



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener el grado académico de  
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO  
AMBIENTE

“DIAGNÓSTICO DEL ARBOLADO URBANO DE ALINEACIÓN EN LA ZONA  
CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE SANTA ROSA, LA PAMPA”

AUTORA: MARÍA SOL ROSSINI

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2021

## **PREFACIO**

Esta tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 26 de marzo y el 9 de diciembre del 2021 bajo la dirección de la Dra. Mónica Mazzola.

.....  
(Fecha)

.....  
(Firma de la tesinista)

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Nacional de La Pampa y especialmente a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por la formación y el apoyo académico otorgado durante todos estos años.

A mi directora Dra. Mónica B. Mazzola, por haberme acompañado durante este último tramo de la carrera, por el tiempo, la paciencia y la predisposición que me dedicó para que pueda realizar la tesina.

A los evaluadores Dr. Walter A. Muiño y Mg. Vanina S. Rodríguez por las observaciones y sugerencias realizadas que ayudaron a enriquecer el trabajo.

Además, quiero agradecer a mis amigas por su apoyo incondicional e incentivo durante todos estos años que hizo que este proceso sea más fácil y llevadero. A mi familia, por apoyarme y alentarme a seguir adelante durante toda mi formación profesional y siempre.

Finalmente agradezco a todas las personas que me acompañaron tanto personal como profesionalmente durante la realización de mi tesina y de los cuales pude aprender mucho. Un agradecimiento especial a Laura Ambrosio por su compañía en los censos de arbolado.

.....

(Fecha)

.....

(Firma de la teginista)

## **RESUMEN**

El arbolado urbano de alineación (AUA) está conformado por los árboles ubicados de forma lineal en las veredas. Su presencia en ciudades trae beneficios ecológicos, sociales y económicos. Los servicios ofrecidos mejoran la calidad del ambiente y de la población. El objetivo de este estudio fue realizar un diagnóstico cualitativo y cuantitativo del estado actual del AUA en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa. Entre noviembre de 2020 y febrero de 2021, se relevó el número, especie, tamaño y condición de los árboles además de la infraestructura urbana que interactúa con el arbolado (condición y ancho de veredas, tamaño de cazuelas, interferencias con infraestructura urbana: cableado, postes, veredas). Se registraron 7381 ejemplares de árboles, arbustos, palmeras, otros (herbáceas, gramíneas y otras especies de porte menor no contempladas en los anteriores) y cazuelas vacías (en los que no se registraba presencia de los ejemplares anteriormente nombrados), de los cuales 6251 fueron árboles. La especie dominante (50,5%) fue el fresno común. El número promedio de árboles por cuadra fue de 12 individuos. El 59,8% de los árboles se encuentran en condición muy buena a buena y el tamaño de árbol predominante es mediano (57,3%). Existe un déficit mínimo de 728 árboles que resulta de cazuelas vacías. Este déficit es más notable en frentes comerciales. Del total de árboles, cerca del 65% afectan la condición de las veredas. Se recomienda que se coloquen más árboles por cuadra ya que la cantidad de individuos por cuadra se encuentra por debajo de lo establecido por la normativa. Este diagnóstico proporciona una línea de base útil y es el primero en presentar una vista general del arbolado urbano de alineación de Santa Rosa.

**PALABRAS CLAVES:** Arbolado urbano de alineación, censo arbóreo, Santa Rosa.

## **ABSTRACT**

Street tree can be defined as any tree planted within public sidewalks. The presence of urban street trees provides ecological, social and economic services that improve quality of the environment and population life in cities. The objective of this study was to conduct an assessment of Street trees in the downtown area of Santa Rosa. The survey was carried out between November 2020 and February 2021. This study examined the number, species, size and condition of the Street trees and recorded tree interactions with urban infrastructure such as sidewalk condition, planting space, electric and service cables, and street lights. Trees accounted for 6251 of the of 7381 trees, shrubs, palms, others and empty planting spaces. The dominant species (50.5%) was *Fraxinus americana*. The average number of trees per block was 12 individuals. Fifty-nine percent of trees were in “very good” to “good” condition and the predominant tree size was medium (57.3%). A deficit of 728 trees was observed for the study area, specially on the front of commercial buildings. About 65% of street trees produced sidewalk problems. It is recommended to increase street plantings in order to increase the number of trees per block to fulfill with current regulations. This assessment provides useful baseline, and it is the first to present an overall view of Santa Rosa street trees.

## INDICE

<b>PREFACIO</b> .....	II
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	III
<b>RESUMEN</b> .....	IV
<b>ABSTRACT</b> .....	V
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
Área de estudio .....	7
Metodología.....	8
Recolección de datos .....	10
Análisis de datos.....	25
<b>RESULTADOS y DISCUSIÓN</b> .....	26
Composición del AUA .....	26
Tamaño de los árboles .....	37
Condición de los árboles.....	40
Déficit de árboles.....	47
Tipos de frentes.....	50
Interferencias del AUA con las veredas y otros elementos urbanos.....	53
Tratamientos requeridos .....	63
<b>CONCLUSIONES</b> .....	69
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	73
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	76
<b>ANEXO</b> .....	83

## INTRODUCCIÓN

Desde el año 2007, más de la mitad de la población mundial habita en las urbes y se espera que esa proporción siga aumentando para el año 2030 (ONU, 2020). La variedad de dimensiones y características de las ciudades actuales hace que sus impactos se manifiesten de forma diferente tanto en la sociedad como en el ambiente. En la actualidad, se presenta el desafío de planificar el crecimiento urbano en el contexto de desarrollo sostenible (Terraza, *et al.*, 2016). Una “ciudad sostenible” es una ciudad en la que se logra el cumplimiento de los derechos de la sociedad, desde una perspectiva en la que se integran los aspectos ambientales, sociales y económicos. Para ser sostenible, una ciudad debe ser resiliente a los impactos negativos del cambio climático y garantizar una buena calidad de vida a sus habitantes en la actualidad sin comprometer las generaciones futuras (MAyDS, 2020).

La mayoría de las ciudades hoy en día comparten una organización que comprende: la infraestructura gris conformada por las edificaciones y pavimentaciones, la infraestructura azul que son los cuerpos de agua y la infraestructura verde formada por la vegetación. Para una mejor planificación y sostenibilidad, en las ciudades se deben optimizar las interacciones entre estos tres elementos (Enebelo, 2020). La presencia de árboles y cualquier otro tipo de vegetación contribuye a crear ambientes urbanos más favorables para la calidad de vida de los ciudadanos (Ledesma, 2008).

La infraestructura verde puede ser definida como “*una red interconectada de áreas naturales, espacios verdes y otras áreas abiertas que conservan las funciones y servicios de los ecosistemas naturales contribuyendo a mantener y mejorar la salud y calidad de vida de la población humana*” (Benedict and McMahon 2002). Los distintos grupos de elementos presentes en el entorno urbano pueden analizarse a escala de barrio, de ciudad o incluso de región. A escala de barrio, podemos mencionar las calles arboladas, plazas, techos verdes, jardines verticales, espacios deportivos, entre otros (Vásquez, 2016). La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que las áreas verdes son un recurso indispensable para lograr una salud sostenible y calidad de vida en las zonas urbanas. El aumento de espacios verdes genera tanto beneficios ambientales como sociales, creando espacios de convivencia entre ciudadanos y mayor posibilidad de contacto con la naturaleza.

En el marco de esta perspectiva, el arbolado urbano significa mucho más que simplemente plantar árboles en las veredas. El concepto de arbolado urbano se originó en los años '60 en

Norteamérica y en los '80 en Europa (Ponce Danoso, 2012) y fue evolucionando desde entonces. En el último tiempo, los árboles en zonas urbanas pasaron de ser considerados únicamente como una “contribución estética u ornamental” del paisaje urbano a convertirse en “elementos clave” proveedores de múltiples servicios ambientales, sociales y económicos en el diseño de ciudades más sostenibles y planificadas (Rubio, 2008; Alvarado Ojeda, *et al.*, 2014). Son numerosos los beneficios que se le atribuyen al arbolado urbano: absorción de carbono atmosférico, regulación de la temperatura, generación de oxígeno, amortiguación del impacto de algunos fenómenos naturales y meteorológicos, protección y recuperación suelos, atenuación de ruidos fuertes, aporta biodiversidad al paisaje artificial de las ciudades no solo a partir de la vegetación introducida sino de la biodiversidad asociada como los insectos y aves que interactúan con el arbolado y además, provee recursos para la recreación de los usuarios (Haene, 2020).

En el centro de las ciudades, en general, se observan valores de temperatura más altos constituyendo al fenómeno conocido como “islas de calor” (González de Canales, 2002). Estas islas se generan cuando el concreto y el asfalto absorben la energía del sol durante el día y luego irradian el calor, manteniendo a la ciudad con altas temperaturas incluso por las noches. Sumado a este fenómeno se encuentra también el calor residual de los motores y otros equipos utilizados en actividades relacionadas al transporte, industria e incluso para la refrigeración de edificios (PNUMA, 2020). Los servicios de enfriamiento brindados por la vegetación en las ciudades son particularmente importantes para regular la temperatura urbana al reducir, por ejemplo, la insolación de edificios y calles. Como resultado, la presencia de árboles y otra vegetación ubicada en los lugares adecuados, permite reducir el consumo de energía en las urbes, ahorrando dinero tanto a los municipios como a los ciudadanos (Benedetti, 2007). Por ejemplo, la Agencia Internacional de Energía estima que las ciudades con un buen diseño y planificación podrían ahorrar un 25% de la energía que actualmente utilizan para calefacción y refrigeración. Por esta razón, una planificación del arbolado urbano y una conexión entre los espacios verdes ubicados en distintos sectores de la ciudad contribuiría a la regulación microclimática y ayudaría a las ciudades a adaptarse a futuros impactos climáticos (PNUMA, 2020).

Los árboles y otra vegetación de las ciudades, también son importantes en la regulación del ciclo hidrológico urbano ya que pueden interferir en la velocidad y cantidad de agua que escurre luego de una tormenta, amortiguar los daños generados por inundaciones, así como



también disminuir los costos del tratamiento de agua de lluvia (González de Canales, 2002). Otro servicio de regulación brindado por los árboles es la absorción a través de sus hojas de algunas partículas sólidas o líquidas que se encuentran en la atmósfera. Estas partículas conocidas como material particulado son peligrosas para la salud humana ya que por su pequeño tamaño (diámetro menor a 10 micrones) penetran directamente en los pulmones provocando afecciones respiratorias. Dado que el arbolado urbano y la vegetación urbana tienen la capacidad de retenerlas, acumularlas y hasta metabolizarlas a través de sus tejidos (Argentina Ambiental, 2019) contribuyen a mejorar la calidad del aire. De esta manera, el arbolado urbano es un componente fundamental de los paisajes artificiales urbanos que además de tener un fin estético, también desempeña múltiples funciones que influyen de manera directa e indirecta en la salud y bienestar de la población. Además, aumenta el confort y la calidad del medio ambiente urbano, actuando como un factor que puede moderar las condiciones climáticas locales, reduce los niveles de ruido y la contaminación en el aire y suministra un hábitat para la fauna silvestre (Benedetti, 2007; González de Canales, 2002).

El arbolado urbano se puede clasificar en dos grupos con respecto a su ubicación en las ciudades y la diversidad de especies presentes. En el primer grupo se toman en cuenta aquellos árboles ubicados en espacios verdes grandes y abiertos, como plazas y parques, que se caracterizan por una mayor diversidad de especies, tanto arbóreas como arbustivas. En el segundo grupo se encuentra el “arbolado de alineación” que comprende al conjunto de árboles ubicados en forma lineal en las veredas de las calles y avenidas del área urbana y suburbana, tanto en zonas residenciales, comerciales o industriales de las ciudades. (Benedetti, 2007; Ponce Danoso, 2012). Generalmente, este tipo de arbolado presenta una baja diversidad de especies (Cali, 2018), en numerosas ocasiones acotada por las opciones recomendadas por las normativas municipales.

Debido a la variabilidad de beneficios y efectos sobre las ciudades, el manejo de las áreas verdes y en especial del arbolado de alineación en los espacios urbanos debe tener un enfoque integral. Al momento de arborizar es fundamental considerar las características y cualidades de las especies a plantar, como así también la infraestructura urbana ya presente y la que será construida en un futuro, para evitar posibles interferencias y perjuicios entre el arbolado y los demás elementos de las ciudades (Enebelo, 2020). Para que el arbolado sea efectivo y funcional se debe analizar qué especies se usarán y sus características particulares, el lugar donde serán ubicados los árboles, cómo serán manejados y cuidados luego de su

plantación (Benedetti, 2007). La acertada selección de las especies arbóreas y los cuidados posteriores a su plantación son fundamentales tanto para evitar su reemplazo prematuro como para asegurar el correcto funcionamiento del arbolado urbano (Castelao, 2019).

Las ciudades son sistemas socio-ecológicos y no puede ignorarse la necesidad de contemplar los procesos ecológicos para asegurar su funcionalidad y sustentabilidad. El reconocimiento de la importancia de la vegetación urbana y sus servicios ambientales contrasta con el crecimiento y expansión no planificada de las ciudades. Esta situación implica la aparición de numerosos problemas ambientales relacionados con el aumento desmesurado de las superficies artificiales, la baja disponibilidad de espacios verdes, la mala calidad y mantenimiento de los mismos, entre otros. Para resolver estos problemas, es esencial dejar de considerar a los espacios verdes como simples espacios residuales o sobrantes de los procesos de planificación urbana y convertirlos en ejes importantes de la planificación (Vásquez, 2016) junto con el arbolado de alineación.

En los últimos veinte años, la ciudad de Santa Rosa (La Pampa, Argentina), ha experimentado un crecimiento poblacional desorganizado, especialmente en dirección hacia las periferias (Pagella, 2016). Esto ha transformado fuertemente la estructura urbana, con presencia de nuevos barrios que en algunos casos traen un deterioro en las condiciones medioambientales y en la calidad de vida de la población. La razón de esto es que dentro del crecimiento y expansión de nuevos barrios no se ha tomado en cuenta la planificación y creación de nuevos espacios verdes (Rubio, 2008; Pagella, 2016; Pombo, 2017).

Un diagnóstico realizado por Pagella en el año 2016, demostró que el 70% de los barrios de la ciudad de Santa Rosa presenta un déficit de espacios verdes efectivos agravado por la reasignación de esos espacios a otros usos. Los espacios verdes existentes en la ciudad no se encuentran en las mejores condiciones para su funcionamiento y presentan una mala distribución. Hay barrios sin presencia de pulmones verdes, por lo que una gran parte de los ciudadanos no perciben ni pueden aprovechar directamente sus beneficios y servicios. Este y otros trabajos destacan que, a la escasa disponibilidad de espacios verdes en Santa Rosa, se le suma la escasez o deterioro del arbolado urbano en las veredas y en los espacios verdes, tanto en los barrios más antiguos como en los más nuevos (Rubio, 2008; Pagella, 2016).

El arbolado urbano en la ciudad de Santa Rosa presenta indicios de una falta de planificación y de mantenimiento. Al recorrer la ciudad se pueden observar árboles deteriorados o en algunos casos muertos en pie, ausencia de árboles, especialmente en zonas

comerciales y céntricas, podas mal realizadas, veredas levantadas y en malas condiciones como consecuencia del crecimiento de las raíces, intercepción entre árboles de gran porte con los postes de luz y el cableado, entre otros problemas. Esto genera situaciones que pueden afectar los servicios públicos y la transitabilidad de los ciudadanos, entre otros. Los problemas con respecto al arbolado urbano son heterogéneos en cada sector de la ciudad, por lo que se debe comenzar a planificar el arbolado urbano de una manera más integral y respondiendo adecuadamente los problemas que presenta cada zona en específico.

El primer paso para una gestión efectiva del arbolado urbano de alineación, es la realización de un diagnóstico con el que se puedan detectar los problemas que presentan los árboles en la ciudad y describir cómo es la situación morfológica, funcional y sanitaria actual de los ejemplares existentes.

El presente trabajo tiene como objetivo principal llevar a cabo un diagnóstico general del arbolado urbano de alineación (AUA) en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa y de algunos de los componentes de la infraestructura urbana que lo acompañan. Se realizará un relevamiento del número total de árboles en el área seleccionada, la condición en la que se presentan los árboles, las especies que pueden encontrarse, el tamaño, su ubicación y los problemas que se detecten en el tamaño o estado de las veredas y las cazuelas, el tipo de frente que ocupa (comercial, residencial u otro) y las interacciones entre el arbolado y la demás infraestructura urbana.

Se espera que los resultados de este proyecto sean de utilidad para guiar hacia una mejor planificación del ambiente urbano, teniendo como uno de los objetivos principales de sustentabilidad urbana al arbolado de alineación, asegurando la biodiversidad y funcionalidad del mismo, teniendo en cuenta las características morfológicas de cada especie al momento de seleccionar un lugar de implantación y su mantenimiento.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### Objetivo general

- Realizar un diagnóstico cuantitativo y cualitativo del arbolado urbano de alineación (AUA) en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, Provincia de La Pampa.

### Objetivos específicos

- Determinar el estado morfológico, funcional y sanitario del AUA en la zona céntrica de la ciudad.
- Detectar problemas vinculados al estado general de los árboles y su interacción con los elementos de la infraestructura urbana como veredas, cableado y luminarias.
- Proponer acciones para mejorar la condición del AUA.
- Proveer información de utilidad para la toma de buenas decisiones en la planificación, ordenación y mantenimiento del AUA.

### Hipótesis de trabajo

- La cantidad promedio de árboles de alineación por cuadra en la zona centro es menor a la esperada según lo establecido por la normativa vigente (20 árboles/cuadra).
- La mayoría (más del 50%) de los ejemplares del arbolado en la zona centro presentan una condición buena a muy buena.
- Al menos un 25% de los ejemplares presenta algún signo de interferencia negativa con elementos infraestructura urbana (veredas, cableado, etc.).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en la ciudad de Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa, ubicada en la región central de la República Argentina (Longitud: 64°16'59.99" O; Latitud: 36°37'0.01"S, Fig. 1). La ciudad de Santa Rosa presenta un clima templado con temperaturas medias anuales que oscilan entre 14-16°C. Existe una marcada amplitud térmica a lo largo del año y al estar ubicada en la región subhúmeda seca (Cano, *et al.*, 1980) presenta precipitaciones anuales entre 600 y 700 mm concentrados en las estaciones primavera-verano. Los vientos tienen una dirección predominante del N-NE y S-SO.



**Figura 1:** Ubicación de la ciudad de Santa Rosa, Departamento Capital, Provincia de La Pampa.

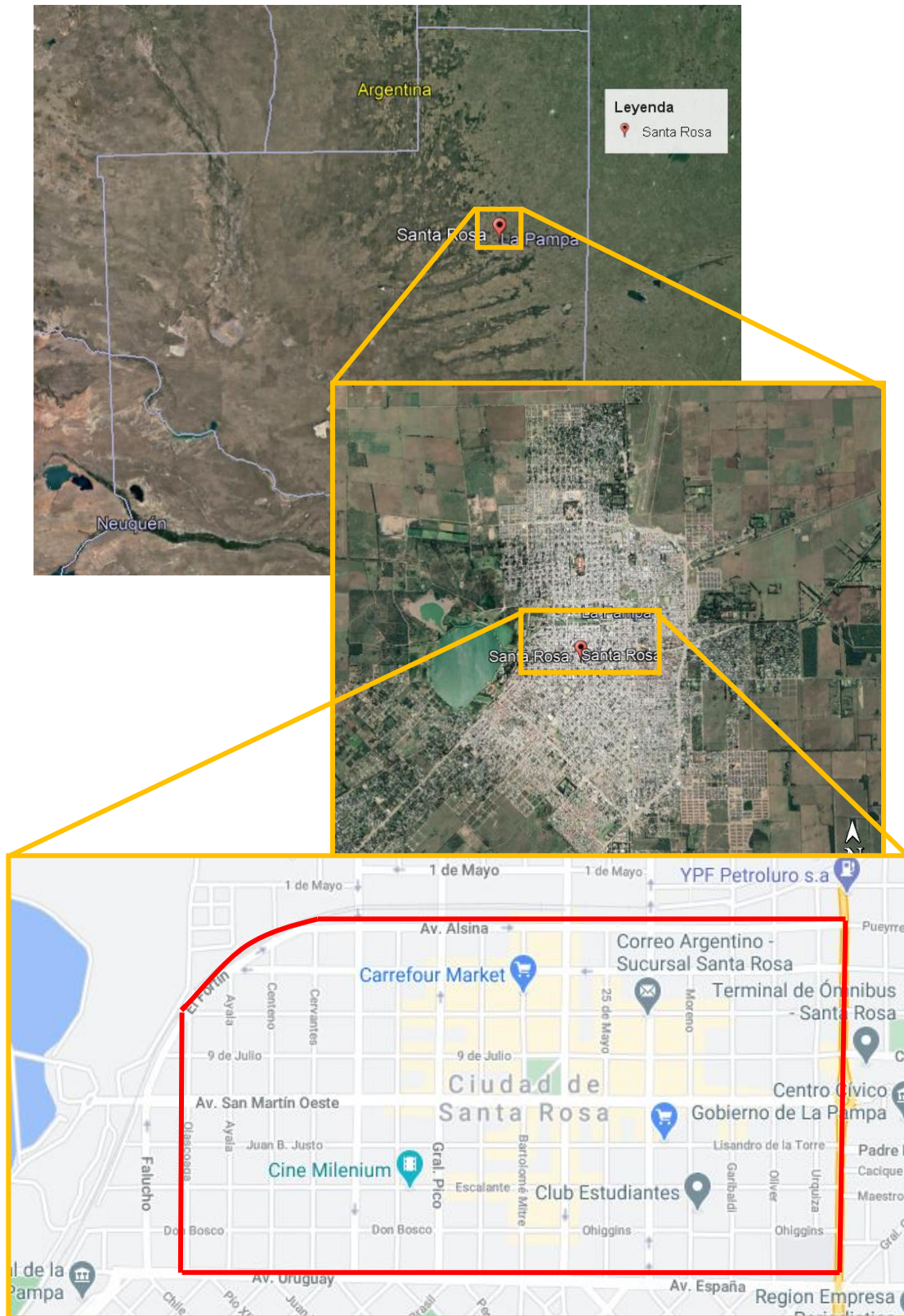
La ciudad de Santa Rosa se ubica en la ecorregión del Espinal con un paisaje predominante de bosque de caldén con presencia de pastizal bajo, que se desarrolla en las planicies con tosca que aflora o que se encuentra a poca profundidad (50 a 150cm). Los

suelos de esta región presentan un origen eólico y una textura franco arenosa fina (Cano, *et al.*, 1980). Santa Rosa es una localidad de 105.312 habitantes (INDEC, 2010).

Según el Ministerio del Interior, la provincia de La Pampa es una de las principales regiones productivas del país. Se ubica dentro del polo agropecuario y presenta las mejores pasturas para cría de vacunos de los que se obtiene carne y leche para comercio en grandes ciudades y para la exportación. Las principales actividades económicas de la región son los cultivos de trigo, maíz, soja, girasol en el este y la ganadera en el centro-oeste. Otra actividad económica muy importante para la provincia es la caza, ubicándose en primer lugar como la provincia con mayor producción de nuevos cotos de caza y número de campos que se encuentran inscriptos o registrados para el desarrollo de esta actividad (Comerci, 2018). A su vez, La Pampa está posicionada como la sexta provincia con mayor producción de petróleo, se desarrolla la minería de una variada gama de minerales rocosos y se lleva a cabo la actividad silvícola. Por otro lado, los ambientes naturales diversos que presenta, con un número variado de flora y fauna nativa y paisajes interesantes le dan una oportunidad a la provincia de desarrollar un turismo alternativo (Ministerio de Hacienda, 2018).

### Metodología

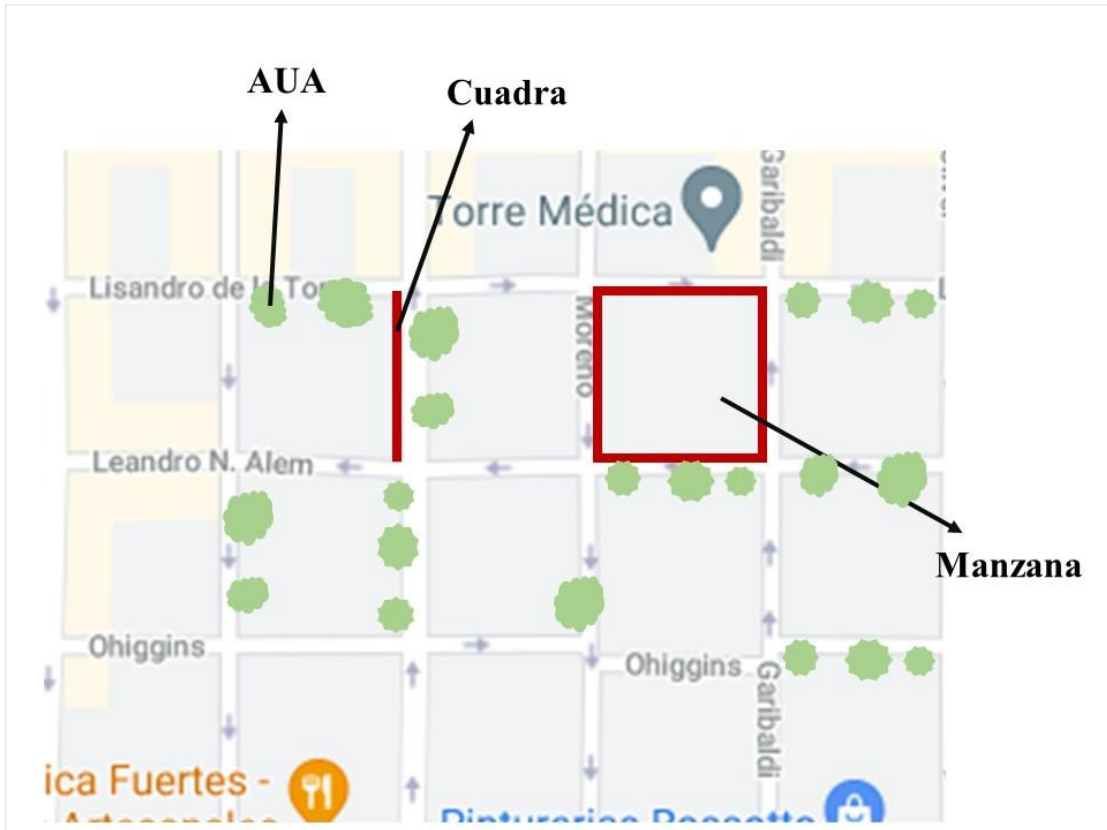
El relevamiento de datos se llevó a cabo en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, en un área delimitada por las calles España-Uruguay hasta la Alsina-Alvear y desde la avenida Luro hasta la calle Olascoaga (Fig. 2).



**Figura 2:** Plano de la zona céntrica de la Ciudad de Santa Rosa y de la zona de estudio seleccionada para este trabajo (delimitada con bordes rojos).

### Recolección de datos

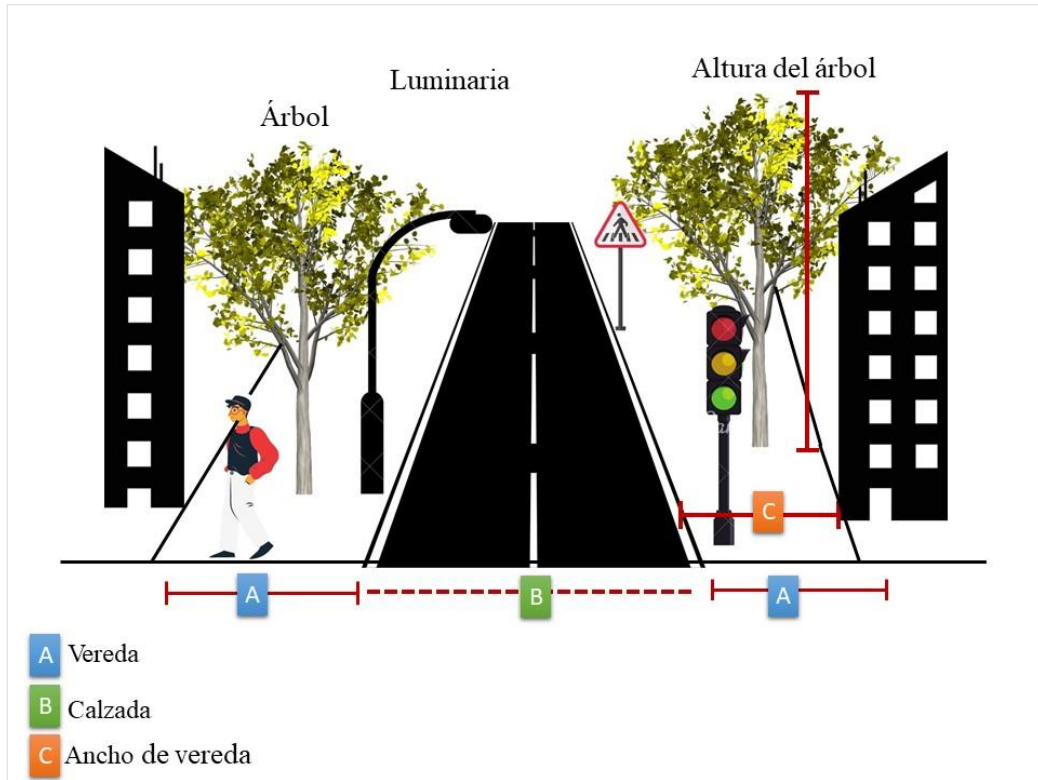
El área de estudio comprende un total de 125 manzanas. A los efectos de evaluar el estado del arbolado urbano de alineación se relevaron un total de 498 cuadras comprendidas en el área de estudio entre noviembre de 2020 y febrero de 2021. En este estudio se consideró cuadra a la acera comprendida entre dos esquinas, pudiendo ser lado par o impar (Fig. 3).



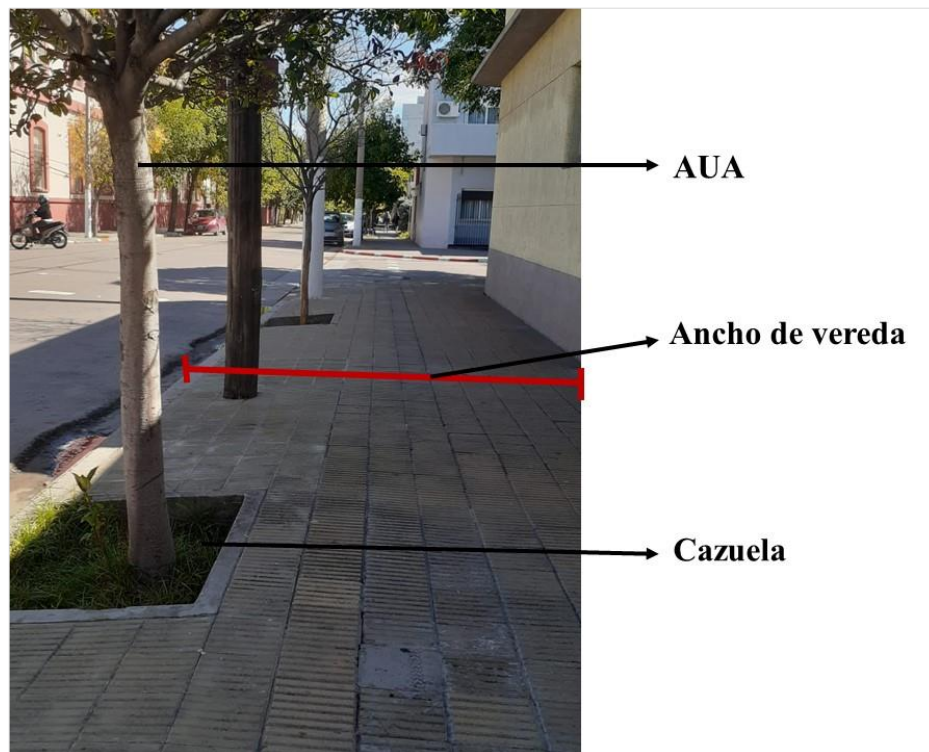
**Figura 3:** Visión esquemática del arbolado urbano de alineación (AUA) para la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Las variables seleccionadas para este trabajo se basaron en características fisonómicas, sanitarias y de condición específicas de cada árbol y, por otro lado, en las características generales de cada vereda según los elementos que la componen y otros elementos urbanos que interactúan directa o indirectamente con el AUA, tal como se muestran en las Figuras 4 y 5 a continuación.





**Figura 4:** Vista esquemática de los elementos considerados para el análisis del AUA.



**Figura 5:** Esquema de vereda y sus elementos.

En cada caso, para los frentes y árboles identificados en cada cuadra, se relevaron y analizaron las distintas variables descriptas a continuación.

### 1) Ubicación

Para poder localizar de manera rápida y sencilla cualquier individuo identificado durante en relevamiento, se tomó nota del número de manzana, el nombre de la calle y altura catastral en la que se encuentra.

### 2) Tipo y especie

Cada ejemplar presente en la vereda se clasificó según el **tipo** en: árbol, arbusto, palmera y “otro” (grupo que incluirá a herbáceas, gramíneas y otras especies de porte menor no contempladas en los anteriores, como por ejemplo cactáceas o suculentas) (Fig. 6 y 7). En los casos en los que se registraba una ausencia de los ejemplares anteriormente nombrados se indicó como cazuela vacía (Fig. 8). Además, se identificó la especie a la que pertenece cada árbol expresándose con nombre científico y nombre vulgar. La base de datos consultada para determinar la nomenclatura en el presente trabajo fue The Plant List (2013).



**Figura 6. Tipos de ejemplares: A) árbol y B) arbusto.**



**Figura 7. Tipos de ejemplares: A) palmera y B) otro.**



**Figura 8. Tipos de ejemplares: Cazuelas vacías.**

### **3) Tamaño de árbol**

Según su tamaño, todos los árboles relevados se clasificaron en los siguientes grupos:

- **Muy pequeño:** árboles que presentan una altura menor a los 3 m y una copa con un diámetro menor a los 1,5 m. En general, esta categoría incluye a los individuos muy jóvenes recién trasplantados.
- **Pequeño:** árboles que presentan una altura menor a los 3 m y con un diámetro de copa mayor o igual a 1,5 m.
- **Mediano:** árboles que miden entre 3 a 6 m de altura.
- **Grande:** árboles que tienen una altura mayor a 6 m.

En las Figuras 9 y 10 se muestran ejemplares representativos de los distintos tamaños.



**Figura 9. Tamaño de árbol:** A) muy pequeño y B) pequeño.



**Figura 10. Tamaño de árbol:** De izquierda a derecha se pueden observar un árbol de tamaño pequeño, dos de tamaño mediano y uno de tamaño grande.

#### 4) Condición del árbol

Se realizó una evaluación visual de las características externas de cada individuo de árbol para establecer su estado sanitario actual. En este caso, se tomaron los criterios utilizados por Arcos *et al.* (2005) y Pagella (2016).

Según su estado sanitario actual, cada árbol se clasificó en:

- **Muy bueno:** individuo sano, vigoroso, sin daños ni mutilaciones, sin ahuecamientos en el tronco o las ramas. La copa se puede observar con un desarrollo equilibrado con el porte y con el hábito de crecimiento propio de la especie en cuestión.
- **Bueno:** ejemplar sano, vigoroso, con algunos daños en la corteza menor al 10% del total del fuste, madera seca a la vista, hasta un 20% de ramas primarias en mal estado, 80% o más de la copa se encuentra viva. Ejemplares con algún tipo de tratamiento aéreo. Tronco con una inclinación leve.
- **Regular:** individuo con un aspecto general sano pero que presenta síntomas de enfermedades o daño por plagas, con ahuecamientos o daños en el tronco menor al 30% y/o daños en las ramas primarias de entre un 20-50%. Si no presenta ahuecamientos puede mostrar de un 50-80% de su copa viva. Daños leves provocados por malas podas. Se podría revertir su situación con algún tipo de tratamiento sanitario adecuado. Tronco

con una inclinación moderada a alta que representa un riesgo para los peatones, los autos o para la infraestructura circundante.

- **Decrépito:** individuo que presenta una notable falta de vigor y de capacidad de recuperación o brotación. Se puede observar un ahuecamiento del tronco mayor al 30% y/o un daño notable en las ramas primarias mayor al 50%. En el caso de ser un ejemplar sin ahuecamientos visibles, puede ocurrir que se observe que más de la mitad de la copa esté muerta, es decir una alta proporción de ramas muertas. Pueden presentarse ramas o parte del fuste con podredumbre. Evidencias de podas mal realizadas, por desmoche, por lo que el árbol no vuelve a recuperar su forma ni vigor original y es muy susceptible a infección por patógenos.
- **Muerto:** sin evidencias de rebrote o recuperación. Tronco y ramas principales completamente secas.
- **Tocón:** caso en el cual sólo queda una porción del tronco que fue talado, desde la zona del cuello hasta el final puede tener una altura de hasta 2 m.

Las categorías de árbol décrepito, muerto y tocón fueron consideradas representativas de una condición mala.

A continuación, en la Figura 11 y 12 se muestran imágenes ilustrativas de las diferentes condiciones.



**Figura 11. Condición de árbol:** Muy bueno (A), bueno (B) y regular (C).



**Figura 12. Condición del árbol:** Decrépito (D), muerto (E) y tocón (F).

Por otro lado, además de relevar las características propias de los árboles a nivel individual, también se observaron otras características y elementos pertenecientes a la vereda en la que se encontraban los mismos y que se relacionan directa o indirectamente con el estado del arbolado urbano de alineación.

### 5) Tipo de frente

Para poder identificar cuáles eran los frentes que presentaban mayores inconvenientes en relación con el arbolado urbano de alineación, se registró el tipo de frente en el que se encontraba cada ejemplar.

Los tipos de frente se clasificaron en:

- **Comercial:** bancos, clínicas, laboratorios privados, correos, cines, supermercados, quioscos y todo tipo de comercios.
- **Residencial:** edificios, departamentos, viviendas únicas, residencias, etc.
- **Institucional:** jardines, colegios primarios y secundarios y facultades públicas o privadas, tanto nacionales, provinciales como municipales, museos provinciales, policía provincial y federal, distintas dependencias del estado, etc.
- **Baldío:** terrenos sin ningún tipo de construcción o abandonados.
- **Espacio verde:** plazas y parques.

- **Otros:** clubes, iglesias, templos, y otros tipos de frentes que no pertenecían a ninguna de las categorías nombradas anteriormente.

## 6) Tipo de vereda

La vereda es el sector lateral a la calle destinada a la circulación de peatones (Fig. 4 y 5). En esta variable se tomaron en cuenta las características generales de la vereda, clasificándose en tres grupos (Fig. 13):

- **Sin vereda:** no había una vereda construida.
- **Vereda construida:** con baldosas, cemento, hormigón, etc.
- **Vereda del tipo jardín:** una parte de la vereda se encontraba construida con algún material y otra parte sin construir, es decir con cobertura de gramíneas o directamente sin cobertura vegetal (suelo desnudo).



**Figura 13. Tipos de vereda:** A) vereda sin construir, B) vereda construida y C) vereda tipo jardín.

## 7) Condición de vereda

Las veredas construidas y tipo jardín se clasificaron según su estado en alguna de las siguientes categorías:

- **Mala:** veredas con más de la mitad del pavimento roto o muy deteriorado, quebradizo, muy sucio y levantado de manera muy evidente e incluso obstruyendo el paso (Fig. 14).
- **Regular:** veredas con alrededor de un 10-50% de roturas visibles, con el pavimento deteriorado, con grietas, algo levantado o levemente sucio (Fig. 15).



- **Buena:** vereda en buen estado, no presenta ningún tipo de rotura o roturas menores (hasta 10% de la vereda con grietas), limpia y en la cual la superficie no presenta alteraciones importantes (Fig. 16).



**Figura 14:** Veredas en mala condición con roturas y con deterioro evidente.



**Figura 15:** Veredas en condición regular con baldosas levantadas y desniveladas.



**Figura 16:** Veredas en condición buena, niveladas y sin deterioro evidente.

### 8) Evidencia de raíces

Esta variable se tuvo en cuenta debido a su relevancia para detectar rápida y fácilmente los ejemplares con raíces en superficie que ocasionen problemas en las veredas. Esto puede repercutir en problemas de circulación de los peatones y en problemas imperceptibles a simple vista tales como interferencias graves en la parte subterránea con las cañerías de servicios públicos (cloacas, provisión de agua potable, etc.).

En este caso, se consideraron tres categorías (Fig. 17):

- **Nula:** sin evidencia de raíces en la vereda.
- **Baja:** la evidencia de raíces se presentaba a través de un levantamiento de la vereda, pero sin roturas visibles en la superficie.
- **Alta:** se pudo observar la vereda muy levantada y con roturas visibles, incluso había casos en los que se podían ver fácilmente las raíces saliendo a la superficie.



**Figura 17. Evidencia de raíces:** A) nula, B) baja y C) alta.

### 9) Ancho de vereda

El Código Urbanístico de la Ciudad de Santa Rosa (2018), establece que el ancho de vereda dependerá según las calles sean avenida (>3,5 m) o calle secundaria (>2,5 m). Este dato es relevante porque de ello depende, el tamaño de la cazuela que contiene el ejemplar arbóreo, como se verá más adelante, y también para realizar futuras recomendaciones de especies a plantar.

Por ello, en este trabajo, el ancho de vereda se clasificó en 3 categorías:

- *Vereda en avenida:* ancho mayor a 3,5 m.
- *Vereda en calle secundaria:* ancho entre 2,5 y 3,5 m.
- *Vereda en calle secundaria:* ancho menor a 2,5 m.

### 10) Cazuelas

Las cazuelas son los espacios de las veredas que se dejan sin embaldosar y son destinados a la plantación los árboles. En el caso de esta variable se tomó en cuenta lo establecido por la Ordenanza N° 4161/10 (MSR) que establece las pautas respecto al arbolado urbano y todo lo relacionado con ello. La Ordenanza indica el tamaño que debe presentar la cazuela según el ancho de vereda.

Por ello, teniendo en cuenta sus dimensiones, las cazuelas fueron clasificadas en tres grupos (Fig. 18):

- ***Cazuelas menores a 80 x 80 cm:*** correspondieron a lo requerido por la Ordenanza para las veredas <2,5 m de ancho.
- ***Cazuelas mayores o iguales a 80 x 80 cm:*** correspondieron a lo requerido para las veredas >2,5 m de ancho.
- ***Sin cazuela:*** En este caso se consideraron los casos donde el ejemplar no presentaba cazuela por encontrarse en una vereda sin construir o en una vereda tipo jardín en la que el árbol se encontraba ubicado en la zona no construida. También en esta categoría se incluyeron los casos en los que la vereda era completamente de cemento sin dejar el espacio obligatorio de cazuela alrededor del árbol, por lo que se consideró dentro de esta categoría.



**Figura 18. Cazuelas:** A) vereda con cazuelas menores a 80 x 80 cm, B) cazuelas iguales o mayores a 80 x 80 cm, C) vereda tipo jardín sin cazuela definida y D) sin cazuela en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

## 11) Interferencias

Existen características y elementos propios de las ciudades que dificultan el crecimiento o desarrollo adecuado del arbolado, así como veredas estrechas, presencia de toldos o carteles, luminaria, cableado y otras infraestructuras con las que se producen interferencias

mayormente con consecuencias negativas. Debido a esto, se identificaron los ejemplares del arbolado que presentaban interacciones riesgosas con:

- Cableado
- Semáforos
- Luminarias
- Edificios
- Postes eléctricos
- Otro tipo de infraestructura urbana que perjudique negativamente el desarrollo normal de los árboles

## **12) Tratamiento requerido**

Los árboles presentes en las ciudades pueden ver alterado su patrón natural de crecimiento, lo que deriva en situaciones que suelen representar problemas ya sea porque una parte de la copa interfiere con la circulación peatonal o con la infraestructura urbana, por la presencia de ramas secas en mal estado sanitario que representen un peligro. En casos extremos, es posible que se requiera el reemplazo del individuo. Una mala poda puede traer graves consecuencias en el estado sanitario del árbol, pero si se realizan teniendo en cuenta las características propias del árbol y con objetivos claros, este tipo de intervenciones se tornan beneficiosas y en algunos casos muy necesarias para asegurar la buena calidad del arbolado urbano (Ledesma, 2008).

Por ello, para cada árbol, se evaluó la necesidad de algún tipo de intervención tal como se detalla a continuación:

- ***Poda inferior:*** presencia de ramas bajas que interfieren con los peatones o con la visibilidad de los conductores.
- ***Poda superior:*** ramas superiores enredadas y que interfieren gravemente con el cableado, postes, luminaria o semáforos.
- ***Poda de formación:*** para adecuar la copa de los árboles y algunos casos para obtener un solo fuste en ejemplares muy ramificados, controlar los rebrotes desde abajo que impidan el paso de peatones. Este tipo de poda busca formar un árbol con tronco elevado y copa equilibrada correspondiente a la especie (Ledesma, 2008).

- ***Poda sanitaria:*** este tipo de intervención se centra en la reparación de heridas, arreglo de malas podas realizadas anteriormente o eliminación de ramas muertas y enfermas, también se incluye la eliminación de ramas que desequilibran la copa ya sea por su peso, longitud o posición (Ledesma, 2008).
- ***Reemplazo de individuo:*** en el caso que el árbol se encuentre muerto, decrepito, en tocón o en mal estado sin ninguna posibilidad de rebrote o mejora de su estado y que represente una amenaza para la sociedad, se reemplazará el mismo por la especie que se considere adecuada.
- ***No requiere tratamiento:*** árbol en buen estado y con un patrón de crecimiento que no ocasiona problemas evidentes.

### Análisis de datos

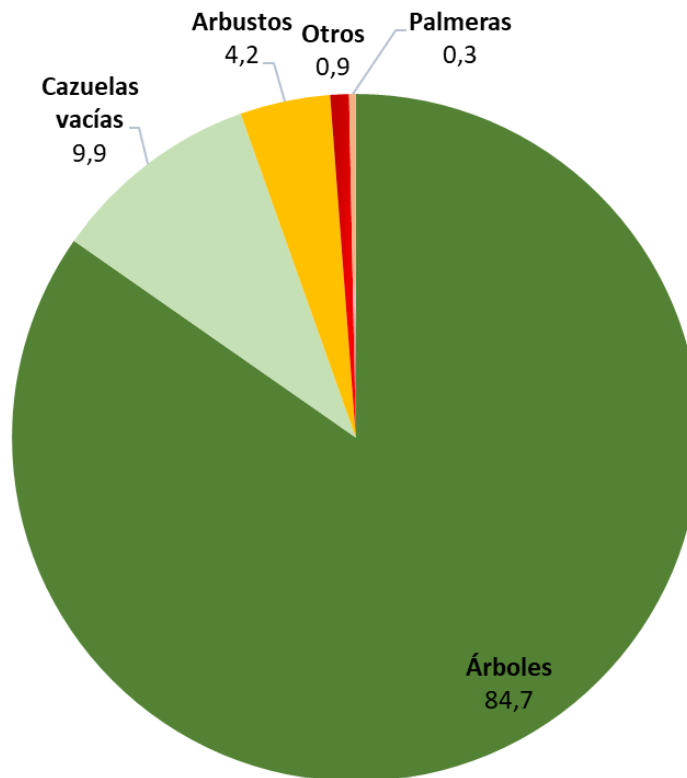
La información relevada a campo fue procesada en gabinete y el análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al, 2014). Se armaron diferentes tablas de datos que permitieron el análisis de los mismos y se generaron gráficos que muestran de manera más clara los resultados obtenidos.

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

### Composición del AUA

En el presente diagnóstico se relevó el AUA en 125 manzanas de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, lo que correspondió a 498 cuadras, en su mayoría de 100 m de largo (Fig. 2). Las excepciones a cuadras menores a 100 m de largo correspondieron a las cuadras en la altura 700-750 de las calles O'Higgins, Leandro N. Alem, Lisandro de la Torre, Av. San Martín, Hipólito Yrigoyen, Hilario Lagos y Mansilla, ubicadas entre las calles Urquiza y la Av. Pedro Luro. Por otro lado, las excepciones a cuadras mayores a 100 m de largo correspondieron a las calles: Av. España y O'Higgins, altura 600-750, entre Oliver y Av. Pedro Luro y las calles Mansilla y Marcelo T. de Alvear, altura 300-500, entre Rivadavia y Garibaldi.

En la zona censada, se registró un total de 7381 ejemplares de los cuales 6251 (84,7%) son árboles (Fig.19). Por otro lado, los restantes 1129 ejemplares (15,3%) incluyeron 313 arbustos, 23 palmeras y 66 otros tipos (herbáceas, gramíneas, suculentas, etc.).



**Figura 19:** Porcentaje de árboles, arbustos, palmeras, otros y cazuelas vacías en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.



También se registraron 728 cazuelas vacías en las que no se encontró ninguno de los tipos anteriormente nombrados (Fig. 19). Este valor está indicando un déficit mínimo de 728 árboles, la categoría más abundante y objeto de este estudio.

Del total de árboles censados se distinguieron 41 especies. La especie más abundante en la zona céntrica fue el fresno común (*Fraxinus americana*), que representó la mitad de los árboles muestreados (Tabla 1). Las especies restantes, en forma individual, no superaron el 10% del total. El fresno fue seguido en abundancia por el ligustro (*Ligustrum lucidum*), la acacia bola (*Robinia pseudoacacia*) y la espumilla (*Lagerstroemia indica*) (Fig. 20). Otras especies, que si bien se observaron con un porcentaje menor al 5% pero forman una parte importante del arbolado de alineación en la zona céntrica de la ciudad son: sófora (*Styphnolobium japonicum*), ciruelo de jardín (*Prunus cerasifera* subsp. *pissardii*), fresno rojo (*Fraxinus pennsylvanica*), paraíso (*Melia azedarach*), arce real (*Acer platanoides*), fresno dorado (*Fraxinus excelsior* var. *aurea*), braquiquito (*Brachychiton populneus*), catalpa (*Catalpa bignonioides*), plátano (*Platanus acerifolia*), acacia de Constantinopla (*Albizia julibrissin*) y tilo (*Tilia cordata*).

En la Tabla 1 a continuación se incluye la lista de las especies de árboles identificadas durante el censo y en la Figura 20 se muestran imágenes de las especies más frecuentes.

**Tabla 1.** Nombre científico y común, persistencia de follaje (C: caducifolio, P: perenne), cantidad total de ejemplares y porcentaje del total para cada una de las especies de árbol observadas en el arbolado urbano de alineación de la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa.

Nombre científico	Nombre común	PF*	N° total	%
<i>Fraxinus americana</i>	Fresno común	C	3118	50,5
<i>Ligustrum lucidum</i>	Ligustro	P	569	9,2
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Acacia bola	C	424	6,9
<i>Lagerstroemia indica</i>	Espumilla	C	420	6,8
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Sófora	C	220	3,6
<i>Prunus cerasifera</i> sub sp. <i>pissardii</i>	Ciruelo	C	205	3,3
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Fresno rojo	C	171	2,8
<i>Melia azedarach</i>	Paraíso	C	162	2,6
<i>Acer platanoides</i>	Arce real	C	127	2,1
<i>Fraxinus excelsior</i> var. <i>aurea</i>	Fresno dorado	C	105	1,7
<i>Brachychiton populneus</i>	Braquiquito	P	101	1,6
<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa	C	90	1,5
<i>Platanus acerifolia</i>	Plátano	C	80	1,3
<i>Albizia julibrissin</i>	Acacia de constantinopla	C	76	1,2
<i>Tilia cordata</i>	Tilo	C	66	1,1

Nombre científico	Nombre común	PF*	N° total	%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Acacia blanca	C	66	1,1
<i>Grevillea robusta</i>	Roble sedoso	P	33	0,5
<i>Callistemon citrinus</i>	Limpia tubo	P	24	0,4
<i>Ulmus pumila</i>	Olmo	C	16	0,3
<i>Ailanthus altissima</i>	Árbol del cielo	C	11	0,2
<i>Populus alba</i>	Álamo	C	8	0,1
<i>Nerium oleander</i>	Laurel	P	8	0,1
<i>Erythrina crista-galli</i>	Ceibo	C	7	0,1
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés	P	7	0,1
<i>Liquidambar sp.</i>	Liquidambar	C	6	0,1
<i>Quercus robur</i>	Roble	C	6	0,1
<i>Hibiscus syriacus</i>	Suspiro	C	6	0,1
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	C	6	0,1
<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	C	5	<0,1
<i>Salix babylonica</i>	Sauce	C	5	<0,1
<i>Morus alba</i>	Mora híbrida	C	5	<0,1
<i>Manihot grahamii</i>	Falso café	C	4	<0,1
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	C	3	<0,1
<i>Ceiba speciosa</i>	Palo borracho	C	3	<0,1
<i>Bauhinia forficata</i>	Pezuña de vaca	P	3	<0,1
<i>Schinus areira</i>	Aguaribay	C	2	<0,1
<i>Prosopis caldenia</i>	Caldén	C	2	<0,1
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	C	1	<0,1
<i>Olea europaea</i>	Olivo	P	1	<0,1
<i>Ficus sycomorus*</i>	Sicomoro	P	1	<0,1
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol de judea	C	1	<0,1

\*Ejemplar removido después de muestreo, por razones desconocidas.



**Figura 20. Especies de árboles** observadas en el arbolado urbano de alineación de la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa.: A) fresno común *Fraxinus americana*, B) ligustro *Ligustrum lucidum*, C) Acacia bola *Robinia pseudoacacia*, D) y E) Espumilla *Lagerstroemia indica* y F) Fresno rojo *Fraxinus pennsylvanica*.

En la Tabla 1 se observa que sólo 4 del total de 41 especies constituyeron el 73% del AUA y entre ellas, el fresno común fue el más abundante (Fig. 21). Esta situación en la cual el fresno presenta una gran dominancia por sobre las demás especies no es la óptima ya que no es recomendable que una especie represente un porcentaje mayor al 10% de la población total. Esto podría perjudicar en forma directa la estabilidad del arbolado ante posibles ataques de patógenos o eventos climáticos extremos que afecten particularmente a esa

especie, disminuyendo drásticamente la calidad o cantidad de árboles (Terrani Texeira, 2014). Otros autores plantean incluso que, para asegurar la estabilidad y calidad del arbolado, una especie no debería superar el 5% del total de la población de árboles (Terrazas, *et. al*, 1999).



**Figura 21:** Cuadras con predominancia de fresno común (*Fraxinus americana*) en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Lo observado en la ciudad de Santa Rosa, donde el fresno común representa el 50,5% del total de árboles relevados, es una situación que ocurre frecuentemente en otras ciudades. Esta especie es reconocida como dominante también en las localidades de Quilmes, (Campari, 2006), Bahía Blanca (Benedetti, 2007), Rosario (SSPyMS, 2015), América (Del Riego Flores, 2015), La Plata (Cali, 2018), Ciudad de Santa Fe (Castelao, 2019) y Resistencia (Ortiz et al., 2019), entre otras. La amplia utilización de esta especie se basa en su rápido crecimiento, la sombra que ofrece su copa de gran porte, su fácil adaptación a los distintos ambientes y climas, especialmente al ambiente urbano que se encuentra tan modificado.

En la ciudad de Santa Rosa no existe una lista formal de especies recomendadas para el arbolado urbano, por lo que, desde la Dirección de Espacios Verdes se siguen las recomendaciones que realiza la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa (Pagella T., comunicación personal) (Tabla 1 Anexo). Las especies recomendadas por parte de la Dirección de Recursos Naturales se establecen en categorías según el ancho de la vereda sea menor a 2,5 m, de 2,5 a 4 m o mayor a 4 m de ancho. Estas categorías se establecen según el tamaño y porte que pueden llegar a tomar las copas de esas especies. Por ejemplo, el fresno común, se recomienda para veredas de un ancho mayor a 4 m debido al gran porte que puede alcanzar. En el caso de la Dirección de Espacios Públicos de la localidad de General Pico (Tabla 2 Anexo), se establecen los mismos parámetros en cuanto al ancho de veredas y la mayoría de las recomendaciones de especies para cada categoría coinciden.

En la selección de los ejemplares más convenientes para el AUA no solo se debe tener en cuenta las condiciones del medio físico (tanto aéreo como subterráneo) y las características propias del individuo (Suárez, 2009) sino también debe asegurarse la diversidad de especies para no tender al monocultivo. Para la ciudad de Santiago de Chile se determinó que del total de 190 especies arbóreas presentes en el área de estudio sólo tres concentran casi el 50% de la totalidad de árboles. Dos de esas especies, a su vez, presentan un mal envejecimiento y una vulnerabilidad alta hacia la presencia de patógenos, por lo que se debe replantear la gestión del arbolado y la elección de especies, seleccionando especies nativas y/o naturalizadas y así aumentar la diversidad y calidad del arbolado urbano (Carbonnel *et al.*, 2017). El mayor problema en los individuos del arbolado urbano procede principalmente de cuestiones bióticas, como el ataque de patógenos y plagas y de cuestiones abióticas tales

como daños químicos o mecánicos. De esta manera, cuando existe una dominancia por parte de pocas especies, cualquier fenómeno que afecte de manera negativa a esos individuos generará una pérdida de un número importante de individuos que conforman el AUA (Zaragoza Hernández, 2015).

La Ordenanza N° 4161/2010 de la ciudad de Santa Rosa prohíbe la utilización de los arbustos en el AUA. A pesar de esta normativa, los arbustos representaron casi el 5% del total (Fig. 19). En la zona céntrica se registraron un total de 313 arbustos presentes en el 32,1% de las cuadras censadas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Número total de ejemplares de cada tipo, número de cuadras en las cuales se registró la presencia de cada tipo de ejemplar (n=498), número promedio ( $\pm$  EE) de ejemplares de cada tipo y cazuelas vacías por cuadra en el arbolado urbano de alineación de la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa.

Tipo de ejemplar	N° total de ejemplares	N° total de cuadras	N° promedio/cuadra (media $\pm$ EE)
Árboles	6251	496	12,6 ( $\pm$ 0,2)
Arbustos	313	160	1,9 ( $\pm$ 0,1)
Otros	66	37	1,8 ( $\pm$ 0,1)
Palmeras	23	12	1,9 ( $\pm$ 0,2)
Cazuelas vacías	728	314	2,3 ( $\pm$ 0,1)
<b>Total</b>	7381	498	-----

El promedio general alcanzó un valor de 2 arbustos por cuadra (Tabla 2) y puede llegar a contarse como máximo un total de 7 individuos en cada una. Es importante destacar que, en 160 cuadras (es decir en 32% del total), se puede encontrar al menos un ejemplar perteneciente a una especie arbustiva (Fig. 22). Teniendo en cuenta la Ordenanza nombrada anteriormente, estos arbustos deberían ser reemplazados por árboles.



**Figura 22:** Presencia de arbustos en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Cuando se analizaron las cazuelas vacías se pudo observar la presencia de las mismas en el 63% de las cuadras (Tabla 2). Se registró un promedio de 2,3 ( $\pm 0,1$ ) cazuelas vacías por cuadra (Fig. 23), con valores que varían entre un mínimo de 1 y un máximo de 15 cazuelas por cuadra, como en el caso de la calle San Martín (del lado impar) entre Ayala y Centeno.



**Figura 23:** Vista de veredas con varias cazuelas vacías en una misma cuadra en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

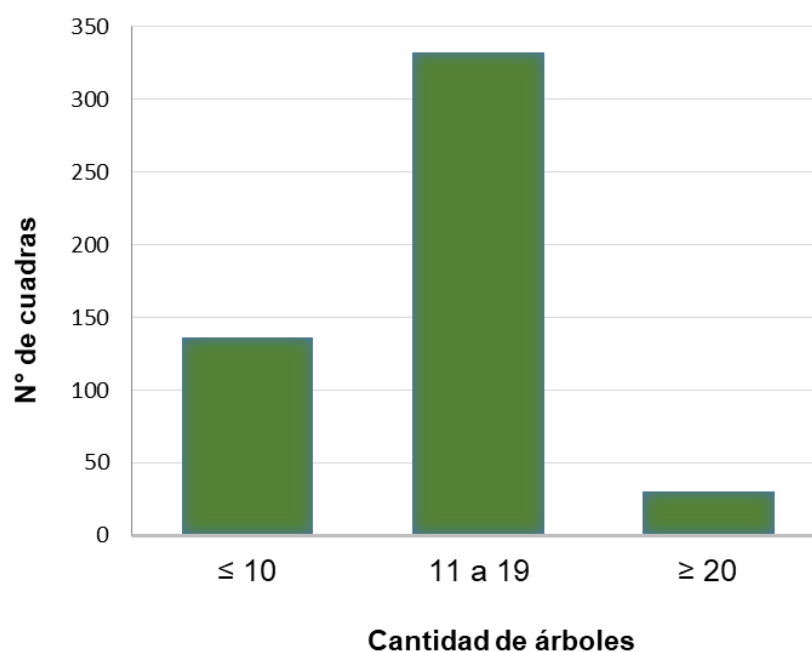
Las categorías de “palmeras” y “otros” presentaron una media de 1,9 ( $\pm 0,2$ ) y 1,7 ( $\pm 0,1$ ) individuos por cuadra, respectivamente. Estos dos tipos sólo se encontraron en el 2,4% de las cuadras de la zona céntrica en el caso de las palmeras (Fig. 24) y en el 7,4% para el caso de “otros” (Tabla 2).



**Figura 24:** Vista de dos frentes comerciales en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa con palmeras en sus veredas.



Para la ciudad de Santa Rosa según la Ordenanza N° 4860/2013 “*se deben dejar libres los espacios necesarios para la plantación de árboles, con una distancia no mayor de 5 metros entre ellos*”. Es decir que en una cuadra con un largo de 100 m debería haber presentes como mínimo 20 árboles. Son muy pocos los casos en los que se presentó un número de árboles por cuadra conforme a la normativa vigente. La mayor parte de las cuadras en la zona céntrica presentaron un número menor de árboles, observándose que sólo en el 6% se registraron 20 árboles o más (Fig. 25). En el 94% de las cuadras restantes, hubo un 27,3% que contenían menos de 10 árboles y el otro 66,7% entre 10 a 20 árboles.



**Figura 25:** Cantidad de cuadras agrupadas según presenten un número menor a 10, entre 11 y 19 y mayor 20 árboles en la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa.

La cantidad promedio de árboles de alineación por cuadra en la zona centro, tal cual se esperaba, fue menor a la establecida por la normativa vigente, que estima 20 árboles por cuadra. La Ordenanza N° 4860/2013 (MSR) sólo establece la distancia máxima en la que deben estar ubicados los árboles en las veredas. Como recomendación, podrían establecerse excepciones o determinar una cantidad mínima alcanzable de árboles por cuadra teniendo en cuenta el tipo de frente, el ancho que ocupa cada frente, la cantidad de garajes presentes, etc.

En la Figura 26 se pueden observar situaciones comunes en la zona céntrica en donde numerosas cuadras presentan un número bajo de árboles.



**Figura 26:** Cuadras con déficit de árboles en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa

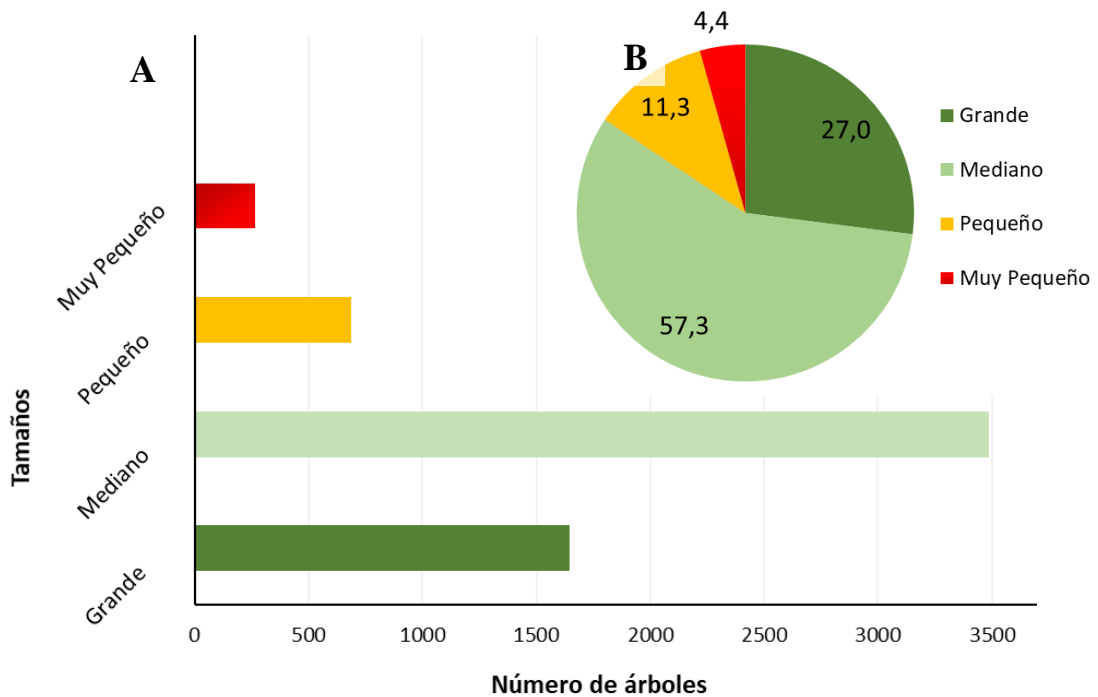
El número máximo de árboles registrado por cuadra fue de 30 ejemplares en una cuadra inusual de 200 m de largo ubicada en la calle Alvear altura 300-500. Mientras tanto, el valor máximo para cuadras de 100 m fue de 25 individuos. En casi la totalidad de las cuadras se registró la presencia como mínimo de un árbol. Solamente en 2 cuadras no hubo registro de ningún árbol. Una de ellas corresponde al lado impar de la calle O'Higgins altura 400-500 donde la vereda tiene solo 1 m de ancho aproximadamente, por lo que no hay espacio suficiente para la plantación de árboles (Fig. 27). El otro caso es la cuadra ubicada en Av. San Martín al 700-750 sobre el lado impar. En este caso, la cuadra mide cerca de 50 m de largo y sólo había un arbusto o cazuelas vacías, pero ningún árbol.



**Figura 27. Ausencia de árboles:** Veredas de la calle O’Higgins al 400-500 (izquierda) y de la Av. San Martín al 700-750 (derecha) en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

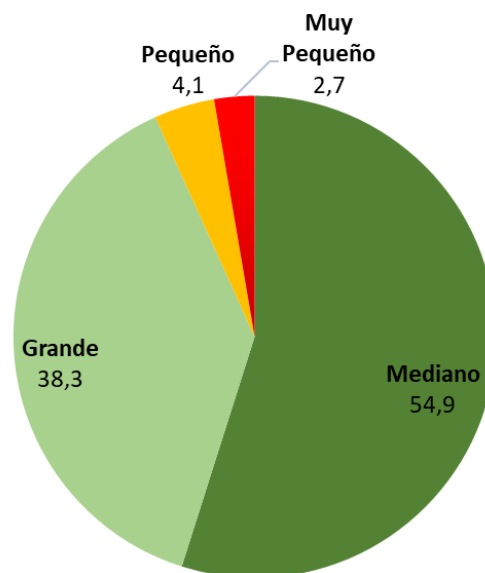
### Tamaño de los árboles

Cuando se registraron los datos de la altura aproximada que presentan los árboles se observó que el 57,3% de los árboles existentes en el AUA presentaron un tamaño “mediano”, es decir entre 3 y 6 m de altura. Del 42,7% restante, la categoría siguiente con mayor abundancia de individuos fue “grande” (mayor a 6 m de altura). Con menor presencia, se observó un 15,7% % de árboles de menos de 3 m altura, de los cuales el 11,3% correspondió a la categoría “pequeño” (copa con diámetro  $\geq 1,5$  m) y, por último, un 4,4% en la categoría “muy pequeño” (copa con diámetro  $< 1,5$  m). En la Figura 28 se muestra la distribución de árboles según los distintos tamaños.



**Figura 28. Tamaño del árbol:** A) Número y B) porcentaje de árboles según categorías de tamaños en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

También se analizaron las distintas categorías de tamaños de árboles y la condición de vigor en la que se encontraba el fresno común, la especie más frecuente en el AUA de la zona céntrica de la ciudad. Los datos mostraron que más de la mitad de los ejemplares de fresno presentaban un tamaño mediano (Fig. 29) seguido por casi un 40% de árboles grandes.



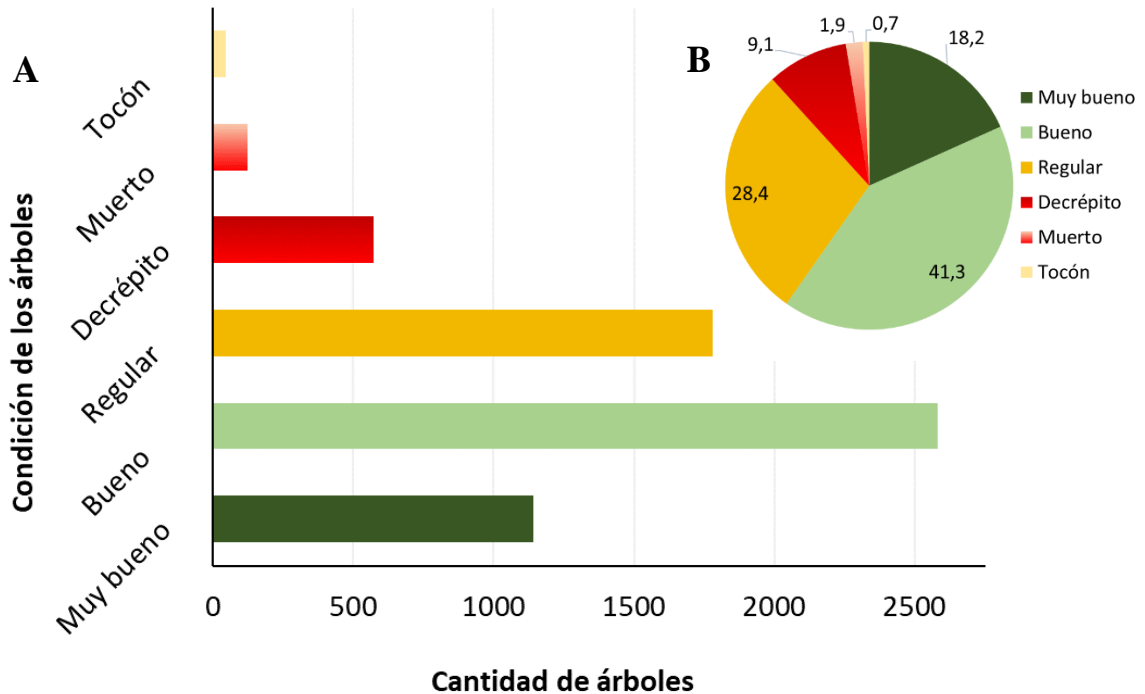
**Figura 29:** Porcentaje de ejemplares de fresno común (*Fraxinus americana*) según cada tipo de tamaño en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

El AUA existente en el área de estudio presentó ejemplares de tamaño variado, mayormente mediano y grande, seguido por árboles de tamaños más pequeños. En general, la variedad de tamaños es una buena característica del arbolado en términos de calidad y estabilidad del AUA. Por ejemplo, si existe una dominancia de árboles en edades maduras, con fustes de grandes diámetros, gran altura y en una etapa terminal, esto puede resultar en un efecto desestabilizador cuando estos individuos entren en decadencia y comiencen a ocasionar problemas por caída de ramas, enfermedades y presencia de individuos muertos en pie. Asimismo, una distribución y diversidad etaria proporcionada asegura la persistencia del AUA a lo largo del tiempo (Terrani, 2014), evitando que los reemplazos de individuos longevos en decaimiento ocurran en forma simultánea. Por otro lado, una variabilidad de tamaños de árboles permite que cada ejemplar se adapte a cada espacio urbano asociado (Domizio, 2014). En el presente estudio, se observó que, si bien los ejemplares grandes representan un porcentaje cercano al 40% del AUA, estos se encontrarían en buena condición, como se discutirá más adelante.

Otra cuestión importante con respecto a los árboles de gran tamaño es su interferencia con la infraestructura y elementos presentes en el ambiente urbano. En cuanto al efecto que pueden tener las tormentas o los vientos fuertes sobre los árboles, no sólo se debe tener en cuenta el tamaño de los mismos sino también las condiciones edáficas y climáticas del lugar. En el anclaje de los árboles puede influir si el suelo es más suelto o más compacto, o si hubo precipitaciones que humedecieran el suelo previo a que ocurrieran los vientos fuertes (Pire, 2007). También si el árbol pudo desarrollarse y crecer de manera adecuada, en especial si pudo desarrollar sanamente sus raíces. Si así fuera, el anclaje del individuo será suficiente para mantenerlo en pie durante su vida, por lo que el tamaño del árbol no indica si será más o menos susceptible a caídas por eventos adversos. Que el individuo desarrolle un buen porte con su morfología natural y respetando las características ambientales que requiere la especie plantada son las condiciones que asegurarán un buen desarrollo y soporte de los árboles. Por ello, el tamaño de los árboles debe ser analizado en conjunto con su condición y las características del sitio en que se encuentra.

## Condición de los árboles

En la zona de muestreo se registraron árboles en diferentes condiciones. Como se observa en la figura 30. B), el 41,3% de los árboles presentaron una “buena” condición con un total de 2583 ejemplares, seguido por 28,4% (1781 árboles) en una condición “regular” y en tercer lugar 18,2% (1143 individuos) con una condición “muy buena”.



**Figura 30.** A) cantidad y B) porcentaje de árboles del AUA según su condición muy buena, buena, regular, decrépito, muerto y tocón en la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa.

La sumatoria de las condiciones muy buena y buena mostró que el 59,61% (5507). Tal como se esperaba la mayoría de los árboles presentaron una condición relativamente óptima para mantenerse dentro del AUA.

Por otro lado, la cantidad de árboles que presentaron un estado malo incluyó 574 ejemplares en condición “decrépito”, 125 “muertos” y 45 individuos restantes en una condición “tocón” (Fig. 30. A). La sumatoria de las condiciones decrépito, muerto y tocón representó el 11,7% del total y comprendió a los 744 individuos que se encuentran en las peores condiciones y que deberían ser reemplazados para asegurar la calidad y el funcionamiento del AUA.

Cuando se analizaron los datos al nivel de cuadra (Tabla 3) se observó que del promedio de 12 árboles por cuadra (Tabla 2), 7 ( $\pm 0,2$ ) árboles se encontraron en una condición muy buena a buena, 4 ( $\pm 0,1$ ) árboles en una condición regular y 1 ( $\pm 0,1$ ) árbol por cuadra en una mala condición (decrépito, muerto o tocón).

**Tabla 3.** Número total y promedio ( $\pm$  EE) de árboles por cuadra según condición de vigor en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Condición	N° total de ejemplares	N° promedio/cuadra (media $\pm$ EE)
Muy buena/Buena	3726	7 ( $\pm 0,2$ )
Regular	1781	4 ( $\pm 0,1$ )
Decrécito/Muerto/Tocón	744	1 ( $\pm 0,1$ )
<b>Total</b>	6251	-----

En la Tabla 4, se muestra el estado de los ejemplares de las especies más abundantes en el arbolado de alineación de la zona céntrica de la ciudad. Del total de 41 especies registradas para la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, 31 especies presentaron más del 50% de sus individuos en una condición buena o muy buena. Por el contrario, especies como la acacia bola, sófora y paraíso, que se encuentran dentro de las 10 especies más abundantes presentes de la zona de estudio, presentaron más de un 50% del total de ejemplares en una condición regular o mala (decrépito, muerto y tocón) (Tabla 4).

**Tabla 4:** Número de individuos y porcentaje del total, porcentaje de ejemplares en condición muy buena (MB), buena (B), regular (R) o mala (M) (donde se incluyen las condiciones: decrépito, muerto y tocón) según especie para la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Nombre científico	TOTAL		MB		B		R		M	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
<i>Fraxinus americana</i>	3118	50,5	561	18	1471	47,2	1017	32,6	69	2,2
<i>Ligustrum lucidum</i>	569	9,2	64	11,2	206	36,2	221	38,8	78	13,7
<i>Robinia pseudoacacia</i>	424	6,9							424	100
<i>Lagerstroemia indica</i>	420	6,8	169	40,2	186	44,3	61	14,5	4	1
<i>Styphnolobium japonicum</i>	220	3,6	16	7,3	82	37,3	105	47,7	17	7,7
<i>Prunus cerasifera</i> sub sp. <i>pissardii</i>	205	3,3	40	19,5	113	55,1	40	19,5	12	5,9
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	171	2,8	81	47,4	68	39,8	21	12,3	1	0,6
<i>Melia azedarach</i>	162	2,6	23	14,2	57	35,2	47	29,0	35	21,6
<i>Acer platanoides</i>	124	2,1	22	17,7	69	55,6	33	26,6		

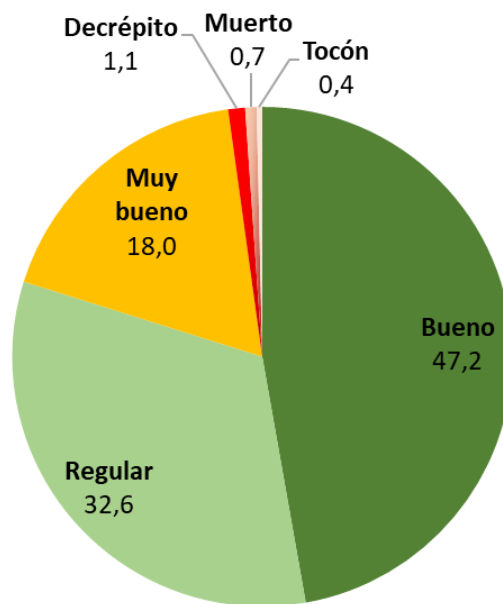
Nombre científico	TOTAL		MB		B		R		M	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
<i>Fraxinus excelsior</i> var. <i>aurea</i>	105	1,7	50	47,6	40	38,1	15	14,3		
<i>Brachychiton populneus</i>	101	1,6	9	8,9	51	50,5	34	33,7	7	6,9
<i>Catalpa bignonioides</i>	90	1,5	14	15,6	28	31,1	46	51,1	2	2,2
<i>Platanus acerifolia</i>	80	1,3	19	23,8	45	56,3	16	20		
<i>Albizia julibrissin</i>	76	1,2	16	21,1	39	51,3	18	23,7	3	3,9
<i>Tilia cordata</i>	66	1,1	23	34,8	26	39,4	17	25,8		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	66	1,1	5	7,6	30	45,5	24	36,4	7	10,6
<i>Grevillea robusta</i>	33	0,5	4	12,1	12	36,4	15	45,5	2	6,1
<i>Callistemon citrinus</i>	23	0,4	4	17,4	9	39,1	9	39,1	1	4,3
<i>Ulmus pumila</i>	16	0,3			2	12,5	13	81,3	1	6,3
<i>Ailanthus altissima</i>	11	0,2	1	9,1	4	36,4	6	54,5		
<i>Populus alba</i>	8	0,1			4	50	4	50		
<i>Erythrina crista-galli</i>	7	0,1			1	14,3	6	85,7		
<i>Cupressus sempervirens</i>	7	0,1			6	85,7	1	14,3		
<i>Liquidambar</i> sp.	6	0,1	5	83,3	1	16,7				
<i>Quercus robur</i>	6	0,1	1	16,7	4	66,7	1	16,7		
<i>Hibiscus syriacus</i>	6	0,1	2	33,3	2	33,3	2	33,3		
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	6	0,1	2	33,3	4	66,7				
<i>Acacia dealbata</i>	5	0,1			5	100				
<i>Salix babylonica</i>	5	<0,1	1	20	1	20	3	60		
<i>Morus alba</i>	5	<0,1			3	60	2	40		
<i>Manihot grahamii</i>	4	<0,1			1	25	3	75		
<i>Nerium oleander</i>	8	<0,1			8	100				
<i>Magnolia grandiflora</i>	3	<0,1	2	66,7	1	33,3				
<i>Ceiba speciosa</i>	3	<0,1	3	100						
<i>Bauhinia forficata</i>	3	<0,1	1	33,3	2	66,7				
<i>Schinus areira</i>	2	<0,1	1	50			1	50,0		
<i>Prosopis caldenia</i>	2	<0,1	1	50	1	50,0				
<i>Ginkgo biloba</i>	1	<0,1	1	100						
<i>Olea europaea</i>	1	<0,1			1	100				
<i>Ficus sycomorus</i>	1	<0,1	1	100						
<i>Cercis siliquastrum</i>	1	<0,1	1	100						
Indeterminado*									81	100
TOTAL	6170*		1143		2583		1781		663	

\*El total de árboles es de 6251 pero en esta tabla suma 6170 debido a que hay 81 árboles que pertenecen a la condición "Muerto" o "Tocón" que no pudo determinarse su especie.

Al analizar en detalle, las 5 especies más abundantes se observó que en el caso del fresno común, el 65% (2032) del total de individuos pertenecientes a esta especie se encontraron en una condición muy buena a buena (Fig. 31). Esto es un dato relevante debido a que es la



especie más abundante en el AUA del centro de la ciudad de Santa Rosa, por lo que un cambio en su condición puede afectar en gran medida a la calidad y la condición sanitaria de la mayor parte del arbolado urbano.



**Figura 31:** Porcentaje de individuos de fresno común (*Fraxinus americana*) en cada tipo de condición en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

El ligustro y la acacia bola fueron las dos especies más abundantes luego del fresno común y también las que más problemas presentaron en cuanto a su vigor (Tabla 4). En el caso del ligustro se observa que el 47,5% (270) de los individuos presentaron una condición muy buena y buena y cerca del 40% (221) se encontraron en un estado de condición regular. Los ejemplares en condición regular presentan indicios claros de malas podas debido a que se observaron desmoches, ramas, copas y troncos deformados, ramas secas (Fig. 32). Esta situación, en algunos ejemplares, podría revertirse con mejores prácticas silvícolas, evitando intervenciones desmedidas, podando sólo las ramas necesarias y cuando sea necesario o haya interferencias con otros elementos urbanos.



**Figura 32:** Ejemplares de ligustro (*Ligustrum lucidum*) en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Es destacable el caso de la acacia bola en el que se registró un 97,8% (414) de los ejemplares en un estado de decrepito y el 3,2% (10) restante estaban muertos. La totalidad de individuos de esta especie presentaron problemas como troncos torcidos y/o ahuecados, desmoches, ramas muertas, presencia de gran cantidad de insectos y parásitos (Fig. 33). En Santa Rosa, General Pico y otras localidades, la mayoría de las acacias bola fueron plantadas en las décadas de los 70 y los 80. Los ejemplares se podaban al igual que otras especies a pesar de que no se recomienda su poda. Esto llevó al deterioro progresivo de los mismos sumado a la falta de reemplazos de los ejemplares en mala condición. Por ejemplo, en 2018,

la Municipalidad de General Pico procedió a la extracción y reemplazo de 150 ejemplares de acacia bola sólo en un barrio de la ciudad (Maracó Digital, 2018). Actualmente debido a los problemas que presenta la especie ya no es utilizada en forma masiva para el AUA.

En forma similar a Santa Rosa, donde todos los ejemplares muestreados de acacia bola presentaron una mala condición, mayormente en un estado de decrepitud, en otras ciudades, como por ejemplo La Plata, también se registró un estado similar de las acacias bola, representando casi un 10% del total de individuos decrepitos en el AUA de la ciudad (Cali, 2018). En algunas zonas, por ejemplo, en el Partido de Arrecifes, provincia de Buenos Aires, la acacia bola se encuentra dentro de las especies permitidas para su uso en el arbolado urbano, pero no se la recomienda debido a su alta susceptibilidad a ser atacada por pestes (Ordenanza 1350/00). A su vez, recomiendan que no se realicen podas en individuos de esta especie ya que ese tipo de prácticas favorece la entrada de patógenos, provocando más impactos negativos que positivos. La utilización simultánea y generalizada de esta especie asociado al mal manejo posterior, fue responsable de la crisis del arbolado urbano en distintas localidades como por ejemplo Darregueira, en el Partido de Puan (López Castro, 2013; Cali, 2018; Herrera, 2017).



**Figura 33:** Ejemplares de acacia bola (*Robinia pseudoacacia*) en un estado de decrepitud en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Por otro lado, para el caso de la espumilla, la cuarta especie más abundante casi el 84,5% (355) de los ejemplares se encontraron en una condición muy buena y buena (Tabla 4). La

sófora fue la quinta especie más abundante dentro del arbolado urbano y cerca de la mitad de los individuos presentaron un estado regular.

En el caso del paraíso, octavo en abundancia (Tabla 4), un 29% y un 21,6% de los individuos de esta especie se encontraron en un estado de vigor regular o malo respectivamente. Se observó gran cantidad de individuos enfermos con ramas muertas o con hojas amarillentas, ejemplares con ramas chupones o deformadas, con gran número de ramas nuevas de crecimiento desmedido resultantes de malas prácticas de poda, así como también individuos sin follaje, decrepitos o muertos en pie con troncos ahuecados (Fig. 34). En otras ciudades como, por ejemplo, San Luis (Capital) también se plantean problemas con los paraísos, según un informe realizado por la Asociación Pircas (2018), el 60% de los paraísos están afectados por “fitoplasma, declinamiento o amarillamiento del paraíso”, una enfermedad causada por un fitoplasma (*Candidatus phytoplasma meliae*) sumado a que el arbolado urbano de dicha ciudad presenta una dominancia de esta especie. Debido a esta situación, se plantea la necesidad de reemplazar en su totalidad los ejemplares de esta especie por otra con mejores aptitudes para formar parte del arbolado urbano.



**Figura 34:** Falta de follaje de un ejemplar de paraíso (*Melia azedarach*) en el mes de enero de 2021, en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Por lo observado, el ligustro, la acacia bola y el paraíso no deberían considerarse o recomendarse para el arbolado urbano debido a las desventajas enumeradas anteriormente. Como fuera mencionado anteriormente, la acacia bola es una especie que ya no se recomienda para las veredas, pero el ligustro y el paraíso sí aparecen en los listados de especies arbóreas recomendadas (como en el caso del listado de especies autorizadas para la ciudad de General Pico). Según lo observado en este censo, se debe evaluar si las últimas dos especies nombradas son adecuadas para permanecer como especies recomendadas para el arbolado urbano debido a su mal estado sanitario y las interferencias generadas con la infraestructura (para el caso del paraíso).

En general, en cuanto a la condición del arbolado en el área de estudio pudo observarse que cerca del 60% de los árboles se encontraban en una condición de muy buena a buena (Fig. 30). Con respecto a la condición general en la que se encontraron los individuos del arbolado urbano en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, se observaron similitudes con la situación actual en otras localidades. Según del Riego Flores, 2015, en la ciudad de América (Buenos Aires) el 58% del arbolado se encontraba en un buen estado y según Castela, 2019, la ciudad de Santa Fe presentó un poco más del 40% del arbolado en un buen estado. Por otro lado, en el caso de la ciudad de Bahía Blanca (Buenos Aires) el arbolado urbano se halló con más de un 70% de los individuos en un buen estado (Fuente, 2012) pero se detectaron los mismos problemas que en el arbolado del centro de la ciudad de Santa Rosa en cuanto a un mal estado de los individuos de acacia bola y ligustro, principalmente relacionado a un mal manejo de las podas y presencia de patógenos. A su vez, se puede comparar la condición que presentan los árboles del AUA de la ciudad de Santa Rosa con la condición de los árboles existentes en los espacios verdes de dicha ciudad. Según Pagella (2016), el 61% de los árboles de los espacios verdes se encontraron en buenas condiciones, porcentaje similar al que se llegó en este trabajo con respecto al AUA (59,6%).

### Déficit de árboles

Como se pudo observar, la mayoría de los árboles en el AUA de la zona céntrica se hallaron en un estado general bueno a muy bueno. Sin embargo, de lo anteriormente analizado se puede destacar que existe un déficit con respecto a número total de ejemplares.

Este valor del déficit de árboles fue estimado teniendo en cuenta la cantidad de árboles que se necesitarían para completar las cazuelas vacías, los arbustos, las herbáceas, cactáceas,

suculentas y otras especies de porte menor que deberían ser reemplazados, además de los individuos que se encuentran en una mala condición (decrépito, muerto y tocón).

En la Tabla 5 se muestra la cantidad total de nuevos individuos a plantar según las categorías mencionadas anteriormente.

Sumando las variables nombradas anteriormente, se pudo estimar que el número mínimo de reemplazos que se requieren para mejorar la calidad del AUA alcanza un valor 1851 de árboles. Estos ejemplares serían necesarios para realizar los reemplazos requeridos, cubrir los espacios vacíos y cambiar ejemplares en mal estado o que no corresponden y de esta manera contribuir en una mejora de la calidad del AUA existente. Se debe tener en cuenta que en el 90% (449) de las veredas se requiere como mínimo un nuevo ejemplar, con una media de 4 ( $\pm 0,1$ ) nuevos ejemplares necesarios por cuadra.

**Tabla 5.** Déficit observado de árboles según los parámetros considerados para el AUA de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Parámetro	N° total
Cazuela vacía	728
Arbustos	313
Otros	66
Decrépitos	574
Muertos	125
Tocón	45
<b>Total</b>	<b>1851</b>

A la cantidad total de nuevos ejemplares requeridos planteada en la Tabla 5 se llega sin considerar la cantidad “ideal” de árboles que debería haber de acuerdo con la normativa existente que exige como mínimo un árbol cada 5 m. Teniendo en cuenta esta Ordenanza, se podría decir que en una cuadra de 100 m debería haber 20 árboles. Si este valor estimado se multiplica por la cantidad de cuadras presentes en el centro de la ciudad de Santa Rosa, debería haber un total de 9960 árboles para toda la zona céntrica.

Actualmente, para las 125 manzanas de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa se contabilizó un total de 6251 árboles, de los cuales 1851 deben ser reemplazados (Tabla 5). A este valor, entonces, se podrían sumar 3709 individuos más para poder llegar a la cantidad mínima óptima de árboles requeridos según la Ordenanza N° 4860/2013 (MSR). Es decir

que sumando los reemplazos necesarios de individuos ya existentes en el AUA y los nuevos árboles que podrían sumarse para llegar a la cantidad establecida por Ordenanza, se necesitarían 5560 ejemplares nuevos (Tabla 6).

Según la Ordenanza 4161/2010 la Municipalidad de Santa Rosa tiene como responsabilidad “*proveer de especies arbóreas y asesoramiento técnico a efectos de realizar una campaña permanente de forestación*”. De esta manera, puede impulsarse la entrega de ejemplares arbóreos a los propietarios de frentes en los cuales hay un déficit. Además, esta Ordenanza, establece que: “*las especies arbóreas, arbustivas y/o herbáceas ya sea por considerarse una especie no apta, o por existir otras restricciones de índole ambiental o de salubridad, la autoridad competente podrá disponer su extracción.*” Teniendo en cuenta esta Ordenanza, el déficit y estado actual de los árboles es una responsabilidad compartida entre la Autoridad de Aplicación y los frentistas. Por un lado, la Municipalidad debería proveer asesoramiento, realizar campañas tendientes a la protección y mejora del arbolado urbano, facilitar el acceso de toda la población a ejemplares de las especies recomendadas a bajo costo, facilitar a los frentistas el reemplazo de ejemplares decrepitos o muertos (ejemplo acacia bola). En este último punto, es difícil para los propietarios obtener las autorizaciones para el reemplazo de estos individuos. Esta situación ha derivado, por ejemplo, en la persistencia de las acacias bola decrepitas en el AUA de Santa Rosa. Por otro lado, los frentistas deben ser responsables en lo que respecta a los árboles dentro de sus veredas, evitando podas y extracciones no autorizadas y reemplazando las especies no aptas (ejemplo: arbustos, herbáceas), mantener las veredas en buen estado y respetar la cantidad y tamaño de las cazuelas.

Los resultados de este trabajo indican que deberían agilizarse los trámites de reemplazo de individuos en mal estado o muertos como es el caso de las acacias bola, los ligustros y paraísos ya que representan una cantidad muy importante de ejemplares.

**Tabla 6:** número de árboles presentes actualmente en el AUA del centro de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa, número ideal de árboles que debería haber según la Ordenanza N° 4860/2013 (MSR) y déficit de árboles.

N° de árboles	Real	Ideal	Déficit
Observados	6251	9960	3709 <sup>a</sup>
Adecuados para presencia en AUA <sup>c</sup>	4400	6251	1851 <sup>b</sup>
Déficit total	---	---	5560

<sup>a</sup>Cantidad de ejemplares requeridos para cumplir por lo establecido por la Ordenanza N° 4860/2013 (MSR).

<sup>b</sup> Cantidad de ejemplares que se requieren para completar las cazuelas vacías y sustituir arbustos, herbáceas y árboles en mal estado.

<sup>c</sup> Árboles en condiciones muy buena, buena y regular.

### Tipos de frentes

Del análisis del tipo de ejemplar según el tipo de frente en donde ocurren, se encontró que la mayor cantidad de individuos de especies arbóreas se registró en los frentes del tipo residencial, seguido por los frentes comerciales (Tabla 7). En estos dos tipos de frentes se ubican un 87,2% del total de árboles existentes de la zona céntrica. El tipo de frente que se encontró en tercer lugar es del tipo institucional, seguido por el tipo de frente “otros” (clubes, iglesias, templos, etc.), los espacios verdes y el tipo de frente “baldío”.

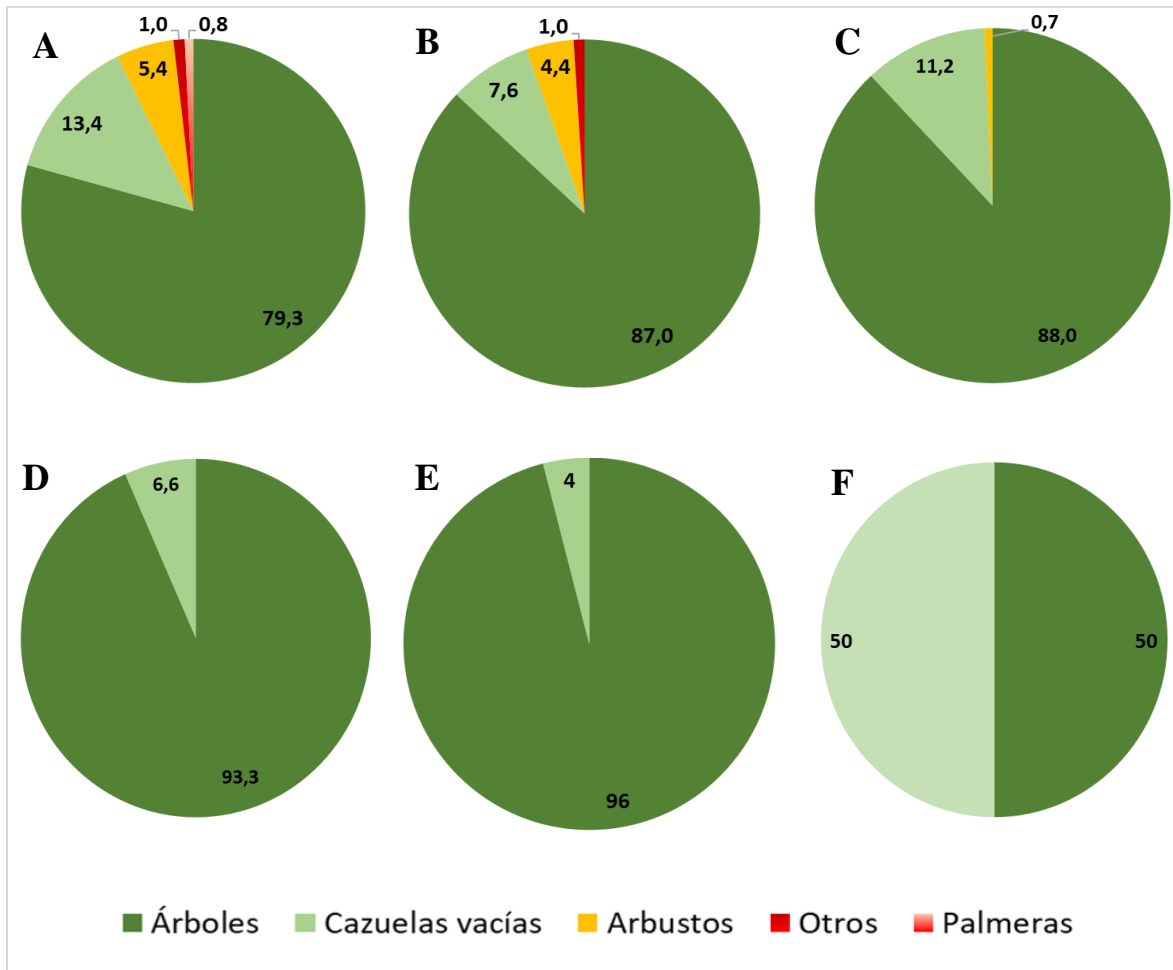
**Tabla 7:** Cantidad de árboles y porcentaje según tipo de frente para cada ejemplar, en el AUA de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

<b>Tipo de frente</b>	<b>Cantidad de árboles</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Residencial</b>	3559	56,9
<b>Comercial</b>	1890	30,2
<b>Institucional</b>	611	9,7
<b>Espacio verde</b>	72	1,1
<b>Baldío</b>	6	0,09
<b>Otros</b>	113	1,8
<b>Total</b>	<b>6251</b>	<b>100</b>

A su vez, se registró que un 79,3% de los frentes comerciales existentes presentaron al menos un árbol en sus veredas y para el caso de los frentes residenciales ese porcentaje ascendió hacia casi un 87% (Fig. 35). Además, en los frentes comerciales se observó una mayor cantidad de cazuelas vacías comparado con el tipo de frente residencial. Esto demuestra cómo varía la cantidad de árboles con respecto al tipo de frente destacándose que, en los frentes comerciales, fue más frecuente encontrar una menor cantidad de árboles y una mayor cantidad de cazuelas vacías o arbustos.

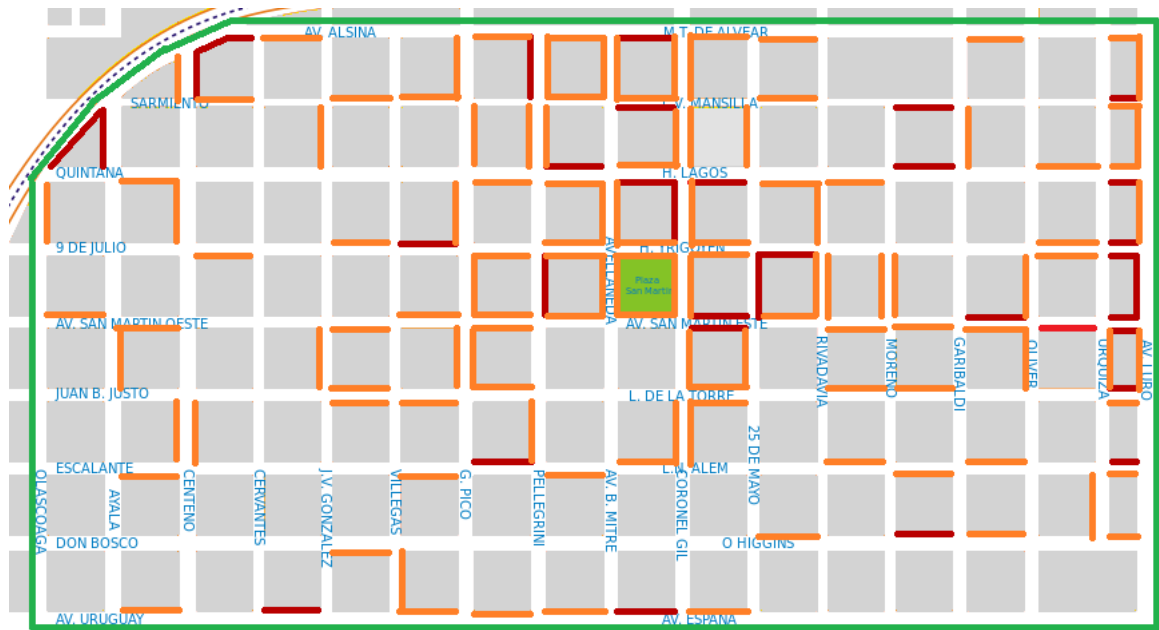
En los cuatro tipos de frentes restantes (institucional, otros, espacios verdes y baldíos), si bien presentaron un porcentaje alto de cantidad de árboles en sus veredas (Fig. 35), sólo representan el 12,8% (802) del total de árboles (Tabla 7).





**Figura 35:** Porcentaje de tipos de ejemplares registrados según tipo de frente: A) comercial, B) residencial, C) institucional, D) otros, E) espacio verde y F) baldío para la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

A través de estas observaciones, se pudo detectar y determinar cuál es la zona donde se presenta más frecuentemente la ausencia de árboles. El sector ubicado más al centro-norte de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa es donde se pudo registrar una mayor deficiencia en el número de árboles por cuadra (Fig. 36). Esto se debería principalmente a que allí se ubican la mayor proporción de comercios y es el tipo de frente que, como ya fue mencionado, mostró el menor porcentaje de árboles comparado con los demás tipos (Fig. 35).



**Figura 36. Déficit de árboles:** Croquis de la zona céntrica de Santa Rosa La Pampa mostrando las cuadras que presentan 5 o menos árboles (bordó) y las cuadras que presentan menos de 10 árboles (naranja). Los límites del área de estudio se indican con línea verde.

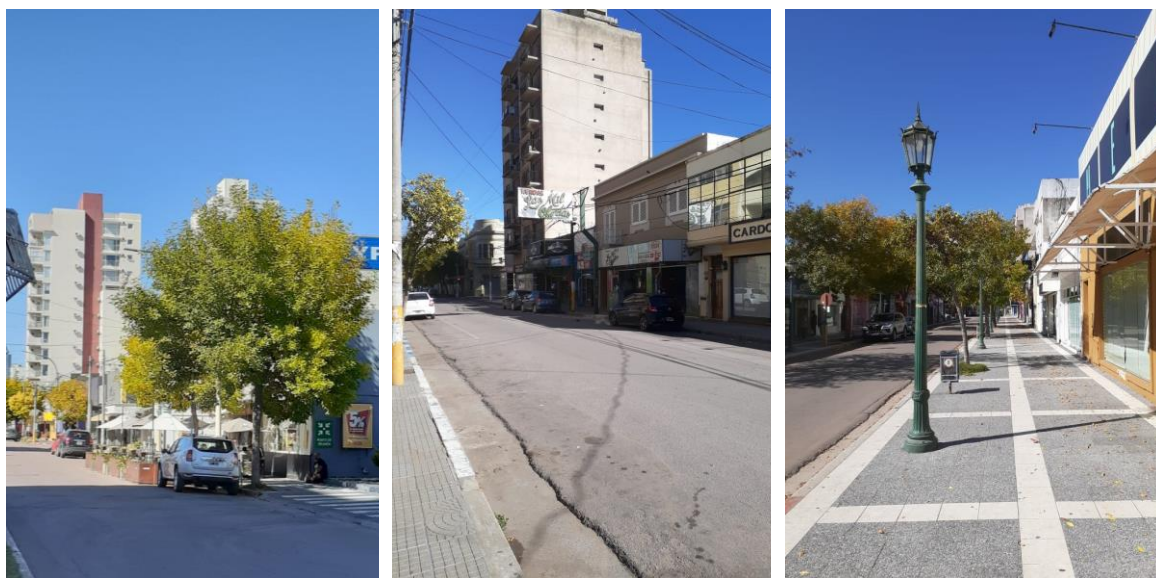
La mayor escasez de árboles en las veredas de los frentes comerciales podría atribuirse a que se considera al arbolado como una interferencia negativa con las vidrieras y la circulación de los clientes (Grupo “En Defensa del Arbolado Urbano Santa Rosa”, 2015). Sin embargo, hay ejemplos de que una buena elección y manejo de los ejemplares no afecta en absoluto a los comercios.

En el caso de la elección de la especie adecuada para cada frente, por ejemplo, para el caso de veredas angostas y en sectores comerciales, puede seleccionarse la espumilla como una buena opción debido a que tiene un porte mediano y no se registra interferencias negativas con la infraestructura urbana. Otras especies que se pueden tener en cuenta para este tipo de frentes son: ciruelo de jardín (*Prunus cerasifera* sub sp. *pissardii*) y el árbol de juda (*Cercis siliquastrum*) debido a que son especies recomendadas para veredas angostas y que, en general, no presentan interferencias negativas con la infraestructura y la circulación de peatones.

Otro aspecto a resaltar en los frentes comerciales es la presencia recurrente de arbustos, los cuales se encuentran prohibidos por la Ordenanza N° 4161/10 (MSR). Este tipo de ejemplares, o el caso de algunas especies de herbáceas o gramíneas, son elegidos por los comerciantes debido a que se considera que producen menos interferencias con los peatones, con infraestructura urbana o incluso con las vidrieras y se los asocia con un menor

requerimiento de limpieza o mantenimiento de las veredas (por ejemplo, en el caso de las especies perennes, al no perder las hojas no se requiere de una limpieza constante de las veredas).

La ausencia de árboles en ciertos sectores de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa (Fig. 37) se hace notar en mayor medida en la época de verano, en especial durante las horas de mayor insolación. La presencia y magnitud de las islas de calor en las ciudades depende directamente de la distribución, composición y calidad de los espacios verdes o cuerpos de agua, que son los principales reguladores de la temperatura en las urbes (Fuentes Pérez, 2014). Una elección acertada del tipo de especies a plantar, un manejo adecuado durante y luego de la plantación, una correcta ejecución de las podas para que las ramas no interfieran en el paso de los peatones y la vista de los clientes hacia las vidrieras de los comercios podrían mejorar la percepción de los comerciantes hacia la plantación y el cuidado de los árboles (Grupo “En Defensa del Arbolado Urbano Santa Rosa, 2015).

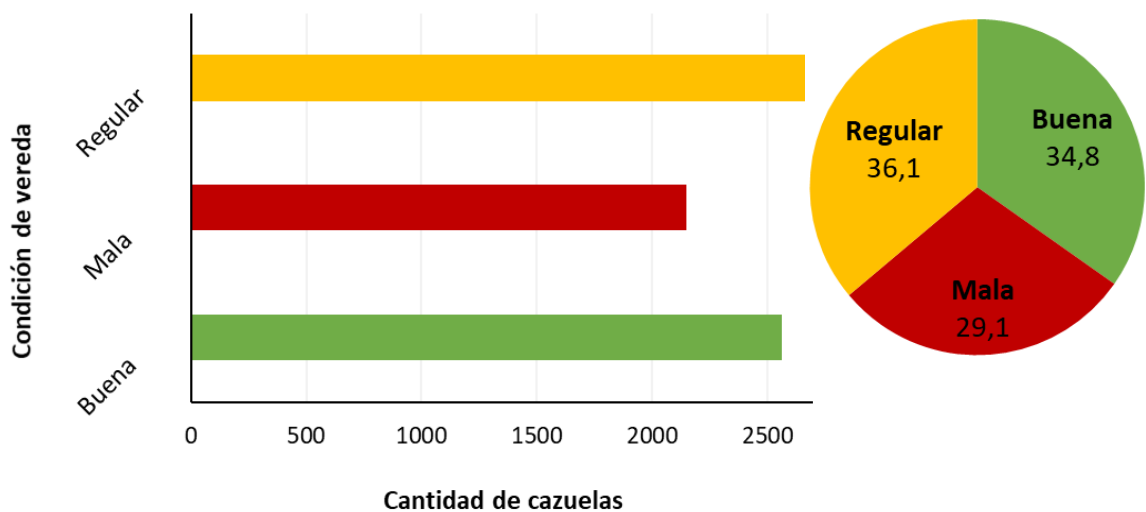


**Figura 37. Déficit de árboles:** Cuadras de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa con una escasa cantidad de árboles.

#### Interferencias del AUA con las veredas y otros elementos urbanos

Según la Ordenanza N° 4860/2013 (MSR) se establece que *“todo propietario de una parcela, se encuentre baldía o edificada, está obligado a construir y mantener en perfecto estado de conservación su correspondiente vereda con las características que determina este Código, repararla o reconstruirla cuando así lo indique la Dirección de Obras*

*Públicas.*” por lo que mantener en buenas condiciones las veredas depende únicamente de los frentistas y no de la Municipalidad. Referido a esto, se observó que solo un tercio del total de las veredas censadas se encontraron en una buena condición (Fig. 38), sin ningún tipo de rotura o levantamiento. Otro tercio de las veredas presentaron una condición regular donde se podían observar roturas y grietas leves. Por último, un poco menos de un tercio del total de las veredas se hallaron en un mal estado, caracterizado por la presencia de roturas, grietas y levantamiento considerables de baldosas. Es decir que solo cerca del 35% de las veredas se encontraron en la condición adecuada y estipulada por la normativa.



**Figura 38:** Número y porcentaje veredas en condición buena, regular o mala en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

La calidad del ambiente urbano no solo se mide según la presencia o no de biodiversidad de fauna y flora sino también a partir de las condiciones físicas, económicas y sociales en las cuales se encuentra la población (Segura Sanz, 1999). Para mejorar la calidad de la vida humana es sumamente importante poder asegurar la mejora y el mantenimiento en buenas condiciones de la infraestructura urbana en su totalidad, desde las veredas y calzadas hasta las edificaciones. En las Figuras 39, 40 y 41 se pueden observar las características que presentan las veredas que se encontraron en buena, regular y mala condición en el área céntrica de Santa Rosa.



**Figura 39. Condición de la vereda:** Veredas en buena condición en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.



**Figura 40. Condición de la vereda:** Veredas en una condición regular en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.



**Figura 41. Condición de la vereda:** Veredas en mala condición en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

La condición en la que se encontraban las veredas mostró gran relación con las raíces de los árboles. En el 54% (268) de las cuadras del centro se registró como mínimo un individuo de árbol provocando roturas en las veredas, observándose en las mismas algún tipo de evidencia de raíces en superficie, con una media de  $2 (\pm 1,5)$  individuos por cuadra con esta condición. La evidencia de raíces en superficie varió desde “baja” con levantamiento o grietas leves de las veredas; o “alta” donde las grietas eran notorias y se observaban las raíces por fuera de la vereda, pudiendo provocar accidentes y perjudicar el tránsito de los peatones o incluso generar obstrucciones en cañerías perjudicando a los residentes (Fig. 42).

Las raíces de los árboles y el espacio que ocupan las mismas no suelen tenerse en cuenta al momento de elegir la especie a plantar y esto puede traer consecuencias negativas. El volumen que pueden alcanzar las raíces es igual o incluso mucho mayor que el volumen que se observa en la copa del árbol, dependiendo de la especie (del Yerro, 2018). Es por ello que el crecimiento de las raíces también puede generar inconvenientes si no se planifica adecuadamente la elección, colocación y mantenimiento de los ejemplares. El

estrangulamiento de cañerías (provocando deficiencias en el abastecimiento de servicios públicos) y el levantamiento de veredas son los problemas más frecuentes relacionados con el crecimiento de las raíces. Esto lleva a que parte de las veredas se encuentren en malas condiciones, presentando una evidencia leve o alta de raíces que se puede detectar a partir de grietas, roturas, levantamiento de las veredas provocando consecuencias negativas.



**Figura 42. Evidencia de raíces:** Alta (A y B) y baja (C y D) en el AUA la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

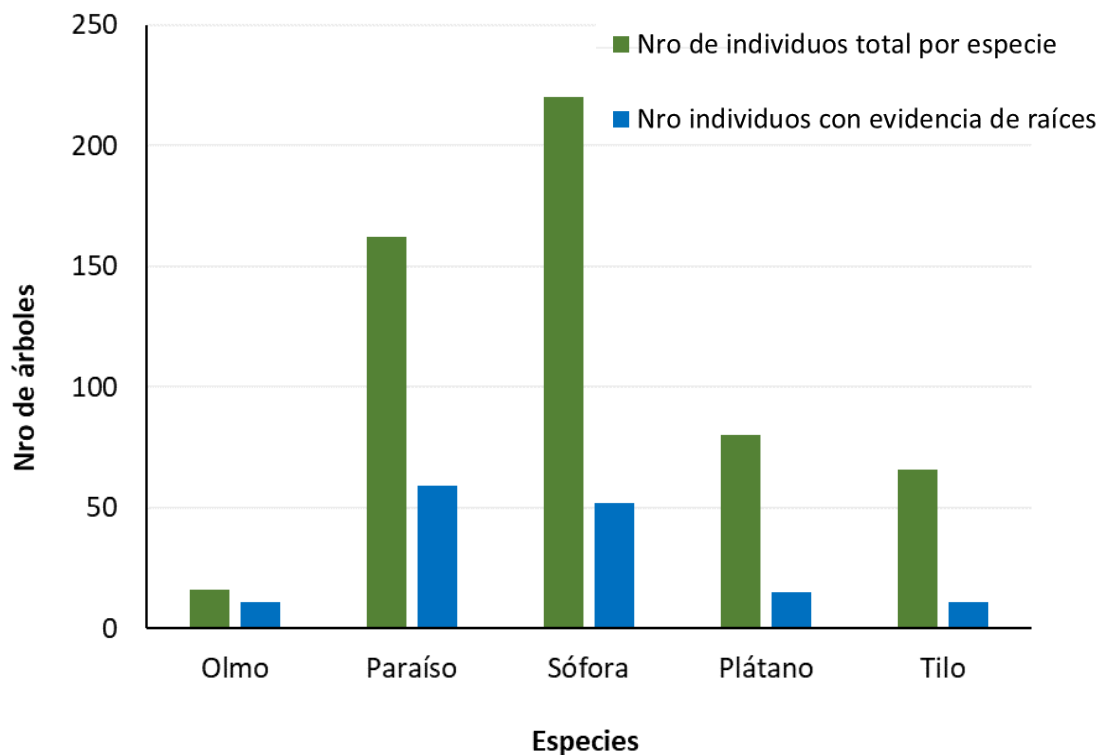
En la Tabla 8 se enumeraron todas las especies que generaron problemas con sus raíces provocando roturas, grietas o levantamiento en las veredas. Las raíces de algunas especies fueron más problemáticas que otras, provocando roturas o levantamiento de las veredas en mayor o menor magnitud. Tratando esta variable de forma más particular y por grupo de especies (Fig. 43) se observó una mayor evidencia de raíces en las veredas con presencia de olmos, donde más de la mitad de los ejemplares existentes provocó problemas a nivel de la vereda.

En segundo, lugar se ubicó el paraíso. El 36,4% (162) del total de ejemplares pertenecientes a esta especie presentaron problemas con sus raíces. En especial, se detectó una evidencia de raíces alta en las veredas donde se encuentran ejemplares de esta especie, en las que se podían observar por fuera de la vereda, provocando un levantamiento y roturas muy acentuadas. En tercer lugar, un 23,6% (220) de los ejemplares de sófora presentaron problemas con las raíces, evidenciando esta interferencia mayormente a través del levantamiento de las veredas, generando grietas en algunos casos. Otras especies que generaron afectaron las veredas con sus raíces fueron: el 18,8% (80) del total de plátanos y el 16,7% (66) de los tilos. En el resto de las especies existentes en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa se hallaron problemas con las raíces en menos del 15% de los individuos de cada especie.

**Tabla 8:** Número total de individuos por especie, número y porcentaje del total de individuos cuyas raíces afectaron las veredas según especie en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

<b>Especie</b>	<b>N° total de individuos</b>	<b>N° individuos con problemas de raíces</b>	<b>% del total</b>
<i>Ulmus pumila</i>	16	11	68,8
<i>Melia azedarach</i>	162	59	36,4
<i>Styphnolobium japonicum</i>	220	52	23,6
<i>Platanus acerifolia</i>	80	15	18,8
<i>Tilia cordata</i>	66	11	16,7
<i>Fraxinus americana</i>	3118	387	12,4
<i>Brachychiton populneus</i>	101	9	8,9
<i>Robinia pseudoacacia</i>	424	31	7,3
<i>Fraxinus excelsior</i> var. <i>aurea</i>	105	3	2,9
<i>Acer platanoides</i>	124	17	1,4
<i>Prunus cerasifera</i> subsp. <i>Pissardii</i>	205	2	0,9
<i>Ligustrum lucidum</i>	569	4	0,7
<i>Lagerstroemia indica</i>	420	3	0,7





**Figura 43. Evidencia de raíces en superficie según especie:** Número total de individuos (verde) y número de individuos que produjeron roturas en las veredas (azul) pertenecientes a las especies olmo (*Ulmus pumila*), paraíso (*Melia azedarach*), sófora (*Styphnolobium japonicum*), plátano (*Platanus acerifolia*) y tilo (*Tilia cordata*) en la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa.

Estas especies nombradas anteriormente y que generan problemas con sus raíces aparecen en la lista de especies recomendadas para arbolado urbano (excepto el olmo que no se encuentra dentro del listado). Debe reconsiderarse si estas especies son adecuadas para seguir formando parte de la lista de recomendadas para arbolado debido a las consecuencias negativas que trae el gran crecimiento de sus raíces y que genera impactos negativos sobre las veredas y en la infraestructura de provisión de servicios en la zona subterránea. La espumilla, el fresno dorado, el árbol de judea y el ciruelo de jardín son ejemplos de especies que serían más recomendables porque no producirían problemas en veredas.

Otro aspecto considerado en este trabajo fue el ancho de las veredas y el tamaño de las cazuelas. Según la Ordenanza N° 4860/2013 (MSR), las cazuelas deben tener una dimensión mínima de 80 x 80 cm, con excepción de las cazuelas ubicadas en veredas muy angostas (menores a 2,5 m de ancho) que pueden tener un tamaño de 60 x 60 cm. Si bien las veredas con un ancho menor a 2,5 m ubicadas en el área de estudio presentaron un 66,3% (264) de

cazuelas menores a 80 x 80 cm (Tabla 9), esto es aceptado por la normativa. En el caso de las veredas con un ancho mayor a 2,5 m se observó que solo un 17,1% (1191) de las cazuelas cumplen con el tamaño mínimo adecuado, es decir que la mayoría de las cazuelas se encuentran por fuera de la normativa.

**Tabla 9:** Número y porcentaje de los distintos tipos de cazuelas identificados según el ancho de vereda en el que fueron registrados.

Ancho de Vereda	Cazuela*	Características	N°	%
<2,5 m de ancho	Presente	Menor 80 x 80 cm	264	66,3
		Mayor o igual 80 x 80 cm	85	21,4
	Ausente	Vereda tipo jardín	37	9,3
		Vereda sin construir/sin cazuela	12	3,0
≥ 2,5 m de ancho	Presente	Menor 80 x 80 cm	5509	78,9
		Mayor o igual 80 x 80 cm	1191	17,1
	Ausente	Vereda tipo jardín	262	3,8
		Vereda sin construir/sin cazuela	21	0,3

\*El tamaño reglamentario de las cazuelas según Ordenanza N° 4860/13 (MSR) es como mínimo de 80x80cm en veredas mayores a 2,5 m de ancho y de 60x60 en veredas menores a 2,5 m de ancho.

Los resultados mostraron que 5509 cazuelas no cumplieron con el tamaño mínimo estipulado por la normativa (Tabla 9). Este es un tema importante que debe considerarse para mejorar indirectamente la calidad del AUA. El tamaño de las cazuelas influye en la infiltración del agua hacia las raíces y en el crecimiento a lo ancho del cuello del tronco, por lo que si el tamaño de la cazuela no es suficiente traerá consecuencias negativas sobre el crecimiento y desarrollo de los árboles.

La Ordenanza N° 4161/2010 (MSR) establece que *“en ningún caso se permitirá que el contrapiso o revestimiento de la acera impida el normal crecimiento del arbolado. Los propietarios frentistas serán responsables de proveer el espacio libre necesario a fin de que no se produzca el estrangulamiento del fuste, y en los casos en que los propietarios no se ajusten a lo requerido, luego de un plazo de 90 días de haber sido notificados, las obras que correspondan se realizarán por administración con cargo a la referencia municipal”*. De acuerdo con esta Ordenanza, la Autoridad de Aplicación debería verificar y notificar periódicamente a los frentistas de este incumplimiento. Actualmente, puede observarse una

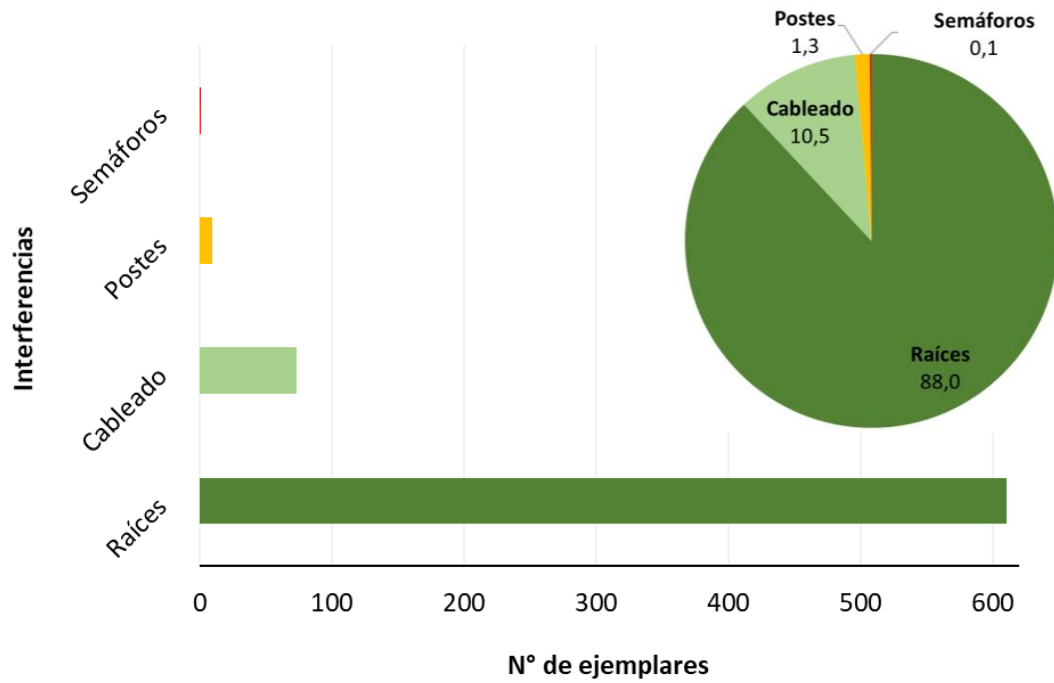
marcada falencia de planificación del arbolado y fiscalización del cumplimiento de la normativa

Para evitar los problemas relacionados con el tamaño insuficiente de las cazuelas, en otras localidades como por ejemplo Tandil se está buscando expandir el tamaño de la misma, esto traería beneficios como ampliar la superficie permeable y así asegurar una mayor infiltración de agua, trayendo beneficios incluso para toda la ciudad (Jaureguiberry, 2020). Otro ejemplo es el caso de la ciudad de Rosario, en el que se establece un tamaño mínimo de cazuela de 1 m<sup>2</sup> según la Ordenanza N° 9883/18.

Con lo observado en el presente estudio, se recomienda modificar el tamaño de las cazuelas. Para ello el Artículo 1°, inciso h) de la Ordenanza 4860/2013 (MSR) que establece *“Deberán dejar libre los espacios necesarios para la plantación de árboles, con una distancia no mayor de 5 m. entre ellos, en cuadrados de 0,80 m. x 0,80 m. en las veredas de más de 2 m. de ancho, y de 0,60 m. x 0,60 m. en las veredas cuyo ancho se encuentre entre 1.20 m. y 2 m.”*, podría reemplazarse por el siguiente: *“Deberán dejar libre los espacios necesarios para la plantación de árboles, con una distancia no mayor de 5,00 m (cinco metros) entre ellos, en cuadrados de 1 m x 1 m en las veredas de más de 2,5 m de ancho, y de 0,80 m x 0,80 m en las veredas cuyo ancho sea menor a 2,5 m.”*

Con respecto a las interferencias del arbolado con la infraestructura urbana, del total de 6251 árboles censados en el AUA de Santa Rosa, cerca de un 10% de los mismos presentaron algún tipo de interferencia negativa. De ese porcentaje, la mayor parte correspondió a los efectos de las raíces, que afectan el estado de las veredas, seguido por la interferencia de las ramas de los árboles con el cableado (Fig. 44).

Este tipo de interferencias por parte de las raíces con las veredas, provoca levantamientos o incluso roturas visibles obstruyendo o dificultando la libre circulación de los peatones. Las interferencias de las raíces también pueden conllevar consecuencias en zonas subterráneas que no son observadas a simple vista, como es el caso de la obstrucción de cañerías y de otros servicios públicos que sólo son percibidos por los residentes (del Yerro, 2018). Por otro lado, las interacciones negativas provocadas por la parte aérea de los árboles más frecuentemente observada fueron de algunas ramas de las copas de los árboles enredadas o incluso colgadas, en algunos casos, del cableado (Fig. 45). Esto podría generar inconvenientes en cuanto a la adecuada provisión de servicios eléctricos en la zona del centro.



**Figura 44:** Interferencias negativas de los árboles con los elementos de la infraestructura urbana en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.



**Figura 45. Interferencias del arbolado:** Ejemplar con ramas enredadas en el cableado.

El arbolado existente dentro de las ciudades se desarrolla rodeado de la infraestructura propia del ambiente urbano, en el cual no se asegura un espacio vital para el desarrollo y crecimiento los árboles. Evitar su interacción es casi imposible y la interacción del arbolado con elementos urbanos no siempre representa problemas, pero con una planificación adecuada del espacio urbano pueden reducirse en gran medida las interferencias que representen consecuencias negativas (Ledesma, 2008).

Las podas asociadas a esta interacción con la infraestructura urbana (especialmente con el cableado) suelen traer consecuencias negativas en la calidad y el estado sanitario de los árboles. Este tipo de poda es la que mayormente se realiza, a veces sin planificación, y la que provoca más daños y deformaciones en los árboles (Cali, 2018). En la Figura 46 se pueden observar algunos ejemplares con podas mal realizadas, provocando un crecimiento desmedido de ramas jóvenes y ramas chupones que con el tiempo provocarán los mismos (o mayores) problemas de interferencia.

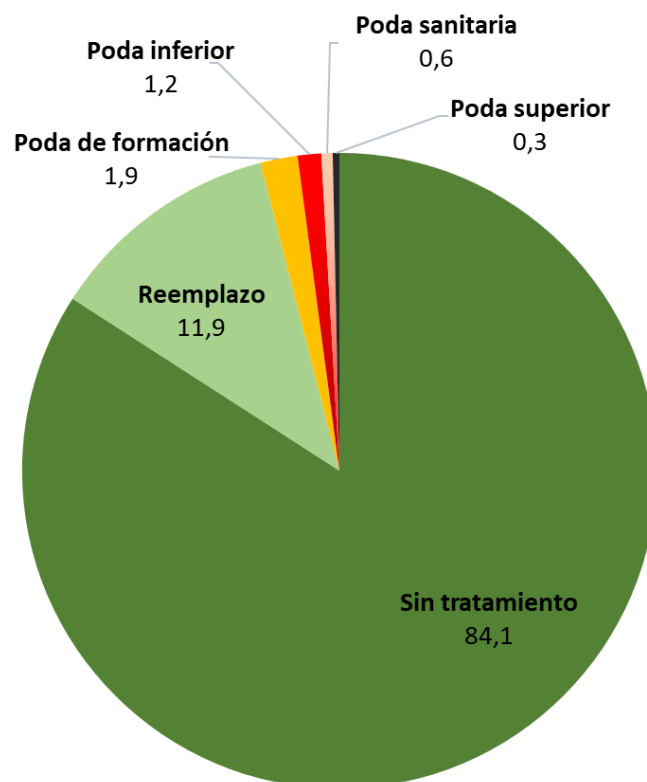


**Figura 46. Podas:** Daños y deformaciones de los árboles por podas mal realizadas.

### Tratamientos requeridos

En el AUA existente en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa se registró que 994 ejemplares requieren de algún tipo de tratamiento para mejorar la calidad del arbolado. En primer lugar, el tratamiento más requerido es el de reemplazo de los árboles que se hallaron en una mala condición (Fig. 47 y 48). En segundo lugar, se encontró la poda de formación que es necesaria en casi el 2% del total de los ejemplares del AUA. Con este tipo de poda,

se busca dirigir el crecimiento del árbol, asegurar el desarrollo de un solo fuste y prepararlo para su crecimiento en un espacio urbano, respetando la estructura propia de cada especie (Ledesma, 2008). Luego se observó la necesidad de otros tipos de poda como: inferior, sanitaria y superior. Sumando estos tres tipos de poda los mismos representan cerca del 2% del total de árboles del AUA que requieren esta intervención. Este tipo de acciones se realizan para eliminar sólo las ramas problemáticas que generan interferencias tanto con los peatones o la circulación de autos como con la infraestructura urbana.



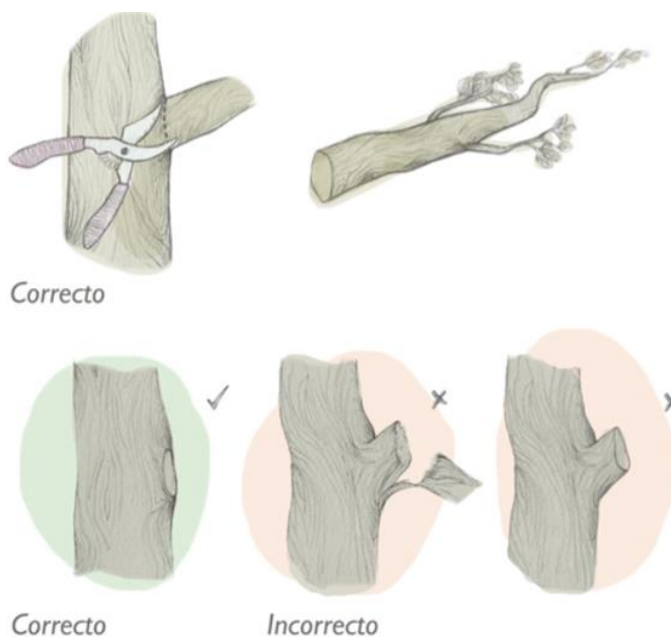
**Figura 47:** Tipos de tratamientos requeridos en el AUA de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.



**Figura 48. Reemplazos:** Ejemplo de individuo que debe ser reemplazado (izquierda) en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa.

Hay que tener en cuenta que las podas deben realizarse correctamente y con un objetivo claro, ya que esta práctica mal realizada daña el árbol y es una de las principales causas de problemas sanitarios y de deterioro de los ejemplares (Ledesma, 2008). En la mayoría de los casos, luego de efectuarse una mala poda (poda corta o de mutilación) las nuevas ramas brotan muy debilitadas por lo que la salud, el crecimiento y desarrollo natural del árbol se ven afectados de manera negativa (Fig. 49). Deben eliminarse sólo las ramas que generan inconvenientes, con las técnicas y las herramientas adecuadas realizadas únicamente por un operario autorizado (del Yerro, 2018).

Si bien el vigor del arbolado en el área de estudio se encontró, de manera general, en un buen estado de vigor, podría corregirse de varias maneras. Esto puede llevarse a cabo a través de: la planificación previa de las especies seleccionadas para su plantación, tratamientos previos y posteriores a su plantación para asegurar el buen establecimiento del ejemplar y tareas de mantenimiento según requiera cada caso en específico.



**Figura 49. Podas:** Forma correcta e incorrecta de realizar las podas (Gallego *et al.*, 2014).

Las podas son vistas como una tarea sencilla, sin embargo, este tipo de prácticas generan disturbios y un impacto sobre el crecimiento y desarrollo de los árboles. Realizar una mala poda, dándole una forma artificial o sin ningún objetivo claro no tiene sentido, ya que se está provocando una herida sobre el individuo (Ledesma, 2008). Según la Ordenanza 4161/2010 (MSR) es responsabilidad de la Dirección de Espacios verdes “*manejar el arbolado público atendiendo la poda, fertilización, despunte, raleo, corte de raíces, reposición, incremento en número, y sanidad*” además de la extracción de “*árboles secos, mal desarrollados, en estado insalvable y peligroso que se encuentren en esas condiciones por causas fortuitas.*” De esta manera, se asegura que las tareas sean llevadas a cabo por personal formado en la temática, contribuyendo a la conservación de la calidad y funcionalidad del arbolado. Según comentarios de los vecinos de la zona, hay una marcada disconformidad con respecto a las podas realizadas por parte de la Cooperativa Popular de Electricidad. Las mismas llevan a la deformación y deterioro del vigor de los árboles debido a que son realizadas



incorrectamente, sin tener en cuenta los requerimientos y morfología de cada árbol. Para resolver este malestar, las podas deberían ser realizadas por podadores registrados (que pueden ser los mismos operarios de la CPE) y controladas por la Autoridad de Aplicación.

Por otro lado, una buena selección de la especie a plantar según el espacio y el tipo de frente, hará que las podas no sean necesarias o que el número de podas en un mismo individuo sea mínimo (del Yerro, 2018). Para ello, es fundamental tener en cuenta las características del árbol para evitar problemas de interferencias y necesidades de reemplazos prematuros en un futuro (Cali, 2018). Al seleccionar una especie para que forme parte del AUA en una ciudad se debe tener en cuenta varias características morfológicas y funcionales de los árboles. En especial, se debe considerar el lugar donde serán plantados y el tamaño máximo que puede llegar a tomar su copa.

Una herramienta clave para la población al momento de seleccionar la especie a plantar es la lista de especies recomendadas o autorizadas. Este listado debe estar confeccionado de manera coherente y razonable, teniendo en cuenta la región climática en la que está ubicada la ciudad y otras cuestiones específicas que afecten de manera directa e indirecta el arbolado. Como se mencionó anteriormente, la Municipalidad de Santa Rosa carece de una lista para el AUA, por lo que sigue las recomendaciones de la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa (DRN). Según esta lista (Tabla 1 Anexo), especies como el fresno común, la catalpa y el tilo están recomendadas únicamente para veredas de un ancho mayor a 4 m debido a que alcanzan un gran porte en cuanto a su copa, pudiendo interferir con demás elementos urbanos en caso de utilizarse esas especies en áreas con poco espacio. En la zona céntrica se registraron ejemplares de estas especies en veredas menores al ancho recomendado, por lo que cuando las mismas adopten su tamaño máximo pueda llegar a generar inconvenientes.

Para veredas angostas (ancho menor a 2,5 m), la DRN recomienda el uso de la espumilla, el ciruelo de jardín, el árbol de judea y el ligustro, de los cuales debería fomentarse el uso sólo de los tres primeros ya que se observó que el 52,5 % de los ligustros presentaban una condición regular a mala. Además, hay trabajos que demuestran su capacidad invasora en los ecosistemas naturales en el centro (sierras de Córdoba) y noroeste (yungas de Tucumán) de Argentina (Zamora Nasca, 2014; Tolocka, 2017; Segura, 2019; Borda, 2020). Tanto la espumilla como el ciruelo de jardín podrían usarse en la zona céntrica de la ciudad de Santa

Rosa en frentes en los que no se quiera que el arbolado interfiera con las vidrieras o con el tránsito de peatones ya que no se afectaron el estado de las veredas.

Entre los municipios que ya poseen listas de este tipo se encuentra el de General Pico (Tabla 2 Anexo). Al analizarse esta lista de especies autorizadas para arbolado urbano se observó que muchas de las especies son las mismas que recomienda la DRN. Además, esta lista incluye especies como el paraíso, el ligustro y la catalpa (*Catalpa bignonioides*) que en el arbolado de la ciudad de Santa Rosa no presentaron una buena condición.

Para Santa Rosa, debe considerarse el uso de otras especies como el braquiquito, árbol de juda, acacia blanca, el fresno dorado o rojo, buscando impulsar el uso de una mayor variedad de especies evitando el monocultivo y adecuando cada especie al tipo y tamaño de frente. Por otro lado, hay poca presencia de especies nativas en el arbolado urbano en el área de estudio. Se registraron ejemplares de jacarandá, palo borracho, aguaribay y pezuña de vaca, cuya presencia debe comenzar a promoverse junto con otras nativas como la acacia visco (*Parasenegalia visco*) o el molle (*Schinus longifolia*). El uso de especies que se encuentran adaptadas a las condiciones climáticas locales traerá beneficios tanto para la calidad del arbolado como del medio ambiente urbano en general. De esta manera las ciudades toman participación activa en cuanto a la crisis actual del cambio climático, volviéndose más resilientes frente a eventos extremos y disminuyendo los impactos negativos generados por las mismas (Criado, 2021).



**Figura 50:** opciones de especies nativas que pueden ser utilizadas en el AUA. De izquierda a derecha: Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), Acacia visco (*Parasenegalia visco*) y Pezuña de vaca (*Bauhinia forficata*). Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

## CONCLUSIONES

Como se esperaba, el número de árboles por cuadra no cumple con lo establecido en la normativa vigente por la cual se estimaría un mínimo de 20 individuos en una cuadra de 100 m. Sólo el 6% de las cuadras de la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa presentan una cantidad de 20 árboles o más. Si se colocara la cantidad de árboles recomendada debería haber un total de 9960 árboles en toda la zona del centro y actualmente hay 6251 árboles. Por lo tanto, habría un déficit de 3709 individuos para poder llegar al número ideal que surge de la Ordenanza Municipal N° 4860/2013 (MSR).

Por otro lado, hay 1851 individuos que se encuentran en mal estado o son individuos que no deberían formar parte del arbolado y que deben ser reemplazados. A partir de esto, se observa la posibilidad de incorporar 5560 árboles nuevos al arbolado urbano en concordancia con la normativa vigente.

Se debe impulsar la visión del AUA de manera más integral y sistémica, dando a conocer sus beneficios ecológicos, sociales y económicos y no solo enfocarse en cuestiones estéticas u ornamentales. Para la posibilidad de incluir nuevos individuos al AUA se debe tener en cuenta las características particulares de cada especie elegida, así como también las características del lugar donde se colocará. Esto permitirá asegurar su permanencia en el ambiente urbano y disminuir en gran medida las interacciones negativas que puedan surgir entre el arbolado y la infraestructura urbana. La especie que domina dentro del AUA en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa es el fresno común (*Fraxinus americana*), incluso en proporción mucho más alta a la recomendada por algunos autores (10%) para evitar la tendencia hacia el monocultivo. Cuando se lleve a cabo la plantación de nuevos ejemplares, debe evitarse el uso de una gran abundancia de las mismas especies para no concluir en este tipo de situaciones que a corto o largo plazo pueden afectar la calidad y funcionamiento del arbolado urbano. En este caso, debe impulsarse el uso de otras especies y desalentar el uso del Fresno común debido a su gran dominancia en el área de estudio y a su carácter alergógeno probado, lo que representa un punto importante en cuanto a la calidad de vida de la población (Gastaminza, 2005; Suárez, 2009; Benedetti, 2013; Abud, 2020).

En cuanto a la condición en la que se encontraron los árboles en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, se observó que un 59,6% del total de ejemplares estaban en un estado bueno a muy bueno, cumpliendo con lo establecido en la segunda hipótesis de trabajo. Son

individuos en un estado sanitario saludable, con un buen porte, de tronco sano y copa vigorosa, lo que asegura su permanencia en el AUA mejorando la calidad de los servicios y beneficios aportados por el mismo. De manera general, las especies que se encuentran en mayor número dentro del AUA presentaron un estado bueno a muy bueno, como por ejemplo en el caso del fresno común y la espumilla. El buen estado de las especies que más abundan en el arbolado se traduce directamente en un mejor estado general del AUA. Por otro lado, también hay especies que le siguen a las anteriormente nombradas en cuanto a abundancia y que presentaron un mal estado sanitario, como es el caso de la acacia bola y el ligustro. Estas especies forman una parte importante del arbolado, pero al encontrarse en una mala condición no proporcionarían la estabilidad y buena calidad óptima que requiere el AUA para su funcionamiento, por lo que deben ser reemplazados por individuos en mejores condiciones.

Las interferencias entre el arbolado de alineación y la infraestructura urbana se manifestaron en casi toda el área de estudio. Las mismas se relacionaron en mayor medida con problemas de crecimiento de las raíces y su afloramiento hacia la superficie, lo que perjudica la condición de la mayoría de las veredas, la libre circulación de peatones y pudiendo afectar la provisión de servicios públicos en casos extremos. Otro tipo de interferencia detectado, pero en menor cantidad, fue la interacción negativa existente entre las ramas de los árboles y el cableado. El AUA se desarrolla rodeado constantemente de elementos que son propios de la infraestructura urbana y son necesarios para el funcionamiento de las ciudades. No se podrá evitar completamente su interacción con estos elementos, pero con una planificación adecuada del espacio urbano pueden reducirse en gran medida las interferencias que representen consecuencias negativas sobre la calidad del arbolado y a su vez sobre el abastecimiento y correcto funcionamiento de la infraestructura urbana y provisión de servicios.

Para mejorar la calidad del AUA se deben tener en cuenta otros elementos presentes en las ciudades y que tienen una interacción directa o indirecta con el arbolado. El ancho de las veredas nos determina el tipo de ejemplar y el tipo de especie que podrá ser elegido para ese sitio. En veredas muy angostas no podrán colocarse árboles de tamaños grandes y con copas muy amplias debido a que ocurrirán más interacciones negativas que positivas con el medio que lo rodea. En veredas más anchas la variedad de especies y tamaños de árboles posibles a elegir es mucho más amplia.

Otro elemento importante para el arbolado es el tamaño de las cazuelas. Si el tronco del árbol no tiene el ancho de cazuela suficiente para asegurar su crecimiento adecuado, en un futuro se verá afectado su desarrollo o incluso su estado sanitario al provocarse un estrangulamiento en el cuello del tronco. Son diversos los elementos y situaciones que interactúan con el AUA y según el manejo que se haga de los mismos pueden afectar tanto de manera positiva como negativa el estado general.

El árbol que se encuentra presente en las ciudades ya no se considera únicamente un elemento “ornamental” sino que se lo valora funcionalmente por los servicios que provee a las urbes, ya sean beneficios estéticos, ambientales, sociales, culturales y recreativos (Ortiz *et al.*, 2019). Se debe considerar al AUA como un servicio público ambiental indispensable para mejorar la calidad de vida de la sociedad y así generar ciudades más sustentables. El AUA siempre estará rodeado y limitado por varios elementos del ambiente urbano como edificios, cableado y postes, por lo que se debe prever cómo será el tamaño del árbol en un futuro y así pensar en posibles soluciones y acciones para mitigar esos problemas de interferencias (DAGMA, 2009).

Una buena elección de las especies a plantar evitará o disminuirá problemas como el daño de las ramas sobre los techos o ventanas, que las raíces afecten los ductos, cañerías, las aceras y el pavimento, que las ramas interfieran con los cableados, que las copas frondosas restrinjan la luz de las viviendas, etc. (Gallego *et al.*, 2014). Al momento de plantar el ejemplar seleccionado se debe asegurar que el mismo cuente con el espacio suficiente para su correcto crecimiento, esto tiene que ver con el espacio físico tanto subterráneo (por las raíces) como aéreo (con respecto a la copa). Se debe evaluar el espacio físico disponible y a partir de allí decidir cuál será la mejor especie a elegir (Domizio, 2014).

Lo más óptimo y práctico sería que cada localidad genere y mantenga actualizada una lista de especies recomendadas para la plantación en veredas según su tamaño u otras especificaciones. Deben considerarse todas las opciones de especies recomendadas y que correspondan a cada ancho de vereda para así aumentar la diversidad, calidad y servicios ofrecidos por el arbolado urbano de alineación en la ciudad de Santa Rosa sin generar interferencias con los demás aspectos urbanos.

Realizar un censo periódico de los árboles presentes en las ciudades es una herramienta muy útil para poder generar información de manera individual sobre cada ejemplar. Esto aporta datos valiosos sobre el estado sanitario y morfológico de los mismos. Sin embargo,

estos datos no son suficientes para el manejo integral del AUA asegurando su calidad y funcionalidad. El análisis y diagnóstico de dicha información generada y recolectada en un inventario completo es lo que permite establecer una gestión que mejore la calidad de los servicios ecosistémicos, la sustentabilidad de las ciudades y la calidad de vida de sus habitantes.

Las ciudades son lugares donde se centra el progreso y la búsqueda de bienestar de la sociedad, pero a su vez, son zonas donde se acentúan los impactos ambientales negativos como la generación de gases de efecto invernadero, baja biodiversidad, aumentan y aportan al crecimiento de la crisis climática mundial. Se debe disminuir la vulnerabilidad de las ciudades para asegurar una mínima capacidad de enfrentar o de recuperarse a fenómenos o crisis ambientales que puedan ocurrir. De esta manera, los espacios públicos, pero en especial los espacios verdes y el arbolado urbano, forman parte de la solución ante los presentes y futuros cambios e impactos ambientales. Son un medio que permitirán a la población una mayor y mejor adaptación y resiliencia ante el cambio climático.

## RECOMENDACIONES

Para mejorar la calidad del AUA en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa se recomienda realizar un manejo integral del AUA teniendo en cuenta las siguientes acciones específicas:

➤ Crear una lista de especies recomendadas para la ciudad de Santa Rosa evitando la inclusión de la acacia bola (*Robinia pseudoacacia*), el ligustro (*Ligustrum lucidum*) y el paraíso (*Melia azedarach*) por los problemas que presentan y el fresno común (*Fraxinus americana*) por su dominancia actual.

➤ A continuación, se presenta una lista de especies sugeridas para Santa Rosa, teniendo como base la lista de la DRN y las observaciones realizadas en este estudio:

Especies recomendadas para veredas menores a 2,5 m de ancho		Tamaño de cazuela
Crespón/espumilla	<i>Lagerstroemia indica</i>	80 x 80 cm
Ciruelo de jardín	<i>Prunus cerasifera</i> sub sp. <i>pissardii</i>	
Árbol de Judea	<i>Cercis siliquastrum</i>	
Acacia de Constantinopla	<i>Albizia julibrissin</i>	
Especies recomendadas para veredas entre 2,5 m y 3,5 m de ancho		Tamaño de cazuela
Acacia Blanca	<i>Robinia pseudoacacia</i>	80 x 80 cm
Braquiquito	<i>Brachychiton populneus</i>	
Arce	<i>Acer negundo</i>	
Fresno Dorado	<i>Fraxinus excelsior</i> var. <i>aurea</i>	
Fresno Rojo	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	
Liquidambar	<i>Liquidambar</i> sp.	
Especies recomendadas para veredas de más de 3,5 m de ancho o veredas de Espacios Verdes		Tamaño de cazuela
Pezuña de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	1 x 1 m
Fresno europeo	<i>Fraxinus excelsior</i>	
Arce	<i>Acer platanoides</i>	
Aguaribay	<i>Schinus areira</i>	
Tilo	<i>Tilia cordata</i>	
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	
Acacia visco	<i>Parasenegalia visco</i>	

Especies no recomendadas por su tamaño o problemas observados	
Paraíso	<i>Melia azedarach</i>
Plátano	<i>Platanus acerifolia</i>
Acacia bola	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Fresno común	<i>Fraxinus americana</i>
Sófora	<i>Styphnolobium japonicum</i>
Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>
Olmo	<i>Ulmus pumila</i>
Catalpa	<i>Catalpa bignonioides</i>

➤ Plantar árboles en las cuadras con mayor déficit, comenzando con las cuadras que se encuentran marcadas con bordó en el croquis de la Figura 36 y luego seguir con la plantación en las cuadras marcadas con naranja.

➤ Reemplazar los arbustos por árboles, especialmente en los frentes comerciales donde es más común la presencia de este tipo de ejemplares.

➤ Reemplazar todos los ejemplares de la especie acacia bola (*Robinia pseudoacacia*) y los ejemplares de ligustro (*Ligustrum lucidum*) en un mal estado y/o irreversible incluso con podas u otros tratamientos.

➤ Realizar podas de manera adecuada en los ejemplares que presenten un estado regular y que pueda revertirse su situación actual a partir de la eliminación de las ramas que se encuentran en mal estado sanitario o muertas.

A nivel general, para el manejo integral y sustentable del AUA en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, se recomienda:

➤ Aumentar la diversidad de especies que componen el AUA, analizando la posibilidad de incluir especies de árboles nativos y desalentando el uso de las especies que actualmente dominan en el arbolado.

➤ Fiscalizar la legislación existente en la ciudad de Santa Rosa en cuanto a arbolado y lo relacionado a ello: Ordenanza N° 4161/2010, Ordenanza N° 4860/2013, Ordenanza N° 6445/2020 y el Código Urbanístico de la ciudad de Santa Rosa (2018).

➤ Realizar mayor control en la ejecución adecuada las podas (que sea realizada por personal capacitado y registrado), incluida las realizadas por la CPE.



➤ Implementar una logística más eficiente y rápida en cuanto al reemplazo de ejemplares de acacia bola y paraíso, de manera que quienes presenten problemas con estas especies en sus frentes puedan reemplazarlas por otras en mejores condiciones.

➤ Respetar el tamaño de cazuela establecido por Ordenanza y proponer un aumento en el tamaño de mismo en la normativa.

➤ Generar indicadores que permitan evaluar el estado del arbolado urbano para su mejora o mantenimiento y que permita comparar su evolución con otras ciudades.

➤ Fomentar desde los organismos competentes la plantación de árboles de vereda teniendo en cuenta las especies recomendadas para cada caso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abud Sierra, M. L. y Latorre, F. 2020. Diversidad, abundancia y estacionalidad del polen alergénico en la atmósfera de Mar del Plata (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 55: 3-2.
- Aiub Apud, D.I. Aiub Apud, D. 2020. Evaluación de la diversidad clásica y funcional del arbolado urbano de la ciudad de La Rioja, Argentina. (Tesis de posgrado). Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2580>
- Alvarado Ojeda, A., Guajardo Becchi, F. y Devia Cartes, S. 2014. Manual de plantación de árboles en áreas urbanas. Corporación Nacional Forestal, Gerencia Forestal, Departamento de Arborización. Santiago de Chile.
- Arcos, A.; Cortalezzi, N.; Pose, R. 2005. Instructivo para el relevamiento de información censal en alineaciones de árboles y arbustos en aceras de la ciudad de Montevideo. Montevideo.
- Argentina Ambiental. 2019. Los espacios verdes en las ciudades. <http://argentinambiental.com/publicaciones/revista/revista-argentina-ambiental-55/los-espacios-verdes-las-ciudades/> (Página visitada septiembre 2020).
- Asociación Alihuen. 2009. Proyecto Verde 2008-2009. Santa Rosa, La Pampa. <https://docplayer.es/94421783-Asociacion-santa-rosa-la-pampa.html> (Página visitada junio 2021).
- Benedetti, G.M. y Campo de Ferreras, A. 2007. Arbolado de alineación: el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Universidad Nacional del Sur. Papeles de Geografía* (45-46): 27-38.
- Benedetti, G.M., Duval, V.S., Campo, A.M y Barrionuevo, L. 2013. El aeropolen en la ciudad de Bahía Blanca (Argentina): Aportes para la gestión del arbolado público desde la selección de especies. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 4(2): 199-210.
- Benedict, M.A., y McMahon, E.T. 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. <https://www.sactree.com/assets/files/greenprint/toolkit/b/greenInfrastructure.pdf> (Página visitada septiembre 2020).
- Borda, V., Cofré, M.N., Longo, S., Grilli, G. y Urcelay, C. 2020. El “siempreverde” (*Ligustrum lucidum*), ¿Altera la composición de las comunidades de hongos micorrícicos arbusculares en el Chaco Serrano? *Ecología Austral* 30: 282-294.
- Cali, M.A. 2018. Análisis de la actividad de poda en arbolado urbano perteneciente a la ciudad de la plata. Trabajo Final. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata.

- Campari, G. E. 2011. Propuesta de ordenamiento del arbolado de alineación mediante la intervención vecinal en el partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Do Departamento de Geografía*, 19: 20-34.
- Cano, E; Casagrande, G; Conti, H.A.; Fernández, B; Heiva, R; Lea Plaza, J.C.; Maldonado Pinedo, D.; Martínez, H.M.; Montes, M.A y Peña Zuebiate, C.A. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de La Pampa. INTA-Gobierno de La Pampa–UNLPam.
- Carbonnel, A., Aqueveque, C. y Carmona, M. 2017. Vulnerabilidad ambiental del arbolado urbano. Levantamiento georreferenciado comunal, Chile. *Revista AUS* 21(2): 4-10.
- Castelao, G.F. y Fritschy, B.A. 2019. Diagnóstico del arbolado urbano de alineación en vecinales La Esmeralda y Guadalupe Este. Ciudad de Santa Fe, República Argentina. Laboratorio de Geografía Física y Ambiental, CONICET-UNL. *Contribuciones científicas GAEA* 31: 99-118.
- Comerci, M. E. 2018. El “paquete” de la caza en La Pampa y sus implicancias territoriales. *Boletín geográfico*, 40(2): 56-78.
- Criado, V. 2021. Regeneración Territorial: ¿Por qué plantar árboles nativos? La Ciudad Posible. <https://laciudadposible.net/la/regeneracionterritorial-por-que-plantar-arboles-nativos/> (Página visitada octubre 2021)
- Cuello, F., Abuzaid, I., Berardo, B., Bues, M., Núñez, V., y Spizuoco, D. 2012. Censo de la población arbórea del barrio Bernardino Rivadavia y Juan XXIII. Seminario de Integración y Síntesis. Venado Tuerto, Santa Fé.
- Del Riego Flores, D. 2015. El arbolado urbano en la ciudad de América (prov. de Buenos Aires). Composición, estado y su interacción con la sociedad. Tesina de grado. UNLPam, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Santa Rosa, La Pampa.
- Del Yerro, M. 2018. Las raíces y sus problemas. LPS Espacios Verdes. <https://www.lapodaservicios.com.ar/las-raices-y-sus-problemas/> (Página visitada junio 2021).
- Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA). Vivero Municipal de Cali. 2009. Manual de Arborización Urbana. Guía práctica para la selección, siembra, cuidado y protección de árboles y palmas para zonas blandas y parques de Santiago de Cali. <https://docplayer.es/55831363-Manual-de-arborizacion-urbana.html> (Página visitada mayo 2021).
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2014. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Domizio, M.C. 2014. Compatibilidad en la convivencia entre la sociedad y el arbolado de calle en un sector de la ciudad de Mendoza, Argentina. *Boletín de Estudios Geográficos* N°103: 87-108.
- 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*, núm 73. Universidad de Alicante, España.
- Ecologistas en acción. 2010. Propuestas para el buen cuidado de los árboles urbanos. Valle de Ricote, España. <https://www.ecologistasenaccion.org/19166/propuestas-para-el-buen-cuidado-de-los-arboles-urbanos/> (Página visitada junio 2021).
- Enebelo, C.E. 2020. Arbolado urbano: Lo que sale caro es no saber, una mirada al entorno. Misiones. Revista digital Argentina Forestal. <https://www.argentinaforestal.com/2020/01/27/arbado-urbano-lo-que-sale-caro-es-no-saber-una-mirada-al-entorno/> (Página visitada septiembre 2020).
- Fuente, G.E. 2012. Arbolado de alineación: Análisis censal del sector centro-norte de la ciudad de Bahía Blanca y diagnosis. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Agronomía.
- Fuentes Pérez, C.A. 2014. Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Campus Tampico-Madero, México. *Revista Electrónica Nova Scientia* 7(1): 495-515.
- Gallego, J.H., Tabares, A.A., Hernández, L.E. & Sierra-Giraldo, J.A. 2014. Manual de Silvicultura Urbana para Manizales. CHEC, Alcaldía de Manizales, CORPOCALDAS y Universidad de Caldas. Manizales.
- Ganci, C.V. y Martínez Carretero, E. 2017. Guía de campo: reconocimiento de plagas del arbolado urbano. 1era edición. Guaymallén.
- Gastaminza, G., Bartolomé, B., Bernedo, N., Uriel, O., Audícana, M.T., Echenagusia, M.A., Fernández, E. y Muñoz, D. 2005. Alergia al polen de las oleáceas en un lugar donde no hay olivos. *Alergol Inmunol Clin* 20: 131-138.
- González de Canales, C.P. 2002. Beneficios del arbolado urbano. Ensayo Doctorado. España. CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).
- Haene, E. 2020. Biocorredores de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, un modelo demostrativo para la Argentina. Universidad de Belgrano. Buenos Aires.
- Herrera, C. 2017. Diagnóstico del arbolado de alineación de la localidad de Taquimilán Abajo. Práctica laboral. Universidad Nacional del Comahue. San Martín de los Andes, Argentina.
- INDEC. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Argentina.

- Jaureguiberry, L. 2020. Árboles en las veredas. Se permitirán cazuelas más amplias. <https://www.radiotandil.com/2020/03/03/arboles-en-las-veredas--se-permitiran-cazuelas-mas-amplias> (Página visitada mayo 2021).
- Ledesma, M. 2008. Arbolado público: conceptos y manejo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, Córdoba.
- López Castro, A. 2013. Propuesta para la creación de un Plan Maestro de arbolado urbano de alineación para la localidad de Darregueira, Partido de Puan. Trabajo final de carrera. Universidad Nacional de La Plata.
- Maio, S. y Lamas, A. Situación actual y perspectivas del espacio verde público y el arbolado urbano en la ciudad de Buenos Aires. Sociedad brasilera de Agrometeorología.
- Maracó Digital. 2018. Realizan extracción y forestación de árboles en barrio Malvinas. <http://www.maracodigital.net/Realizan-extraccion-y-forestacion-de-arboles-en-barrio-malvinas.html> (Página visitada en noviembre 2021).
- Martínez, C.F., Bastías, L., Strasser, G., y Cantón, A. 2008. Sustentabilidad Ambiental y Cultural del Arbolado en una Ciudad Oasis. El Caso de Mendoza. Ciencia 3(5): 141-153.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2020. Desarrollo sostenible e innovación. Definición de una ciudad sostenible. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/ciudades-sostenibles/definici%C3%B3n> (Página visitada octubre 2020).
- Ministerio de Hacienda. Presidencia de la Nación. Secretaría de Política Económica. 2018. Informes Productivos Provinciales. La Pampa. 3(21).
- Moreno, O, Lillo, C y Gárate, V. 2014. La infraestructura verde como espacio de integración. Análisis de experiencias y estrategias sustentables para su consideración en la planificación, diseño y gestión del paisaje en la intercomuna Temuco - Padre las Casas, Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. XI Simposio de la Asociación Internacional de Planificación Urbana y Ambiente, 148-156.
- Núñez, Cesar Omar. El arbolado público urbano consideraciones básicas para su gestión. Revista Voces Nro. 24. Universidad Nacional de Rio Cuarto, Argentina <http://www.unrc.edu.ar/publicar/24/cinco.html> (Página visitada junio 2021).
- ONU. Las ciudades y la contaminación contribuyen al cambio climático. Transición energética. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climate-change/climate-solutions/cities-pollution#:~:text=Las%20ciudades%20y%20la%20contaminaci%C3%B3n%20contribuyen%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico,-Las%20ciudades%20son&text=De%20acuerdo%20con%20ONU%2DHabitat,la%20superficie%20de%20la%20Tierra.> (Página visitada mayo 2021).

- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2020. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (Página visitada septiembre 2020).
- Ortiz, N.L. y Luna, C.V. 2019. Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado urbano en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Botánica del Nordeste-CONICET. Corrientes, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA* 39(2): 54-68.
- Pagella, T.H. 2016. Disponibilidad y situación actual de los espacios verdes de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Tesina de grado. UNLPam, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. La Pampa.
- Pire, E.F. 2007. Caída de árboles. Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. <https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/985/Caida%20de%20arboles.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Página visitada junio 2021).
- Pombo, D.G. 2017. Expansión urbana acelerada en una ciudad intermedia: causas y consecuencias. Santa Rosa, La Pampa. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.
- Ponce-Donoso, M., Vallejos-Barra, O. y Daniluk-Mosquera, G. 2012. Comparación de fórmulas chilenas e internacionales para valorar el arbolado urbano. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Chile. *BOSQUE* 33(1): 69-81.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2020. Cómo las ciudades aprovechan la naturaleza para combatir las olas de calor. <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/como-las-ciudades-aprovechan-la-naturaleza-para-combatir-las-olas> (Página visitada septiembre 2020).
- Rodríguez, B.J., Seleme, F.V., Palacios, R., Juri, C., Arévalo, E., Ledesma, E., Moya, J.L., Villegas Marín, A., Santucho, G. y Aibar, Ma. E. 2015. Relevamiento del arbolado urbano de plazas y espacios verdes del centro histórico de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. *Biología en Agronomía* 5(2): 21-42.
- Rodríguez Bormioli, N., Di Franco, L., Cucciuffo, E. y Craig, E. 2017. Generación de cartografía temática del arbolado urbano mediante el uso de SIG. Universidad Nacional de Córdoba. *Revista del Departamento de Geografía* 3(5): 117-142.
- Román-Guillén, L.M., Orantes-García, C., del Carpio-Penagos, C.U., Sánchez-Cortés, M.S., Ballinas-Aquino, M.L. y Farrera Sarmiento, O. 2019. Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Madera bosques* 25(1) Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712019000100205](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712019000100205)

- Rubio, Y.L. 2008. Diagnóstico ambiental de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa: Base para un Ordenamiento Territorial. Tesina de grado. UNLPam, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. La Pampa.
- Sagastume, A.L. 2019. El árbol perfecto. El Universitario. Universidad Nacional Noroeste. Buenos Aires. <https://eluniversitario.unnoba.edu.ar/2019/05/22/el-arbol-perfecto/> (Página visitada diciembre 2020).
- Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura. Compilado por Chain D.G. 2015. Manual de diseño urbano. 1ra edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Desarrollo Urbano del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente. 2015. Censo Arbolado. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Segura, E. M. 2019. Efecto de la invasión de *Ligustrum lucidum* sobre las comunidades de anfibios del Bosque Chaqueño Serrano de Córdoba. Tesina de grado. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Segura Sanz, R. “La normativa urbanística y la calidad del Medio Urbano como garantía de cohesión social.” Comité Hábitat. España. Junio 1999.
- Sosa-López, A., Molina-Peigrín, Y., Puig-Pérez, A. y Riquenes-Valdés, E. 2011. Diagnóstico de la situación del arbolado urbano en la ciudad de Guisa. Estación Experimental Forestal Guisa. Cuba. Revista Forestal Baracoa 30(1): 73-78.
- Suárez, C. 2009. La polinosis y el arbolado urbano. Grupo de aerobiología, Facultad de Agronomía, UNLPam. Recuperado de: <https://1library.co/document/zk871rpz-la-polinosis-y-el-arbolado-urbano.html> (Página visitada mayo 2021).
- Terrani Texeira, E. 2014. Evaluación de la estructura y comportamiento del arbolado urbano en Montevideo. Tesina de grado. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Terraza, H., Rubio Blanco, D. y Vera, F. 2016. De ciudades emergentes a ciudades sostenibles. Comprendiendo y proyectando las metrópolis del siglo XXI. Banco interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/De-ciudades-emergentes-a-ciudades-sostenibles.pdf>
- Terrazas, T., Cortés, M. Segura, S., Torres, B., Olalde, I., Villasana, L. y Tapia, J. 1999. La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto. Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Tolocka, M.E. 2017. Respuesta de la invasión de la especie arbórea *Ligustrum lucidum* (siempreverde) en presencia del fuego en el Bosque Serrano: Un análisis a diferentes

escalas. Tesina de grado. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas (CONICET-UNC).

Vásquez, A.E. 2016. Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63: 63-86.

Velasco Bautista, E., Cortés Barrera<sup>1</sup>, E.N., González Hernández, A., Moreno Sánchez, F. y Benavides Meza, H.M. 2013. Diagnóstico y caracterización del arbolado del bosque de San Juan de Aragón. *Revista mexicana de ciencias forestales* 4(19): 102-111.

Zamora Nasca, L., Montti, L., Grau, R. y Paolini, L. 2014. Efectos de la invasión del ligustro, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste Argentino. *Revista Bosque* 35(2): 195-205.

Zaragoza Hernández A.Y., Cetina Alcalá V.M., López López M.A., Chacalo Hilú A., de la Isla de Bauer M.L., Alvarado Rosales D. y González Rosas H. 2015. Identificación de daños en el arbolado de tres parques del Distrito Federal. *Revista mexicana de Ciencias Forestales* 6(32): 63-82.



## ANEXO

**Tabla 1:** Listado de especies recomendadas por la Dirección de Recursos Naturales, Ministerio de la Producción, La Pampa.

<b>Especies recomendadas para veredas menores a 2,5 m de ancho</b>	
Crespón/espumilla	<i>Lagerstroemia indica</i>
Ciruelo de jardín	<i>Prunus cerasifera sub sp. pissardii</i>
Ligustro variegado	<i>Ligustrum lucidum</i>
Árbol de Judea	<i>Cercis siliquastrum</i>
Acacia de Constantinopla	<i>Albizia julibrissin</i>
<b>Especies recomendadas para veredas entre 2,5 m hasta 4 m de ancho</b>	
Acacia Blanca	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Acacia Rosada	<i>Robinia hispida</i>
Arce	<i>Acer negundo</i>
Fresno Dorado	<i>Fraxinus excelsior var. aurea</i>
Fresno Rojo	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>
<b>Especies recomendadas para veredas de más de 4 m de ancho</b>	
Fresno Americano	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>
Catalpa	<i>Catalpa bignonioides</i>
Mora Híbrida	<i>Morus alba</i>
Acacia Visco	<i>Acacia visco</i>
Tilo	<i>Tilia cordata</i>

**Tabla 2:** Listado de especies autorizadas para la ciudad de General Pico, La Pampa según la Dirección de Espacios Públicos.

<b>Especies permitidas en veredas de hasta 2,5 m de ancho</b>	
Acacia blanca	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Acacia Frisia	<i>Robinia pseudoacacia</i> var. <i>frisia</i>
Espina de corona	<i>Gleditsia tracanthos</i> var. <i>sunburst</i>
Sapindo	<i>Koelreuteria paniculata</i>
Aromo	<i>Acacia dealbata</i>
Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>
Catalpa	<i>Catalpa speciosa</i>
<b>Especies permitidas en veredas desde 2,5 m hasta 4 m de ancho</b>	
Acacia blanca	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Acacia visco	<i>Acacia visco</i>
Arce	<i>Acer negundo</i>
Almez	<i>Celtis australis</i>
Espina de corona	<i>Gleditsia tracanthos</i> var. <i>sunburst</i>
Fresno americano	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>
Fresno europeo	<i>Fraxinus excelsior</i>
Fresno rojo	<i>Fraxinus angustifolia</i> “raywood”
Fresno dorado	<i>Fraxinus excelsior</i> var. <i>aurea</i>
Mora híbrida	<i>Morus alba</i> “seedles”
Paraíso	<i>Melia azedarach</i>
Sófora	<i>Styphonolobium japonicum</i>
Plátano	<i>Platanus acerifolia</i>
Árbol del cielo	<i>Ailanthus altissima</i>
Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>
Tilo	<i>Tilia cordata</i>