



FACULTAD DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

**“PROPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL  
ARBOLADO URBANO EN EL BARRIO ARA SAN JUAN DE  
LA CIUDAD DE SANTA ROSA, LA PAMPA”**

PONCE, Sofía Aldana

**TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO  
DE INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO  
AMBIENTE.**

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2024

## **Prólogo**

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniera 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 8 de julio del 2022 y el 24 de mayo de 2024, bajo la dirección del Dr. Muiño Walter y bajo la codirección de Mg. Ernst Ricardo Daniel.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad Nacional de La Pampa, en especial a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por brindarme la formación y el apoyo académico durante todos estos años de estudio.

A mi director Dr. Walter A. Muiño por haberme acompañado en la realización de esta tesina, por su predisposición y tiempo dedicado.

A mi codirector Mg. Ernst Ricardo Daniel y las evaluadoras Dra. Mazzola Mónica e Ing. MSc. Álvarez Redondo Mónica por las sugerencias brindadas para mejorar el trabajo.

A mi familia que me apoyaron y alentaron en cada paso que daba para llegar al tan ansiado título universitario. A Martín por su amor, paciencia y compañía. A mis amigas y amigos que estuvieron apoyándome incondicionalmente durante todos estos años, haciendo más sencillo el trayecto.

## **RESUMEN**

La planificación del arbolado urbano desempeña un papel crucial en la creación de entornos urbanos sostenibles. Esta importancia radica en los múltiples servicios ambientales que brindan los árboles en la ciudad. Se destaca la importancia del arbolado urbano en la mejora de la calidad del aire, la atenuación de las altas temperaturas, retención e infiltración de agua, conservación de la biodiversidad y el bienestar de las personas.

Debido al gran crecimiento poblacional de la ciudad de Santa Rosa, que viene ocurriendo en las últimas décadas, y sumado a la escasez de espacios verdes efectivos y de árboles en los barrios ya establecidos, se remarca la necesidad de integrar en la infraestructura edilicia de los barrios la planificación del arbolado urbano.

En este marco, el objetivo de este trabajo consistió en analizar cuáles son las variables ambientales que deben considerarse y qué especies son adecuadas para una correcta planificación del arbolado urbano en el barrio ARA San Juan de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Además, se efectuó una zonificación del barrio, sectorizando las plantaciones de cada especie según sus características y las del entorno. Por último, se enlistó una serie de recomendaciones para las prácticas de poda, cuidados y mantenimiento del arbolado, las cuales pueden servir como guía para mejorar los manejos del arbolado en cada barrio de la ciudad.

**Palabras claves:** arbolado urbano, especies nativas, barrio ARA San Juan.

## **ABSTRACT**

The planning of urban tree planting plays a critical role in creating sustainable urban environments. This is of paramount importance because of the multiple benefits, whether direct or indirect, that trees provide in the city. Urban tree planting is highly important to improve the quality of air, to mitigate high temperatures, to retain and infiltrate water, to preserve both biodiversity and people's general conditions.

Due to the significant population growth in the city of Santa Rosa in recent decades, together with the lack of enough effective green spaces and trees in the already established neighborhoods, the need to incorporate urban tree planting into neighborhood building infrastructure is hereby emphasized.

In this context, the aim of this work consisted of analyzing the environmental variables that must be considered and which species are suitable for proper urban tree planning in the neighborhood ARA San Juan of the city of Santa Rosa, La Pampa. Additionally, the neighborhood was already zoned, separating the plantations of each species into sections according to their characteristics and those of the environment. Finally, a series of recommendations for pruning practices, care, and maintenance of the tree planting were listed, which can serve as a guide to improve tree management in each neighborhood of the city.

**Keywords:** urban trees, native species, ARA San Juan neighborhood.

## INDICE

<b>Prólogo</b>	<b>II</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>6</b>
Área de estudio:	6
Variables ambientales a considerar	8
Selección de especies	10
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>12</b>
Variables ambientales	12
Especies forestales disponibles en viveros regionales	14
Análisis y selección de especies disponibles	17
Segunda alternativa de especies exóticas seleccionadas para el arbolado	34
Zonificación del barrio de acuerdo a las especies seleccionadas	36
Recomendaciones para el manejo del arbolado urbano	39
<b>CONCLUSION</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>45</b>

## **INTRODUCCIÓN**

El crecimiento de la población en la ciudad de Santa Rosa, en las últimas dos décadas, ha forzado a la construcción de barrios de viviendas sociales, y toda esta actividad se ha concentrado en lo que corresponde al sector periférico de la ciudad. En general, la edificación de la infraestructura en estos barrios carece de una planificación integral del arbolado urbano, constituyendo esto un estado de falencias en lo que respecta al bienestar de la sociedad. Estos errores estructurales se ven reflejados en el reducido número de espacios verdes efectivos que conforman la ciudad, además de su deterioro, falta de mantenimiento en sus condiciones y mala distribución. Esto, sumado a la escasez del arbolado urbano en barrios ya establecidos hace décadas, como en los más recientes (Rubio, 2008; Pagella, 2016; Rossini, 2021).

El arbolado urbano es un componente fundamental de los paisajes urbanos y hace referencia tanto al arbolado de alineación como al que se establece en los espacios verdes, debiendo estar estas dos categorías integradas para cumplir con sus finalidades específicas. Entonces, se entiende por arbolado de alineación a aquellos árboles que están plantados en forma lineal en las veredas de las calles y avenidas de las áreas urbana y suburbana (Benedetti y Campo de Ferraras, 2007). Por otro lado, los espacios verdes urbanos se definen como todas aquellas parcelas, espacios y rincones de los distintos barrios de la ciudad, que por pequeños que sean permiten el desarrollo de vegetación arbórea o arbustiva (Aiassa y Aun, 2005).

En las ciudades se comparte una organización de las instalaciones y servicios que comprende: una infraestructura gris conformada por edificaciones residenciales, comerciales, calles pavimentadas, red de servicios; la infraestructura azul que son los cuerpos de agua y por último la infraestructura verde que comprende todos los espacios, conformados por árboles y arbustos de parques, plazas, bulevares y calles. Con el fin de una buena planificación y sostenibilidad, se debe optimizar la interacción entre estos tres tipos de infraestructuras (Enebelo, 2020). La infraestructura verde en los ambientes urbanos debe estar comprendida por ecosistemas funcionales y en buen estado, capaces de sostener las actividades humanas. Es decir, deben actuar como soporte físico de instalaciones y servicios, como fuente de recursos naturales y a su vez como sumidero de energía y materiales; contribuyendo así al bienestar económico, social y psicológico de las personas (Vásquez, 2016)

La importancia de la integración en el manejo de las áreas verdes y el arbolado de alineación radica en los múltiples beneficios, directos e indirectos que proporcionan los

árboles en la comunidad (Enebelo, 2020), desde el punto de vista estético, de salud y bienestar, y también económico. Estos beneficios se traducen en servicios ambientales que otorgan los árboles. Entre ellos se puede mencionar embellecimiento del paisaje, provisión de sombra, purificadores de la atmósfera, retención e infiltración de aguas pluviales, protección ante vientos fuertes, mitigación contra el cambio climático (absorbe y acumula dióxido de carbono y libera oxígeno), atenuador de ruidos y de temperaturas, siendo este último beneficio muy importante debido a las amplitudes térmicas que presenta el clima en Santa Rosa, entre otros. Además, los espacios verdes constituyen sitios de gran valor ambiental contribuyendo a la conservación de la biodiversidad urbana que contienen. Por lo tanto, la disponibilidad de áreas verdes suficientes y bien manejadas es de gran relevancia para el bienestar de las comunidades urbanas (Krishnamurthy y Rena Nacimiento, 1997).

Según un estudio realizado por Pagella (2016), el fuerte crecimiento que la ciudad ha experimentado en los últimos años llevo a la construcción de nuevos barrios donde la planificación no contemplo superficie suficiente para los espacios verdes. Además, cabe destacar que el déficit de espacios verdes no solo se registra en los nuevos barrios, sino también en los barrios más antiguos de Santa Rosa, La Pampa (Pagella, 2016). Una correcta planificación implica tener en cuenta 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 una ciudad (Enebelo, 2020).

Además, se debe realizar una selección de los árboles que se adapten a las condiciones del sitio de plantación, teniendo en cuenta ciertos factores ambientales y factores propios de las urbanizaciones (veredas, calles, cableado, viviendas, vehículos, etc.) que inciden directamente en su crecimiento y desarrollo. Por eso, es razonable pensar que el nuevo árbol que se plantó deberá afrontar duras condiciones de subsistencia, será más proclive a sufrir enfermedades y a tener un pronóstico de vida útil más limitado que en su ámbito natural (Benito y Palermo Arce, 2021). Se debería tener como prioridad la elección de especies nativas por sobre las exóticas, cuando sea posible, debido al mayor grado de adaptación al ambiente y supervivencia a posibles plagas o enfermedades, además de que se favorecería a la fauna que se asocia a dichas especies. Para que se adapten al espacio urbano deben realizarse, además de las actividades de selección y plantación otras prácticas complementarias como las podas, cuidados y mantenimiento correspondiente.

El desarrollo de los árboles está influenciado por diversas condiciones propias del entorno natural y urbano. Las condiciones del entorno natural pueden ser explicadas a través de diferentes variables ambientales que interactúan entre sí de manera compleja. El suelo es

el medio desde donde la planta obtiene casi todo lo que necesita: agua, aire para las raíces y nutrientes (Alvarado Ojeda, *et al.*, 2014), siendo un factor determinante en el desarrollo de las plantas. Su influencia se analiza a través de las variables ambientales, textura y pH: la textura en conjunto con la estructura influye en la capacidad de retención de agua, disponibilidad de nutrientes y la aireación. La capacidad del suelo para drenar el exceso de agua es esencial para evitar problemas de encharcamiento y raíces saturadas. Además, se debe considerar que los suelos urbanos se pueden saturar rápidamente, no dejando oxígeno para la respiración del sistema radical, lo que en poco tiempo puede provocar la muerte del árbol (Alvarado Ojeda, *et al.*, 2014). De acuerdo al nivel de pH, será la disponibilidad de nutrientes (fosforo, nitrógeno, aluminio, manganeso, potasio o calcio) para el desarrollo de la planta. El suelo con condiciones más favorables para que crezca una planta es el suelo con pH neutro, dado que los nutrientes en mayor cantidad están presentes. (Rivera, *et al.*, 2018). Cuando hacemos mención a las condiciones del entorno urbano, nos referimos a las características que se transforman en una restricción para el medio donde se va a desarrollar el árbol. Según Ledesma (2008) esas restricciones espaciales pueden ser la estrechez de las veredas, los cordones, el asfalto y las construcciones a los lados y los cimientos, las cañerías de agua, gas y los desagües.

Una planificación adecuada del arbolado urbano debe tener como premisa no ocasionar inconvenientes en el futuro a los habitantes de cada domicilio donde se planten los respectivos árboles, como tampoco a la infraestructura de servicios que brinda la Municipalidad de Santa Rosa. Para esto se debería realizar un relevamiento periódico del estado físico y sanitario de los árboles, de las raíces de los mismos, si están o no ocasionando algún daño en las veredas, si hay probabilidad de caída de algún ejemplar, etc. Para cumplir con las condiciones de un funcionamiento adecuado de los servicios que ofrece dicho municipio, es necesario que el arbolado urbano cumpla con ciertas normativas y un protocolo de mantenimiento periódico que formen parte de las agendas de los organismos estatales encargados del mantenimiento de los espacios verdes de la ciudad.

La idea de este proyecto surge a partir de la necesidad de contar con una planificación del arbolado urbano en la ciudad de Santa Rosa, más precisamente en el barrio ARA San Juan. Este barrio fue construido e inaugurado hace cinco años, y presenta un severo déficit en su arbolado, tanto en el de alineación como también en los espacios verdes. Esto se debe principalmente a una falta de integración entre la construcción de la infraestructura, el desconocimiento de las limitaciones ambientales y la planificación del arbolado. Debido a esa necesidad el propósito de este trabajo es analizar las condiciones ambientales presentes

en el área donde se emplaza el barrio para poder ofrecer un plan de forestación con especies que se desarrollen de manera exitosa, priorizando la implementación de especies nativas por sobre las exóticas.

En esta tesis se realizó un análisis de las variables ambientales que interactúan entre sí y que influyen en el desarrollo del arbolado urbano, limitando a algunas especies y beneficiando a otras en la adaptación y funcionalidad. Además, se realizó una compilación de listados de especies disponibles en viveros de localidades del centro de Argentina que poseen características ambientales similares a las de Santa Rosa. Con esta información de base, se realizó una búsqueda de información sobre las características de cada especie y en función de ellas se efectuó una propuesta de las especies recomendadas para el arbolado de alineación y de espacios verdes, con el fin de establecer una propuesta de forestación del barrio ARA San Juan. Por último, se establece un protocolo de mantenimiento, que se basa en cuidados posteriores a la plantación de los ejemplares, como así también la implementación de podas regulares durante los años de vida de cada árbol, minimizando el estrés.

El entendimiento y la comprensión sobre la influencia de estas variables ambientales sobre el desarrollo y el establecimiento del arbolado, es crucial para seleccionar las especies de árboles adecuadas, planificar la ubicación y realizar prácticas de manejo que favorezcan su desarrollo sostenible en diferentes entornos.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### *Objetivos:*

- Analizar las variables ambientales que deben considerarse en una planificación correcta del arbolado urbano del barrio ARA San Juan de la ciudad de Santa Rosa.
- Analizar la oferta de especies destinadas al arbolado urbano disponibles en viveros forestales de la región.
- Seleccionar un listado de especies nativas y exóticas que se adapten de manera exitosa a las condiciones ambientales del barrio.
- Contribuir con información sobre cuáles de esas especies son recomendables para cada sitio específico del barrio, como lo son veredas, bulevares y espacios verdes.

- Establecer una serie de recomendaciones para el manejo del arbolado urbano del barrio ARA San Juan.

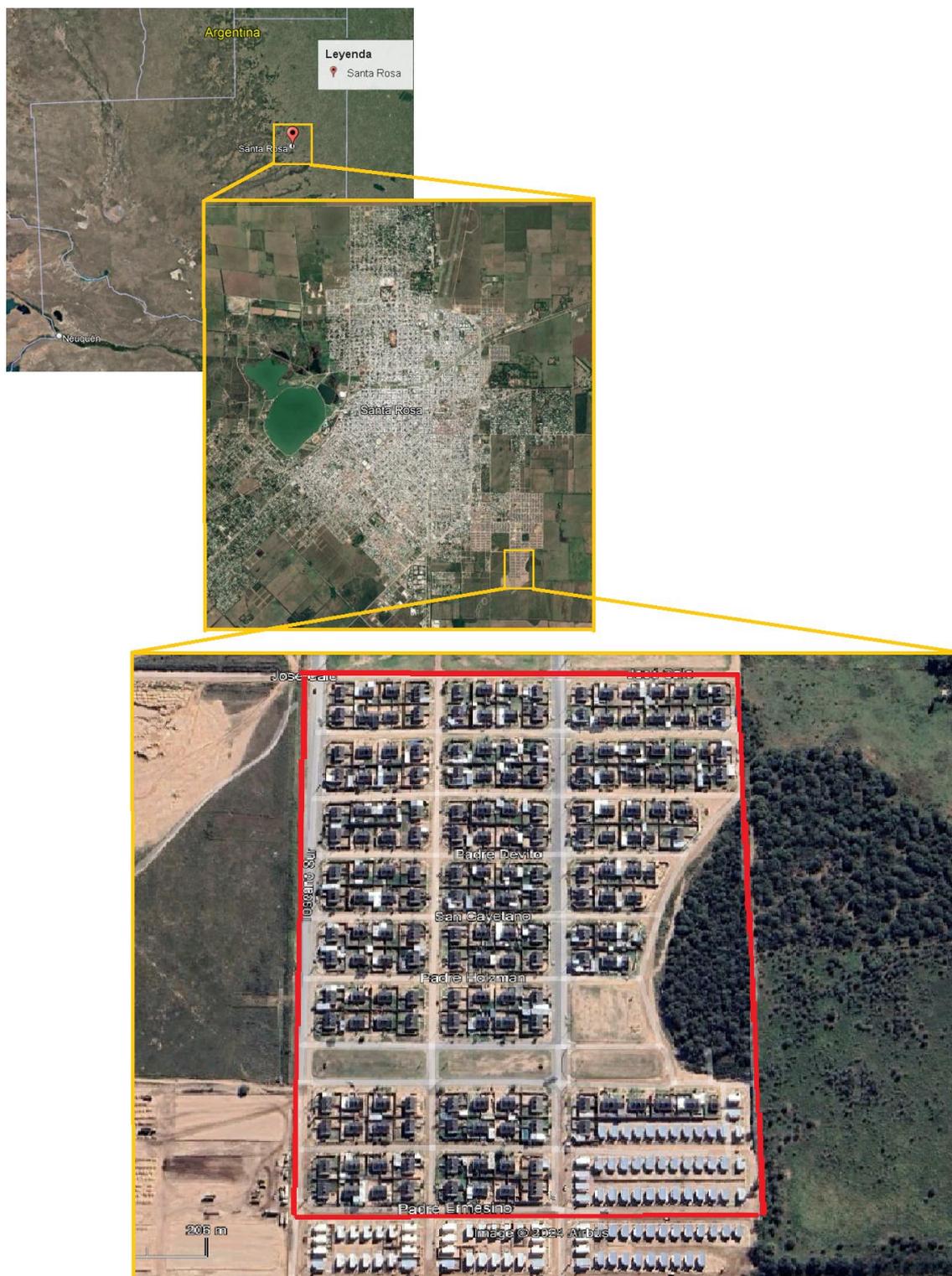
*Hipótesis:*

El barrio ARA San Juan de la ciudad de Santa Rosa está sujeto a limitantes que hacen que algunas especies se adapten a esas condiciones y que otras no sean adecuadas a los fines que debe cumplir un arbolado urbano.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### *Área de estudio:*

La ciudad de Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa, se encuentra en la región centro de la República Argentina (Longitud: 64°16'59.99" O; Latitud: 36°37'0.01" S) y posee 120.473 habitantes (INDEC, 2022) (Fig. 2). El barrio ARA San Juan está ubicado en el sureste (SE) de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa (36°39' S y 64°15' O) a unos 5 km aproximadamente de distancia del centro, y se encuentra limitado por las calles J. B Calo, Toscano Sur, Padre Ermersino y Hortensia Maggi (Fig. 2). Dicho barrio fue inaugurado en el mes de marzo del año 2019 y cuenta con un total de 1009 viviendas sociales distribuidas en 29 manzanas (Fig. 2).



**Figura 1.** Imagen satelital de ubicación del barrio ARA San Juan en referencia a la ciudad de Santa Rosa y al territorio provincial (delimitado con bordes rojos). Fuente: elaboración propia.

En Santa Rosa, las precipitaciones alcanzan una media anual de 728,8 mm, concentrándose en los meses de primavera y verano (Vergara *et al.*, 2022). El clima es templado con una temperatura media anual que oscila entre 14 y 16 °C, alcanzando, en el mes más cálido del verano, una media de 24 °C y en el mes más frío del invierno los 8 °C. El viento predominante es de dirección N-NE a S-SO, con velocidades anuales promedio de 10 – 15 km/h, siendo la época primaveral donde sopla con mayor intensidad. El suelo es un Haplustol entico, que presenta un horizonte superficial arenoso que oscila entre los 0,4 y 2 m. Estos suelos al estar dentro de lo que se conoce como la unidad geomorfológica planicie con tosca de Castex y Winifreda, presentan el manto rocoso o tosca entre los 50 a 150 cm de profundidad, lo cual puede representar una limitante (Cano, 1980).



**Figura 2.** Plano de ubicación del barrio ARA San Juan en la periferia de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. En rojo se detalla acceso y calles que lo delimitan. Fuente: Elaboración propia.

### Variables ambientales a considerar

Existen ciertas condiciones ambientales (clima, suelo, disponibilidad de agua, etc.) propias del sitio que influyen de manera directa o indirecta sobre la planificación urbana y por ende en el desarrollo del arbolado urbano. Para poder caracterizar a estas condiciones ambientales se utilizaron las siguientes variables:

#### a) *Textura del suelo*

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. Es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica, entre otras (FAO). Otros manuales también mencionan un cierto grado de perturbación por la influencia antrópica que tienen estos suelos. Alvarado Ojeda, *et al* (2014) explican que afectan de manera frecuente su calidad, provocado por la compactación del suelo que restringe la penetración, elongación y ramificación radical (Benito y Palermo Arce, 2021). Por estas razones, la textura del suelo es una variable que interviene en el desarrollo de las plantas, ya que determina qué cantidad de agua y oxígeno hay disponible para el aprovechamiento por parte del sistema radical.

Para la determinación de la textura, se realizó el análisis de una muestra de suelo, que fue recolectada aproximadamente a 20 cm de profundidad, en un sector del barrio (36°65' S y 64°26' O), utilizando el método hidrómetro de Bouyoucus en el Laboratorio de Suelos perteneciente a la Facultad de Agronomía, UNLPam.

#### **b) *pH del suelo***

Este término indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución, midiendo la acidez del mismo. Es uno de los parámetros más importantes que influyen en la fertilidad del suelo (Rivera, *et al.* 2018). Según estos autores la acidificación de los suelos reduce el crecimiento de las plantas por la disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes indispensables como calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y fósforo (P).

Para la determinación de este parámetro, se analizó la misma muestra en el Laboratorio de Suelos, de la Facultad de Agronomía, UNLPam.

#### **c) *Profundidad del nivel freático***

El nivel freático es una variable que nos indica a qué profundidad se encuentra el agua subterránea disponible para el aprovechamiento por parte de las plantas. La incidencia del recurso hídrico en el crecimiento arbóreo constituye un factor primordial y de directa incidencia sobre el bosque urbano, ya sea por defecto como por exceso (Benito y Palermo Arce, 2021).

Este parámetro se pudo determinar midiendo con una sonda piezométrica la profundidad del agua. La misma se introdujo en una perforación particular de un domicilio que se sitúa en la calle Toscano Sur, en el lado este del barrio en cuestión, más precisamente en el punto georreferenciado 36° 65' S y 64° 26' O. En el momento exacto en el que comienza a emitir un sonido significa que entro en contacto con el agua, es decir, se puede estimar a que

profundidad se encuentra el nivel freático. Esta medición se realizó con personal técnico de la Administración Provincial del Agua (APA).

#### **d) Régimen de heladas y altas temperaturas**

El régimen de heladas tiene una incidencia directa en el establecimiento de las plantas, porque según Repetto (2014) ocurren en las épocas donde los vegetales tienen una gran sensibilidad a los descensos bruscos de temperatura. Al igual que las bajas temperaturas durante el invierno, en verano las elevadas temperaturas también limitan a algunas especies en su desarrollo. Pueden ocurrir dos situaciones de alto grado de estrés: un aumento de la transpiración de las hojas y la desecación o deshidratación de las raíces (Benito y Palermo Arce 2021).

Para este análisis se pidieron datos de las temperaturas mínimas, medias y máximas de los últimos años al Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Y además se consultó el trabajo de Vergara, *et al.*, (2022) sobre las estadísticas agroclimáticas de la ciudad de Santa Rosa en el periodo 1977-2021.

#### **e) Perfil topográfico**

El perfil topográfico del terreno se obtuvo dibujando una línea que une dos puntos extremos en el mapa y luego consultando la opción perfil de elevación. Este perfil fue realizado con la herramienta Google Earth Pro. De esta manera se sabe cuáles son los sectores de menor y mayor altura en el barrio, es decir los bajos y altos, y además cual es el desnivel que presenta el terreno.

#### Selección de especies

La selección cuidadosa de especies es un paso crucial en la planificación del arbolado urbano. Este análisis se enfoca en identificar y seleccionar especies que se adaptan de manera óptima al entorno urbano teniendo en cuenta diversos factores y características propias de cada una, para maximizar los beneficios que ofrecen a la sociedad. Paso a paso se fueron realizando los siguientes análisis:

- ✓ Se evaluaron las zonas climáticas locales para identificar especies que sean resistentes a las condiciones del barrio, incluyendo temperaturas extremas (bajas o altas), sequías o lluvias intensas. También se consideró la variabilidad

microclimática en diferentes áreas como zonas con altos grados de exposición al viento.

- ✓ Se analizaron el tamaño y forma del árbol en su madurez, es decir se seleccionaron especies que se ajusten al espacio disponible sin interferir con la infraestructura urbana, ya sea aérea o subterránea. Además, se considera el diámetro de la copa y la estructura de ramificación, para que corresponda con el ancho de la vereda y se minimicen los riesgos de caídas de ramas. A su vez, se buscó garantizar que el ejemplar en estado adulto, proporcione buena sombra en época estival.
- ✓ Se eligieron especies que no solo sean estéticamente agradables, sino también funcionales para el espacio público del barrio. Es decir, que provean de sombra, atenúen el ruido y mejoren el paisaje urbano, entre otros beneficios. Además, se evitó seleccionar especies que posean raíces superficiales agresivas que puedan dañar aceras y estructuras ya establecidas.
- ✓ Se consideraron la facilidad de mantenimiento y los costos asociados, y la longevidad de las mismas, priorizando aquellas que requieran menos intervenciones y que tengan una vida útil significativa, para evitar la necesidad de reemplazos frecuentes.
- ✓ Se priorizó la propuesta de especies nativas para aumentar la resiliencia del arbolado urbano frente a las eventuales adversidades del ambiente ya que estas especies suelen estar mejor adaptadas. Asimismo, se propuso evitar una plantación tendiente al monocultivo, es decir enfocarse en una única especie de interés.

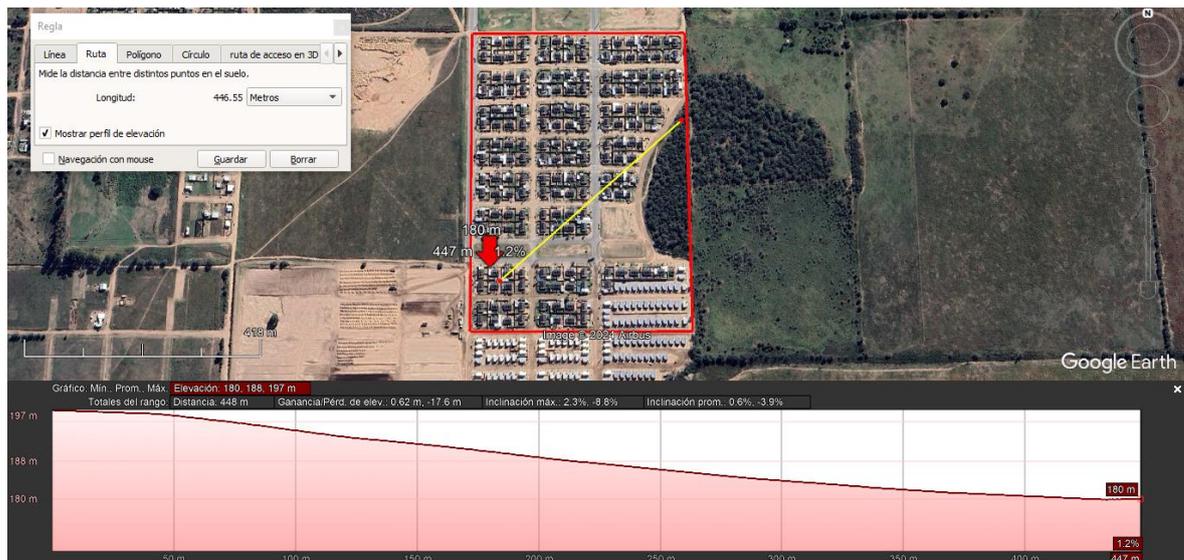
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### *Variables ambientales*

Con respecto a las variables ambientales del suelo, la textura y el pH fueron determinadas en el Laboratorio de Suelo perteneciente a la Facultad de Agronomía (UNLPam), a partir de muestras de suelo que fueron tomadas en un sector del barrio. Como resultado de este análisis, se pudo determinar que la textura del suelo es franca arenosa con un 71.5% de arena, 22.6% de limo y un 5.9% de arcilla, y posee un pH de 8.4 siendo clase moderadamente alcalino (USDA, 2014).

Respecto a la profundidad del nivel freático, se determinó que se encuentra situado aproximadamente a una profundidad de 19.47 metros. Esta fuente de agua puede ser complementada de manera natural, con los aportes de agua de lluvia y, de manera artificial, con los riegos que se realicen.

Como se mencionó en la sección Materiales y Métodos, se utilizó la herramienta Google Earth Pro para establecer el perfil topográfico, observando que en el lado Este la altura del terreno es de 197 msnm y hacia el Suroeste de 180 msnm (Fig. 3). A partir de esta diferencia se pudo determinar la existencia de un desnivel topográfico de unos 17 metros, del lado Este hacia el lado Suroeste del barrio. La cota más baja se ubica en la intersección entre las calles Enriqueta Schmidt y Toscano Sur, situada en los 180 msnm (Fig. 3). Analizando este resultado, se deduce que el sector más bajo del barrio tendrá un suelo más húmedo pero las plantas serán más susceptibles a las heladas que ocurran, ya que el aire frío tiende a moverse hacia las zonas bajas del terreno. En cambio, el sector alto en el lado Este, se estima que el recorrido en busca de agua por parte de las raíces será mayor, dependiendo aún más de la humedad que posee el suelo en profundidad.

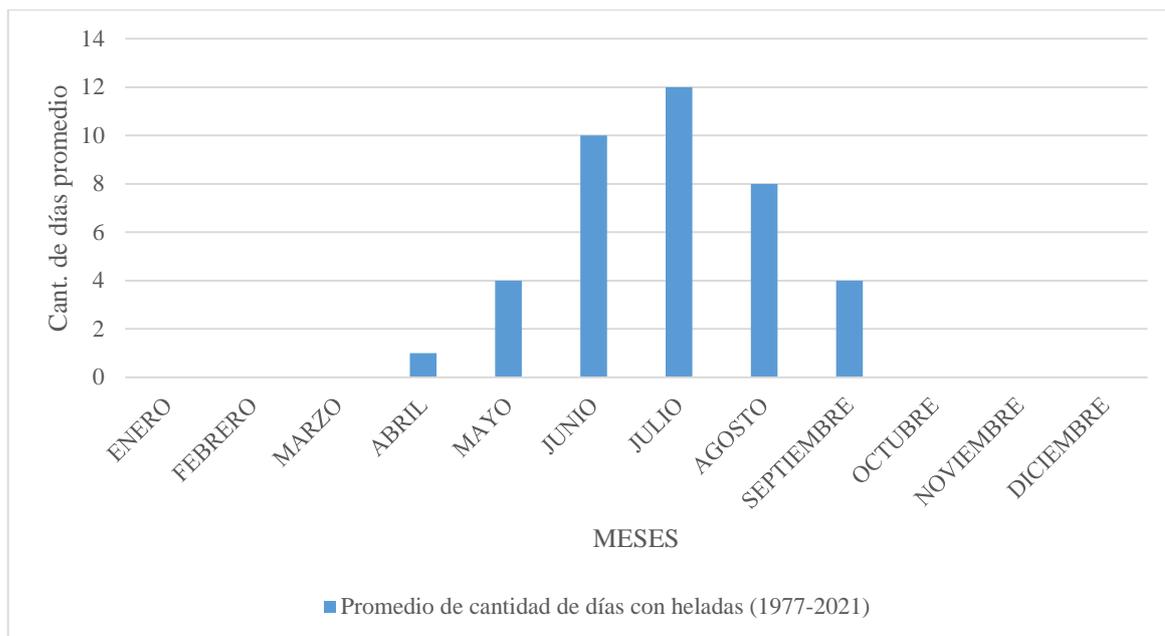


**Figura 3.** Imagen satelital. Detalle del desnivel del perfil topográfico en el barrio (línea amarilla). Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Con respecto a la existencia de una limitante en profundidad, en el barrio ARA San Juan no hay limitación de la profundidad del suelo por tosca en la forma de costra de roca masiva o en lajas tenaces, como ocurre en el barrio Esperanza lindante al Norte del ARA San Juan. En este, las profundidades del suelo alcanzan a los dos metros lo que no constituye un impedimento para las raíces de los árboles. Sin embargo, en la loma situada en el lado Este del barrio, sobre calle Hortensia Maggi, se encuentra un relicto erosivo (G. Fabregas, comunicación personal, 16 de marzo de 2024), que puede presentar la tosca cercana a la superficie, pero en la actualidad se conserva como espacio verde natural y no está destinado al loteo para la edificación.

En lo que concierne los parámetros vinculados al clima, más precisamente a las bajas temperaturas, se analizó una base de datos de temperaturas mínimas, medias y máximas comprendidas al periodo de 2013-2023 otorgado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Además, se consultó un trabajo sobre estadísticas agroclimáticas de la ciudad de Santa Rosa, para la serie 1977-2021.

A partir de ambos análisis, se puede establecer un régimen de heladas en la ciudad de Santa Rosa que comprende los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre (Fig. 4). Además, se da la ocurrencia de heladas tempranas y tardías, ocurridas en los meses de abril y septiembre, respectivamente. Y en lo que respecta a las altas temperaturas y al periodo de mayor déficit hídrico, también de importancia para el desarrollo del arbolado, estas se concentran en los meses de diciembre, enero y febrero.



**Figura 4.** Cantidad de días promedio por mes con registro de heladas en un periodo comprendido entre 1977-2021. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Estación Meteorológica Facultad de Agronomía (Vergara *et al.*, (2022).

#### Especies forestales disponibles en viveros regionales

En una primera instancia se consultó sobre las especies forestales disponibles en el Vivero Forestal Provincial de Santa Rosa, perteneciente a la Dirección General de Recursos Naturales. La oferta de especies que posee el vivero se clasifica en función de cómo se vende el ejemplar, en pan de tierra o a raíz desnuda, teniendo una temporada específica de venta, del 11/03 al 29/11 y del 15/05 al 30/09, respectivamente. De esta manera, las especies forestales nativas están disponibles, en su mayoría, en pan de tierra y algunas exóticas a raíz desnuda (Tabla 1).

En una segunda instancia, se analizaron y revisaron diferentes manuales de arbolado urbano o arboricultura urbana que han sido elaborados por las áreas técnicas competentes, de distintas regiones del país con características ambientales y climáticas similares a la región que nos interesa en este trabajo, como lo son las ciudades de Bahía Blanca, Santa Fe y Córdoba (Cabrera, 1971). De dichos manuales se analizaron los distintos listados de especies nativas que se detallan. En primer lugar, se analizó el listado de especies nativas que se propone en el Manual de Arbolado de veredas perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe (Quiñonez, 2018). En dicho manual se realiza una categorización según la altura máxima del ejemplar en estado adulto, en árboles de 1° magnitud cuya altura supera los 15 metros, los árboles de 2° magnitud comprenden a los individuos cuya altura va de los 10 hasta 15 metros y los árboles de 3° magnitud aquellos

que alcanzan una altura que no supera los 10 metros. En segundo lugar, se indagó el Manual de Recomendaciones para el Manejo del Arbolado Urbano que brinda la Secretaría de Ambiente de la provincia de Córdoba (Barroso, *et al.*, 2020). A diferencia del manual anterior, en este no se hace una diferenciación por la altura del árbol, sino que se hace una recomendación de que especie es adecuada plantar según el ancho que posea la vereda, siendo categorizadas en veredas chicas con un ancho aproximado entre 1.5 a 2.5 metros, veredas medianas que van de 2.5 a 3.5 metros de ancho y veredas grandes con un ancho mayor a 3.5 metros. Y, por último, se investigó, en el libro Patrimonio Verde Urbano que brinda la Municipalidad de Bahía Blanca, de la provincia de Buenos Aires (Dicek, 2009), cuales son las especies nativas que conforman el arbolado urbano de la ciudad. A continuación, se encuentran cada uno de los listados elaborados a partir de cada uno de los manuales mencionados anteriormente (Tabla N° 1, 2, 3 y 4).

Especies nativas disponibles en el Vivero Provincial de Santa Rosa, perteneciente a la Dirección General de Recursos Naturales

<b>ESPECIES FORESTALES NATIVAS</b>	
Caldén	<i>Neltuma caldenia</i>
Aguaribay	<i>Schinus areira</i>
Algarrobo dulce	<i>Neltuma flexuosa</i>
Algarrobo negro	<i>Neltuma nigra</i>
Algarrobo blanco	<i>Neltuma alba</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>
Brea	<i>Parkinsonia praecox</i>
Piquillín	<i>Condalia microphylla</i>
Barba de chivo	<i>Erythrostemon gilliesii</i>

**Tabla N° 1.** Listado de especies nativas de elaboración propia, a partir de la oferta de especies forestales en el Vivero Forestal Provincial de Santa Rosa, perteneciente a la Dirección General de Recursos Naturales.

Especies nativas para arbolado urbano recomendadas por el Ministerio de Ambiente de la provincia de Santa Fe

<b>Árboles de 3° magnitud</b>	
Carnaval	<i>Senna spectabilis</i>
Guaran	<i>Tecoma stans</i>
Ñangaripi	<i>Eugenia uniflora</i>
Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>
<b>Árboles de 2° magnitud</b>	

Acacia visco	<i>Parasenegalia visco</i>
Aromo	<i>Vachellia caven</i>
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Lapacho amarillo	<i>Handroanthus ochraceus</i>
Lapacho rosado	<i>Handroanthus impetiginosus</i>
Sangre de dragón	<i>Croton urucuarana</i>
<b>Árboles de 1° magnitud</b>	
Aguaribay	<i>Schinus areira</i>
Algarrobo blanco	<i>Neltuma alba</i>
Ibirá pita	<i>Peltophorum dubium</i>
Palo borracho blanco	<i>Ceiba chodatii</i>
Palo borracho rosado	<i>Ceiba speciosa</i>
Timbo	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>
Tipa colorada	<i>Pterogyne nitens</i>

**Tabla N° 2.** Listado de especies nativas de elaboración propia, a partir del Manual de Arbolado de veredas que brinda el Ministerio de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe. Referencia: **árboles de 3° magnitud** (altura inferior a 10 metros), **2° magnitud** (altura de 10 a 15 metros) y **1° magnitud** (altura superior a 15 metros).

Especies nativas para el arbolado urbano recomendadas por la Secretaria de Ambiente de la provincia de Córdoba

<b>Árboles para veredas chicas</b>	
Brea	<i>Parkinsonia praecox</i>
Lagaña de perro	<i>Erythrostemon gilliesii</i>
Manzano del campo	<i>Ruprechtia apelata</i>
Sen del campo	<i>Senna corymbosa</i>
Sombra de toro	<i>Jodina rhombifolia</i>
Piquillín	<i>Condalia microphylla</i>
Limpia tubo	<i>Callistemon lanceolatus</i>
Pezuña de vaca rosada	<i>Bauhinia purpurea</i>
<b>Árboles para veredas medianas</b>	
Cina cina	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Brea	<i>Parkinsonia praecox</i>
Manzano del campo	<i>Ruprechtia apelata</i>
Mato	<i>Myrcianthes cisplatensis</i>
Palo cruz	<i>Tabebuia nodosa</i>
Carnaval	<i>Senna spectabilis</i>
Quebracho colorado	<i>Schinopsis lorentzii</i>
Tala	<i>Celtis tala</i>
Tusca	<i>Vachellia aroma</i>
Espinillo	<i>Vachellia caven</i>
<b>Árboles para veredas grandes</b>	
Chañar	<i>Geoffrorea decorticans</i>
Cina cina	<i>Parkinsonia aculeata</i>

Espinillo negro	<i>Vachellia astringens</i>
Mato	<i>Myrcianthes cisplatensis</i>
Mistol	<i>Sarcomphalus mistol</i>
Orco quebracho	<i>Schinopsis lorentzii</i>
Algarrobo blanco	<i>Neltuma alba</i>
Algarrobo chilensis	<i>Neltuma chilensis</i>
Algarrobo dulce	<i>Neltuma flexuosa</i>
Algarrobo negro	<i>Neltuma nigra</i>
Caldén	<i>Neltuma caldenia</i>
Molle de beber	<i>Lithraea molleoides</i>
Ibirá pita	<i>Peltophorum dubium</i>
Lapacho rosado	<i>Handroanthus impetiginosus</i>
Acacia visco	<i>Parasenegalia visco</i>

**Tabla N° 3.** Listado de especies nativas de elaboración propia, a partir del Manual de Recomendaciones para el Manejo del Arbolado Urbano que brinda la Secretaría de Ambiente de la provincia de Córdoba. Referencia: **Veredas chicas** (de 1.5 a 2.5 metros de ancho), **veredas medianas** (de 2.5 a 3.5 metros de ancho) y **veredas grandes** (ancho mayor a 3.5 metros).

Especies nativas para arbolado urbano recomendadas por la Municipalidad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Aguaribay	<i>Schinus molle</i>
Algarrobo negro	<i>Neltuma alba</i>
Barba de chivo	<i>Erythrostemon gilliesii</i>
Caldén	<i>Neltuma caldenia</i>
Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>
Cina cina	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Espinillo	<i>Vachellia caven</i>
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Lapacho rosado	<i>Handroanthus impetiginosus</i>
Palo borracho	<i>Ceiba speciosa</i>
Pezuña de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>
Sombra de toro	<i>Jodina rhombifolia</i>
Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>
Visco	<i>Parasenegalia visco</i>

**Tabla N° 4.** Listado de especies nativas de elaboración propia, a partir del libro Patrimonio Verde Urbano que brinda la Municipalidad de Bahía Blanca, de la provincia de Buenos Aires (Dicek, 2009).

Análisis y selección de especies disponibles

La selección de especies nativas se realizó a partir del análisis de los listados mencionados anteriormente (Tabla N° 1, 2, 3 y 4) teniendo en cuenta ciertos criterios importantes a la hora de gestionar la composición del arbolado urbano. Dichos criterios son: el tipo de crecimiento (rápido, medio o lento), la altura del árbol en estado maduro (1°, 2° o 3° magnitud), el diámetro de copa que define en qué tipo de vereda (ancha, mediana o chica) corresponde esa especie, el tipo de follaje (caduco, semipersistente o perenne) y la resistencia o sensibilidad a las heladas. A continuación, en la Tabla N° 5 se detalla la selección de especies.

Nombre Científico	Nombre Común	Crecimiento	Altura (1°, 2° o 3° magnitud)	Diámetro de copa	Follaje	Resistencia a heladas	Tipo de vereda
<i>Schinus areira</i>	Aguaribay	Rápido	Mayor a 15 metros (1°)	10 metros	Perenne	Resistente	Ancha
<i>Schinus molle</i>	Aguaribay	Rápido	Mayor a 15 metros (1°)	10 metros	Perenne	Resistente	Ancha
<i>Neltuma alba</i>	Algarrobo blanco	Medio	12 - 18 metros (1°)		Caduco	Resistente	Ancha
<i>Neltuma chilensis</i>	Algarrobo chileno	Medio	10 - 15 metros (2°)		Caduco	Algo sensible	Ancha
<i>Neltuma fleuxosa</i>	Algarrobo dulce	Medio	Hasta 8 metros (3°)		Caduco		Ancha
<i>Neltuma nigra</i>	Algarrobo negro	Lento	4 - 10 metros (3°)	4 - 6 metros	Caduco	Resistente	Mediana
<i>Parkinsonia praecox</i>	Brea	Medio	2 - 6 metros (2°)		Caduco		EV
<i>Neltuma caldenia</i>	Caldén	Lento	Hasta 12 metros (2°)		Caduco		Ancha
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Cina cina	Rápido	3 - 5 metros (3°)	4 - 6 metros	Perenne	Resistente	EV
<i>Vachellia caven</i>	Espinillo	Medio a rápido	4 - 6 metros (3°)	4 - 8 metros	Semipersistente	Resistente	Ancha y EV
<i>Vachellia astringens</i>	Espinillo negro	Medio	3 - 6 metros (3°)		Perenne	Resistente	Ancha y EV
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	Medio	8 - 10 (2°)	6 - 8 metros	Tardíamente caduco	Sensible	Ancha
<i>Ruprechtia apetala</i>	Manzano del campo	Lento	2 - 10 metros (3°)		Caduco		Chica
<i>Bauhinia forficata</i>	Pezuña de vaca	Medio	3 - 4 metros (3°)	3 - 4 metros	Tardíamente caduco	Sensible	
<i>Jodina rhombifolia</i>	Sombra de toro	Lento	2 - 5 metros (3°)		Perenne	Resistente	Chica
<i>Vachellia aroma</i>	Tusca	Lento	2 - 7 metros (3°)	9 - 12 metros	Caduco		EV
<i>Parasenegalia visco</i>	Visco	Rápido	8 - 15 metros (2°)	10 metros	Semipersistente	Resistente	Ancha

**Tabla N° 5.** Listado de especies nativas de árboles seleccionadas para componer el arbolado del barrio. Fuente: elaboración propia a partir de la información del Instituto de Botánica Darwinion. Referencia: **árboles de 1° magnitud** (altura superior a 15 metros), de **2° magnitud** (altura de 10 a 15 metros) y de **3° magnitud** (altura inferior a 10 metros). **Veredas**

**chicas** (de 1.5 a 2.5 metros de ancho), **medianas** (de 2.5 a 3.5 metros) y **anchas** (mayor a 3.5 metros)

### Primera alternativa de especies nativas seleccionadas para el arbolado

#### **Aguaribay (*Schinus areira*)**

El aguaribay es un árbol de fuste grueso, cubierto por una corteza pardo-grisácea, a veces rojiza, escamosa. Su copa es globosa con ramaje colgante, de follaje péndulo, persistente. Posee hojas alternas, compuestas con folíolos sésiles, de bordes aserrados. Sus flores son pequeñas, de color verde amarillento, y su fruto es una drupa, globosa de color rosado profundo a la madurez. Es una especie resistente a las sequías y a las heladas, pero los juveniles son sensibles al frío, por lo que en las primeras etapas de vida deberían protegerse con tela antihelada en el invierno. En nuestro país es una especie característica de la porción boreal del Monte y del Chaco serrano (Fig. 5).

*Schinus areira* y *Schinus molle* suelen ser confundidas, a ambas especies se las conoce con el nombre vulgar de Aguaribay. *Schinus areira* se encuentra en la región Noroeste del país, y en cambio *Schinus molle* abarca más la Mesopotamia, llegando hasta el sur de Córdoba. La diferencia entre ambas especies es mínima, se trata de la cantidad de folíolos y el ancho de los mismos que posee cada una de las hojas. Ambas especies se adaptan bien a los ecosistemas locales, pudiendo observarlas en varios espacios verdes en la ciudad, por eso se las recomiendan para que formen parte del arbolado urbano.

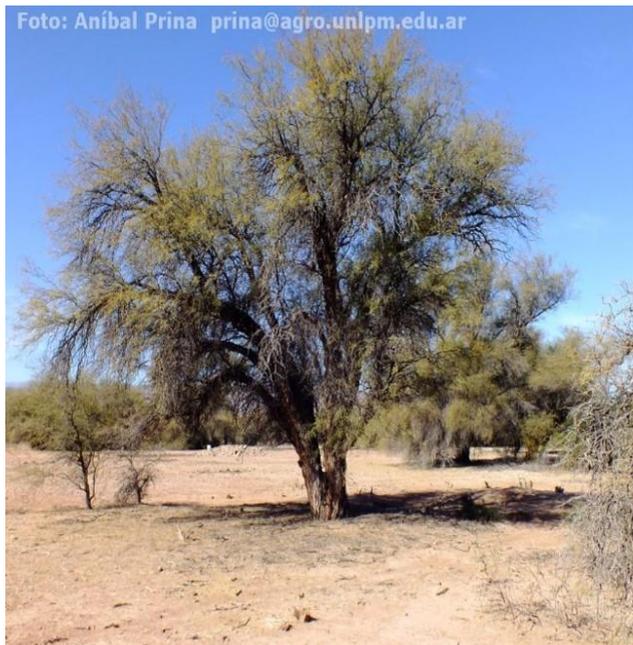


**Figura 5.** Foto de ejemplar de Aguaribay (*Schinus areira*) tomada en el Parque Oliver de Santa Rosa. Detalle de fruto y hojas. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Algarrobo blanco (*Neltuma alba*)**

El algarrobo blanco es un árbol de una altura que va desde los 12 hasta los 18 metros con ramas flexuosas. Posee hojas glabras, siendo de follaje caduco, sus flores son de un color amarillento, y su fruto es una legumbre falcada de 12 a 18 centímetros de largo. Su época de floración comprende los meses de octubre, noviembre y diciembre, y su fructificación en febrero, marzo y abril. En Argentina se encuentra en las provincias fitogeográficas del Monte Septentrional y penetra en la porción más seca del Chaco (Soria, *et al.*, 2007).

Es una especie de árboles pioneros, heliófilos, adaptados a condiciones de climas áridos y semiáridos con suelos salinos y degradados. Es considerada rustica, tiene una gran plasticidad, y soporta condiciones de extremas de humedad y temperatura. Es una especie freatófita, por lo que, para garantizar un desarrollo adecuado de las plantas, debería evitarse su plantación en los sectores más altos del barrio (Fig. 6).



**Figura 6.** Imagen de un ejemplar de Algarrobo blanco (*Neltuma alba*) y del fruto. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Algarrobo chileno (*Neltuma chilensis*)**

El algarrobo chileno es un árbol espinoso de 10 hasta 15 metros de altura, su tronco grueso, corto y tortuoso, de corteza gris-rojiza. La copa es amplia, globosa, formada por largas ramas arqueadas y flexibles, con presencia de espinas. El follaje es poco denso, de color verde claro, está formado por hojas compuestas bipinnadas. Las flores son pequeñas, de color amarillo fuerte y su fruto es una legumbre indehiscente. El algarrobo es un árbol exigente en cuanto a radiación lumínica, especialmente en intensidad, resiste altas temperaturas, pero es algo sensible a las heladas. Su floración es prolongada y duradera, que ocurre entre los meses de octubre a enero y su fructificación ocurre de febrero a marzo. Se recomienda no plantarlo bajo el dosel de otros árboles debido a su característica de especie heliófila (intolerante a la sombra). Está adaptado a condiciones de estrés hídrico, presenta un fuerte desarrollo radical en profundidad, siendo una especie freatófitas con raíces que llegan entre 10-20 metros de profundidad (Serra, M. 1997). Por esta razón debería evitarse su plantación en las partes altas del barrio (Fig. 7).



**Figura 7.** Foto de ejemplar de Algarrobo chileno (*Neltuma chilensis*) tomada en calle Juan XIII casi esquina Perú, de la ciudad de Santa Rosa.

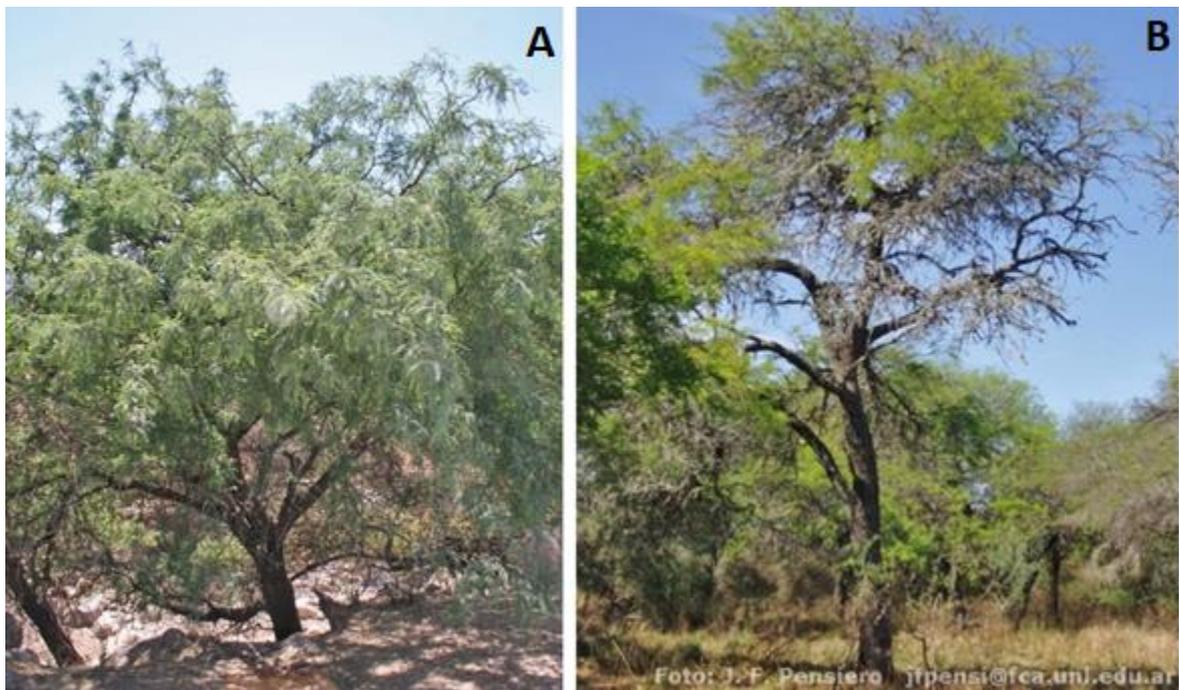
### **Algarrobo dulce (*Neltuma flexuosa*)**

El algarrobo dulce es un árbol de hasta de 8 metros de altura de crecimiento semierguido. Su corteza es delgada y de color pardo oscuro, con fisuras longitudinales. Presentan espinas de hasta 4 cm de largo y se encuentran insertadas donde nacen las hojas. Sus hojas son caducas, bipinnadas y con folíolos opuestos. Poseen racimos de 4 a 14 cm de longitud, que presentan numerosas flores pequeñas de color amarillo. Su floración comienza a principios de la primavera, siendo su fruto una legumbre, de color amarillo-pajizo con manchas violáceas o negro violáceas (Fig. 8). En Argentina crece comúnmente en las zonas áridas y es característico de la ecorregión del Monte. Habita desde Salta hasta Rio Negro y el oeste y sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Sanhueza, *et al.*, 2014). Es una especie freatófitas cuya plantación presentaría las mismas limitantes de sectorización en el barrio que *N. alba* y *N. chilensis*.

### **Algarrobo negro (*Neltuma nigra*)**

El algarrobo negro es un árbol de copa redonda, de 4 a 10 metros de altura, algunos ejemplares llegan hasta los 16 metros. Su tronco es de 50 hasta 80 centímetros de diámetro, con una corteza persistente, agrietada, de color castaño oscura. Sus flores son pequeñas, numerosas y fragantes de color blanco-verdosas o amarillento. Su época de floración va desde septiembre a octubre y su fructificación de noviembre a marzo con legumbres rectas como frutos (Fig. 8). Crece en distintos tipos de suelos, especialmente en los suelos franco-arenosos y no prospera en suelos salinos o arcillosos. Sus mayores crecimientos se observan en sitios donde se dispone de agua freática a baja profundidad (Soria, *et al.*, 2007).

Por esta razón se indican las mismas restricciones del plantado en las zonas altas del barrio señaladas para *N. alba*, *N. chilensis* y *N. flexuosa*. En Argentina se distribuye por una amplia región que forma parte de las provincias fitogeográficas del Chaco, parte del Monte y del Espinal.



**Figura 8.** Imagen A: Algarrobo dulce (*Neltuma flexuosa*), B: Algarrobo negro (*N. nigra*). Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Brea (*Parkinsonia praecox*)**

El brea es un árbol de 2 a 6 metros de altura, de corteza y ramas generalmente de color verde, lisa y brillante. Sus hojas frecuentemente pilosas, alternas en ramas jóvenes y fasciculadas en braquiblastos en las adultas, son tempranamente caducas. Su floración ocurre principalmente entre septiembre y noviembre, y presenta sus frutos desde noviembre a marzo. Su distribución en Argentina abarca desde el norte hasta San Luis y Santa Fe. Su porte es extendido y ramificado cerca de la base, por lo que debería recomendarse su

plantación en los espacios verdes del barrio, evitando las veredas, ya que estas son relativamente angostas. Es una especie saxícola y no presenta limitaciones por la profundidad de la tosca (Fig. 9).



**Figura 9.** Imagen de ejemplar de Brea (*Parkinsonia praecox*). Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Caldén (*Neltuma caldenia*)**

El caldén es un árbol robusto de hasta 12 metros de altura, de crecimiento erguido. Su copa es semiesférica en forma de paraguas. La corteza del tronco es rugosa y de color negruzco. Sus ramas presentan muchas espinas, y estas se encuentran donde nacen las hojas, siendo de mayor tamaño cuando las plantas son jóvenes. Sus hojas son compuestas, bipinnadas formadas por numerosos folíolos. Las flores son de color verde-amarillento y se disponen en racimos alargados, a lo largo de sus ramas. Su floración ocurre en primavera (de septiembre a noviembre) y su fruto es una legumbre de forma espiralada, achatada y de color amarillo con tintes violáceos, de unos 15 cm de largo y 8 mm de ancho. Es una especie endémica de Argentina, de la región del Espinal, donde constituye el distrito que lleva su nombre (Sanhueza, *et al.*, 2014). Los mejores ejemplares crecerán en las áreas más bajas del barrio. Resulta fundamental asistirlo con riego durante los primeros años para acelerar su crecimiento (Fig. 10). Se recomienda tanto para esta especie como para *N. alba*, *N.*

*chilensis*, *N. flexuosa* y *N. nigra* ser plantados en veredas anchas o preferentemente en espacios verdes.



**Figura 10.** Imagen de ejemplar de Caldén (*Neltuma caldenia*) y detalle de su fruto. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Cina cina (*Parkinsonia acuelata*)**

El cina-cina es un árbol con copa en forma de sombrilla de hasta 6 metros de altura, con una corteza de color castaña grisácea. Las hojas son compuestas, bipinnadas, muy largas, de 9 a 36 centímetros de longitud. Las flores son amarillas, algo perfumadas y se agrupan en racimos cortos. Los frutos son legumbre de 3 a 15 cm de largo, de color marrón. Es una especie que requiere de sol directo y es resistente a las heladas. Su floración ocurre entre los meses de septiembre y noviembre. En Argentina, se distribuye en el Chaco húmedo y la Mesopotamia, hasta el norte de la provincia de Buenos Aires (Sanhueza, *et al.*, 2014). Es una especie sumamente rustica que no tiene limitaciones en ninguno de los sectores del barrio (Fig. 11).



**Figura 11.** Imagen de ejemplar de Cina cina (*Parkinsonia aculeata*). Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Espinillo (*Vachellia caven*)**

El espinillo es un árbol de 4 a 6 metros de altura, con un fuste corto y tortuoso, cuya corteza es persistente y fisurada longitudinalmente, de color pardo oscuro o grisácea. Su copa es amplia a veces aparasolada, con ramas ascendentes y tortuosas. Su follaje es caducifolio a semipersistente, donde sus hojas son compuestas bipinnadas de 3 a 5 cm de longitud y de color verde claro. Las flores están agrupadas en capítulos y poseen un color amarillo dorado. Se caracteriza por un crecimiento medio a rápido, en pleno sol. Puede vivir en diversos sitios, de suelos secos o bien drenados, a sitios bajos y anegadizos. La floración ocurre a finales del invierno (Gutiérrez, *et al.*, 2022). Su fruto es una legumbre oscura y las semillas son capaces de germinar y desarrollarse en todo tipo de suelos, en zonas con climas templados o cálidos. Es una especie que tolera sequías como así también fríos extremos (Dicek, 2009). Al ser un árbol de porte bajo y copa amplia, no sería recomendable en lugares de veredas angostas, pero sí en las más amplias y en los espacios verdes del barrio (Fig. 12).



**Figura 12.** Imagen de ejemplar de Espinillo (*Vachellia caven*) y detalle de fruto y flores. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Espinillo negro (*Vachellia astringens*)**

El espinillo negro es un árbol de 3 a 6 metros de alto, con ramas de corteza notablemente oscura, cuyo follaje es perenne. Sus flores son de color amarillas o anaranjadas, sésiles. Su floración ocurre en septiembre y sus frutos maduran en octubre-noviembre. En Argentina se distribuye en la parte norte y centro. Tiene las mismas recomendaciones que para el espinillo (*V. caven.*) (Fig.13).



**Figura 13.** Detalle de hoja, flor y fruto de un ejemplar de Espinillo negro (*Vachellia astringens*). Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*)**

El jacarandá es un árbol que posee una forma irregular, follaje tenue, plumoso y semitransparente. Sus hojas manifiestan su mayor crecimiento vegetativo durante el otoño. La floración es de color azul-violácea (Fig. 14) que se produce en el mes de noviembre, antes de la aparición del follaje, y se pueden observar ramilletes aislados de flores durante todo el verano (Dicek, 2009). Es una especie sensible a las heladas, por lo que su plantación en el barrio debería realizarse en el futuro, cuando la estructura edilicia y el resto del arbolado de alineación tome cierto desarrollo que les permita una mejor protección a las inclemencias térmicas. Aun así, será recomendable el uso de telas antiheladas durante los primeros años de vida.



**Figura 14.** Imagen de ejemplar de Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*). Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Manzano del campo (*Ruprechtia apetala*)**

El manzano del campo es un árbol de porte pequeño a mediano, de 2 a 10 metros de altura. Las hojas son caducas, alternas, de color verde con manchas color herrumbre. Las ramas son nudosas, las más jóvenes están cubiertas de pelos cortos, con lenticelas. El tronco posee una corteza lisa de color gris. El fruto es un aquenio con forma de pera, pequeño de 9 por 3-4 mm. Florece entre diciembre y enero, fructificando en febrero y abril (Mojica, 2015). Por su porte bajo es adecuado para veredas angostas, pero tiene el inconveniente de que su crecimiento es lento (Fig. 15).



**Figura 15.** Imagen de ejemplar de Manzano de campo (*Ruprechtia apetala*) y detalle de flores y hojas. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Pezuña de vaca (*Bauhinia forficata*)**

La pezuña de vaca es un árbol nativo que procede del noreste argentino, sus hojas caen tardíamente y las ramas muestran una arquitectura arqueada y péndula. Su floración se compone de flores grandes, de color blanco y a veces color rosa, muy perfumadas. Su fruto es una legumbre portadora de múltiples semillas. Su tronco es tortuoso y con una corteza rugosa (Fig. 16). Debido a la baja agresividad radical de sus raíces, buena sanidad, tolerancia a suelos pobres y resistencia a climas adversos, se considera un árbol con gran potencial para el ornamento de veredas reducidas (Dicek, 2009). Es sensible a las heladas por lo que deben tenerse las mismas consideraciones que para *J. mimosifolia*.



**Figura 16.** Foto de una ejemplar de Pezuña de vaca (*Bauhinia forficata*) tomada en la esquina de Libertad y Formosa en la ciudad de Santa Rosa, y detalle del fruto y hojas.

### **Sombra de toro (*Jodina rhombifolia*)**

La sombra de toro es un árbol de porte bajo, que va de 2 a 5 metros de altura, cuyo follaje es perenne con hojas de forma romboidal de color verde intenso. Las inflorescencias son pequeñas y axilares, de color amarillo, y sus frutos son diminutos, globosos, carnosos y de color rojizo. Es una especie que es utilizada como ornamental por su atractivo follaje y la gran rusticidad que presenta durante su crecimiento. Se encuentra en el Monte pampeano (Dicek, 2009). Debido a la persistencia de su follaje, su sombra favorece en el verano, pero en invierno impide el calentamiento que brindan los rayos solares (Fig. 17). Deberían considerarse estas características para seleccionar el sitio más adecuado para su plantación y obtener así sus mejores beneficios.



**Figura 17.** Imagen de ejemplar de Sombra de toro (*Jodina rhombifolia*) y detalle de hoja y frutos. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Tusca (*Vachellia aroma*)**

La tusca es un árbol un pequeño a mediano, de 2 a 7 metros de altura, de copa aparasolada, con una corteza de color castaño oscura. Sus hojas son caducas, alternas o fasciculadas, de color verde intenso. Sus flores son sésiles, de color amarillo. Las hojas comienzan a aparecer durante septiembre hasta principios de octubre, y su floración se extiende desde octubre hasta las primeras semanas de diciembre. Es una especie de amplia distribución en América del Sur, desde el centro de Argentina hasta Bolivia, Paraguay y Perú. En Argentina está presente en las provincias del Espinal, Chaco y Monte (Funes, G. *et al.*, 2007). Al ser un árbol de porte bajo y de copa extendida, no sería recomendable en lugares de veredas angostas, pero si en los espacios verdes del barrio (Fig. 18).



**Figura 18.** Imagen de un ejemplar de Tusca (*Vachellia aroma*) y el detalle de las hojas.  
Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### **Visco (*Parasenegalia visco*)**

La acacia visco o visco es un árbol que presenta un follaje plumoso, liviano, semipersistente y de color verde-azulado. El tronco le otorga un porte derecho, su corteza es hendida y muestra tonalidades pardo rojizas. Las flores que aparecen en cabezuelas amarillas son muy fragantes y se encuentran reunidas en grupos axilares, floreciendo en la época primaveral. Su fruto es una legumbre achatada, portadora de numerosas semillas. Esta planta resulta muy adecuada como árbol urbano para veredas de magnitudes intermedias a grandes, desarrollándose sin inconvenientes en suelos arenosos, secos y medianamente profundos. Tolerancia a la salinidad y resiste sequías prolongadas, heladas y fuertes vientos (Dicek, 2009). Debido a su rusticidad, a su sistema radical extendido y a la tolerancia a las sequías, es una especie recomendable para los sectores más elevados del barrio, donde la freática queda a mayor profundidad y las plantas están más expuestas a los vientos desecantes (Fig. 19).



**Figura 19.** Imagen de ejemplar de Visco (*Parasenegalia visco*) y detalle de hojas y fruto. Fuente: Instituto de Botánica Darwinion.

### Segunda alternativa de especies exóticas seleccionadas para el arbolado

La introducción de especies exóticas en el arbolado urbano es una práctica común en muchas áreas, ya que ofrece una variedad de beneficios estéticos y funcionales, que mejoran la calidad de vida de los residentes y aumentan el valor estético del entorno urbano (Tabla N° 6). Sin embargo, es importante realizar una selección cuidadosa y considerar tanto los beneficios como los posibles riesgos asociados con estas especies. Así como adoptar medidas de manejo apropiadas para minimizar cualquier impacto negativo potencial que puedan causar. Algunas de estas especies exóticas pueden ser más resistentes a las condiciones urbanas y por lo general presentan un rápido crecimiento que hace que sean elegidas en primer lugar. Las especies exóticas a menudo se seleccionan por su belleza ornamental y pueden agregar variedad visual al paisaje urbano. Es importante también, seleccionar especies longevas que implique un mínimo de cuidados una vez establecidas.

Sin embargo, hay que tener precaución ante el potencial invasor que pueda presentar la especie seleccionada, ya que puede competir con las especies nativas, este es el ejemplo del Ligustro (*Ligustrum lucidum*), una especie exótica con gran potencial invasor, ya que su amplitud climática lo hace abundante en diferentes biomas alrededor del mundo y su rápida adaptación a las ciudades se ve facilitada por su tolerancia a la contaminación (Galfrascoli, *et al.*, 2023). Además, según Rossini (2021), la gran mayoría de los ejemplares censados en

Santa Rosa se encuentran en una condición mala a regular, a causa de podas mal realizadas y afectación por patógenos.

Como ya se mencionó anteriormente, hay que impulsar una mayor diversidad de especies evitando el monocultivo, razón por la cual no se recomienda al Fresno americano (*Fraxinus pennsylvanica*). Esta especie posee una gran abundancia en lo que respecta al arbolado urbano de la ciudad (Rossini y Mazzola, 2022) y su alta producción de polen ha generado problemas sanitarios relacionados con las alergias (Fernández-González, *et al.*, 2012). La liberación de polen durante el período de polinización afecta la salud humana, provocando una respuesta alérgica en alrededor del 30-40% de las personas (Galfrascoli, *et al.*, 2023).

La acacia rosada (*Robinia hispida*) tiene la particularidad de poseer poca resistencia a los vientos en el tallo en los primeros años de vida, por lo que no se recomienda para formar parte del arbolado urbano, específico de este barrio en cuestión.

Las especies recomendadas para veredas que poseen un ancho mayor a 4 metros (Tabla N° 6) y sean plantadas en veredas de un ancho menor pueden llegar a ocasionar inconvenientes cuando estas alcancen su tamaño máximo, por lo cual es necesario que se lleven a cabo las recomendaciones con el fin de evitar perjuicios en el futuro.

Existe la alternativa de incluir en la planificación del arbolado urbano especies exóticas que poseen atributos positivos a la hora del establecimiento como tal. A raíz de esta postura es que la Dirección General de Recursos Naturales pertenecientes al Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa brinda un listado de especies recomendadas según el ancho de vereda (Tabla N° 6).

<b>Especies recomendadas para veredas menores de 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>
Tilo	<i>Tilia cordata</i>

**Tabla N° 6.** Listado de especies según el ancho de vereda, recomendada por la Dirección General de Recursos Naturales, Ministerio de la Producción, La Pampa.

Especies no recomendables por su sensibilidad a las heladas:

Guaran (*Tecoma stans*), Lapacho rosado (*Handroanthus impetiginosus*), Carnaval (*Senna spectabilis*), Ñangaripi (*Eugenia uniflora*), Ceibo (*Erythrina crista-galli*), Lapacho amarillo (*Handroanthus ochraceus*), Ibirá pita (*Peltophorum dubium*), Palo borracho blanco (*Ceiba chodatii*), Palo borracho rosado (*C. speciosa*), Timbo (*Enterolobium contortisiliquum*), Tipa blanca (*Tipuana tipu*), Tipa colorada (*Pterogyne nitens*), Palo cruz (*Tabebuia nodosa*), Quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*), Mistol (*Sarcomphalus mistol*).

Las heladas son la mayor limitante para nuestra zona y en este listado está la mayoría de las especies que ofrecen los viveros de Santa Fe.

Especies no recomendables para suelos poco profundos (al tener como limitante la tosca adoptan formas arbustivas y no arbóreas):

Chañar (*Geoffroea decorticans*), Garabato (*Senegalia praecox*), Mato (*Mycianthes cisplatensis*).

Especies no recomendables por su crecimiento lento y por tener dificultades en la competencia con otras especies

Tala (*Celtis tala*).

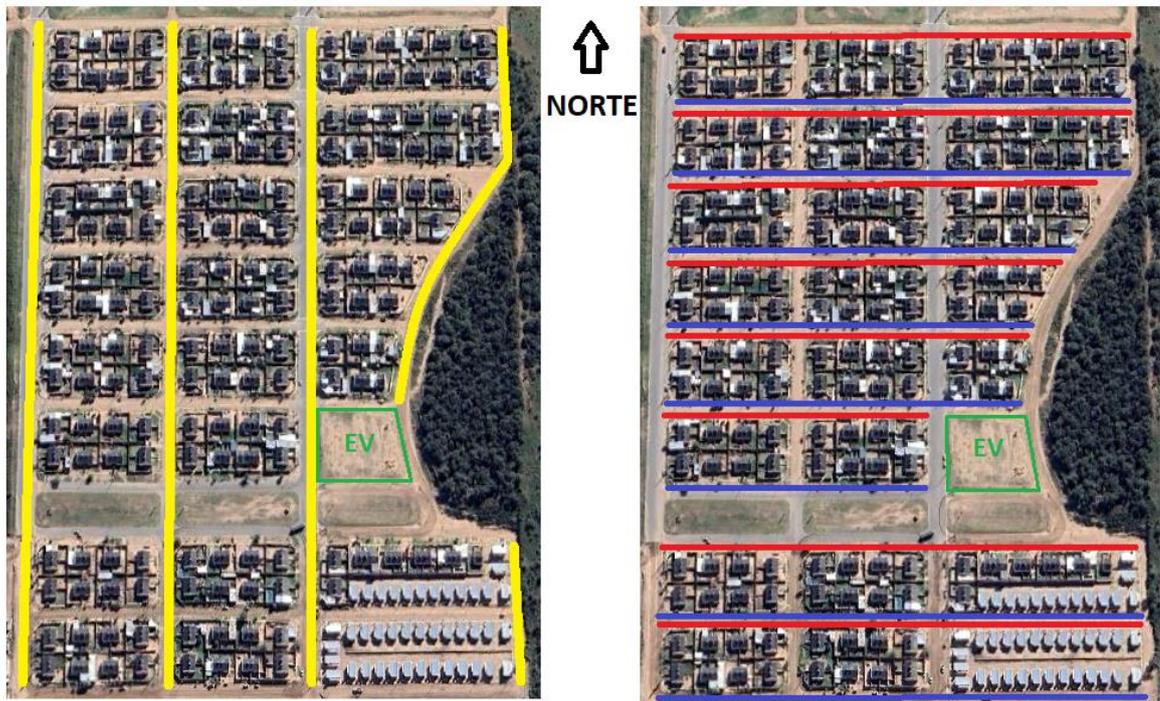
Especies no recomendables por constituir riesgos sanitarios y/o para la conservación de ambientes

Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Fresno rojo (*Fraxinus pennsylvanica*), Morera (*Morus alba*)

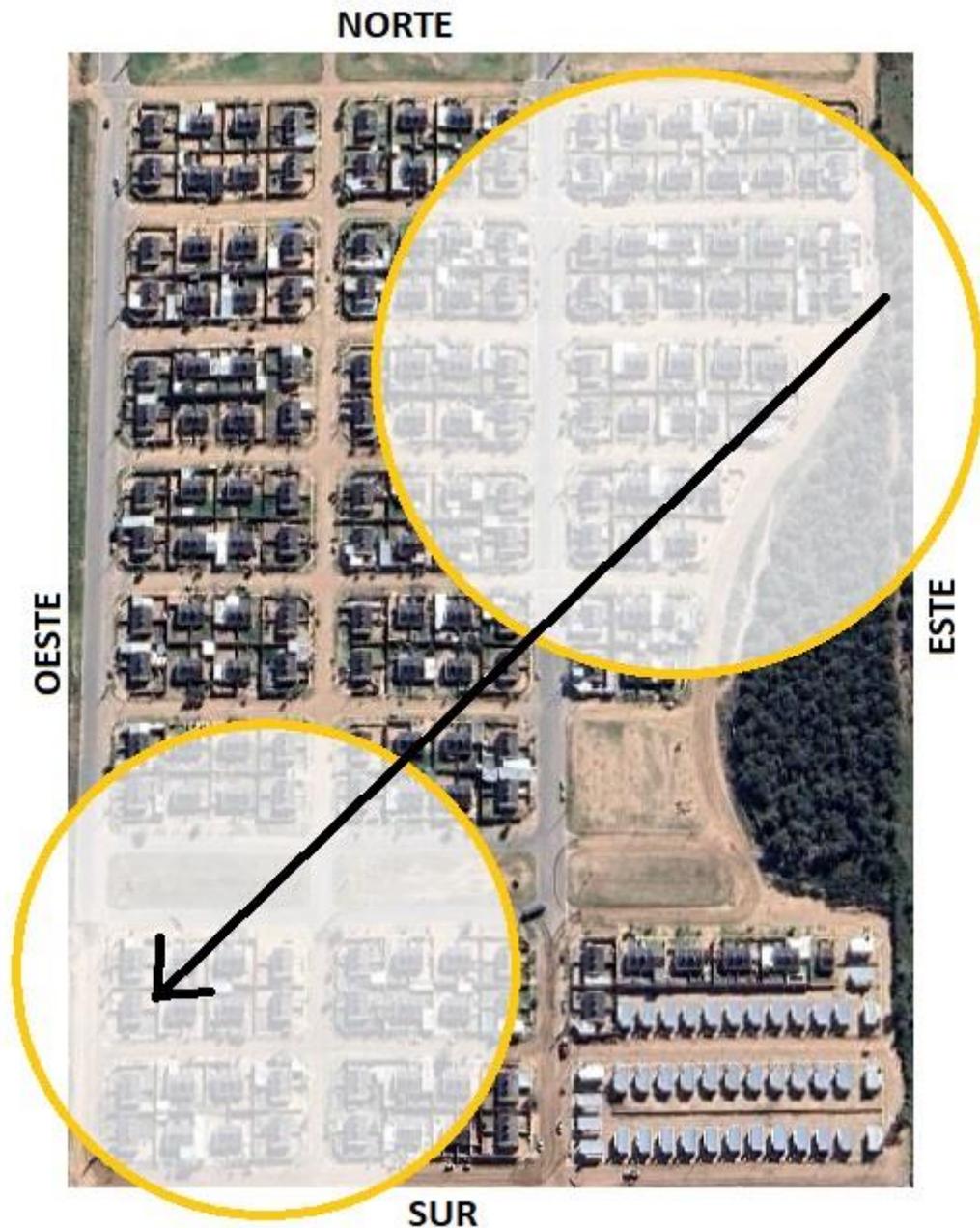
Zonificación del barrio de acuerdo a las especies seleccionadas

A partir de la información de cada una de las especies seleccionadas y en función de las características ambientales del barrio, como pueden ser los suelos, la pendiente, la

exposición a los puntos cardinales, entre otras, se realizó una zonificación del mismo, para determinar en qué sectores se recomienda plantar cada especie (Fig. 20 y 21).



**Figura 20.** Dirección y orientación cardinal de las calles. Las calles con dirección Norte-Sur están señaladas en color amarillo. Las cuadras orientadas hacia el Norte señaladas en color rojo y las orientadas hacia el Sur en color azul. EV: espacio verde. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 21.** Zona baja (circulo inferior izquierdo) y zona alta (circulo superior derecho). El sentido de la flecha, de Este/Noreste a Suroeste, indica el desnivel en el perfil topográfico. Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente y se puede visualizar en las Figuras 3 y 21, el barrio posee un desnivel topográfico que provoca la diferenciación entre el sector bajo en el lado Suroeste y el alto en el lado Este (señalado en la figura con una flecha). Esto determina que, por ejemplo, con las especies freatófitas, como las pertenecientes al género *Neltuma*, se recomienda su plantación en el sector bajo para favorecer su provisión de agua o humedad del suelo, ya que necesitan llegar por medio de sus raíces a las capas freáticas. Este efecto puede observarse en los valles transversales ubicados al Sur de Santa Rosa, donde los bosquecillos de Caldén (*N. caldenia*) de los bajos tienen un desarrollo más profuso que los

que crecen en las lomas. En cambio, en el sector alto del barrio, se recomiendan especies como el Cina cina (*P. aculeata*), Espinillo (*V. caven*), Aguaribay (*S. areira* o *molle*) y Visco (*P. visco*) debido a su resistencia ante los fuertes vientos, también a la sequía ya que en un lugar alto del terreno soportan una exposición intensa del sol y a su vez una disponibilidad limitada de agua.

Con las especies de hoja perenne se recomienda evitar su plantación en veredas de dirección Este-Oeste y en cambio, hacerlo en las veredas orientadas en dirección Norte-Sur, ya que en épocas de bajas temperaturas la sombra no se proyectará demasiado tiempo sobre las viviendas, evitando el enfriamiento de las mismas. Y con las especies caducifolias lo que se busca es que, en verano las copas de los árboles sombreen la mayor cantidad de superficie, y en invierno permitan el mayor asoleamiento de las viviendas.

En el espacio verde destinado al esparcimiento que posee juegos para la recreación de los niños y el disfrute de los vecinos del barrio (Fig. 20), se pueden incorporar ejemplares de árboles y arbustos nativos, plantando en el perímetro y algunos en el interior. Entre las especies arbustivas nativas se pueden considerar la Barba de chivo (*Erythrostemon gilliesii*) y el Azahar de monte (*Aloysia gratissima*) que poseen atributos visuales y aromáticos que embellecen el sitio. Esto adquiere actualmente mayor relevancia debido a que la flora nativa está poco representada en los espacios verdes de la ciudad, disminuyendo así la calidad del hábitat para la fauna asociada, especialmente aves nativas (Pagella, 2016).

En un sector del barrio, más precisamente en la parte Sur, se encuentra el boulevard que tiene un largo aproximado de 3 cuadras, que a su vez posee un ancho considerablemente amplio con un gran potencial para implementar una barrera rompe viento. Otro sitio donde se puede efectuar esta propuesta está ubicado en los baldíos que se extienden frente y a lo largo de la calle José Calo, en el lado Norte del barrio. Esta idea podría llevarse a cabo plantando 2 o más hileras de árboles y arbustos para generar un resguardo a las viviendas, de los fuertes vientos del cuadrante Sur y Norte, respectivamente. Las especies que pueden cumplir bien esa función pueden ser Álamo negro (*Populus nigra*), Roble (*Casuarina cunninghamiana*) o Ciprés piramidal (*Cupressus sempervirens f. stricta*) entre otras, según se prefieran perennifolias o caducifolias. Esta idea de implementar una cortina rompe viento en dos sectores del barrio, en la parte Norte y Sur, surge a partir del grado de exposición a los vientos que tiene cualquier lugar del barrio, debido a estar ubicado en una de las partes más altas de la ciudad.

#### Recomendaciones para el manejo del arbolado urbano

La salud y vitalidad del arbolado urbano depende en gran medida de la realización de prácticas adecuadas de poda, cuidados y mantenimiento. El siguiente protocolo proporciona pautas esenciales para garantizar la prosperidad de los árboles en el entorno del barrio, desde la implantación y a lo largo de su vida.

Una vez realizada la plantación de los ejemplares se deben efectuar los cuidados posteriores correspondientes para asegurar su éxito:

- Realizar la colocación de tutores para asegurar el crecimiento derecho del fuste y evitar un crecimiento inclinado a causa de los fuertes vientos.
- Proporcionar un riego frecuente que asegure un contenido hídrico del suelo adecuado, especialmente durante el primer año luego de la plantación del ejemplar. La frecuencia dependerá de la ocurrencia de precipitaciones, exigencias de la especie y estacionalidad.
- A medida que el árbol crece, se deben practicar podas de formación, para que adquiera una forma adecuada con el ancho de la vereda, altura mínima de copa que no interfiera con la circulación peatonal ni con la infraestructura a su alrededor.
- Suministrar una fertilización para mantener la salud y el crecimiento óptimo de los árboles (de ser necesario).
- Monitorear regularmente los árboles en busca de algún signo de plaga o enfermedad que lo esté afectando, como así también la evaluación del riesgo de caída.

Se debe establecer la época adecuada para la realización de las podas, que según Ledesma (2008), es en el receso invernal para las especies caducifolias (una vez que se hayan caído todas las hojas) y en el final del invierno, para las especies perennifolias.

Se aconseja poner énfasis en el control de la ejecución de las podas, las cuales deben ser realizadas por personal capacitado y que se encuentre registrado por la Autoridad de Aplicación, la cual es la Dirección de Espacios Verdes perteneciente a la Municipalidad de Santa Rosa. Además de que se ejecuten en la época adecuada para realizar estas tareas sobre los árboles. Con frecuencia, muchas de las prácticas de poda en la ciudad de Santa Rosa son efectuadas con el fin de evitar inconvenientes con el cableado. Ante esta situación, es común observar arboles afectados por prácticas mal hechas, sin el conocimiento correspondiente, no respetando la forma intrínseca de las copas de los árboles y sin considerar las necesidades biológicas de las plantas. En estas condiciones, el árbol pierde toda su bioforma natural, queda expuesto a los riesgos ambientales y año tras año genera una nueva amenaza sobre el cableado debido al crecimiento desmedido de sus nuevas ramificaciones (Fig. 22). Asimismo, estas podas deficientes pueden resultar en costos adicionales a largo plazo para

la entidad pública, ya que puede requerir intervenciones adicionales para corregir los problemas causados por la poda inicial.



**Figura 22.** Ejemplos de deformaciones en la bioforma de los árboles debido a podas mal realizadas en diferentes lugares de la ciudad.

Para abordar estos problemas, es importante que las distintas entidades públicas y privadas a cargo de los espacios verdes y mantenimiento de servicios, establezcan un acuerdo para realizar prácticas de podas adecuadas para cada objetivo (por ejemplo, la implementación de “podas de túnel” asociadas al cableado), capacitación al personal en técnicas de arboricultura y en la consideración de las necesidades individuales de cada árbol y especie. Además, la comunicación, la educación ambiental y la participación de la comunidad como herramienta de gestión que apunten al cuidado y planificación del arbolado urbano.

Otra recomendación es realizar el reemplazo de aquellos ejemplares que presenten algún tipo de problema en su estructura, la cual puede llegar a causar inconvenientes a su alrededor, como así también aquellos individuos que se encuentren muertos, pero en pie que representen un riesgo de caída y afectación al entorno circundante. El reemplazo de ejemplares también puede abarcar a aquellas especies de árboles, como la Acacia bola (*Robinia pseudoacacia*), el Ligustro (*L. lucidum*), entre otras, las cuales fueron plantadas por los vecinos que iban habitando el barrio, y que ya se encuentran establecidas. Estas especies, junto con el Fresno común (*F. americana*), conforman en gran abundancia el arbolado urbano de la ciudad de Santa Rosa. Lo cual es preocupante ya que la cantidad de polen

liberado al aire es directamente proporcional al número de individuos de una sola especie en cualquier lugar. Considerando que ninguna especie por sí sola debe exceder el 10% del número total de árboles plantados (Galfrascoli, *et al.*, 2023)

La Ordenanza N° 4161/10 de la ciudad de Santa Rosa establece los lineamientos para la regulación del arbolado público y los espacios verdes. En dicha Ordenanza se prohíbe la plantación de arbustos en el arbolado de alineación, por ende, se debe plantear, en caso de que hubiera, la extracción y reemplazo de arbustos por árboles (de acuerdo a una planificación previa).

La implementación de plantas nativas en el arbolado de las ciudades no sólo depende de la promoción legal, sino también de su disponibilidad en los viveros locales y del valor que los vecinos les den a estas especies que representan el patrimonio natural de la región (Galfrascoli, *et al.*, 2023). Se considera sumamente importante la participación comunitaria de cada vecino como un elemento clave en el éxito del establecimiento de cada árbol. Cada vecino se debería comprometer a brindarles cuidados al árbol plantado en el frente de su vivienda, principalmente en los primeros años de vida, para garantizar un buen desarrollo y que prospere a largo plazo. Para ello, la Dirección Municipal de Espacios Verdes debe considerar en su cronograma de acciones de educación ambiental a través de encuentros de intercambio con los vecinos y vecinas de distintos barrios donde se difundan estos principios, se atiendan sus consultas y se hagan recomendaciones específicas sobre estas labores. La invitación a la participación ciudadana no solo fortalece el sentido de pertenencia y cuidado del arbolado, sino que también contribuye a la creación de entornos habitables y sostenibles.

Al seleccionar árboles urbanos, se debe considerar una combinación adecuada de especies que respalden la biodiversidad y maximicen los servicios ecosistémicos, no solo aquellos de fácil mantenimiento (Galfrascoli, *et al.*, 2023). Se puede destacar la importancia de tener en cuenta una serie de variables ambientales que influyen directamente en el desarrollo del árbol. En primer lugar, la variable suelo, con sus parámetros importantes como lo son la textura y el pH al diagramar una plantación de árboles en el entorno urbano. La selección de especies de árboles adecuadas y la preparación del suelo de manera previa, pueden contribuir significativamente al éxito a largo plazo de un arbolado urbano más saludable y resistente. El barrio ARA San Juan es un barrio que, al estar en una de las zonas más altas de la ciudad, y por propia evolución pedogenética, su textura esta empobrecida en material particulado más fino. Esto influye de manera negativa en la capacidad de retención de agua, el drenaje, la aireación, el contenido de materia orgánica (MO), y la disponibilidad de nutrientes para las raíces de los árboles. Como consecuencia de los procesos de

pedogénesis de los suelos locales, las plantas que deberían considerarse para el arbolado urbano de este barrio, ya sean nativas o exóticas, no debería ser de carácter acidófilas. Finalmente, hay que destacar que a pesar de que cada una de las diferentes especies de árboles requiere condiciones óptimas específicas de crecimiento, una buena preparación del terreno antes de la plantación puede mejorar el éxito en el establecimiento y reducir la necesidad de mantenimiento, y reemplazo en el tiempo.

La última variable ambiental de importancia para este trabajo es el perfil topográfico que nos muestra las variaciones en la elevación que presenta el terreno. El sector donde se desarrolla el barrio presenta un desnivel topográfico, con sentido Este a Suroeste, identificando un alto y un bajo, respectivamente. Este parámetro influye en el desarrollo de las plantas, debido a que establece a que distancia se encuentra el nivel freático, que tipo de condiciones de drenaje posee el suelo en ese sitio, el grado de exposición a los vientos, a las bajas temperatura o heladas y también a las temperaturas extremas. A pesar de existir un desnivel en el terreno, la exposición a los vientos es alta en cualquier sector del barrio por desarrollarse en una de las áreas más altas de la ciudad. Es decir, que es mínimo el cambio en la exposición sea un sector ubicado en el bajo como en el alto. La disponibilidad de agua es más limitada en el sector alto con respecto al bajo, y los efectos negativos de las heladas se van a registrar en mayor medida en el bajo. Un mantenimiento adecuado como la poda, el riego y la protección de las plantas durante los periodos de ocurrencia de heladas como así también de temperaturas extremas, puede ayudar a minimizar el impacto del clima en el arbolado urbano.

La implementación de este plan no solo contribuiría a la mejora del entorno urbano, sino que también sentaría las bases para futuras construcciones edilicias en la ciudad y en la provincia.

## **CONCLUSION**

La tesis se ha centrado en el diseño y propuesta para la planificación del arbolado urbano de un barrio de Santa Rosa, teniendo en cuenta un aspecto muy importante, la diversidad de especies nativas. El énfasis que se pone sobre estas especies es a los fines de maximizar los servicios ambientales que proporcionan los arboles mejorando así la calidad de vida de los habitantes. Una de las características esenciales de esta propuesta es la promoción de la biodiversidad en el arbolado urbano, para evitar una tendencia al monocultivo. La diversificación de especies no solo contribuye a la resistencia contra plagas y enfermedades, sino que también mejora la estética y contribuye con el patrimonio cultural de la sociedad. Además, se destaca la importancia de seleccionar especies nativas, adaptadas al clima local, para garantizar su viabilidad a largo plazo y su integración armoniosa en el ecosistema urbano.

La propuesta de planificación del arbolado urbano presentada aquí se basa en principios que buscan maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos de los árboles en el contexto urbano, como son las mejoras en la calidad del aire, la mitigación de las temperaturas extremas, promoción de la biodiversidad y la creación de espacios más agradables y estéticamente atractivos, entre otros. La implementación de estrategias como la selección de especies, considerando de importancia las nativas por sobre las exóticas, que se desarrollarían sin ningún impedimento, la ubicación estratégica de los árboles, considerar las variables ambientales, como así también la aplicación de prácticas de cuidado y mantenimiento, se revelan como elementos esenciales para el éxito de cualquier programa de forestación.

Esta tesis pretende servir como guía para planificadores urbanos, autoridades municipales y profesionales afines, que apunten a desarrollar y mejorar programas de mejoras del arbolado urbano, sostenibles y beneficiosos a largo plazo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aiassa, D. y Aun, L; (2005). Los Espacios Verdes de la Ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. *Revista de Urbanismo*. 12 (09), 62-76.
- 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.
- Barroso, A., Bustamante, E., Crespo, J., Esteban, J. y Izurieta, G. (2020). Manual de recomendaciones técnicas para el manejo del arbolado urbano. Secretaria de Ambiente. Ministerio de Coordinación. Córdoba.
- Benedetti, G y Campo de Ferreras, A. (2007). Arbolado de alineación: el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Papeles de Geografía*. 45.27-38.
- Benito, G., y Palermo Arce, M. (2021). El árbol en la ciudad. Manual de Arboricultura Urbana. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.
- Cabrera A. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14 (1-2): 1-42.
- Cano, J. (1980). Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Clima, geomorfología, suelo y vegetación. Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa.
- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: resultados provisionales/ 1ra edición - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INDEC, 2023.
- Dicek, N. C. (2009). Patrimonio Verde. Municipalidad de Bahía Blanca.
- Enebelo, C. E. (2020). Arbolado urbano: Lo que sale caro es no saber, una mirada al entorno. Argentina Forestal. <https://www.argentinaforestal.com/2020/01/27/arbolado-urbano-lo-que-sale-caro-es-no-saber-una-mirada-al-entorno/> (Página visitada en mayo 2023)
- Fernández-Gonzales, D., Vega Maray, A. M., González Parrado, Z., Mandrioli, P. y Valencia Barrera, R. M. (2012). Relación entre las concentraciones atmosféricas del polen de *Fraxinus* sp. y el alérgeno ole e 1. Universidad de Salamanca. 55-59 pp.

- Flora Argentina y del Cono Sur. Recuperado de: <http://www.floraargentina.edu.ar/> (Página visitada en Enero de 2024)
- Funes, G., Venier, P., Galetto, L. y Urcelay, C. (2007). *Acacia aroma* Gillies ex Hook. & Arn. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (UNC-CONICET). Tomo 33 (2): 55-65.
- Gutiérrez, R. Sánchez, M. I. Tálamo, A. (2022). Fichas nativas. INTA DIGITAL. Repositorio Institucional Biblioteca Digital. Recuperado de: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/12688#> (Página visitada en enero de 2024)
- Instituto de Botánica Darwinion. Flora del Conosur. Recuperado de: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/Especies.asp> (Página visitada en Abril de 2024)
- Jardín botánico - planta del mes. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Recuperado de: <https://buenosaires.gob.ar/noticias/schinus-areira> (Página visitada Enero de 2024)
- Krishnamurthy L. y Rente Nascimento. J. (1997). Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe. 1-13 pp.
- Ledesma, M. (2008). Arbolado público: conceptos y manejo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, Córdoba.
- Martínez, H. M.; Sighel, R. R. y Calamari, N. 1972. Contribución al conocimiento de los suelos del departamento capital, Provincia de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa. 51 pp.
- Mojica, C. J. (2015). Requerimiento de germinación de especies arbóreas nativas del bosque chaqueño. Trabajo Final. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. 48 p.
- 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. 70 p.

- Portal de suelos de la FAO. Recuperado de: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/> (Página visitada en Enero de 2024)
- Quiñonez, M. V. 2018. Arbolado de veredas en la provincia de Santa Fe. Subsecretaría de Recursos Naturales. Ministerio de Medio Ambiente.
- Repetto, A. (2014). Caracterización del régimen de heladas en General Pico, provincia de La Pampa (Argentina) en el periodo 1973-2013. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.
- Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista De Iniciación Científica*, 4, 101-105.
- Rossini, M. S. (2021). Diagnóstico del arbolado urbano de alineación en la zona céntrica de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Tesina de grado. UNLPam, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. La Pampa. 90 p.
- Rossini, M. S. y Mazzola, M. B. (2022). Evaluación del arbolado urbano de alineación en la zona céntrica de Santa Rosa, La Pampa. *Semiárida*, 32(2), 23-35.
- 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. 123 p.
- Sanhueza, C; Germain, P; Zapperi, G; Cuevas, Y; Damiani, M; Piovan, M. J; Tizón, R y Loydi, A. (2014). *Plantas nativas de Bahía Blanca y sus alrededores - Descubriendo su historia, belleza y magia. - 1era ed. - Bahía Blanca.*
- Serra, M. T. (1997). *Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Red Latinoamérica de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. FAO.*
- Soria, N. D., Salomón, M. A., Rubio, C. y Fernández, R. (2007). *Herbario Digital Secano de Lavalle. Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial. LADyOT - IADIZA - CRICYT. Mendoza. 93 pp.*
- USDA. 2014. *Claves para la Taxonomía de Suelos. Decima segunda Edición. 410 pp.*

- 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.
- Vergara, G., Casagrande, G., Méndez, M. J. (2022). Estadísticas agroclimáticas de la Facultad de Agronomía, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Periodo 1977-2021. *Semiárida*, 32 (Supl. 1), 07-41.