron la riqueza y la equidad, a través del índice de Shannon-Wiener, conocido también como índice de diversidad de Shannon. Éste es una medida utilizada para cuantificar la diversidad de especies, que conjuga la riqueza de ejemplares (número total de especies), con la equitatividad (uniformidad en la distribución de los individuos). Los valores resultantes cercanos a 0 indican una baja diversidad, mientras que los valores próximos a 3,5 revelan una alta variedad. Entonces, las ecuaciones se resumen en la Tabla I.

Abundancia		Frecuencia		Índice de Shannon-Wiener
Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
$A_{i=N_i/S}$	$AR_{i=\left(\frac{\sum_{i=1..n} A_i}{\sum_i}\right) \cdot 100}$	$F_i=P_i/NS$	$FR_{i=\left(\frac{F_i/\sum_{i=1..n} F_i}{\sum_{i=1..n} F_i}\right) \cdot 100}$	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$
<p><i>ARi</i> es la abundancia relativa de la especie <i>i</i> respecto a la abundancia total.  <i>Ai</i> es abundancia absoluta de la especie <i>i</i> (N ha-1).</p>		<p><i>Fi</i> es frecuencia absoluta (porcentaje de presencia en los sitios de muestreo)  <i>fi</i> número de sitios en la que está presente la especie <i>i</i>.  <i>N</i> es el número de sitios de muestreo.  <i>FRi</i> es la frecuencia relativa de la especie <i>i</i> respecto a la frecuencia total.</p>		<p><i>S</i> es el número de especies presentes.  <i>N</i> el número total de individuos.  <i>ni</i> el número de individuos de la especie <i>i</i>.  <i>Pi</i> es la proporción de individuos de la especie "i" respecto al total (N), calculada como ni/N.</p>

**Tabla I.** Ecuaciones de Abundancia, Frecuencia e Índice de Shannon-Wiener. Fuente: elaboración propia sobre la base de Arias y Celemín (2021) y Bonilla-Vichot y Crespo (2019).

### Elaboración cartográfica

Con la gestión y el tratamiento de los datos recolectados en campo, se confeccionaron tablas y figuras que simplificaron el análisis de la información. Se añadió la geolocalización de cada individuo, dato esencial para la confección cartográfica sobre la distribución interna en cada uno de los espacios urbanos considerados. Para ello, se empleó un receptor GPS (*Garmin etrex 10*), y se registraron los datos en el sistema de referencia de coordenadas WGS-84. Sin embargo, al ser incorpo-

rados a *software* SIG se re proyectaron a EPSG: 5347 POSGAR 2007 - Argentina 5. Esto implicó el paso de los datos georreferenciados, de coordenadas geográficas a coordenadas planas, lo que fue necesario para el uso de estimación de kernel y el posterior procesamiento. En cuanto a la producción cartográfica, se utilizaron los programas QGIS y ArcGIS para generar mapas temáticos que evidenciaron la distribución espacial de las especies arbóreas en los espacios verdes urbanos de la localidad de Villafañe.

El uso de estimación de kernel permitió calcular la asociación de las entidades en la proximidad (vecindad). En este sentido, el objetivo de emplear dicha técnica fue obtener la frecuencia diferencial de un hecho geográfico, resultando el concepto de densidad clave en el análisis. Por lo tanto, los estudios de las distribuciones espaciales se vinculan al valor o el número de veces que se presenta un objeto o evento en determinado espacio. En *ArcGIS*, la herramienta *Spatial Analyst* posibilita la utilización de la función cuadrática de kernel, donde conceptualmente se ajusta un área curva uniforme sobre cada entidad. El valor de superficie es más alto en la ubicación del punto y disminuye a medida que aumenta la distancia desde el objeto y alcanza cero en el borde del radio de búsqueda (Fuenzalida y Cobs, 2013; ESRI, 2024).

La elaboración de cartografías temáticas en espacios verdes públicos tiene como propósito fundamental delinear modelos de distribución espacial, lo cual requiere tanto la cuantificación de los recursos disponibles como la identificación de las zonas factibles de arborizar.

El empleo de densidad de kernel tiene como fin detectar patrones espaciales. Este procedimiento calcula la densidad de eventos -en este caso, individuos arbóreos- en torno a cada punto, ponderando la distancia y se estableció para la presente investigación un radio de 15 metros. De esta manera, los valores elevados señalan el agrupamiento o “zonas calientes” de los elementos, mientras que los bajos valores, reflejan escasa o nula concentración de árboles. Así, la aspiración principal del uso de estimación de kernel radica en determinar aquellos espacios que puedan ser forestados, ya que el arbolado constituye un componente esencial en el paisaje urbano al embellecer el entorno y aportar confort.

## Resultados

### Composición y distribución del arbolado en las ÁVU

A partir del relevamiento de los elementos arbóreos realizado en las áreas verdes de Mayor Villafañe (Fig. 2, 3 y 4) se contabilizó la presencia de 39 especies, las que suman un total de 322 individuos y, a su vez, conjugan a 18 familias (Tabla II).



**Figura 2:** Vista parcial plaza Independencia-Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: fotografía de Merlo (2025).



**Figura 3.** Vista parcial plazoleta Eva Perón-Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: fotografía de Merlo (2025).



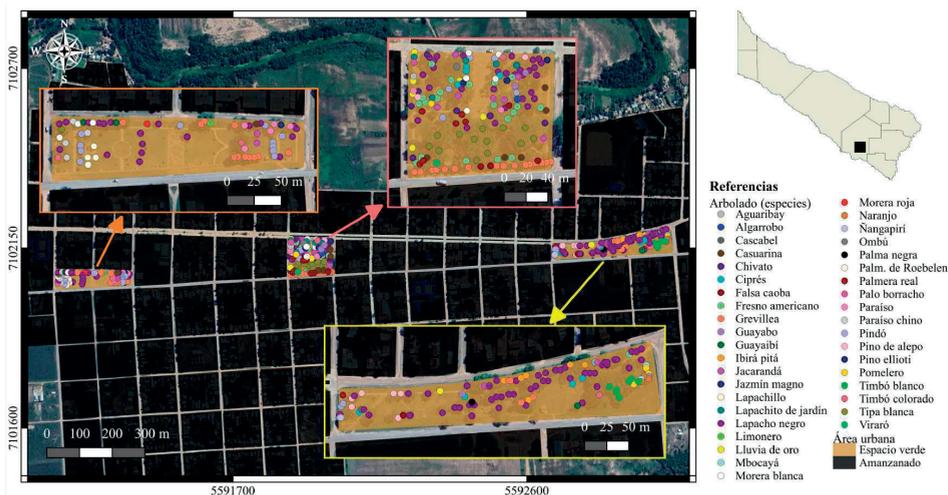
**Figura 4:** Vista parcial plaza de la Soberanía-Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: fotografía de Merlo (2025).

El lapacho negro (31,3 %), la grevillea (9,3 %) y el fresno americano (6,8 %) destacan por su alto número de ejemplares, y constituye en su conjunto el 47 % del total de individuos, es decir, la abundancia relativa (Tabla III). Mientras que la Figura 5 ilustra la distribución espacial de estas especies en las áreas evaluadas.

Familia	Nombre científico	Especie	Cantidad total (ejemplares)	Cantidad (individuos por familia)	Cantidad (especies por familia)
	<i>Albizia inundata</i>	Timbó blanco	7		
	<i>Peltophorum dubium</i>	Ibirá puitá	6		
	<i>Bauhinia variegata</i>	Falsa caoba	5		
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó colorado	4		
	<i>Tipuana tipu</i>	Tipa blanca	14		
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Chivato	8	57	10
	<i>Laburnum anagyroides</i>	Lluvia de oro	7		
	<i>Prosopis sp.</i>	Algarrobo	1		
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Lapachillo	4		
	<i>Pterogyne nitens</i>	Viraró	1		

Familia	Nombre científico	Especie	Cantidad total (ejemplares)	Cantidad (individuos por familia)	Cantidad (especies por familia)
Aracaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Mbocayá	2	32	5
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Pindó	18		
	<i>Roystonea regia</i>	Palmera real	7		
	<i>Copernicia alba</i>	Palma negra	1		
	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palmera de roebelen	4		
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Lapacho negro	101	117	3
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	11		
	<i>Tecoma stans</i>	Lapachito de jardín	5		
Rutaceae	<i>Citrus × sinensis</i>	Naranjo	3	8	3
	<i>Citrus x paradisi</i>	Pomelero	4		
	<i>Citrus limon</i>	Limonero	1		
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	4	6	2
	<i>Eugenia uniflora</i>	Ñangapirí	2		
Oleaceae	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Fresno americano	22	22	1
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	Grevillea	30	30	1
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>	Guayaibí	3	3	1
	<i>Thevetia ovata</i>	Cascabel	1		
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Jazmín magno	1	2	2
	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés	8		
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	Pino de alepo	8	11	2
	<i>Pinus eliottii</i>	Pino elioti	3		
Moraceae	<i>Morus alba</i>	Morena blanca	5	6	2
	<i>Morus rubra</i>	Morera roja	1		
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Ombú	1	1	1
Malvaceae	<i>Ceiba chodatii</i>	Palo borracho	1	1	1
Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Casuarina	6	6	1
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Paraíso	7	7	1
Anacardiaceae	<i>Schinus areira</i>	Aguaribay	1	1	1
Sapindaceae	<i>Koelreuteria bipinnata</i>	Paraíso chino	4	4	1

**Tabla II.** Registro de ejemplares arbóreos en las áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.



**Figura 5.** Distribución de especies en áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en relación con la diversidad de especies presentes en las ÁVU, el valor resultante del índice de Shannon-Wiener es  $H' = 2,83$ . Esto quiere decir que las áreas verdes de Mayor Villafañe en su conjunto presentan un valor medio-alto en diversidad de especies arbóreas, y se traduce en una diversidad moderada a alta reflejando un equilibrio saludable entre las especies, lo cual es positivo para la estabilidad del ecosistema natural en el medio urbano.

Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	101	31,37	100	4,76
<i>Grevillea robusta</i>	30	9,32	100	4,76
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	22	6,83	66,67	3,17
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	18	5,59	100	4,76
<i>Tipuana tipu</i>	14	4,35	66,67	3,17
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	11	3,42	100	4,76
<i>Delonix regia</i>	8	2,48	66,67	3,17
<i>Cupressus sempervirens</i>	8	2,48	66,67	3,17
<i>Pinus halepensis</i>	8	2,48	66,67	3,17
<i>Albizia inundata</i>	7	2,17	33,33	1,59
<i>Laburnum anagyroides</i>	7	2,17	66,67	3,17
<i>Roystonea regia</i>	7	2,17	66,67	3,17
<i>Melia azedarach</i>	7	2,17	66,67	3,17

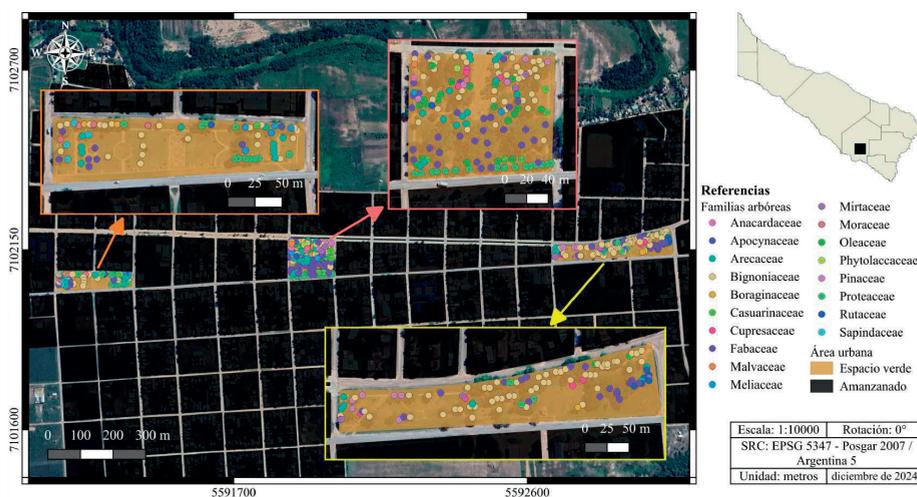
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
<i>Peltophorum dubium</i>	6	1,86	33,33	1,59
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	6	1,86	66,67	3,17
<i>Bauhinia variegata</i>	5	1,55	66,67	3,17
<i>Tecoma stans</i>	5	1,55	33,33	1,59
<i>Morus alba</i>	5	1,55	66,67	3,17
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	4	1,24	100	4,76
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	4	1,24	33,33	1,59
<i>Phoenix roebelenii</i>	4	1,24	33,33	1,59
<i>Citrus x paradisi</i>	4	1,24	66,67	3,17
<i>Psidium guajava</i>	4	1,24	66,67	3,17
<i>Koelreuteria bipinnata</i>	4	1,24	33,33	1,59
<i>Citrus × sinensis</i>	3	0,93	33,33	1,59
<i>Patagonula americana</i>	3	0,93	66,67	3,17
<i>Pinus elliotii</i>	3	0,93	33,33	1,59
<i>Acrocomia aculeata</i>	2	0,62	33,33	1,59
<i>Eugenia uniflora</i>	2	0,62	33,33	1,59
<i>Prosopis sp.</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Pterogyne nitens</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Copernicia alba</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Citrus limon</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Thevetia ovata</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Plumeria rubra</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Morus rubra</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Phytolacca dioica</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Ceiba chodatii</i>	1	0,31	33,33	1,59
<i>Schinus areira</i>	1	0,31	33,33	1,59
<b>Total</b>	<b>322</b>	<b>100</b>	<b>2100</b>	<b>100</b>

**Tabla III.** Abundancia y frecuencia (absoluta y relativa) en áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.

El recuento de especies y el número de ejemplares que habitan las ÁVU constituye un indicador esencial para valorar la diversidad florística existente. En lo referente a su distribución, se observó una hilera de grevillea en el sector sur de la plaza Independencia, la cual constituye el único patrón de siembra intencional identificado. No obstante, a grandes rasgos no se advirtió una disposición sistemática

de los árboles, salvo por dicha barrera de grevillea, cuya función se presume está asociada a la protección contra los vientos que soplan desde el sur.

Por otra parte, en cuanto a las familias arbóreas (Tabla II) y su distribución (Fig. 6), Bignoniaceae y Fabaceae se distinguen con 117 y 57 ejemplares, respectivamente (36 y 17 %), seguidas de Arecaceae con 32 individuos (10 %). En conjunto, estas tres familias abarcan el 63 % del total de los ejemplares registrados. Asimismo, adquiere relevancia la presencia de Proteaceae y Oleaceae, cada una representada por una sola especie, *Grevillea robusta* en el primer caso y *Fraxinus pennsylvanica* en el segundo.



**Figura 6.** Distribución de familias arbóreas en áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.

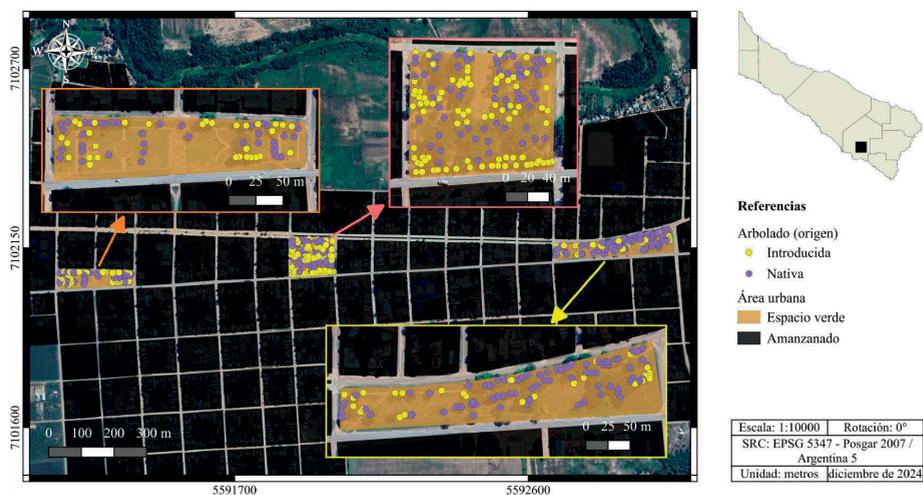
El relevamiento para determinar el conjunto de especies presentes en las mencionadas áreas verdes de Mayor Villafañe permitió clasificar a los ejemplares de acuerdo con su origen geográfico, distinguiéndose entre nativos (o autóctonos) y exóticos (o introducidos) (Tabla IV; Fig. 7). El análisis indicó que 21 especies (53,8 %) revisten carácter de exóticas, mientras que 18 (46,2 %) pertenecen a la flora autóctona de la República Argentina, aunque con procedencias diversas dentro del territorio nacional. Estos resultados evidenciaron una ligera preponderancia de los ejemplares introducidos con respecto a los nativos.

Origen	Cantidad de especies	Cantidad de individuos
Especies nativas	18	183
Especies introducidas	21	139
Cantidad registrada	39	322

**Tabla IV.** Origen por especies e individuos (en cantidad) en las áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las especies nativas, destacan el *Handroanthus heptaphyllus* (lapacho negro), *Syagrus romanzoffiana* (pindó), *Tipuana tipu* (tipa blanca) y *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá). Por su parte, entre las introducidas prevalecen *Grevillea robusta* (grevillea), *Fraxinus pennsylvanica* (fresno americano) y *Delonix regia* (chivato), tal como se constata en las Tablas II y III.

Al analizar la cantidad de árboles de acuerdo con su origen, se evaluó que las nativas son preponderantes por sobre las introducidas, 183 (56,8 %), y 139 (43,2 %) respectivamente. Esta mayor presencia, en el área de estudio, de especies foráneas por sobre autóctonas es una situación generalizada en el contexto latinoamericano, como lo ilustran Bonilla-Vichot y Crespo (2019) en un estudio del arbolado urbano en Hermanos Cruz de Pinal del Río (Cuba) al referirse al origen geográfico mencionan que predominan las especies introducidas tanto para los árboles como para los arbustos. Y plantean que los resultados de dicha investigación son similares a los obtenidos por Sosa-López et al. (2011) sobre un diagnóstico de la situación del arbolado urbano en la ciudad de Guisa (Cuba). De forma general, esta situación se replica en diferentes ciudades latinoamericanas por la fácil obtención y crecimiento de las especies exóticas.

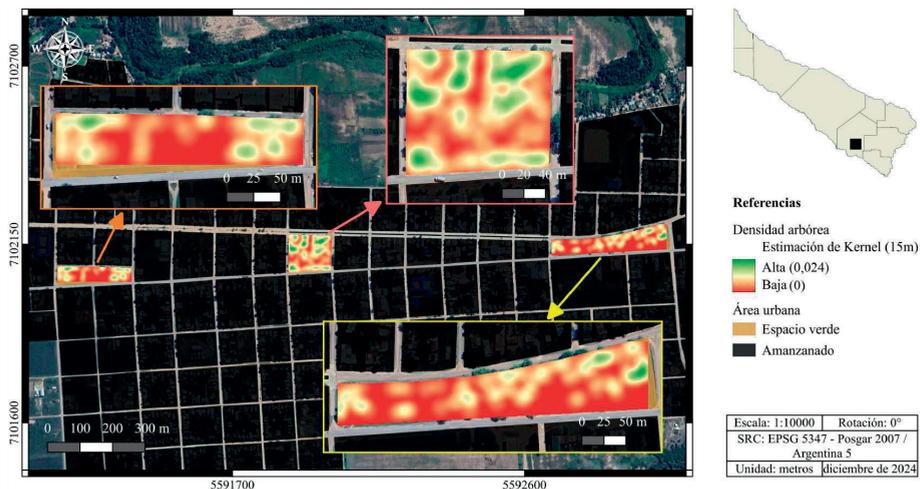


**Figura 7.** Distribución de elementos arbóreos según origen (nativos/introducidos) en áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.

## SIG y cartografía

A partir del análisis, se identificaron zonas dentro de los espacios verdes que mostraron mayor densidad de árboles (representadas en color verde en la Fig. 8), en contraposición con aquellas donde prácticamente no existió presencia arbórea (en color rojo). Cabe señalar que la escasez de ejemplares en ciertos sectores se relaciona, por lo general, con la ubicación de juegos infantiles, instalaciones para

eventos y sanitarios, por lo que, al considerar la existencia de estas estructuras, resulta evidente que algunos espacios requieren intervenciones de arboricultura.



**Figura 8.** Densidad de kernel (radio: 15 metros) en áreas verdes urbanas de Mayor Villafañe (Formosa, Argentina). Fuente: elaboración propia.

Los resultados de estimación de kernel permitieron identificar áreas donde la presencia de vegetación arbórea es nula o escasa, lo que pone de manifiesto la necesidad de formular planes de manejo o proyectos de forestación que contribuyan a mejorar las condiciones ambientales en las ciudades.

Entonces, es preciso que la gestión de los elementos naturales en las ciudades a través de estrategias de gestión y desarrollo del arbolado que fomenten la arboricultura de los ejemplares autóctonos, en apoyo al conocimiento, la identidad y la propia capacidad adaptativa ecológica que poseen los ejemplares, por lo que la temática desarrollada, debe formar parte de la planificación de los espacios urbanos. Así, como lo mencionan Merlo y Romero (2022):

La planeación urbana es la ordenación del espacio urbano, donde a partir de determinados criterios se definen los usos más adecuados para cada parcela de este espacio y en este sentido se puede hablar de una escala local de planificación desarrollado por las administraciones locales (municipales), donde los espacios verdes en general y el arbolado en particular, cobran gran importancia ya que, mediante programas adecuados debe maximizarse la utilización de los recursos para generar contextos urbanos más adecuados. (p. 129)

Por lo expresado, cobra una significativa importancia la posibilidad de realizar controles frecuentes y constituir un registro de las especies que conforman el arbolado urbano, especialmente el presente en espacios verdes, por parte de la gobernanza local, a fin de prever actuaciones que afecten a los mismos. En vista de que, el arbolado se constituye como un elemento sustancial de la sostenibilidad ambiental de los entornos urbanos, el árbol tiene que ser entendido como un bien común que debe ser

protegido, de allí deriva la preponderancia que poseen los trabajos con la temática estudiada. De este modo, se piensa como necesaria la búsqueda de un equilibrio entre el progresivo desarrollo urbano y los componentes naturales.

### **Acerca de los planes de manejo del arbolado**

En base a los resultados del análisis del arbolado, se evidenció que la ciudad contemporánea en general exige la implementación de un **plan de manejo** para el componente vegetal, el cual, según Ledesma (2008) se describe como “un plan maestro de gestión municipal, en el que se consigna el marco legal, técnico y operativo para el manejo del arbolado” (p. 21). Estos programas deben considerar a todos los espacios públicos, principalmente al arbolado viario y al presente en los espacios verdes, donde la infraestructura natural encuentra su máxima expresión en los contextos urbanos.

En este caso, se hace referencia de manera particular al arbolado en áreas verdes, por lo que para llevar adelante un plan o programa de manejo de dicho elemento, se deben considerar los múltiples factores que influyen en la cantidad potencial y en las distancias que debería existir entre cada ejemplar, lo que dependerá por ejemplo de las dimensiones de los espacios disponibles para arboricultura, del tamaño o dimensión de la especie, de la presencia de algún tipo de infraestructura propia de los espacios públicos, entre otras. Así, se conciben las siguientes recomendaciones:

- Incrementar la proporción de especies nativas en las futuras intervenciones, priorizando aquellas con menor abundancia relativa.
- Diseñar planes de manejo integrales que consideren tanto los aspectos ecológicos como sociales del arbolado urbano.
- Implementar monitoreos periódicos utilizando SIG, técnicas de análisis espacial, y procesamiento de imágenes satelitales, por ejemplo, el Índice de Vegetación Normalizada (NDVI) para garantizar una gestión flexible y basada en datos concretos.
- Fomentar la participación ciudadana en la conservación y manejo, para promover la educación ambiental y el reconocimiento del valor de las especies nativas.

### **Discusión**

Se considera que, en términos de diversidad ecológica, sustentado en el índice de Shannon, se presentó una variedad media con tendencia a alta en las ÁVU de Mayor Villafañe, aunque se advierte que existe una gran preponderancia de la especie *Handroanthus heptaphyllus*. Por lo tanto, la equitatividad en el conjunto del arbolado se encuentra fuera de equilibrio o de un escenario ideal. Se puede deducir que la predominancia del lapacho negro refleja posibles falencias

en la gestión del elemento arbóreo, limitaciones en la disponibilidad de especies, inconvenientes en los procesos de producción, preferencias marcadas por el uso de ciertas especies o un conocimiento insuficiente por parte de los responsables municipales y de la ciudadanía acerca de las especies más adecuadas para su plantación.

La situación identificada en las ÁVU de Mayor Villafañe permite inferir que existe una gran estabilidad ecosistémica lo que atenúa las posibilidades de amenazas ecológicas al arbolado. En esta línea, se suscribe a las posturas de otras investigaciones realizadas en Latinoamérica, donde para garantizar una adecuada diversidad florística, ninguna especie debería superar el 5 % de la población arbórea total (Terrazas et al., 1999, como se citó en Arias y Celemín, 2021). Otros autores recomiendan desde un enfoque estético y fitosanitario, que cada especie no exceda entre el 10 y el 15 % del conjunto arbóreo (Villaverde et al., 2010, como se citó en Arias y Celemín, 2015). Finalmente, Ledesma (2008) sostiene que ninguna especie debería registrar una presencia superior al 15 o 20 %, dado que la diversificación específica enriquece el patrimonio botánico y paisajístico, al tiempo que contribuye a prevenir la aparición y propagación de plagas.

Se evidenció una marcada presencia de especies no autóctonas, lo que plantea interrogantes sobre las implicancias ecológicas y funcionales de la composición en el equilibrio de los ecosistemas urbanos. Esta preponderancia es una situación observada en otras investigaciones realizadas en nuestro país, donde autores como Bender et al. (2021) observaron que el 74 % son especies introducidas en la ciudad de Esperanza-Santa Fe. En esta misma línea, Arias et al. (2020) identificaron 50 especies de igual condición lo que representó al 68,5 % del total de especies registradas en la ciudad de Santiago del Estero. Igualmente, Ortiz y Luna (2019), en un estudio realizado en Resistencia-Chaco, evidenciaron que el 69 % (94 especies) corresponden a elementos arbóreos de diversos orígenes. Al mismo tiempo, lo mencionado pone de manifiesto la necesidad de implementar políticas de manejo que promuevan un balance adecuado entre especies nativas y exóticas, con el objetivo de fortalecer tanto la sostenibilidad como los servicios ecosistémicos proporcionados por el arbolado urbano.

Sobre el índice de diversidad (Shannon-Wiener) que se presentó próximo a 3 ( $H' = 2,83$ ) y cuyos valores oscilan generalmente entre 1,5 y 3,4 y rara vez sobrepasa 4,5 (Ortiz y Luna, 2019). El valor obtenido corresponde a una diversidad ecológica media-alta, por lo que, este indicador es relevante para el desarrollo de planes o programas en materia de arbolado. En otras palabras, ante futuras intervenciones será necesario priorizar especies de las cuales existe una baja abundancia relativa, ya que se ha denotado una alta cantidad de especies como *Handroanthus heptaphyllus*, *Grevillea robusta*, *Fraxinus pennsylvanica*, etc.

En otro orden, el empleo de estimación de kernel, debe ser considerado en términos hipotéticos y/o potenciales, ya que existen discrepancias en relación a la cantidad de árboles que deben existir en las áreas verdes de acuerdo con la superficie considerada. Además, la distancia del radio empleado para este trabajo es tomada

de modo arbitrario, por lo que es necesario establecer distancias promedio entre ejemplares en ÁVU. Sin embargo, se entiende que a partir de la identificación de zonas con poca o nula existencia de árboles es posible la generación de programas o planes específicos de intervención que contribuyan a mejorar la cantidad de ejemplares presentes en los espacios verdes. Por lo tanto, se subraya la necesidad de impulsar intervenciones planificadas que optimicen el uso del espacio disponible, promoviendo una mayor cobertura arbórea sin comprometer las funciones sociales y ecológicas de las áreas verdes urbanas.

## Conclusiones

El análisis y reconocimiento de las especies arbóreas presentes en los entornos urbanos, especialmente en los espacios verdes, resulta esencial para comprender tanto su composición como su diversidad biológica. En este sentido, el inventario del arbolado realizado en la localidad de Mayor Villafañe permitió evaluar no solo la composición específica, sino también la distribución de las especies dentro de las ÁVU, basándose en un exhaustivo relevamiento llevado a cabo *in situ*.

De los datos obtenidos, se constató que un 53,8 % (21 especies) corresponde a especies exóticas, mientras que el 46,2 % (18 especies) pertenecen a la flora nativa de la República Argentina, es decir un conteo total de 39 especies arbóreas identificadas en la zona. Asimismo, en términos de abundancia relativa, se determinó que las familias Bignoniaceae y Fabaceae son las más representativas, concentrando juntas 174 ejemplares del total de 322 individuos registrados en la localidad. En otras palabras, en base al índice de diversidad y en la abundancia relativa se puede afirmar que, en el contexto urbano villafañense, los resultados indican una buena coexistencia con una variedad significativa de especies. A pesar de ello, se considera fundamental, como estrategia para el desarrollo sostenible de los ejemplares, evitar la incorporación de las especies con mayor abundancia en las futuras plantaciones. Esta práctica permitiría promover una mayor heterogeneidad en la composición florística, y contribuiría de manera significativa al incremento de la biodiversidad en este contexto.

La diversificación de las especies plantadas no solo fortalece la resiliencia ecológica frente a plagas, enfermedades o cambios climáticos, sino que también asegura la provisión de servicios ecosistémicos más equilibrados. Por lo tanto, la implementación de políticas de plantación orientadas hacia la heterogeneidad específica se presenta como una herramienta clave para garantizar la sostenibilidad ambiental y la funcionalidad de las áreas verdes urbanas a mediano y largo plazo.

El conocimiento de la biodiversidad vegetal presente en los diferentes espacios urbanos se configura como un pilar fundamental para una gestión eficiente, ya que proporciona datos esenciales para el diseño y la implementación de un plan de manejo adecuado del arbolado urbano público. Desde esta óptica, los estudios relacionados con la vegetación deben basarse en un enfoque holístico e interdisci-

plinario que integre herramientas geotecnológicas, como SIG y el procesamiento de imágenes satelitales como el NVDI, junto al empleo de índices de diversidad y la realización de censos florísticos.

El arbolado urbano constituye un elemento esencial para garantizar una ciudad sostenible, considerándose al árbol como un recurso público invaluable que debe ser preservado y gestionado de manera adecuada. Por ello, la relevancia de los estudios que abordan la temática radica en su contribución al conocimiento y manejo eficiente de la infraestructura verde. La cuantificación de los árboles existentes en un entorno urbano permite no solo evaluar su estado actual, sino también identificar áreas potenciales para la incorporación de nuevos ejemplares y, por lo tanto, se reconoce al arbolado como un componente clave en el paisaje urbano y en el bienestar de la sociedad.

Por otra parte, la aplicación de técnicas como la estimación de kernel adquiere un rol central, ya que facilita la identificación de zonas con carencia de cobertura arbórea. Este análisis es imprescindible para diseñar estrategias de manejo y proyectos de forestación enfocados en mejorar la calidad ambiental de las ciudades en sus distintas escalas. Paralelamente, resulta prioritario desarrollar programas integrales de manejo y expansión del arbolado urbano que fomenten el uso de especies nativas, no solo por su capacidad para adaptarse de manera óptima a las condiciones locales, sino también por los beneficios asociados a la promoción de la identidad cultural y el conocimiento ambiental. Este enfoque contribuye a minimizar los costos de mantenimiento y reduce los riesgos asociados a posibles contingencias, y consolida al arbolado como un factor determinante en la construcción de una ciudad sostenible.

Lo expuesto adquiere relevancia frente a la necesidad de promover el cultivo de especies nativas de la ecorregión del Chaco húmedo. Sin embargo, resulta igualmente importante considerar las funciones que dichas especies pueden desempeñar, ya que muchas de ellas presentan hojas o folíolos de reducido tamaño, lo que limita su capacidad como proveedoras de sombra en zonas con alta exposición solar. De igual modo, es crucial fomentar la incorporación de especies nativas a nivel nacional, lo que favorece el uso de ejemplares propios de las distintas regiones de Argentina, especialmente aquellos que logran adaptarse a las condiciones ambientales locales.

La utilización de flora autóctona no solo enriquece la biodiversidad urbana, sino que también impulsa el reconocimiento y la valorización de ejemplares vinculados a la historia y a la vida cotidiana de las comunidades. Tal es el caso del *Schinopsis balansae* (quebracho colorado chaqueño), especie emblemática en el norte argentino. En la misma línea, aunque el *Plumeria rubra* (jazmín magno) sea una especie exótica originaria de la zona intertropical americana, su presencia en las estrofas del Himno Marcha a Formosa lo ha convertido en un símbolo de identidad cultural para los formoseños.

Por último, en el contexto actual, las ciudades necesitan disponer de bases de datos precisas y actualizadas, ya que estas constituyen una herramienta clave para el desarrollo y la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes. En este sentido, aunque no sea el objetivo principal de este trabajo, el registro realizado podría servir como un punto de partida para la creación de una base de datos más amplia e integral, que incorpore, entre otros aspectos, el estado fitosanitario del arbolado. La información, cuantitativa y/o cualitativa, es indispensable para una gestión eficiente e integralmente sostenible. Por tanto, resulta prioritario que las acciones sean adoptadas por las autoridades locales como parte de un plan de gobierno estructurado, en el cual el arbolado urbano sea reconocido como un servicio público esencial, equiparable a otros servicios que el Estado tiene la responsabilidad de garantizar.

## Referencias

- ArgentiNat. (s.f.). *ArgentiNat*. Recuperado 13 de junio de 2024, de <https://www.argentinat.org/>
- Arias, M. E. y Celemín, J. P. (2021). Distribución espacial del arbolado viario en el centro de la ciudad de Santiago del Estero (Argentina). *Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE*, 23, 434-454. doi: <https://doi.org/10.35701/rcgs.v23.811>
- Arias, M. E., Celemín, J. P. y Fuster, A. A. (2020). Arbolado público en el barrio Centro, ciudad de Santiago del Estero. Estado actual y conformidad con la normativa municipal. *Revista Estudios Ambientales*, 8(1), 95-114. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/111880>
- Bender, A., Ruiz, M., González, M., Perreta, M., Spizzamiglio, S. y Araújo Vieira de Souza, J. (2021). Relevamiento de la flora leñosa de espacios verdes de la ciudad de Esperanza (Santa Fe, Argentina). Algunas sugerencias de manejo. *Quebracho*, 29(1,2), 25-38. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/171069>
- Benedetti, G. y Campo de Ferreras, A. (2007). Arbolado de alineación: el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Papeles de Geografía*, (45-46), 27-38. doi: <https://doi.org/10.6018/geografia>
- Bonilla-Vichot, M. M. y Crespo, E. (2019). Arbolado urbano. Estudio de caso: Reparto Hermanos Cruz, Pinal del Río, Cuba. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2(2), 52-60. doi: <https://doi.org/10.46380/rias.v2i2.49>
- Castelao, G. F. y Fritschy, B. A. (2019). Diagnóstico del arbolado urbano de alineación en vecinales de Esmeralda y Guadalupe Este. Ciudad de Santa Fe, República Argentina. *Contribuciones científicas*, 31, 99-118. Recuperado de [https://gaea.org.ar/contribuciones/CONTRIBUCIONES\\_2019/CastelaoFritschy.pdf](https://gaea.org.ar/contribuciones/CONTRIBUCIONES_2019/CastelaoFritschy.pdf)

Corti, M. (2015). *La ciudad posible: guía para la actuación urbana*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Café de las Ciudades.

Duval, V. S., Benedetti, G. M. y Baudis, K. (2020). El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, (73), 171-195. doi: <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.DBB>

ESRI. (2024). Cómo funciona la densidad kernel [recursos]. Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm>

Fuenzalida, M. y Cobs, V. (2013). La perspectiva del análisis espacial en la herramienta SIG: una revisión desde la geografía hacia las ciencias sociales. *Persona y sociedad*, 27(3), 33-52. doi: <https://doi.org/10.53689/pys.v27i3.48>

Instituto de Botánica Darwinion. (s.f.). *Catálogo de las plantas vasculares del Conosur*. Recuperado 13 de junio de 2024, de <http://www2.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022* [Redatam 7]. Recuperado de <https://redatam.indec.gov.ar/binarg/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPV2022&lang=ESP>

Ledesma, M. (2008). *Arbolado público. Conceptos, manejo*. Córdoba, Argentina: INTA. Recuperado de <https://ia802800.us.archive.org/13/items/ArboladoPublico-marcelaLedesma/LibroDef.pdf>

Martínez-Trinidad, T. e Islas-Rodríguez, L. (2008). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el manejo de arbolado urbano. *Revista Árbol AMA*, 1(1), 16-25. Recuperado de [https://arboricultura.mx/wp-content/uploads/2018/04/ARBOLAMA\\_1.pdf](https://arboricultura.mx/wp-content/uploads/2018/04/ARBOLAMA_1.pdf)

Merlo, O. D. (2021). *Análisis del arbolado urbano en Mayor Villafñe, Formosa - Argentina, Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica*. Trabajo presentado en XVII Encuentro de Profesores en Geografía del Nordeste Argentino. Resistencia-Chaco, Argentina. Recuperado de <https://epgn2021virtual.wixsite.com/nordeste>

Merlo, O. D. y Romero, M. B. (2022). *Análisis de la composición y distribución del arbolado en la plazoleta Eva Perón (Mayor Villafñe, Formosa-Argentina)*. Trabajo presentado en XXV Jornadas de Ciencia y Tecnología. Formosa, Argentina. Recuperado de [https://secyt.unf.edu.ar/?page\\_id=1811](https://secyt.unf.edu.ar/?page_id=1811)

Meza-Aguilar, M. y Velázquez-Ramírez, L. (2020). Arbolado de parques y jardines. Indicadores de vigor para la mejor contribución al aporte de servicios ambientales. En Larrucea-Garritz A., Jiménez-Rosas E. y Meza-Aguilar M. (Coord.). *Espacios verdes públicos: estudios culturales, sociales y ambientales* (pp.166-260). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de [https://www.academia.edu/44478305/Espacios\\_verdes\\_publicos\\_Estudios\\_culturales\\_sociales\\_y\\_ambientales?auto=download](https://www.academia.edu/44478305/Espacios_verdes_publicos_Estudios_culturales_sociales_y_ambientales?auto=download)

Ortiz, N. L. y Luna, C. V. (2019). Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado urbano en la ciudad de Resistencia, Chaco-Argentina. *Agronomía & Ambiente*, 39(2), 54-68. Recuperado de <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/97>

Pérez-Miranda, P., Santillán-Fernández, A., Narváez-Álvarez, F., Galeote-Leyva, B., y Vásquez-Bautista, N. (2018). Riesgo del arbolado urbano: estudio de caso en el Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(45), 208-228. doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.143>

Rojas-Padilla, J. y Pérez-Rincón, M. A. (2013). Servicios ecosistémicos: ¿Un enfoque promisorio para la conservación o un paso más hacia la mercantilización de la naturaleza? En Pérez M. A., Rojas-Padilla J. y Galvis-Castaño R. (Comp.). *Sociedad y servicios ecosistémicos: perspectivas desde la minería, los megaproyectos y la educación ambiental* (pp.29-59). Cali, Colombia: Universidad del Valle. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/304497191\\_Cap\\_1Servicios\\_ecosistemicos\\_Un\\_enfoque\\_promisorio\\_para\\_la\\_conservacion\\_o\\_un\\_paso\\_mas\\_hacia\\_la\\_mercantilizacion\\_de\\_la\\_naturaleza](https://www.researchgate.net/publication/304497191_Cap_1Servicios_ecosistemicos_Un_enfoque_promisorio_para_la_conservacion_o_un_paso_mas_hacia_la_mercantilizacion_de_la_naturaleza)

Rossini, M. S. (2021). *Diagnóstico del arbolado urbano de alineación en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa* (Tesis de grado). Archivo digital. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Rossini-2/publication/379229019\\_Diagnostico\\_del\\_arbolado\\_urbano\\_de\\_alineacion\\_en\\_la\\_zona\\_centrica\\_de\\_la\\_ciudad\\_de\\_Santa\\_Rosa\\_La\\_Pampa/links/66002675a8baf573a1d58937/Diagnostico-del-arbolado-urbano-de-alineacion-en-la-zona-centrica-de-la-ciudad-de-Santa-Rosa-La-Pampa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Rossini-2/publication/379229019_Diagnostico_del_arbolado_urbano_de_alineacion_en_la_zona_centrica_de_la_ciudad_de_Santa_Rosa_La_Pampa/links/66002675a8baf573a1d58937/Diagnostico-del-arbolado-urbano-de-alineacion-en-la-zona-centrica-de-la-ciudad-de-Santa-Rosa-La-Pampa.pdf)

Royal Botanic Gardens, Kew. (s.f.). *Plants of the World Online*. Recuperado 13 de junio de 2024, de <https://www.plantsoftheworldonline.org/>

Sosa-López, A., Molina-Pelegrián, Y., Puig-Pérez, A., y Riquenes-Valdés, E. (2011). Diagnóstico de la situación el arbolado urbano en la ciudad de Guisa. *Revista Forestal Baracoa*, 30(1), 79-78. Recuperado de <https://forestbaracoa.edicionescervantes.com/index.php/fb/article/view/558>

Tovar-Corzo, G. (2007). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Territorios*, (16-17), 149-173. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/357/35701709.pdf>

Fecha de recepción: 4 de abril de 2025.

Fecha de aceptación: 8 de julio de 2025.

© 2025 por los autores; licencia otorgada a la Revista Universitaria de Geografía. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-NoComercial 4.0 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>