



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

CENSO DEL ARBOLADO URBANO DE WINIFREDA, LA PAMPA.

APORTES PARA SU PLANIFICACIÓN Y MANEJO.

Trabajo Final de Graduación para obtener el

Título de Ingeniero Agrónomo”

Autores

Emanuel Mendía y Mariano San Martín

Director: Ing. Ftal. Ramiro Vicente

Codirectora: MSc Monica Álvarez Redondo

Evaluadores/as: Ing. Gisela López e Ing. Marcos Murcia

FACULTAD DE AGRONOMÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Santa Rosa (La Pampa) –Argentina

Octubre 2023

RESUMEN

El arbolado representa uno de los elementos más valiosos del paisaje urbano por la importancia en servicios ecosistémicos que presta al ambiente y a sus habitantes. El objetivo del trabajo fue evaluar el estado general del arbolado urbano de la ciudad de Winifreda como punto de partida hacia una ciudad sostenible. El área de estudio corresponde al casco central de la localidad. Se realizó un censo del arbolado para la recopilación de información de base a fin de generar un diagnóstico sobre el estado general del arbolado. El método involucró el muestreo de más de 2600 puntos georreferenciados. Las variables de interés medidas fueron DAP, especie, altura, estado, riesgo, mantenimiento, conflicto, reposición. Los resultados más importantes indicaron dominancia de fresno americano y fresno europeo, representando un riesgo en la salud de la comunidad arbórea. El tamaño de “cazuela” e individuos en ochava como principales conflictos en el entorno urbano. El estado sanitario general es bueno. El diagnóstico generado demuestra un estado general del arbolado en buenas condiciones, y sugiere como acciones importantes como, diversificar especies y abordar los conflictos con estrategias espaciales y estructurales de la planificación. La información generada resulta una herramienta clave para el manejo del arbolado a corto y largo plazo

Palabras Clave: arbolado urbano; censo; diagnóstico, manejo.

ABSTRACT

Urban tree canopy represents one of the most valuable elements of the urban landscape due to the importance of the ecosystem services it provides to the environment and its inhabitants. The objective of this study was to assess the overall condition of the urban tree canopy in the city of Winifreda as a starting point towards a sustainable city. The study area corresponds to

the central core of the locality. A census of the urban tree canopy was conducted to collect baseline information in order to generate a diagnosis of the overall condition of the trees. The method involved sampling more than 2600 georeferenced points. The variables of interest measured included DBH (Diameter at Breast Height), species, height, condition, risk, maintenance, conflicts, and replacement. The most significant results indicated a dominance of American ash and European ash, representing a risk to the health of the tree community. The size of tree pits and trees in corner locations were identified as the main conflicts in the urban environment. The overall health condition is good. The generated diagnosis demonstrates an overall good condition of the urban tree canopy and suggests that the most important actions should include diversifying tree species and addressing conflicts with spatial and structural planning strategies. The information generated serves as a key tool for the management of the tree canopy in the short and long term.

Keywords: Urban Tree Canopy; Census; Assessment; General Condition

INTRODUCCIÓN

El arbolado es uno de los elementos más importantes del paisaje urbano debido a su gran influencia en la calidad de vida de sus habitantes. Además de su valor estético, los árboles proporcionan una amplia variedad de servicios ambientales como lo son la captación de dióxido de carbono, regulación de la temperatura, calidad del aire, corredores ecológicos, etc. (Benito y Arce, 2021).

Como afirma la ONU (2015) desde 2007, más de la mitad de la población ha estado viviendo en ciudades y se espera que dicha cantidad aumente hasta el 60% para 2030. La rápida urbanización está dando como resultado infraestructura y servicios inadecuados y sobrecargados como son la recolección de residuos, sistemas de agua potable y saneamiento, carreteras y transporte; llevando a una mayor contaminación del ambiente y sus recursos naturales.

En las ciudades convergen e interactúan diferentes clases de infraestructuras. Por un lado, la denominada “infraestructura gris”, que incluye a los activos construidos por el hombre (red de servicios públicos, calles, viviendas, servicios, edificaciones gubernamentales, clubes, etc.) que se intercala con una red de zonas naturales, seminaturales, y otros elementos ambientales que conforman lo que se denomina “infraestructura verde”. La infraestructura verde está representada por espacios verdes tales como parques, plazas, plazoletas, corredores, bulevares, arbolado de vereda, arbolado periurbano, etc. (Benito y Arce, 2021), contribuyendo a una mayor oferta de servicios ambientales y consecuentemente una mejora en la calidad de vida de las personas.

En este sentido, el arbolado urbano cumple un rol fundamental en las urbanizaciones. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, el arbolado urbano contribuye significativamente en el logro del Objetivo 11 que se enfoca en las ciudades y comunidades sostenibles. Por lo tanto, es importante profundizar en la identificación de oportunidades que fortalezcan la planificación y gestión de las áreas verdes urbanas, avanzando hacia un futuro más sostenible (ONU, 2015).

La importancia de los espacios verdes en contextos urbanos radica en la oferta de servicios ecosistémicos, que incluyen servicios de provisión (frutos, semillas, flores, etc.), de regulación (térmica, erosión, etc.) y de tipo cultural (estéticos, cohesión social, científicos, etc.). Algunos ejemplos de los servicios que brindan estos espacios dentro de las clasificaciones mencionadas son: sombra, recreación, regulación térmica, regulación hídrica, estética, biodiversidad, captura de carbono, entre otros. De allí la importancia de ser gestionados y planificados de forma estratégica con el fin de mantener y aumentar la provisión de estos servicios que hacen a la calidad de vida de las personas que conviven en las ciudades (Benito y Arce, 2021). El arbolado dentro del paisaje urbano, constituye en uno de los indicadores de los aspectos vitales y socioculturales de las ciudades (Tovar Corzo, 2007).

El censo de arbolado urbano es un instrumento que brinda información estratégica y de utilidad para la planificación de la gestión del mismo. Es un proceso que contempla el conteo y evaluación de todos los árboles presentes en un área determinada a través de la medición y observación de variables asociadas al árbol y su entorno.

Los datos cualitativos y cuantitativos censados permiten generar un diagnóstico sobre cuál es el estado general del arbolado, cómo responden las distintas especies en las variadas situaciones urbanas y cuáles son las potenciales intervenciones en el arbolado. Contribuye

también a identificar características de la diversidad específica, estado sanitario, altura, forma, defectos, ubicación georeferenciada, entre otros, permitiendo a los tomadores de decisión gestionar los mismos de forma eficiente (Geraldi, 2021).

Objetivos Generales

Evaluar el estado general del arbolado urbano de la ciudad de Winifreda, La Pampa, como punto de partida hacia una ciudad sostenible.

Objetivos específicos

- Generar un Diagnóstico – Línea de base sobre el estado actual del arbolado urbano en la localidad de Winifreda.
- Aportar información científica como herramienta para la toma de decisiones sobre acciones a corto plazo y planificación futura del arbolado urbano de Winifreda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de Winifreda que pertenece al departamento de Conhelo, ubicado en la provincia de La Pampa, Argentina. Se encuentra localizada en el centro-nordeste de la provincia, a 49 km hacia el norte de Santa Rosa, capital pampeana (Fig. 1).

El estudio se centró en el casco central de la localidad debido a la representatividad y homogeneidad del entorno urbano, profundidad de análisis y viabilidad práctica. El mismo está comprendido por cinco manzanas de N-S y nueve de O-E, representando un total de 45 manzanas censadas (Fig. 2).

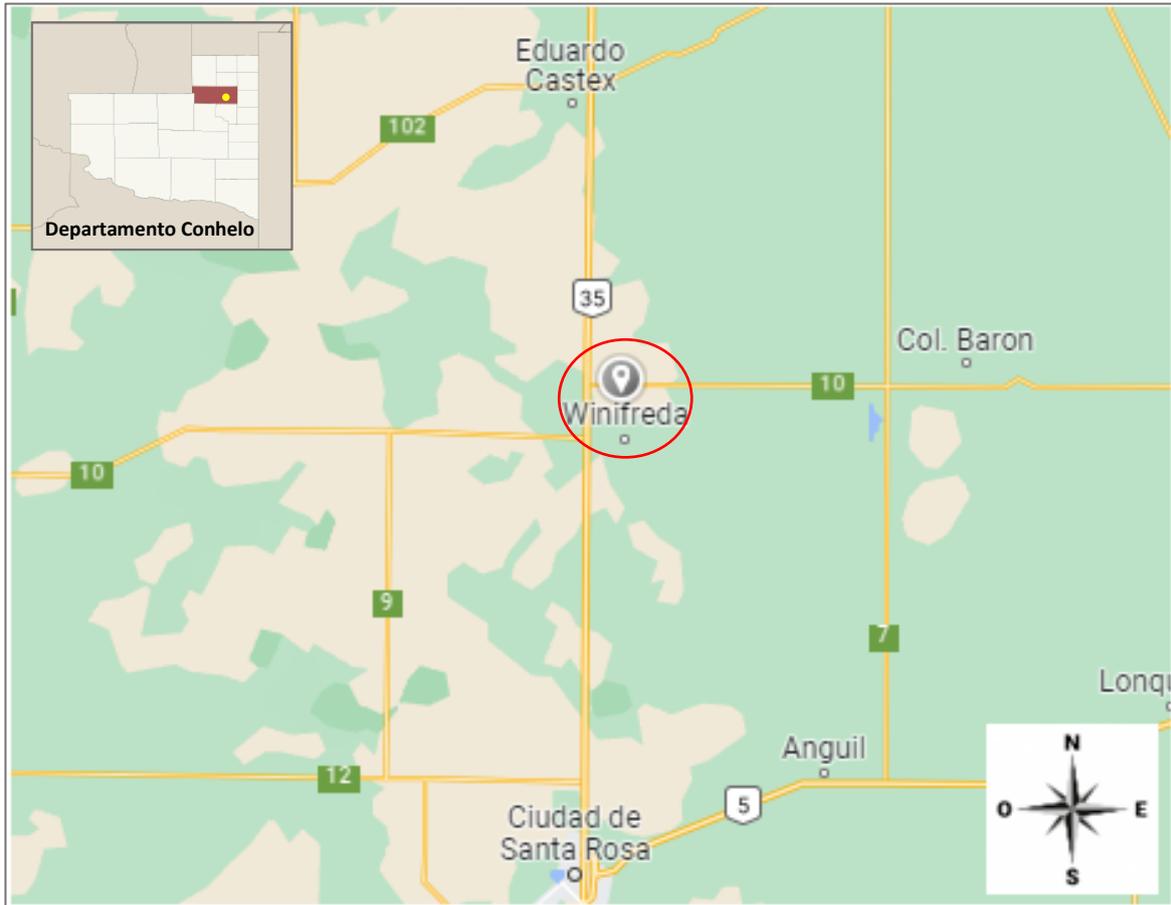


Figura 1. Ubicación de la localidad de Winifreda en referencia al mapa de La Pampa y el Departamento Conhelo (arriba- izquierda). Sobre imagen Google Maps de mayor detalle se identifica en círculo rojo la ubicación geográfica de Winifreda al norte de Santa Rosa, capital y localidades de referencia más cercanas. Nota: Google Maps, 2023.



Figura 2. Imagen satelital donde se observa en detalle el área de muestreo correspondiente al casco central de Winifreda, identificado en polígono rojo. Nota: Google Earth, 2023.

En el marco de esta investigación, es esencial comprender el contexto demográfico y geográfico de la localidad de Winifreda. Según datos obtenidos de fuentes oficiales, la cantidad de habitantes asciende a 2776 (Censo Nacional de 2010) reflejando el tamaño relativo de la comunidad. La superficie total del ejido municipal se extiende en 1700 km² constituyendo un aspecto clave en la comprensión de la distribución de recursos y pobladores en esta localidad.

Dicha localidad se encuentra en una región semiárida y su clima está caracterizado por una marcada estacionalidad, con inviernos fríos y veranos cálidos. Durante los meses de invierno la temperatura mínima promedio alcanza los 8,6°C mientras que en los meses de verano la temperatura máxima promedio alcanza valores de 22,3°C. La temperatura media anual de

Winifreda registra un promedio de 15,7°C. El periodo medio libre de heladas es de 223 días. La fecha media de primera helada es el 9/05 +/- 23 días mientras que la fecha media de última helada es el 26/09 +/- 21 días. Estas variaciones térmicas son un componente esencial en la planificación y adaptación de las especies a estas condiciones climáticas.

Respecto a la distribución y acumulación anual de precipitaciones, esta urbe semirural se caracteriza por presentar un régimen de tipo monzónico donde su magnitud ronda los 729,7 mm anuales.

Estas condiciones climáticas influyen en las especies que componen al arbolado urbano, haciendo que el estudio de esta relación sea de gran importancia para la planificación urbana, teniendo en cuenta las especies a seleccionar de acuerdo a su adaptación al clima dominante.

Metodología de muestreo

La metodología de análisis consistió en realizar un censo del arbolado el área del casco central en sus 45 manzanas seleccionadas. Los puntos de muestreo correspondieron a los sitios con existencia de árboles o con potencial de ubicación, siempre cumpliendo con los criterios de distribución y distanciamiento que debe existir entre los individuos que componen la población arbórea en cada cuadra.

La distribución y distanciamiento fue recomendada de manera técnica por el Ing. Ftal. Ramiro Vicente, director del presente trabajo, considerando:

- *Especie:* árboles de mayor porte pueden requerir más espacio debido a la colonización aérea y exploración radicular subterránea.

- *Crecimiento futuro*: debiendo considerar el tamaño que alcanzara el árbol a la madurez.
- *Infraestructura aledaña*: todo elemento o componente del paisaje urbano que puede verse afectada por el crecimiento y desarrollo del árbol, como puede ser el cordón-cuneta, asfalto, vereda, inmuebles, tendido eléctrico, etc.
- *Condiciones climáticas*: afecta al abanico de especies con potencialidad para la zona.
- *Mantenimiento*: la distancia entre árboles y la superficie ocupada por cada ejemplar debe facilitar las tareas de poda y mantenimiento.
- *Diseño urbano*: la estética y diseño de las veredas también son importantes para lograr un impacto visual positivo en el sitio y un desarrollo óptimo de los árboles.

De acuerdo a los criterios antes mencionados, se establece una distancia óptima de 6 metros entre árboles de línea de vereda.

Una vez determinada la distancia entre árboles, la medición fue llevada a cabo por el “método del paso” (técnica rápida y simple de medición de distancias utilizando el propio paso como unidad de medida de un metro) que proporciona una estimación de las distancias entre árboles, permitiendo conocer si los mismos se encuentran a la distancia establecida (recomendación del Ing. Ftal Ramiro Vicente).

El proceso de muestreo se realizó en un total de 5 jornadas desarrolladas en época de primavera-verano a fin de lograr la identificación de las especies con presencia de hojas, asociado específicamente a las especies caducifolias. Por ende, se evitó los meses invernales de reposo de estas especies, durante los cuales permanecen sin hojas y se dificulta su identificación.

Toma de datos

La toma de datos se realizó mediante la aplicación “Locus GIS” descargada y aplicada en dispositivos móviles equipados con GPS de alta precisión (Fig. 3). Esta aplicación permitió la georreferenciación precisa de los puntos de muestreo en el área de estudio. Cada punto de muestreo implica la presencia de un árbol, arbusto o un lugar sin árbol, pero con potencial para un futuro ejemplar arbóreo de acuerdo a los criterios antes mencionados.



Figura 3. Icono de la Aplicación Locus GIS

El uso de la aplicación consiste en la carga de información referente a las variables de interés que se desean medir u observar con el censo. Cada variable corresponde a una capa de información generada en la aplicación donde se van cargando los datos a medida que se avanza con el muestreo.

Para agilizar, dependiendo de la información que implique cada variable, la aplicación permite elaborar un listado de respuestas posibles, rangos, valores, etc., a modo de seleccionar de forma directa y evitar la redacción en cada respuesta. Cada punto muestreado queda georreferenciado, permitiendo visualizar el avance del muestreo en el área de estudio, a través de un punteado identificatorio (Fig. 4).

A continuación, se describen las capas de información generadas, correspondientes a las variables de interés medidas en cada ejemplar censado (Fig. 4):

- **ID:** la asignación de un número de identificación único a cada árbol permite un seguimiento preciso y sistemático a lo largo del tiempo. Esto es fundamental para llevar un registro individualizado de cada árbol, realizar análisis comparativos en el tiempo y espacio y evaluar cambios en su estado y sanidad.
- **DAP:** corresponde al Diámetro a la Altura Pecho del tronco principal, sistematizado por convención en 1,3m desde el nivel del suelo. Al medir el DAP se obtiene información valiosa sobre las dimensiones del árbol en función del espacio disponible (ancho de vereda, cazuela), edad y estado general. Para la medición del DAP se utilizó Forcípula Forestal (ver ANEXO Fotografías al final del texto).
- **Especie:** conocer las especies en un arbolado urbano es esencial para la toma de decisiones respecto a la selección y manejo de los mismos. Se realizó un listado de especies frecuentes con posibilidad de encontrarse en el sitio de estudio, a fin de agilizar la toma de datos.
- **Altura:** conocer la altura de los árboles es esencial para evaluar su estructura y su potencial impacto sobre el entorno urbano (nivel de sombreado, ocupación de la copa, exposición a adversidades climáticas, interacción con otros elementos del entorno urbano). La medición de la altura se realizó por estimación visual tomando puntos o elementos como referencia (Pe. altura del cableado) discriminando en los siguientes rangos:
 - 0-5 metros
 - 5-10 metros

- 10-15 metros
- Mayor a 15 metros.
- **Estado:** evaluar el estado general de cada árbol permite identificar signos de estrés, enfermedades o daños. Se realizó una discriminación cualitativa del estado diferenciando entre:
 - Bueno
 - Regular
 - Decrepito
 - Muerto
- **Riesgo:** identificación de individuos que representen un peligro para la seguridad de las personas e infraestructura. En el muestreo se discrimino de la siguiente manera:
 - Planta sin riesgo
 - Planta con inclinación peligrosa
 - Planta con pudrición avanzada
 - Planta con daños en raíces
 - Planta con posibilidad de caída de ramas
 - Planta con potencial de caída
 - Planta con corteza incluida
- **Mantenimiento:** el mantenimiento adecuado es esencial para preservar la sanidad y porte específico del árbol, la infraestructura cercana y a los ciudadanos. Entre las tareas de mantenimiento se consideró:
 - Poda de raíces
 - Poda aérea

- Control de plagas y enfermedades
 - Extracción
 - Ninguna (si el árbol se encontraba en un correcto estado)
- **Conflicto:** identificar posibles conflictos entre los árboles y la infraestructura circundante (pavimento de calle y vereda, tendido eléctrico, cordón-cuneta) es importante para prevenir posibles daños y accidentes. Entre los conflictos se identificó:
 - Cazuela pequeña*
 - Alumbrado
 - Cordón-asfalto
 - LMT (línea de media tensión)
 - Ochava
 - Ninguno (en caso de que no exista inconveniente)

* Respecto a las cazuelas, es importante mencionar que no existen tamaños de cazuelas definidos de manera estricta, sino que las mismas varían de acuerdo al ancho de vereda y tamaño del árbol en su madurez. En este sentido, debe explicarse que el árbol tiene que tener las mejores condiciones físicas posibles para su crecimiento y expansión radicular. Cuanto más grande es el espacio de la cazuela o cantero, mejor. Teniendo en cuenta de tener la mayor cantidad de superficie de infiltración posible, facilitando la sanidad y disminuyendo el estrés del árbol.

- **Reposición:** respondiendo a la necesidad de que exista o no un árbol en ese punto específico. En los casos donde la distancia entre árboles era menor a la óptima se recomendó la extracción de algún individuo de la hilera. Mientras que en los casos donde la distancia era mayor a la óptima, se recomendó la plantación de un ejemplar.

- **Observaciones:** cualquier consideración anexa que sea importante en el relevamiento de información. Este apartado fue utilizado para adicionar alguna información en particular del árbol o infraestructura aledaña que no estaba contemplado en la capa base de la aplicación.

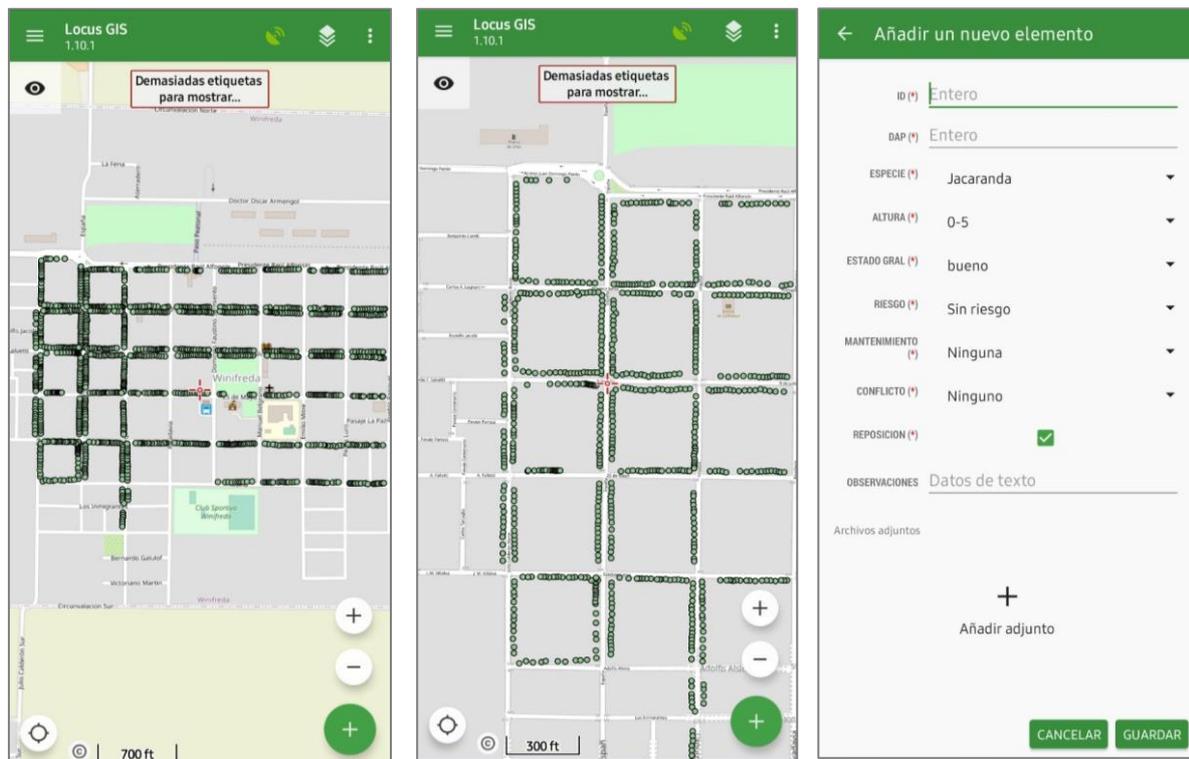


Figura 4. Captura de pantalla de la aplicación Locus GIS donde se observa el área de estudio censada (izquierda). Captura de mayor detalle donde se identifican los puntos muestreados correspondientes a cada árbol medido (centro). Captura donde se observa las distintas capas de información (derecha).

Procesamiento de Datos

Una vez completado el muestreo en campo, se procedió a trasladar los datos desde la aplicación a un archivo Excel. La información ingresada se estructuró de manera ordenada, siguiendo un formato que permitiera una fácil comprensión y comparación de datos. El

programa Excel permite consolidar, organizar y procesar grandes volúmenes de información en una única fuente accesible, en la cual se pueden generar tablas y gráficos para la interpretación de los resultados a distintos niveles de análisis. Estos resultados constituyen información de base para establecer un diagnóstico del arbolado urbano en el área de estudio.

Consideraciones éticas

El presente trabajo se realizó en el marco del convenio de colaboración entre la Facultad de Agronomía (UNLPam) y la Municipalidad de Winifreda (Res. 314/20 CD). Previo a la recopilación de datos se obtuvieron los permisos necesarios de las autoridades locales para llevar a cabo el censo. Todos los datos recopilados se mantuvieron de manera confidencial y se utilizaron exclusivamente con fines de investigación.

RESULTADOS

Puntos muestreados - Categorías

El censo comprendió un total de 2594 puntos, demostrando una diversidad de categorías y segmentado en tres grupos distintivos: árboles, arbustos y falta árbol (sitios en ausencia de árbol). Esta clasificación desglosó la estructura de la vegetación en 1843 puntos con árboles, 479 puntos sin árboles y 272 puntos con arbustos (Tabla 1).

Tabla 1. Total de puntos muestreados en las categorías: árboles, arbustos y falta árbol.

Categorías	Puntos de Muestreo
<i>Árboles</i>	1843
<i>Arbustos</i>	272
<i>Falta árbol</i>	479
<i>Total</i>	2594

Al llevar estos valores a porcentaje y agruparlos en las categorías de arbustos y falta árbol, se puede asumir que hay un 30% de puntos muestreados que corresponden a sitios potenciales para ser ocupados por árboles. Esto representa un dato muy interesante a tener cuenta para la planificación futura del arbolado en la ciudad a fin de ampliar el número de árboles. Sumado a esto, los arbustos suelen representar un obstáculo en la circulación de los peatones y en la visión de los conductores. Dependiendo de la especie arbustiva y el grado de mantenimiento, suelen desarrollar tamaños significativos, ocupando grandes espacios dentro del área de vereda generando, como consecuencia, inconvenientes al momento de estacionar los vehículos, abrir las puertas y descender del mismo. En este sentido, en algunas localidades de la provincia, el uso de arbustos en vereda se encuentra estrictamente limitado (Ordenanza N° 4161/2010 CD Santa Rosa).

Especies

Del total de árboles censados se observó que las especies dominantes son, en orden decreciente, *Fraxinus americana* (Fresno americano) con un 29,2%, *Fraxinus excelsior* (Fresno europeo) con un 9,3%, *Melia azedarach* (Paraíso sombrilla) con un 9%, *Robinia pseudoacacia umbraculifera* (Acacia bola) con un 8,7%, *Lagerstroemia indica* (Espumilla) con un 8,3% y *Fraxinus ornus* (Fresno rojo) con un 6,7%, constituyendo más de la mitad del total de especies censadas (ver ANEXO Fotografías al final del texto). Los individuos restantes pertenecieron a 25 especies distintas (Tabla 2).

Tabla 2. Principales especies registradas y su participación porcentual.

Principales Especies	%
<i>Fresno Americano</i>	29.2
<i>Fresno Europeo</i>	9.3
<i>Paraíso Sombrilla</i>	9
<i>Acacia Bola</i>	8.7
<i>Espumilla</i>	8.3
<i>Fresno Rojo</i>	6.7
<i>Otras especies</i>	28.8
<i>Total</i>	100

Respecto a la diversidad específica del arbolado urbano, según Santamour (1990) debería cumplir con la “regla 30:20:10”, que implica que una especie no debería comprometer más del 10 % del arbolado total, así como tampoco debería plantarse más de un 20% de especies del mismo género, ni utilizarse más de un 30% de especies de una misma familia. Basándonos en esta regla se evidencia que los fresnos constituyen un problema en este sentido ya que su abundancia no cumple con la regla citada, afectando la biodiversidad del bosque urbano y aumentando los riesgos de infecciones masivas por plagas y enfermedades (Benito y Palermo Arce, 2021).

Diámetro Altura Pecho - DAP

Respecto al DAP, los resultados registraron un rango de dimensiones del tronco que va desde 1 hasta 61 cm, marcando un abanico de diversidad en términos de edad, estado de desarrollo y crecimiento. A modo de visualizar el tamaño de los ejemplares presentes en el área de estudio, los datos fueron procesados en rangos de 10 cm (Tabla 3). De los resultados obtenidos, se deduce que la mayor proporción de árboles presentes pertenecen a ejemplares jóvenes que no superan los 30 cm de DAP, concentrándose mayoritariamente en un rango que va desde 1 a 20 cm (Fig. 5). Cabe destacar que el parámetro DAP no siempre es un indicador correlacionado a la edad, podría mencionarse como ejemplo la “espumilla”, donde ejemplares adultos no alcanzan rangos elevados de este parámetro.

En el diseño del arbolado urbano, el DAP es un indicador que permite relacionar esta variable con las dimensiones del espacio donde se encuentra asentado el árbol en la vereda, llamado cazuela. Este espacio debe permitir un crecimiento cómodo del árbol en el tiempo, asociado al crecimiento en diámetro del tronco y su sistema radicular; teniendo en cuenta que cada 2,5 cm de incremento en el DAP, el radio crítico del sistema radical aumenta 45 cm (Benito y Arce, 2021). Asumiendo que una de las problemáticas más comunes en el arbolado urbano, a nivel general, son las cazuelas de dimensiones acotadas de acuerdo al tamaño del tronco de los árboles; una situación muy común que genera inconvenientes relacionados con el sistema radicular es esta, dejándolo muchas veces expuesto, ejerciendo presión sobre las veredas y consecuente rotura de las mismas.

Tabla 3. Diámetro Altura Pecho (DAP). Rangos de DAP de 10 cm, número de individuos y proporción porcentual en cada rango.

	DAP	N° de ind.	Porcentaje
Categorías	<10	577	31,3%
	≥10 y <20	539	29,2%
	≥20 y <30	388	21,1%
	≥30 y <40	211	11,4%
	≥40 y <50	96	5,2%
	≥50	32	1,7%
	TOTAL	1843	100,0%

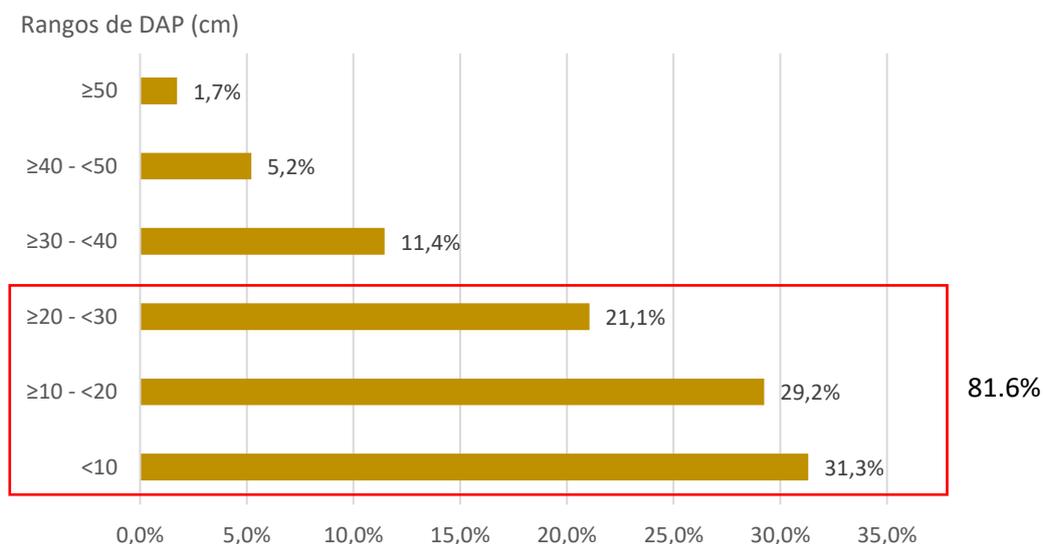


Figura 5. Diámetro Altura Pecho (DAP). Valores porcentuales de individuos en cada rango de DAP. La mayor proporción de individuos se encuentran en las categorías de DAP <30cm, representado por un 81,6%.

Altura

La dimensión o magnitud se refiere al tamaño de los árboles respecto a su altura, los cuales se clasifican como de primera magnitud, cuando superan los 15 m de altura; de segunda magnitud, cuando miden entre 10 y 15 m; y de tercera magnitud si la altura se ubica entre 5 y

10 m (Benito y Arce, 2021). Tomando como referencia las categorías establecidas por los autores citados, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se decidió agregar una cuarta categoría que incluye a los árboles con alturas menores a 5 metros. Siendo esta última categoría, la de mayor representatividad del área estudiada con un 68% del total (Tabla 4).

Tabla 4. Altura de los individuos arbóreos de acuerdo a las categorías de magnitud.

Categoría	N° Individuos
<i>Primera Magnitud (mayor a 15m)</i>	0
<i>Segunda Magnitud (10 a 15m)</i>	26
<i>Tercera Magnitud (5 a 10m)</i>	810
<i>Cuarta Magnitud (0 a 5m)</i>	1773
Total	2609

Estado

Respecto a la salud de los árboles, los resultados del censo demuestran que el arbolado se encuentra en buen estado sanitario. Un 84.1% de los individuos evaluados no presentó signos de enfermedad, pudrición, o mal estado general, mientras que el 3,5% mostraron evidencias de deterioro o muerte (Tabla 5, Fig. 6). El buen estado general del arbolado implica tener en cuenta programas o acciones de control y mantenimiento para su sostenibilidad y longevidad.

Tabla 5. Estado general del arbolado: número de individuos por categoría: bueno, regular, malo, decrepito.

Categorías	N° Individuos
<i>Bueno</i>	1520
<i>Regular</i>	250
<i>Decrepito</i>	47
<i>Muerto</i>	26
Total	1843

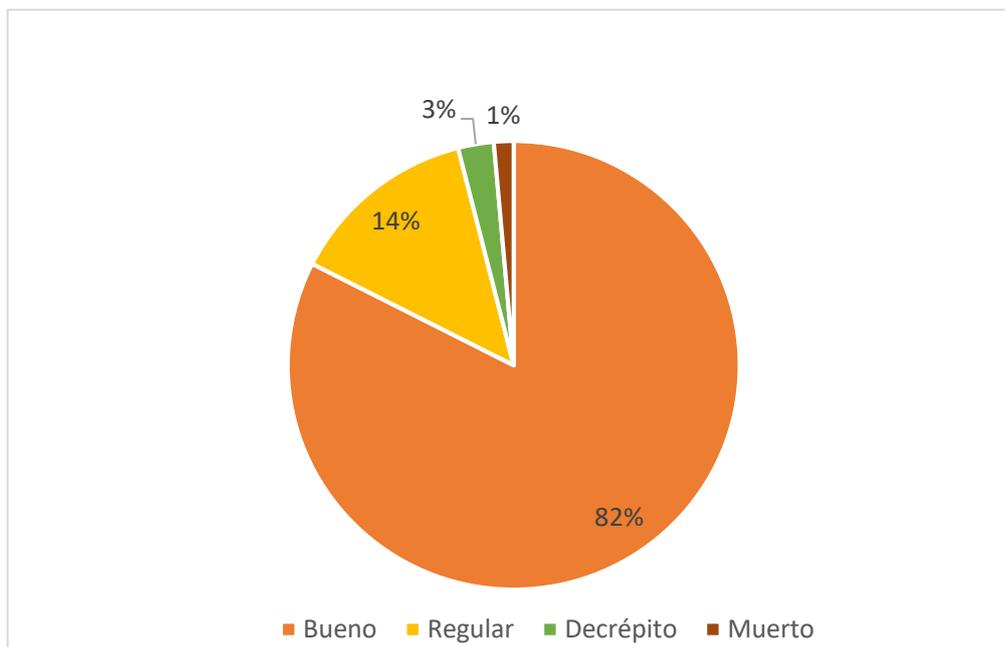


Figura 6. Estado general del arbolado. Gráfico porcentual de acuerdo a las categorías: bueno, regular, decrépito, muerto.

Riesgo

Respecto a este punto, en Tabla 6 se muestran las categorías evaluadas de acuerdo al riesgo identificado en los árboles muestreados. El 95,7% no presentó riesgo. El resto de las categorías tuvieron bajos porcentajes de participación que no superan el 2%. Para poner en números algunos datos, del total muestreado de 1843 árboles, 1763 entran en la categoría “sin riesgo” y en orden decreciente le siguen “caída de ramas” y “pudrición avanzada” con 31 y 18 árboles, respectivamente. En algunos casos particulares, los árboles con algún tipo de riesgo detectado, ameritan la extracción total del ejemplar. Casos puntuales de ejemplares con inclinación peligrosa o pudrición avanzada.

Tabla 6. Riesgo: número de individuos y % de participación por categoría de riesgo.

Riesgo	N° ind.	%
Sin riesgo	1763	95,7
Caída de ramas	31	1,7
Pudrición avanzada	18	1,0
Corteza incluida	16	0,9
Caída árbol	8	0,4
Inclinación peligrosa	5	0,3
Daño a raíces	2	0,1
Total	1843	100,0

Mantenimiento

Este punto está fuertemente relacionado al estado general del árbol, su estructura, sanidad, riesgo. En base con los resultados obtenidos respecto al estado de los árboles, la mayoría (el 83%) de los ejemplares evaluados no requieren de acciones de mantenimiento por encontrarse en estado “Bueno”. En orden decreciente, siguen tareas de podas aéreas y extracción de ejemplares representando en términos numéricos, 190 y 109 árboles, respectivamente (Tabla 7). Es importante aclarar que la extracción de árboles no necesariamente está asociada a árboles riesgosos. En este caso, un porcentaje hace referencia a árboles muertos/decrépitos o con signos de inclinación peligrosa que merecen ser extraídos, pero su gran mayoría está referido a ejemplares ubicados en sitios inadecuados según criterios de distancia establecida entre árboles en vereda e interacción con otros elementos del entorno urbano.

Tabla 7. Mantenimiento del arbolado. Acciones evaluadas de acuerdo al estado general del árbol.

Mantenimiento	N° ind.	%
Ninguna	1533	83,2
Poda aérea	190	10,3
Extracción	109	5,9

Control plagas o enfermedades	7	0,4
Poda de raíces	5	0,3
Total	1843	100,0

Conflictos

El censo arrojó la presencia de conflictos entre la vegetación arbórea y la infraestructura gris. Los principales problemas identificados fueron: cazuela pequeña, ubicación de árboles en ochavas y proximidad a líneas de tensión media (Fig. 7).

La cazuela pequeña o plantación de árboles en espacios confinados, puede dar lugar a daños en infraestructura subterránea, calles, veredas y repercutir en la salud y estructura de los árboles y su futuro desarrollo. Estas pequeñas construcciones perturban gravemente al sistema de raíces, provocando “espiralamientos”, estrangulamientos, aparición de raíces adventicias y sistemas compactos con menor superficie de exploración, lo que afecta tanto las funciones fisiológicas como mecánicas de la raíz (Benito y Palermo Arce, 2021). La ubicación en ochavas puede provocar un conflicto potencial a la circulación vehicular y peatonal por la obstrucción de la visibilidad. Otro punto a tener en cuenta es la proximidad de los árboles a la línea de tensión media que implica el riesgo de interrupciones eléctricas y peligro de incendios (ver ANEXO Fotografías al final del texto).



Figura 7. Conflictos del arbolado urbano con diversos componentes de la infraestructura gris.

RECOMENDACIONES

1. Contribucion de los árboles a los objetivos de desarrollo sostenible.

La relacion entre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS 11) y los servicios ecosistemicos porporcionados por los árboles, es un vinculo esencial que no debe pasarse por alto en la planificación y manejo del arbolado ya que, la presencia de árboles representa un aliado invaluable para cumplir con las metas de este objetivo. En base a esto, nuestra sugerencia es la de aumentar el numero y diversidad de árboles en los sitios con ausencia de los mismos y reemplazar los arbustos por especies arboreas.

2. Diversificacion de especies como herramienta de manejo integral.

La recomendación de diversificar especies se alza como una solucion holistica frente a las amenazas cambiantes, siendo una oportunidad para maximizar los beneficios ecosistemicos y mejorar su resiliencia frente a adversidades tanto de tipo bioticas como abioticas. Con miras a un futuro sostenible, esta recomendación tiene un enfoque multidisciplinario abarcando desde

la ciencia forestal hasta la planificación urbana cumpliendo con propósitos estéticos, funcionales y sostenibles.

3. Resolución de conflictos de cazuelas pequeñas y árboles en ochavas.

Ambas problemáticas comprometen la funcionalidad, seguridad y estética tanto del árbol como del entorno urbano. Para superar el conflicto de la cazuela pequeña se propone desarrollar un plan estratégico en el manejo del arbolado que considere de forma integrada el tamaño de las especies en su madurez, su porte específico, crecimiento radicular, sanidad, estrés del árbol, ancho de vereda, tamaño de cazuela, entre otros elementos del entorno urbano que se presenten como limitante al crecimiento del árbol. Esta integralidad contempla analizar de forma conjunta las condiciones o limitantes físicas existentes como parte del entorno urbano y el temperamento natural de la/s especie/s posibles de plantar. En tanto, la problemática de los árboles en ochava, requiere de una planificación de tipo espacial para garantizar que la ubicación de árboles en intersecciones no obstaculice la visión y circulación peatonal y vehicular para la seguridad de los mismos.

4. Mantenimiento del arbolado: acciones recomendadas de acuerdo al estado y riesgo.

La información generada en este trabajo es clave para implementar planes de acción en el marco de un manejo planificado del arbolado urbano en el corto y mediano plazo. Es importante considerar aquellos individuos identificados, que por su condición de estado o riesgo, merecen algún tipo de acción: extracción, poda aérea, otros. Avanzar con estas acciones es una forma de mantener y mejorar la calidad del arbolado como elemento esencial del paisaje urbano.

5. Consideraciones del porte específico y DAP en la planificación del arbolado.

La planificación del arbolado urbano, considerando el porte específico y DAP adulto de las especies a plantar es esencial para evitar problemas futuros de interferencia con la infraestructura gris. Además de la altura máxima y desarrollo de la copa, es necesario conocer la forma, expansión y exploración de las raíces para evitar problemas de levantamiento de veredas y cordones como así también obras subterráneas como tuberías de agua, gas, sistema cloacal o cableados subterráneos. Considerando estos aspectos podría evitarse tener que extraer individuos que causan conflictos mayores o podas excesivas, lo que podría causar daños alterando su normal desarrollo y poniendo en riesgo los servicios brindados por los mismos. Por lo que la selección de especies en el arbolado urbano debe realizarse considerando cuidadosamente su magnitud y altura, de manera tal de lograr una integración adecuada con la estructura de la urbanización evitando futuras interferencias.

CONCLUSIÓN

En este estudio se evaluó el estado del arbolado urbano para el “casco central” de Winifreda en la provincia de La Pampa, con el objetivo de contribuir a una localidad mas sostenible al identificarse al mismo como un proveedor de servicios ambientales. El diagnóstico de más de 2600 puntos de muestreo reveló la diversidad de especies y la abundancia de especies de fresnos, planteando desafíos futuros para la biodiversidad y salud del arbolado.

Se encontró que el estado general del arbolado es bueno, cosiderando en su mayoría sin requerimiento de acciones de manetenimineto. Aun así, es importante atender aquellos conflictos detectados, relacionados especificamente la infraestructura de vereda, como lo es la cazuela pequeña y árboles ubicados en ochava. Tambien es importante resaltar aquellos ejemplares identificados para ejercer sobre ellos algun tipo de acción con el fin de mantener y/o mejorar el estado general de los mismos.

La diversidad de especies es un punto importante a evaluar dentro del área de estudio con el fin de mejorar la resiliencia y maximizar los beneficios ecosistémicos. Además, se propuso el desarrollo de una planificación cuidadosa y estartégica que aborde los conflictos y riesgos identificados para transitar hacia a un arbolado urbano seguro y saludable.

Por ultimo, mencionar que el presente trabajo proporcionó información precisa y valiosa como punto de partida para futuras iniciativas en la gestión del arbolado urbano de Winifreda tendientes a cumplir con el objetivo de una ciudad sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron a la realizacion de este proyecto.

En primer lugar extendemos nuestro mas profundo agradecimiento a la Facultad de Agronomía de la UNLPam por brindarnos las herramientas y recursos necesarios para llevar a cabo cada etapa de esta investigacion.

Asi mismo queremos reconocer al municipio de Winifreda por permitir llevar a cabo esta investigacion en su comunidad.

Extendemos nuestro agradecimiento al Director y Codirectora cuya guia y experiencia contribuyeron a la direccion y calidad de este proyecto.

También queremos agradecer a nuestros evaluadores, cuyas observaciones y comentarios enriquecieron y mejoraron la calidad del trabajo final.

Por ultimo, pero no menos importante, nuestro agradecimiento se dirige hacia estudiantes y catedras que colaboraron en diferentes etapas permitiendo avanzar de manera efectiva en el desarrollo del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Benito, G. y Palermo, M. (2021). El árbol en la ciudad : manual de arboricultura urbana.

Buenos Aires. Editorial de la Facultad de Agronomía. Recuperado de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/libros/9789873738357.pdf>

Bond, B. J., and Buchanan, B., 2006. Tree Inventories: Objectives and Tactics. Arborist News (International Society of Arboriculture), pp. 12–16.

Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente de Rosario. (2015). Censo de Arbolado Urbano de Rosario. Recuperado de https://www.rosario.gob.ar/web/sites/default/files/censo_arbolado_final.pdf

Geraldi, A. M. (2021). Aportes metodológicos para censos de arbolado urbano en ciudades medianas. Caso de estudio: Pigüé, Argentina. Revista Cubana de Ciencias Forestales (CFORES), septiembre-diciembre 2021; 9(3):340-355. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v9n3/2310-3469-cfp-9-03-340.pdf>

Tovar Corzo, G. (2006). Manejo del arbolado urbano en Bogotá Colombia Forestal, vol. 9, núm. 19, noviembre, 2006, pp. 187-205 Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423941362011.pdf>

PÁGINAS WEB CONSULTRADAS

Municipalidad de Winifreda. <https://www.lapampa.gob.ar/winifreda.html>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

ANEXO Fotografías - Relevamiento de campo



Izquierda: medición del DAP con forcípula. Derecha: conflicto de árbol adulto en cazuela pequeña. Rompimiento de vereda.



Izquierda: árbol muerto, en estado seco, desprendido desde su base. Derecha: conflicto de un ejemplar de catalpa con poste de electricidad, por su distancia muy acotada.



Izquierda: desprendimiento de parte del árbol debido a la corteza incluida. Derecha: conflicto del ejemplar de fresno con el cableado aéreo. El árbol demuestra haber sido sometido a tareas de poda.



Izquierda: ejemplar de jacaranda con varios fustes desde la base. Derecha: signos de un intenso deterioro en ejemplar de acacia bola, donde se observa el accionar de los arácnidos por la presencia de sus telas.

Algunas especies censadas

