

PROYECTO INTEGRAL DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN URBANA PARA MENDOZA.

**“Sustentabilidad ambiental del bosque urbano para ciudades de zonas áridas de
Argentina”.**

- Etapa 1 UNICIPIO - Provincia de Mendoza -

Autores:

Dra. Ing. Agr. Claudia F. Martinez

Dra. Ing. Agr. M. Angélica Ruiz

Lic. Leonor M. Atencio

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía
INAHE - CCT CONICET Mendoza

Noviembre de 2017

Título del proyecto:

**“PLANIFICACIÓN INTEGRAL DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN URBANA
PARA MENDOZA.
Sustentabilidad ambiental del bosque urbano para ciudades de zonas áridas de
Argentina”.**

Proyecto Ejecutivo - Etapa 1 UNICIPIO - Provincia de Mendoza

Claudia F. Martinez¹ - M. Angélica Ruiz² - Leonor M. Atencio³

Organismo Ejecutor: Dirección de Recursos Naturales Renovables, Secretaria de Ambiente y Ordenamiento Territorial, Gobierno de la Provincia de Mendoza- Argentina

Equipo de trabajo y grupo colaborador: Investigadores y becarios del Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía INAHE-CCT CONICET-Mendoza que integran la Línea de investigación: “Espacios Abiertos Vegetados - Urbanización, Forestación y Clima.” Arq. Alicia Cantón, Dra. Erica Correa, Dra. Claudia F. Martinez; Dra. M. Angélica Ruiz; Dra. Susana Stocco, Arq. Belén Sosa, Arq. Ana Laura Castillo, Arq. Emilia Balmaceda, Ing. Agr. Emiliano Flores. Colaboradora externa: Lic. Leonor M. Atencio.

Marco legal de la vinculación mediante un Convenio Marco entre el CONICET MENDOZA y la SECRETARÍA DE AMBIENTE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL- Gobierno de Mendoza. Servicio Tecnológico de Alto Nivel -STAN ST 2858-.

Esta vinculación comprende asesorías institucionales de los recursos humanos especializados de los Centros, Institutos y Laboratorios dependientes del CONICET.

El servicio se encuentra activo en el Sistema de Vinculación Tecnológica y comprende actividades tales como ensayos, análisis, relevamientos, que utilizando el equipamiento o la infraestructura y los recursos humanos especializados pertenecientes al CONICET o relacionados con él, se brindan a instituciones públicas y a la comunidad en general.

El STAN de referencia se realiza a través de la Oficina de Vinculación Tecnológica del CCT CONICET Mendoza y la Fundación CRICYT.

¹ Dra. Ing. Agr. Investigadora CONICET

² Dra. Ing. Agr. Investigadora CONICET

³ Lic. en Gestión Ambiental

INDICE

Resumen

Ejes temáticos

Capítulo 1: Diagnóstico actual del arbolado urbano y periurbano de Mendoza.

Capítulo 2: Planificación de escenarios

Capítulo 3: Propuestas de forestación y reforestación

Capítulo 4: Capacitación técnica a operarios municipales y personal del manejo forestal

Capítulo 5 Programa de cncientización ambiental ciudadana

Capítulo 6 Pautas de refuncionalización y tecnificación de viveros forestales

Conclusiones Finales

Bibliografía

ANEXOS

Resumen

El arbolado público urbano de Mendoza representa una estrategia ambiental de marcada relevancia para la provincia y su sustentabilidad. A partir de la preocupación y necesidad de abordar un Plan Estratégico que asegure la permanencia, planificación y un manejo cultural eficiente y sustentable, se ha elaborado el presente Proyecto Ejecutivo.

El trabajo aborda criterios y directrices en término de forestaciones urbanas que conforman verdaderos bosques dentro de la ciudad, haciendo énfasis en los múltiples beneficios ambientales, ecológicos y económicos que aportan -a las ciudades, sus habitantes y al ecosistema en su conjunto- cuando se gestionan estratégicamente y su manejo es eficiente y sustentable, asegurando adecuados patrones de crecimiento forestal. Se analiza, además, el impacto negativo que una planificación incorrecta o un manejo ineficiente del arbolado urbano ejerce sobre el hábitat construido y la infraestructura urbana proponiendo medidas tendientes a lograr una adecuada gestión.

El objetivo general busca reducir la vulnerabilidad ambiental del arbolado dentro de la trama urbana de la Provincia de Mendoza, tomando como referentes los departamentos del UNICIPIO conformado por los municipios de Ciudad, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú.

Los objetivos específicos plantean:

- i) Fortalecer la base de información y el análisis del recurso forestal a escala urbana, el recurso hídrico destinado a su irrigación y las principales variables climático-urbanas.
- ii) Lograr el fortalecimiento institucional a través de acciones de capacitación, comunicación y apoyo a procesos de planificación y diseño de políticas públicas y manejo sustentable del arbolado urbano.
- iii) Implementar medidas piloto de Adaptación al Cambio Climático, a la mitigación del fenómeno denominado Isla de Calor Urbana -ICU- y a la mejora de la calidad de vida, mediante un Plan Integral.

El proyecto se focaliza en el ámbito geográfico del UNICIPIO de Mendoza y se aborda el **arbolado urbano y periurbano bajo riesgo conducido** que incluye la forestación en alineación de calles y avenidas; parques, plazas y demás espacios verdes.

En términos metodológicos se realiza un diagnóstico cuali-cuantitativo de la forestación urbana del UNICIPIO, mediante muestreos y relevamientos dasonómicos a campo. A partir del desarrollo de entrevistas a responsables del arbolado público de los municipios y entes involucrados a cargo del arbolado de calle y los espacios verdes se desarrolla un esquema comparativo entre las necesidades relevadas durante 2016 y los beneficios energético-ambientales específicos que aporta la forestación según la zona a forestar.

Finalmente se ha procesado toda la información obtenida, se ha comparado con los datos resultantes de la investigación científica en referencia a indicadores de sustentabilidad y se presenta un plan de tareas a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

En base a los siguientes ejes temáticos:

- a- *El crecimiento de los ejemplares del arbolado en alineación de calles de Mendoza bajo el impacto que la dinámica de la ciudad ejerce sobre él;*
- b- *Impacto de árboles, plazas y parques en el confort térmico y la calidad ambiental de la ciudad; y*
- c- *La vegetación como estrategia bioclimática de recuperación de áreas urbanas deterioradas;*

Se ha estructurado el proyecto en seis capítulos:

- 1. Diagnóstico de la situación actual del arbolado urbano y periurbano de Mendoza.** Relevamiento de necesidades y prioridades de forestación o reforestación para los municipios del Oasis Norte e integrantes del UNICIPIO en una primera etapa y, cuya metodología puede ser extrapolada al resto de los departamentos de la provincia, atendiendo a sus características geográficas, urbanísticas, ambientales y demás particularidades en función del Oasis donde se emplacen.
- 2. Planificación de escenarios.** Una forestación planificada y acorde al perfil urbano de la ciudad no sólo mejora las condiciones ambientales, la habitabilidad, el confort y el éxito de la plantación y su crecimiento, sino que permite mitigar fenómenos de impacto negativo que potencian, entre otros, la contaminación ambiental y un alto consumo energético.
- 3. Propuestas de forestación y reforestación.** Según las necesidades relevadas a campo en cada municipio y considerando zonificación, tipo de trama urbanizada, ancho de canal vial y altura de edificaciones, disponibilidad de riego y sistema, adecuada selección de géneros y especies, se hacen propuestas a corto, mediano y largo plazo.
- 4. Capacitación técnica a operarios municipales y personal relacionado al manejo forestal.** Presentación de un programa anual-estacional y un esquema orientativo para capacitar y actualizar a los agentes involucrados directamente con las tareas inherentes al manejo cultural del arbolado urbano.
- 5. Programa de concientización ambiental ciudadana.** Propuesta de concientización integral sobre el arbolado, aplicable en los distintos ámbitos educativos y, sostenible en el tiempo, complementando los programas existentes que se vienen ejecutando en distintas reparticiones del Estado. Se propone un plan con actividades específicas que marca un rumbo de acción, con metas y objetivos para la educación ambiental orientada a preservar y fortalecer la Cultura del Árbol.
- 6. Propuestas de refuncionalización y tecnificación de viveros forestales provinciales, municipales y aquellos insertos en escuelas técnicas.**

Concluida la redacción del proyecto se sugiere pasar a una etapa de revisión, discusión y consenso entre todos los especialistas locales y actores involucrados en el manejo, la planificación, el cuidado y la preservación del bosque urbano de Mendoza, dado que una planificación e integración de conocimientos, saberes y experiencias redundarán en un impacto positivo de las forestaciones urbanas y en los recursos públicos de las ciudades, en particular en Mendoza, dados sus condicionantes climáticos y geográficos en relación a la restricción hídrica y su vulnerabilidad ambiental.

CAPÍTULO 1: Diagnóstico de la situación actual del arbolado urbano y periurbano de Mendoza

INTRODUCCIÓN

En Mendoza-Argentina, la presencia masiva de árboles, en particular en los núcleos urbanos (relación árbol/habitante = 0.93 en 2011) ha hecho de una región desértica natural un lugar apto para el desarrollo de la vida humana. El bosque urbano cultivado y que se ha denominado arbolado público, es el resultado de la plantación de especies forestales a lo largo de los canales viales -calles y avenidas- y de espacios verdes en distintos períodos del desarrollo de la ciudad. Esta intensa arborización, le confiere a Mendoza un carácter único en la región y en el mundo, y junto con la red de riego es el recurso natural que sustenta el modelo urbanístico desarrollado.

El presente diagnóstico ha sido elaborado en función de distintos indicadores de sustentabilidad ambiental avalados internacionalmente: Diversidad de especies, Diversidad de edades, Estado de vigor y Adaptabilidad (Richards, 1983; McPherson, 2002; Cantón y Martínez, 2009). Respecto del Indicador de Adaptabilidad, éste tiene en cuenta los escenarios hídricos de la provincia, contemplando la escasez del recurso y las sucesivas declaraciones de emergencia hídrica dadas las sustantivas disminuciones de los pronósticos de escurrimientos de los principales ríos de la provincia (2017 es el octavo año de emergencia hídrica en Mendoza, DGI 2017). Dicha crisis hídrica se agudiza en el caso del riego de los árboles urbanos e impacta directamente en los patrones de crecimiento de los mismos, dado que el uso prioritario del recurso es para consumo humano como agua potable. Para la irrigación de los árboles y espacios verdes, aunque su abastecimiento sea seguro, la prioridad se encuadra en el uso recreativo del agua y se ubica en cuarto lugar luego del uso agrícola y del uso industrial (Digesto DGI, 1999; Martínez, 2014).

DERRAME ANUAL X RÍO		AÑO HIDROLÓGICO	PRONOSTICADO	MEDIA HISTÓRICA
MENDOZA	■	POBRE	1005 hm ³	1420 hm ³
TUNUYÁN	■	SECO	515 hm ³	881,1 hm ³
DIAMANTE	■	POBRE	750 hm ³	1048 hm ³
ATUEL	■	POBRE	860 hm ³	1114 hm ³
MALARGÜE	■	SECO	165 hm ³	309 hm ³
GRANDE	■	POBRE	2255 hm ³	3371 hm ³

Fuente: Departamento General de Irrigación

Fig. 1: Pronóstico de Escurrimiento de Caudales 2017-2018. Fuente: Departamento General de Irrigación.

En este diagnóstico se considera un detallado estudio de antecedentes, la descripción actual de las condiciones de crecimiento de los árboles que vegetan en áreas urbanas y periurbanas, una planificación por zonas y un plan de trabajo en etapas. También contempla relevamientos a campo y la sistematización de la información con que cuentan los distintos municipios que integran el Umicipio, de modo de compatibilizar los indicadores antes mencionados con el panorama real de la forestación en el ámbito urbano.

Las condiciones de confort que aporta la forestación al ambiente construido también son incorporadas a este diagnóstico, de modo de lograr una convivencia armónica y un equilibrio entre los recursos naturales y los recursos materiales -edificaciones-. Se busca

considerar todas las variables intervinientes en esta convivencia, de modo de asegurar la supervivencia de los nuevos forestales a plantar. Esto se basa en que el grado de confort percibido y calculado en el espacio público que ofrecen calles y veredas, depende de la relación entre tipo de árbol -especie, magnitud forestal, fenotipo-, ancho del canal vial y altura de las construcciones. Estas situaciones de confort y de convivencia merecen describirse según se trate de áreas de alta densidad constructiva compatibles con los cascos céntricos y administrativos de cada municipio ($>4 \text{ m}^3/\text{m}^2$); o bien de zonas residenciales con edificaciones de uno a dos pisos y densidades constructivas bajas ($<2 \text{ m}^3/\text{m}^2$). Como ejemplo cabe citar que las condiciones de confort mejoran al forestar los canales viales de 16 metros y de 20 metros de ancho con forestales de segunda magnitud, reservando las avenidas de 30 metros de ancho para los árboles de tercera magnitud forestal (Ruiz, et. al 2013).

De este modo se contribuye también a mitigar el impacto negativo de la isla de calor urbana, fenómeno que en la ciudad de Mendoza puede llegar de los $4 \text{ }^\circ\text{C}$ a los $10 \text{ }^\circ\text{C}$ dependiendo la estación del año y que es semejante en magnitud a la isla de calor de la ciudad de Tokio, con 8 veces su población y casi 4 veces más su superficie. La magnitud de la isla de calor depende de varios factores, entre ellos la cantidad de vegetación presente en la ciudad, su diseño y la correcta selección de especies vegetales junto a sus propiedades térmicas; sumado a las características climáticas y el relieve de la región en la cual se halla emplazada la ciudad (Correa, 2006).

Por tanto, una forestación planificada y acorde al perfil urbano de la ciudad permite un desarrollo vegetativo adecuado, además de mejorar las condiciones ambientales y permitir mitigar fenómenos de impacto negativo que además potencian otros efectos como la contaminación ambiental y la producción de gases de efecto invernadero.

DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO

▪ Importancia del Arbolado urbano en zonas áridas

Los bosques urbanos revisten una importancia significativa para ciudades emplazadas en regiones áridas y semiáridas como es el caso de estudio (Cantón, 2001; Konijnendijk, 2005; Correa, 2006). La implantación de árboles en entornos urbanos, periurbanos y rur-urbanos ha tomado relevancia, aún cuando persistan limitaciones para el establecimiento y mantenimiento del arbolado bajo situaciones de estrés abiótico, como ser el estrés hídrico, térmico o por contaminantes. Si la disponibilidad de agua superficial o subterránea es el principal factor que limita la distribución natural de los árboles en zonas áridas y semiáridas (FAO, 2002), con más razón lo será para bosques cultivados de especies exóticas con mayores requerimientos hídricos. En estos casos la distribución e implantación dependerá exclusivamente de una apropiada selección de especies de adaptación al déficit hídrico o de bajo consumo de agua, y de la provisión adicional de agua de riego, asociada a un eficiente sistema de conducción, en convivencia armónica dentro del ecosistema - natural o urbano- donde se decida implantarlos.

▪ Definición de bosque urbano

Se define como el conjunto de árboles públicos o privados plantados en alineación o en espacios verdes de las ciudades. A los fines de la actual **Ley Provincial 7874 (2008)** se considera arbolado público y sujeto a la exclusiva potestad administrativa y al régimen de esta Ley, al existente en calles, caminos, plazas, parques y demás lugares o sitios públicos y al que exista plantado en las márgenes de ríos, arroyos y cauces artificiales o naturales del dominio público o privado al servicio de la irrigación y de la vialidad.

Incluye especies arbóreas, autóctonas o no, plantadas por el hombre que vegetan en los predios de dominio público de la trama urbana de los distintos departamentos de la provincia.



Figura 2: Vistas del Arbolado Urbano de la Ciudad de Mendoza. Fuente: Google, 2017.

El bosque urbano se refiere, por tanto, al recurso forestal y los sistemas biológicos asociados que se desarrollan dentro y en los alrededores de áreas urbanizadas (Miller, 1997; FAO, 2006). Esto tiene una implícita referencia a la interacción que se establece entre los árboles y un universo de factores ambientales que son particulares a las zonas urbanas, periurbanas y rururbanas (Herrera, 2004; Konijnendijk, 2006; Mascaró, 2007). El bosque urbano es identificado, entre otros factores, por el patrón de distribución de árboles. Así, pueden presentarse en plantaciones en grupos, aislados o en alineación, ya sea tanto en áreas libres de edificaciones y espacios verdes como en filas paralelas al trazado de las vías de circulación (Konijnendijk, 2005; Dwyer, 2002; Alvey, 2006).

En diversas ciudades se han construido “infraestructuras verdes” que tienen como objetivo reducir el impacto de los fenómenos climáticos extremos (FAO, 2006), como los derivados del desarrollo urbano. En consecuencia el “enverdecimiento urbano” (urban greening) se considera una estrategia para el mejoramiento de la calidad de vida del habitante urbano (Dwyer, 2002). El incremento de urbanizaciones en zonas áridas y semiáridas ha impulsado el desarrollo de la silvicultura urbana y de programas de enverdecimiento urbano que han estimulado el empleo de especies vegetales con menores requerimientos de consumo de agua y adaptadas a los condicionantes agroecológicos que imponen el ecosistema y el metabolismo de la ciudad (Clark, 1990; Whitlow, 1992; Martínez Carretero, 1998, 2008).

▪ Beneficios y usos del bosque urbano

Si bien el bosque urbano mejora la calidad de vida en las ciudades, su valor estético y su funcionalidad, ofrece otros beneficios y usos ambientales debido a la ecofisiología de los árboles y su comportamiento, y que pueden explicarse como aportes al **Mejoramiento del microclima urbano** y la **Remediación y biomonitordeo ambiental**:

- La temperatura ambiente es reducida debido al efecto de sombra y consumo de energía calórica por evapotranspiración (Akbari et al., 1992). Este efecto disminuye la intensidad del efecto “isla de calor” (Santamouris, 2001; Correa, 2006) ya que se han registrado reducciones de hasta 6°C cuando la zona urbana es totalmente cubierta de vegetación y 4°C si la cubierta vegetal es del 30% (Boyer, 1979). La disminución de la temperatura del aire por absorción calórica por transpiración puede estar en el orden de 200 a 400 mm/día/árbol (Kramer & Kozlowski, 1979).

- Humectación del aire. Un árbol aislado puede transpirar hasta 400 mm de agua por día, aumentando el nivel de humedad relativa del aire. Por ejemplo, en la ciudad de Fráncfort,

Alemania, barrios cercanos a espacios verdes registran una humedad relativa del aire 5% más elevada que en el centro de la ciudad (Boyer, 1979). En Mendoza, durante veranos con mayor contenido de humedad del aire (entre 6,8 a 14 gramos de agua por kilogramo de aire) se logra una reducción de 2° a 4°C en la temperatura ambiente (Correa, 2006).

- Intercepción del agua de lluvia. Si bien es incipiente la información para el caso de árboles urbanos, se sabe que las copas interceptan agua de lluvia que luego cae gradualmente al suelo y evita intensas escorrentías y una mayor infiltración en el suelo (Xiao et al., 2002). Por ejemplo: en bosques naturales cercanos a la ciudad de Mendoza, se ha medido una intercepción del 11 al 35% del agua precipitada, lo que sumado al agua escurrida por los troncos resulta en un 12,2 a 36,6% de agua recuperada del total precipitado (Horno, 1993).
- Regulación de la iluminación natural y control de la radiación ultravioleta en climas con importantes niveles de radiación solar. Se ha determinado que la densidad del follaje ejerce un efecto de control de la disponibilidad global de la luz natural del 75 al 92% según las especies (Pattini et al., 2006; Córlica, 2010). Aquellas que conservan el follaje en invierno permiten filtrar el recurso lumínico en un rango que varía entre 15-42% en calzada y 5-10% en vereda. Las especies caducifolias ofrecen mayores variaciones: 4-53% (*Morus alba*) y 42-81% (*Fraxinus spp.*) (Martinez et al., 2006).
- Disminución de la incidencia de los vientos mediante la conformación de cortinas forestales que efectúan el control mediante obstrucción, conducción, desviación y filtración. El efecto y el grado de control varían con el tamaño de las especies, la forma, la densidad y la retención del follaje. Dichas cortinas pueden reducir la velocidad del viento en un rango de 20 a 60% en áreas residenciales con una cobertura arbórea moderada, comparada con áreas abiertas (Bernatzky, 1978; Heisler, 1990).
- Los árboles reducen la contaminación del aire al interceptar e incorporar contaminantes atmosféricos gaseosos y sólidos (McPherson, 2000; Moreno et al., 2008). Se ha cuantificado que bosques urbanos logran secuestrar del aire por día 1,2 Tn de monóxido de carbono; 3,7 Tn de dióxido de azufre; 4,2 Tn de óxidos de nitrógeno; 10,8 Tn de ozono y retener 8,9 Tn de particulado menor de 10 micrones (Boyer, 1979; Miller, 1997).
- Mediante la implantación de densas cortinas forestales se puede reducir el nivel de contaminación sonora en un 50% (Nowak et al., 2006), mientras que los espacios verdes insertos en tramas urbanas y con diseños apropiados que contemplen composiciones de árboles y arbustos de preferencia perennifolias, pueden mitigar la contaminación sonora urbana debido al intenso tránsito vehicular (Robles, 2015) .
- La conversión de CO₂ atmosférico en materia orgánica remueve parte de este contaminante de la atmósfera (McPherson et al., 2002). En ciudades de Estados Unidos se calcula que los árboles reducen las concentraciones de CO₂ en el orden de 11.400 Tn/año (Nowak, 2002).
- La retícula que crean las raíces previene la erosión de suelos y mejora su textura y estructura. Los suelos de ciudades, modificados por compactación o remoción, pueden ser mejorados mediante la acción radical y la incorporación al suelo de biomasa (Craul, 1999). La tasa de descomposición de la cubierta muerta puede ser superior en zonas donde los efectos de la contaminación alteran las condiciones químicas del suelo (Loucks, 1993).
- Confieren confort visual y calidad estética del paisaje urbano, incrementando el valor urbanístico y contribuyendo al uso social de los espacios públicos (Chiesura, 2004).

- Respecto a la conservación y aumento de la biodiversidad, recientes investigaciones demuestran que a escala de ciudad y de paisaje, las zonas urbanizadas pueden contener altos niveles de diversidad biológica (Alvey, 2006). Numerosas especies -incluso algunas en peligro de extinción- pueden encontrarse en el arbolado urbano (Araujo, 2003; Godefroid & Koedam, 2003; Cornelis & Hermy, 2004). El aumento de la población de especies vegetales nativas, artrópodos y numerosos vertebrados se favorece al establecerse parches de vegetación en la ciudad (parques, plazas, árboles en alineación), los cuales conectados entre sí favorecen los corredores biológicos (Jim y Chen, 2003; Ortiz, 2006).

▪ **Impactos del estrés ambiental de la ciudad sobre el crecimiento de los árboles urbanos**

En la actualidad bosque urbano de la ciudad de Mendoza y los departamentos que integran el denominado Unicipio se encuentra afectado respecto a su desarrollo vegetativo y sustentabilidad. Esto se debe a que los árboles vegetan bajo condiciones agroecológicas diferentes a las de su hábitat natural o a las que tenían inicialmente en el momento de su plantación y establecimiento, las cuales generan condiciones particulares de estrés al crecimiento.

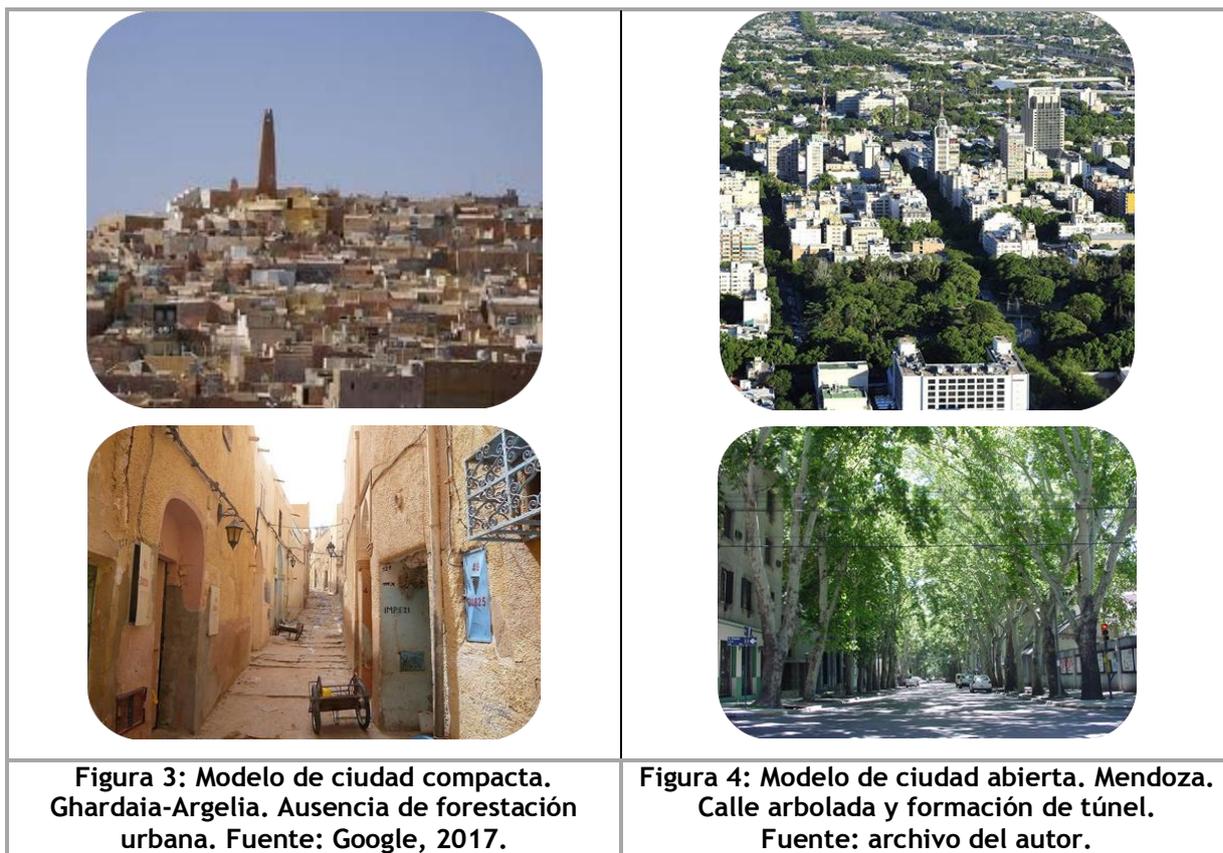
En las últimas décadas se han registrado impactos debidos a condiciones de estrés bióticos y abióticos, de los cuales los más significativos se relacionan a: intensas tareas de podas severas, muchas veces en fases fenológicas no recomendadas; vandalismo; ataque de plagas y enfermedades, estrés por aumento de contaminantes ambientales y edáficos, estrés térmico y estrés hídrico.

Respecto a la incidencia del recurso hídrico en el crecimiento forestal, éste constituye un factor primordial y de directa incidencia sobre el bosque urbano, en función de la capacidad de almacenamiento de agua en los suelos, las condiciones atmosféricas que afectan la tasa de evaporación y transpiración, la especie arbórea de que se trate y su rango etario, la estación del desarrollo vegetativo, el régimen de precipitaciones y los aportes suplementarios de agua por riego (Clark & Kjelgren, 1990; Taiz & Zeiger, 2003; McCarthy & Pataki, 2010).

Entre los demás componentes del medio urbano que también comprometen el desarrollo foliar, la fenología y aún la senescencia prematura, pueden enunciarse a los contaminantes atmosféricos (Díneva, 2004; Moreno, 2008; Lana, 2008) y del suelo (Petersen, 1990), campos electromagnéticos que inciden en el vigor y crecimiento (Balmori, 2004; Schmutz et al., 1996; Martínez et al., 2003;), o las variaciones termo-lumínicas que afectan el crecimiento forestal en función de la cantidad y calidad de luz (Schweingruber, 1988).

▪ **Caracterización urbana de ciudades de zonas áridas**

En forma complementaria a la selección de especies apropiadas es necesario considerar el modelo urbano desarrollado en Mendoza, el cual como ciudad de desierto ha adoptado un esquema distinto al usado generalmente en estas regiones. Las ciudades desarrolladas en ambientes áridos y semiáridos, donde la condición hídrica es la principal limitante para el desarrollo sustentable, pueden presentar dos tipos de modelos urbanos cuyas características son diferenciales: *ciudad de modelo compacto* y *ciudad de modelo abierto* (Fig. 3 y 4).



Las ciudades de modelo compacto como el caso de Argel (Argelia-África), Najran (Arabia Saudita) o Khotan (República Popular China), presentan un desarrollo urbano continuo, conformado por calles estrechas y edificios con patios entrelazados de reducidas dimensiones. Desde el punto de vista climático, el modelo en sí mismo construye sombras que disminuyen la exposición solar en la estación cálida y, en consecuencia, la acumulación de calor sobre las superficies duras (Cantón & Martínez, 2009). En estos casos el uso de vegetación es inexistente o escaso (Fig. 3).

Las ciudades de modelo abierto presentan una trama urbana con calles anchas y construcciones relativamente bajas, donde la construcción de la sombra se basa en una intensa forestación dispuesta en paralelo a calles y avenidas, y también ubicada en parques, plazas y otros espacios verdes (Fig. 4).

La ciudad de Mendoza responde a este modelo abierto, donde la matriz forestal es acompañada por un sistema de irrigación conformado por acequias (Ponte, 2006). El desarrollo de esta matriz ha permitido túneles “verdes” merced a la canopia continua que desarrollan ciertas especies y que dan la característica de un auténtico bosque dentro de la ciudad. Estas cualidades han sido reconocidas a nivel local e internacional y han merecido la calificación de la ciudad como “ciudad oasis” (Bórmida, 1984; McPherson, 1988; Álvarez, 2000). Sin embargo la permanencia de este bosque urbano se basa en la provisión de un riego artificial que suplemente las escasas precipitaciones locales. El bosque urbano en Mendoza es considerado un servicio público por los beneficios que brinda y por la necesidad de las tareas necesarias para su mantenimiento, cabe destacar que salvando ciertas diferencias se trata de un cultivo que requiere cierta trazabilidad y manejo (Martínez Carretero & Dalmaso, 1998; Carrieri, 2015 inédito). Su presencia está normada por un amplio marco institucional y jurídico, con la primera ley forestal promulgada en el país y la actual Ley Provincial 7874 del año 2008.

- **El arbolado en alineación de calles en el Área Metropolitana de Mendoza, ahora considerada desde la visión de UNICIPIO**

La plantación de árboles alineados y paralelos al trazado vial, a intervalos regulares, con criterios de homogeneidad de especies por cuadra y heterogeneidad por zonas, responde al denominado “bosque urbano en alineación” y se asocia en forma inseparable al sistema de riego por acequias heredado de los primitivos habitantes de la provincia (Ponte, 1999, 2006; Montaña, 2006). Este sistema de riego originalmente fue de tierra, luego se construyó con piedras y cantos rodados ensamblados con tierra o arena y actualmente se construye de hormigón armado o, en una versión que intenta recrear la técnica antigua, con cantos rodados fijados con cemento (Fig. 5). Sin embargo la pavimentación de las calles, junto a la modernización de las acequias, influye negativamente en las condiciones de oxigenación, expansión radical e infiltración del agua de riego en los suelos, afectando el crecimiento de los forestales.



Figura 5: Sistema de riego del arbolado urbano de Mendoza: distintas tipologías y materialidad de las acequias de riego. A- Acequias de tierra de la época colonial; B- Acequia de cantos rodados ensamblados con tierra; C- Acequia de hormigón armado completamente impermeable; D- Acequia revestida con piedra fijada con cemento. Fuentes: Municipalidad de Capital y archivo del autor.

El 68% de los árboles plantados en alineación en la ciudad de Mendoza corresponden a tres especies: “morera” (*Morus alba* L.) 38%; “plátano” (*Platanus hispanica* Tend.) 21% y “fresno europeo” (*Fraxinus excelsior* L.) 19%. El 32% restante corresponde a “fresno americano” (*Fraxinus americana*), “acacia visco” (*Acacia visco*), “paraíso común” y “paraíso sombrilla” (*Melia azedarach*), “tipa” (*Tipuana tipu*), “alamos” (*Populus* spp.), y “acer” (*Acer negundo*). La cantidad de árboles en alineación supera el millón de ejemplares en toda la provincia.

El UNICIPIO en sus siete departamentos integrantes concentra alrededor de 700.000 ejemplares, 49.000 se encuentran en la Ciudad Capital. Según muestreos realizados en este municipio, el 90% de las especies son exóticas (Martínez Carretero, 2008) con el 73% de la población forestal mayor de 80 años y marcados signos de estrés biótico y abiótico (Cantón et al., 2003; Censo Georreferenciado de la Ciudad de Mza, 2012; Martínez, 2011).

- **Diagnóstico del crecimiento forestal**

El crecimiento forestal determinado mediante análisis dendrocronológicos desde el año 2006 a la fecha, ha implicado la selección de distintos casos de estudio para los cuales se determinó un número representativo de árboles por cuadra, a los cuales mediante barrenos de incremento tipo Pressler se les extrajo dos muestras de madera en radios distintos. Dichas muestras fueron procesadas mediante técnicas dendrocronológicas estándar - montaje, pulido, fechado, cofechado y medición- (Stokes y Smiley, 1968). Posteriormente se realizó la construcción de cronologías de ancho de anillos, las cuales fueron

estandarizadas mediante índices calculados como la relación entre las mediciones originales y una curva de ajuste (paquete estadístico ARSTAN, Cook & Holmes 1985). La medición del ancho de los anillos de crecimiento y su correlación con los caudales históricos de ríos cordilleranos y con registros mensuales de temperatura del aire y precipitaciones, permitió el análisis de la respuesta de los árboles, en términos de crecimiento, a distintas condiciones climáticas y ambientales.



Figura 6: *Platanus hispanica* bajo evidencias de estrés hídrico tanto en su canopia como en sus anillos anuales de crecimiento.

El análisis de imágenes termográficas revela que la canopia de los árboles se encuentra a menor temperatura que el ambiente circundante. Las temperaturas superficiales medias son de 29.7°C para *platanus* y de 28.9°C para *morera*, menor que la temperatura media del aire y las temperaturas de las superficies horizontales y verticales (30°C y 31°C respectivamente) (Fig. 7).

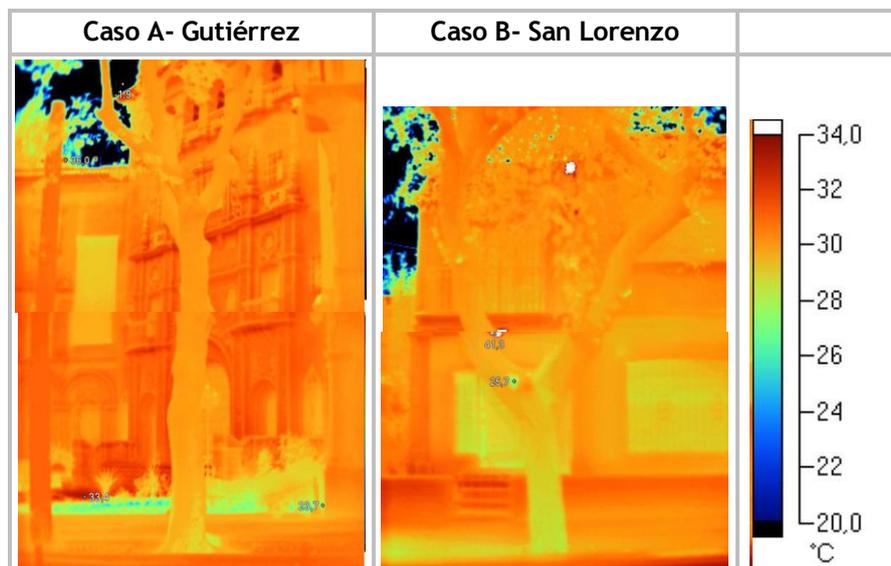


Fig. 7: Imágenes termográficas de A- *Platanus hispanica* y B- *Morus alba*.

El crecimiento forestal evaluado mediante dendrocronología permitió la construcción de series temporales de $\cong 100$ años e inferir el crecimiento de los árboles en el largo plazo. El desarrollo de cronologías de ancho de anillos posibilitó establecer variaciones temporales

en el crecimiento. Se determinó que variaciones de elementos vitales como el agua y las temperaturas ambientales se ven reflejadas en el crecimiento de los anillos anuales. La vinculación de ancho de anillos de crecimiento y clima, sugiere que tanto la disponibilidad hídrica como la temperatura estival juegan un rol importante. Veranos cálidos indicarían menor crecimiento y la formación de anillos anuales angostos. El crecimiento de *P. hispanica* estaría estimulado por veranos frescos y con mayor humedad de suelos. Este efecto del estrés térmico se evidenció durante el inicio de las estaciones de crecimiento. Además los modelos de correlación muestran que si la disponibilidad de agua en los suelos es la variable de mayor influencia, mayor temperatura del aire durante el período de crecimiento acentuaría la deshidratación de los suelos, provocando déficit hídrico, estrés térmico y en consecuencia, menor crecimiento.

CONCLUSIONES

Se ha verificado mediante análisis termográficos que los árboles del microcentro de Mendoza se encuentran a menores temperaturas que el entorno mediato. Esto se traduce en un ahorro energético importante en términos de refrigeración para el ambiente construido -casas y edificios-. Cabe destacar que para la ciudad de Mendoza el efecto Isla de Calor Urbano implica un aumento de 10°C sobre los valores medios debido a la densidad constructiva (Correa, 2006).

No obstante es necesario cuantificar mediante replicaciones y evaluación de nuevos casos, el impacto de los altos valores térmicos en los patrones de crecimiento de los árboles. Esto se sustenta en que en las últimas décadas los factores de estrés que afectan a la forestación urbana se han acentuado producto del crecimiento de la ciudad, el proceso de modernización urbana, el déficit del recurso hídrico destinado al riego urbano, el incremento del flujo vehicular y la mayor contaminación ambiental.

La evaluación y selección de especies forestales adaptadas al rigor de la ciudad garantizará su permanencia en el tiempo y su contribución a la sustentabilidad urbana. Recomendar especies de mejor adaptación a condiciones de estrés térmico será un importante aporte para plantear estrategias de planificación urbana que atenúen las consecuencias de este fenómeno que afecta al bosque urbano.

En función del objetivo planteado en relación a completar este diagnóstico se realizaron las siguientes tareas:

- a- Elaboración y redacción de los lineamientos generales del proyecto ejecutivo a presentar como primer producto.
- b- Confección de un modelo de encuesta de relevamiento de información y diagnóstico inicial del arbolado público y los espacios verdes de los siete municipios integrantes del UNICIPIO (Anexo I).

Dicha encuesta se envió previamente por correo electrónico y luego se corroboraron los datos consignados mediante una entrevista personal realizada en cada uno de los municipios, a los responsables, encargados y/o referentes de las Áreas Arbolado, Forestación, Espacios Verdes, Ambiente y/o Educación Ambiental.

Toda la información obtenida del diagnóstico inicial ha sido procesada de modo de volcarla en el esquema planteado según los lineamientos generales establecidos y en consonancia con los resultados de la línea de investigación del INAHE denominada: “Urbanización, Forestación y Clima”.

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Esquema de necesidades relevadas en los municipios integrantes del UNICIPIO (Año 2016):

Tabla 1: Relevamiento de la situación actual del arbolado público y los espacios verdes de los departamentos integrantes del Unicipio (Año 2016).

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
Especies que necesitan	Especies de 3er magnitud y las especies que ya hay (plátano, morera, fresno, paraíso). Cercis canadensis, Parkinsonia aculeata "Cina-cina" o "Espinillo" o "Palo verde", Acacia visco, Cercis siliquastrum "Árbol del amor" o "Árbol de Judas", Prosopis chilensis "Algarrobo", Maytenus boaria "Maitén".	Poseen un listado de especies según criterio profesional y según pedido de vecinos: <i>moreras</i> (muy solicitadas por los vecinos), <i>fresnos europeos</i> (se elige por su prolijidad de copa que requiere a posteriori, menos intervenciones por poda). Se planifica incorporar numerosos ejemplares de <i>kiris</i> (<i>Pawlonia tomentosa</i>) por su atributo de eficiencia en captación de CO ₂ .	Sin datos aportados.	No tienen vivero. Sólo sugieren especies tales como: <i>fresno europeo</i> o <i>fresno americano</i> , <i>morera</i> , <i>acacia visco</i> .	Para la forestación de la Ruta 34 se ha establecido plantar algarrobos con espinas. Para la forestación de calles urbanas, <i>algarrobos sin espinas</i> adquiridos del Vivero Silvestra.	Acer negundo, <i>Melia azedarach</i> fm. <i>umbraculifera</i> , <i>Acacia visco</i> , <i>aguaribay</i> , <i>algarrobos</i> y <i>arabias</i> . <i>Álamos</i> , <i>fresnos</i> y <i>moreras</i> (Aportados por la Dirección Provincial de Vialidad)	El municipio se inclina por el fresno europeo. Otras especies que se usan son acacia, lapacho, jacarandá, morera, plátano. El Municipio tiene stock y producción propios.
Zonas a forestar	7 ^{ma} y 8 ^{va} Sección	La zona prioritaria a recuperar con espacios verdes se ubica en el Oeste del Departamento, donde se asientan los grandes basurales en particular El Pozo (aunque hay más de 100 puntos). A la altura de la	Hay diez zonas planificadas para forestar y parquizar: - ECOPARQUE 50.000 m ² , en Gomensoro y Rafael Obligado, Distrito Belgrano - PARQUE LINEAL ILLIA. La Purísima entre Godoy Cruz y		No hay un plan específico de forestación. Las prioridades la constituyen los barrios nuevos y la Ruta 34. En ésta última se ha planificado plantar "algarrobos" desde su	Rutas en el Carrizal, la Ruta 15 en Ugarteche y la Av. Los Cóndores en Potrerillos (con DPV)	Espacio entre el Barrio Antártida I e Irigoyen (lateral de vías del Metrotranvía). Espacio entre Base Esperanza y Sarmiento. Carril Perito Moreno, en Rodeo del Medio

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
Zonas a forestar		calle Eva Perón se planifica hacer una barrera ecológica con plantación en línea de arboles adaptados a la zona, que no cuenta con agua para el riego (de no ser agua potable).	<p>Pedro del Castillo, Distrito Capilla del Rosario. 5023 m².</p> <p>- ESPACIO VERDE AZCUENAGA. Entre Cochabamba y Las Acacias, Distrito Villa Nueva. 600m².</p> <p>- PLAZA FLORES DE OTOÑO. Dorrego y Comte. Espora, Distrito Dorrego. 2190 m².</p> <p>- PLAZA KM 11. Sarratea y Estados Unidos, Distrito Km 11. 5023 m².</p> <p>- PASEO LA LAGUNITA. Distrito El Bermejo. 15235m².</p> <p>- PLAZA EL PORTAL XI. Urquiza y Picasso, Distrito San Francisco del Monte. 3188 m².</p> <p>-ESPACIOS INTERMEDIOS B° UNIMEV. Entre Pedro Vargas y Adolfo Calle, distrito Villa Nueva Seis terrenos de aprox. 1200 m² c/u.</p>		intersección con la Ruta Nac. 40 y hasta la Plaza Departamental.		y F. Luis Beltrán, son unos 10 Km lineales. Plazas o espacios verdes en barrios nuevos, se priorizan según la edad del barrio y según el pedido de los vecinos.

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
			<p>-PARQUE COSTERO Al norte del Canal Cacique Guaymallén, Distrito El Bermejo Aprox. 2,5 km.</p> <p>-PLAZA LA PRIMAVERA Distrito La Primavera. 1000m².</p>				
.Zonas a reforestar	1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta y 6ta Sección	Reposición de paraísos secos y recambio forestal. La prioridad la tienen los paraísos secos. Se recambian por fresnos que se plantan adecuadamente según esquema de fondo de acequia. Luego de la plantación se designa como co-responsable al vecino frentista para su cuidado.	Todo el departamento. Plan de rearbolarlo en todas las calles del departamento, con la construcción de 7000 m de acequias para riego	Zona céntrica	CEIL-Centro de Educación Superior- y la Casa de la Cultura. Se está haciendo el nuevo “Parque de Calle Irigoyen”, en el sitio donde funcionó un camping municipal y luego una finca. Sup. 6 has. No hay datos si en alguna de las 7 delegaciones municipales tienen previstos.	Zona céntrica	El plan anual tiene como prioridad el recambio de paraísos, en el 2014 se inició esta tarea.

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
Frecuencia de poda	Cada 4 años	La frecuencia de poda de un mismo sector se planifica cada 4 años. Para el ciclo 2016 el período de poda autorizado por la DRNR fue desde el 1° de mayo al 30 de septiembre. La poda se realiza con personal propio, no se terceriza.	Sin datos aportados por la encuesta.	La última fue hace 7 años	Anual. Desde mayo a agosto. Generalmente lo hace el municipio. La poda está a cargo de Parques y Paseos, mientras que controla y asesora los Inspectores de poda.	Hace 10 años no se hacía poda	Se realiza por zonas, cada 3 años, actualmente se está realizando en Luzuriaga y priorizando el pedido de los vecinos. El periodo de poda abarca desde el 01/05 hasta el 30/09.
Problemas de riego	Problema de inconexión de acequias	Hay mucho porcentaje de cuneta impermeabilizada totalmente en laterales y fondo de acequia. Se proyecta su permeabilidad mediante obras de rotura o reconstrucción.	Sin datos.	No corre agua por las acequias	El municipio tiene derecho de riego para el arbolado de calle. El turno se efectiviza una vez por semana, durante tres horas. El riego se suplementa por pozos y un reservorio para el riego de los Parques y del Boulevard Belgrano. No hay afloros.	No hay agua de riego. Aparentemente hace años que no pagan el canon de riego a Irrigación.	El riego no está sistematizado.

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
.Cantidad de forestales a plantar 2016-2017	200 moreras. 300 ejemplares de diversas especies.	Se planificaba plantar 3000 ejemplares arbóreas a diciembre de 2016. Se han relevado 800 casos de árboles cortados por destocón y 300 nuevos sitios a plantar.	Cantidad: Más de 6.000 unidades.	Sin datos proporcionados.	Sin datos.	Entre el 60 y 70% de los ejemplares de Acer negundo.	Sin datos.
.Manejo Fitosanitario	En este momento se hace lo que se hizo siempre, según el calendario de tratamientos preestablecido o según reclamos que se reciben.	Tienen registros del estado fitosanitario que se ampliará a partir de los resultados del censo. Existe un calendario de tratamientos para: pulgones, mosca blanca, cochinilla de la morera, taladrillos. Se cuenta con 4 tractores y 4 pulverizadoras. El personal afectado a esta tarea es capacitado. Hay cierta comunicación con el ISCAMEN.	Sin datos.	La ingeniera agrónoma es quien hace los diagnósticos. Preocupa el estado fitosanitario de los paraísos. Los olmos están atacados por su plaga en el centro, pero en Uspallata está mucho mejor (debido a las bajas temperaturas) . Tienen pulverizadora de arrastre de 900 l.	Según necesidad. Cuentan con una pulverizadora de 1500 litros de capacidad. Durante los meses invernales de Junio y Julio se aplican aceites en olmos, Dimetoato, Confidor, Ziridin.	No hay capacitación ni tratamientos específicos. Hay comunicación con ISCAMEN, pero sólo formal, no técnica. No tienen guía fitosanitaria.	El control fitosanitario y las pulverizaciones se realizan desde septiembre a marzo de cada año. Están a cargo de una cuadrilla de 10 operarios, bajo supervisión técnica. Se trata la cochinilla de la moreras, taladrillo (álamos de carriles), arañuela, pulgón y mosca blanca. Hay comunicación con el ISCAMEN, en 2015 se recibió la Guía CASAFE 2011.

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
Situación del vivero municipal	<p>Terreno propio. Superficie total: 2 ha. Estuvo sin producir 7-8 años. Actualmente se está en una etapa de refuncionalización. Se plantea un vivero de cría, no de producción. Proponen especificidad en la producción debido a la distribución de espacios, y división en viveros productores y viveros de cría.</p>	<p>No cuenta con vivero. Quieren solicitar compartir el vivero de la DRNR de Perdriel para poder tener la producción propia de forestales y ornamentales.</p>	<p>Sin datos.</p>	<p>No tienen vivero propio. Se está gestionando un vivero forestal de 2 ha en la zona del Parque Industrial. La zona cuenta con disponibilidad de aguas claras (grises), que salen de las cloacas, ya tratadas. Hay salitre.</p>	<p>Vivero Municipal Ubicación: Zona de Maestranza del Municipio. Responsable: un capataz asesorado por Ing. Agr. Superficie: 300 a 400m² Se producen: plantines florales, plantas nativas, algarrobos inermes, Acacia visco, Acacia stenophilia. Cantidad aprox.: 3000 árboles/año.</p>	<p>Vivero Perdriel (en convenio con la DRNR). El vivero le entrega al municipio el 30% de lo producido. Para este año le ha correspondido 1000 plantas a raíz desnuda y 500 plantas en macetas. Superficie total: 14 has.</p>	<p>Vivero (Parque Metropolitano de Maipú) en situación de comodato con el Propietario, DRNR. Superficie total del predio: 3 Has. Especies: Moreras y fresnos principalmente. Cantidad aproximada por año: 6000.</p>
Personal-técnicos	<p>Ing. Agr. Ernesto Escribano (Jefe de Arbolado y Riego); Ing. Agr. Paola Lucero (Encargada de Paseos); Ing. Agr. Ivana Klimisch (Encargada del Vivero). Enzo Araujo (Encargado de erradicación). Se contratan 30 personas para poda.</p>	<p>Profesionales (Ing. Agr. Andrea Lacave), técnicos e idóneos. Para la poda se cuenta con 60 operarios, 30 que ejecutan los cortes y 30 que luego hacen la limpieza. Se dividen en 6 cuadrillas cada uno con un técnico ingeniero/a</p>	<p>Al momento de esta realizar esta encuesta se encontraba a cargo del Arbolado Público la Ing. Agr. Soledad Llames.</p>	<p>Cuentan con 6 cuadrillas de 10 personas. Cada cuadrilla tiene una máquina nueva. Los técnicos son: la Ing. Agr. Carina González, Aldo Morales (capataz general hace</p>	<p>Profesionales (1 arquitecto, 1 Ing. Agrónomo), técnicos e idóneos. Vivero: 1 Ing. Agrónomo. 1 técnico y 2 operarios.</p>	<p>Ing. Agr. Emilce Barzola y Tco. Agrario Manuel Lemos. Cuentan con 1 cuadrilla de 10 personas para la poda. En el Vivero hay 1 encargado y 6 operarios.</p>	<p>El equipo de trabajo estaba formado (en 2016) por un profesional (Ing. Agr. Norma Di Gracia) y 10 idóneos (operarios) que realizan la poda y el control fitosanitario.</p>

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
		<p>agronomo/a. La policia ambiental (cuenta con 12 agentes) cuida y controla podas clandestinas y erradicaciones sin autorización. Labra actas de infracción y sacan multas. Controla a las empresas que intervienen en podas de cableados o luminarias.</p>		<p>35 años) y hay capataces "idóneos" en cada cuadrilla. En total para las secciones de paseos y erradicaciones este municipio cuenta con 130 personas.</p>			<p>Vivero: 1 ingeniero agrónomo. 1 técnicos. 4 operarios idóneos.</p>

CAPÍTULO 2: Planificación de escenarios

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se plantea la importancia de una forestación planificada acorde al perfil urbano a intervenir de modo de:

- ✓ asegurar el éxito de la plantación y un apropiado crecimiento de los nuevos forestales,
- ✓ mejorar las condiciones ambientales en general, y
- ✓ favorecer la habitabilidad, el confort del espacio público y el posible ahorro energético.

Se plantean posibles escenarios a corto, mediano o largo plazo, de modo de mitigar fenómenos de impacto negativo que potencian entre otros como la contaminación ambiental y un alto consumo de energía.

La combinación de forestación y morfología urbana mejora la habitabilidad de los cañones urbanos debido a la sombra que produce en el espacio público. La comparación de distintas configuraciones -forestadas y no forestadas- permite observar una diferencia de la radiación solar de hasta 230 W/m^2 . Esto demuestra la importante contribución del arbolado en alineación en el enfriamiento del espacio público creado en los cañones urbanos (hasta 60%) (Fig. 1).

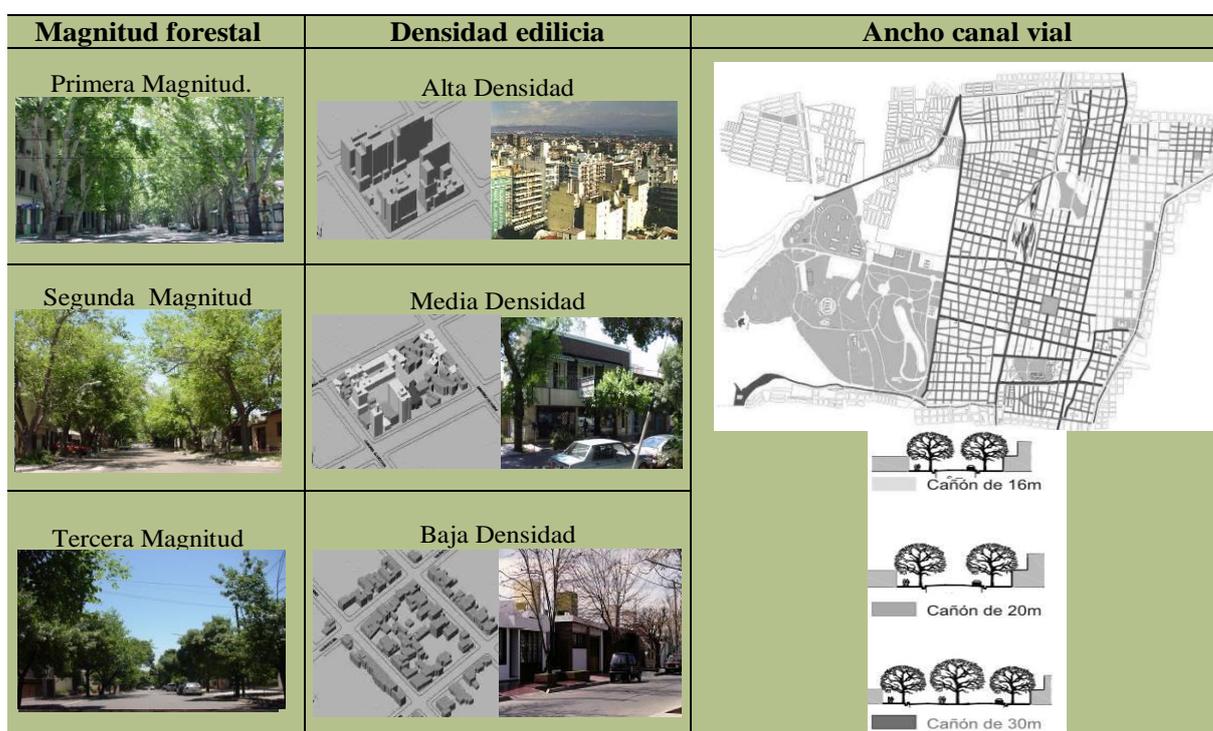


Figura 1. Combinación de magnitud forestal, densidad constructiva y ancho de cañón urbano.

DESARROLLO

2.1- Escenarios existentes

El Área Metropolitana de Mendoza (AMM) que recientemente ha sumado a los seis departamentos originales, al de Lavalle para constituir la figura de UNICIPO, se encuentra inserta en un contexto semiárido. Sin embargo, muestra un modelo de desarrollo que difiere de la estructura urbano-espacial dominante en las zonas áridas. Su concepción urbanística está definida por calles anchas y edificios contenidos en una trama en damero flanqueada en sus límites por líneas de árboles que conforman túneles verdes. Es decir, la estrategia de sombra se materializa mediante la inserción de una trama forestal que minimiza la exposición solar del conjunto.

Los espacios verdes coexisten armónicamente según dos niveles: (a) el de la trama urbana global a lo largo de las calles y (b) el nivel de detalle localizado, es decir, situaciones particulares de cada manzana urbana en donde el espacio verde -patio, jardín- es el resultante de la articulación de los volúmenes construidos. En relación a ellos la arboleda urbana es largamente la más significativa (aprox. 49.000 ejemplares en la ciudad de Mendoza, año 2012) e interactúa con el entorno construido definiendo distintas estructuras urbano-espaciales.

Para el conjunto de departamentos que integran el Unicipio y según las encuestas realizadas en el último año y estimaciones provenientes de muestreos, el número de árboles en alineación de calles es de aproximadamente 1.000.000, habida cuenta que no todos los municipios cuentan con un censo actualizados.

Departamento	Número aproximado de árboles en alineación
Ciudad	49000
Godoy Cruz	130000
Guaymallén	240000
Las Heras	Sin datos
Lavalle	Sin datos
Luján de Cuyo	60000
Maipú	150000

Tabla 2: Cantidad de árboles en alineación de calles en el Unicipio Mendoza -año 2017-.

2.1.1- Canales viales urbanos

El desarrollo metropolitano de Mendoza se caracteriza por la asociación de cuatro elementos: la trama vial, un sistema de acequias que se desarrolla en paralelo a esta trama a ambos lados de las calles, los árboles plantados linealmente siguiendo esa traza y las veredas peatonales que completan el conjunto.

Puede definirse al Canal Vial Urbano (CVU) como el espacio tridimensional determinado por una calle y los edificios que lindan con la calle (Emmanuel, 2005) que para el caso del modelo urbano de Mendoza, incluye el espacio público delimitado por la línea de cierre de las propiedades privadas en todos los extremos del espacio que compuesto por veredas, sitio

para forestar, acequia, cordón, banquina y la calzada en cualquiera de sus dimensiones (avenida, calle, pasaje) (Fig. 2).

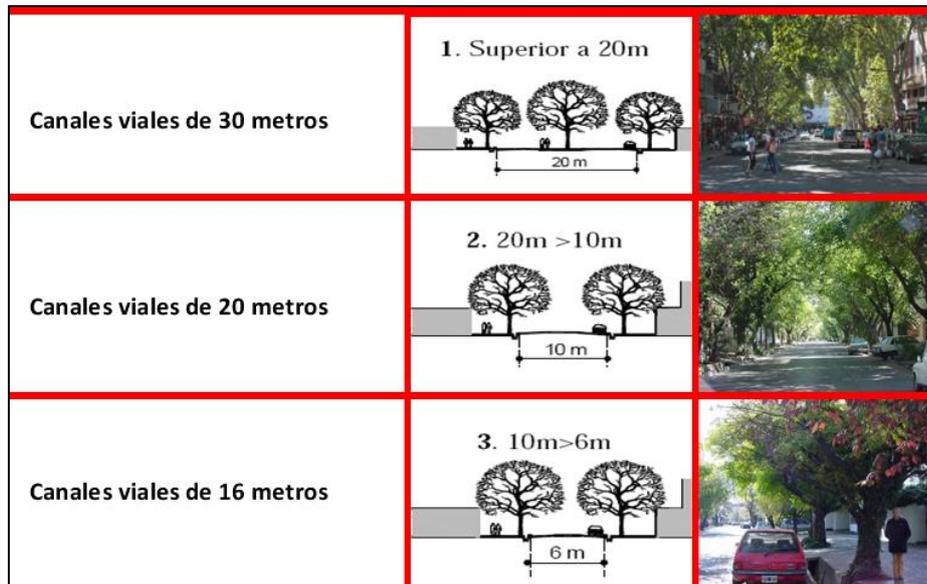


Figura 2. Tipos de CVU según sus dimensiones. Fuente: adaptado de Corica *et al.*, 2005.

Esta articulación de calles, acequias, árboles y veredas constituye el patrón básico a partir del cual se desarrolló la ciudad de Mendoza. Este sistema se halla consolidado y muy bien definido en las áreas centrales y peri-centrales de cada ciudad cabecera de los distintos departamentos y se reproduce de manera más heterogénea en las periferias. La trama vial en damero proviene de la fundación de la ciudad por parte de los españoles en 1561, de una "ciudad nueva" erigida luego de que un terremoto destruyese la ciudad vieja y de posteriores ampliaciones.

Las acequias forman parte de un sistema de irrigación-desagüe que tiene sus raíces en el primitivo sistema de aprovechamiento hídrico de las aguas del río Mendoza efectuado por los huarpes antes de la llegada de los españoles.

Los árboles se desarrollan en barreras paralelas a las calles, a las acequias y las fachadas. Definen su posición respecto de las calles y las veredas abovedándolas a la manera de túneles y respecto de la arquitectura, tapando las fachadas, sombreándolas y determinando que algunos niveles queden a la sombra y que otros se desarrollen por encima de las copas de los árboles, de acuerdo al porte de las distintas especies.

Las veredas, más anchas que las de las típicas ciudades coloniales, han sido tradicionalmente valoradas como espacios públicos abiertos.

En la identidad colectiva de los habitantes de la provincia este sistema árbol-acequia-vereda es considerado como un bien patrimonial urbano y se lo valoriza desde múltiples planos: primero como signo identitario de los mendocinos, reconociendo su valor histórico-cultural; segundo como "mejorador" de la calidad del ambiente urbano, del clima urbano y de la calidad de vida de los ciudadanos y, finalmente, como recurso paisajístico y estético que contribuye al uso social de los espacios y al desarrollo local (Montaña, 2004).

Por otro lado se destaca que el interés declarado por el forestal recién se consolidó hacia fines del siglo XIX, cuando fue percibido como un elemento relevante en el tejido urbano (Bochaca, 2005). Paradójicamente, es entonces cuando el sistema de urbanización - dominado por el uso de materiales como el hormigón- prácticamente se consolida.

En la actualidad, este dominio en las operaciones urbanísticas produce un desequilibrio entre elementos construidos y la vegetación, en claro desmedro de esta última y del

abastecimiento de sus requerimientos nutricionales. Además, la incorporación reiterada de conceptos desarrollados décadas atrás aleja a la planificación de espacios verdes de los requerimientos de una ciudad en constante proceso de cambio y crecimiento tanto demográfico como edilicio.

El Área Metropolitana de Mendoza se ha desarrollado en forma piramidal, donde la mayor masa edilicia está en el sector fundacional que corresponde al centro de la ciudad. Muestra un núcleo de 64 cuadras (aproximadamente 640.000 m²) que disminuye progresivamente hacia la periferia, hasta alcanzar las mínimas densidades en las áreas residenciales. De este modo, el espacio urbano puede estructurarse en tres densidades edilicias características: alta, media y baja. En la práctica, sólo se encuentran consolidadas la alta y la baja densidad ya que la densidad media se entiende como un estado de transición. Aproximadamente el 80% de la construcción en el AMM corresponde a la baja densidad edilicia (Factor de Ocupación Total=FOT menor a 2,75 m³/m²).

En cuanto al ancho de las calles, se encuentran tres tipos de CVU: menores a 16 m, entre 16 y 25 m y mayores a 25 m. Canales menores a 16 m constituyen un 25% de la trama urbana total, mientras que entre 16 y 25 m representan el 70%, y mayores a 25 m representan sólo un 5% (Fig. 3).

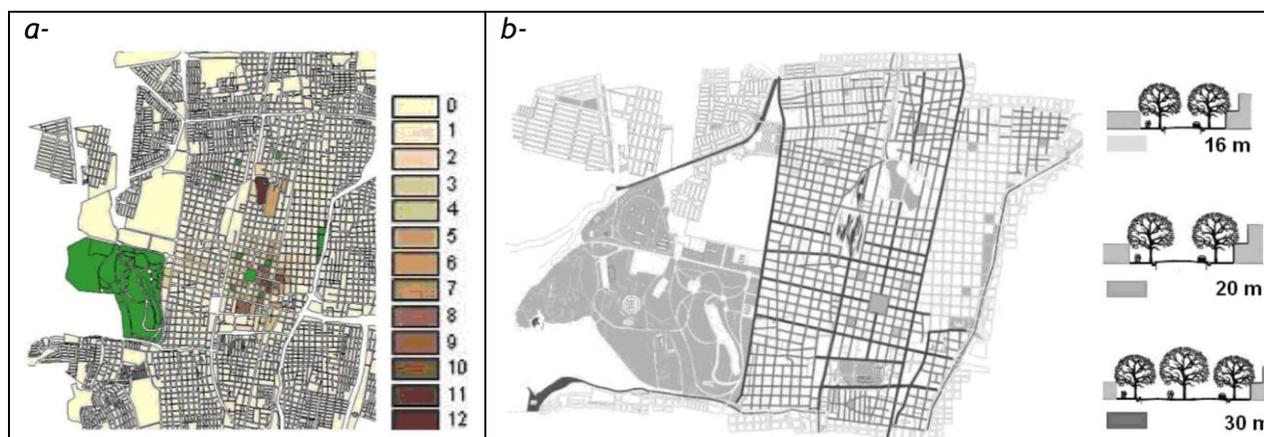


Figura 3. a- Distribución de la cantidad de edificios en altura por manzana. b- Distribución de los distintos anchos de canal vial dentro del AMM.

Respecto a su configuración forestal, el 83% de las especies corresponde a la primera y segunda magnitud forestal⁴, representadas mayoritariamente por *Platanus hispanica* “plátano”; *Morus alba* “morera” y *Fraxinus excelsior* “fresno europeo”. Si se analiza la distribución de cada especie forestal en cuanto a su relación con la densidad edilicia, para el caso de la baja densidad, un porcentaje aproximado al 88% se distribuye entre especies arbóreas que pertenecen predominantemente a la segunda magnitud (Cantón et al., 2003).

2.1.2- Espacios verdes

La elevada concentración de población y de actividades, sumado a las características climáticas de Mendoza, incrementan el calor y la contaminación atmosférica. En consecuencia se hace necesaria, por los problemas higiénicos-sanitarios que traen aparejados, la presencia de espacios verdes. Sin embargo son pocas las plazas, paseos y parques en relación al crecimiento de la población (Fig. 4).

⁴ El criterio de clasificación de las magnitudes forestales se basa en la altura final que alcanzan los forestales según sus características genéticas, y que se corresponde aproximadamente a los 20 años desde su plantación. De este modo la categoría Primera Magnitud responde a las especies cuya altura final supera los 15 metros, la Segunda Magnitud a los forestales de entre 10 y 15 metros de altura y, la Tercera Magnitud a aquellas especies que registran alturas inferiores a 10 metros (Carrieri, 2004).

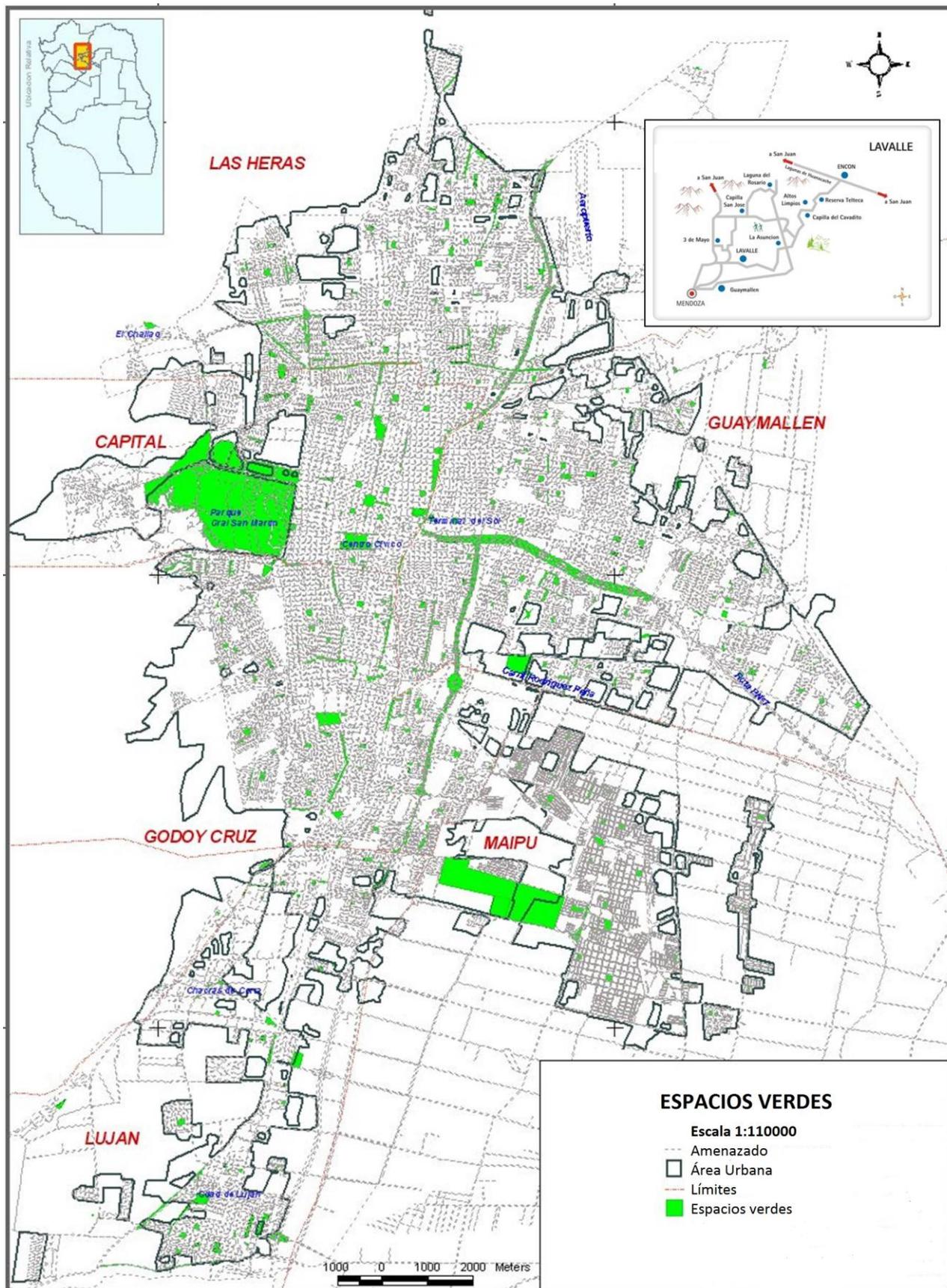


Figura 4. Distribución de los espacios verdes dentro del Unicipio.
Fuente: Adaptado de DOADU (2010).

En general el estándar internacional aceptado para ciudades de 100.000 a 500.000 habitantes establece de 1 a 2 ha por cada 1000 habitantes o sea 10 a 20 m²/hab. distribuidos equitativamente en forma de parques urbanos.

En la Tabla 1 se puede observar el caso del Gran Mendoza, en el que las cantidades se disfrazan en relación a la existencia obligada del arbolado de calles y los valores varían en función del municipio que se trate (UNCuyo, 2004).

Municipio	Espacio verde/hab.	Lugares	Observaciones
CAPITAL	21 m ² /hab.	Parque Gral. San Martín (384 has.) Parque Central (14 has.) Parque Cívico.	Proyectado 40.000 árboles
GODOY CRUZ	4 m ² /hab.	Parque San Vicente (18 has.) Espacio Menotti Pescarmona. Ciclovías y Parque Benegas.	
MAIPÚ	4 m ² /hab.	Parque Metropolitano. Parque Chachingo.	
GUAYMALLÉN	10 m ² /hab.	Parque Acceso Este y Predio de la Virgen.	Déficit de espacios verdes. Varios Proyectos en carpeta (Ver Tabla 1-Cap. 1- Pág. 16).
LAS HERAS	≈ 10 m ² /hab.	Bermejo, Borbollón y Lagunita Acceso Norte	Patrimonio ambiental. Parquización
LUJÁN DE CUYO		Parque Costero Sur Parque Acceso Sur (91 has.)	
LAVALLE		Parque Nativo	En proyecto Parque Irigoyen.

Tabla 1. Cantidad de espacios verdes por habitante en el Gran Mendoza. Fuentes: Adaptado de FCA, UNCuyo (1994) y entrevistas a referentes municipales (2016).

En cuanto a la clasificación de los espacios verdes, en la estructura urbana de la ciudad de Mendoza se identifican cuatro categorías: Bulevares y Paseos, Plazoletas, Plazas y Parques. Cada una de ellas reúne características particulares y se presentan con distintos criterios de localización y proporciones dentro de la trama que las contiene. Los bulevares se definen como el paseo central arbolado de una avenida o calle que constituye un eje de circulación. En la ciudad de Mendoza estas vías cuentan generalmente con dos carriles de 20 m de ancho y una extensión de 500 a 1000 metros. A nivel urbanístico forman parte de las avenidas principales más representativas de la ciudad. Los paseos son espacios al aire libre, donde se encuentran locales comerciales o puestos de artesanos, y generan un recorrido peatonal. Cuentan con equipamiento urbano tales como glorietas, fuentes, espacios de descanso, etc. Bulevares y paseos ocupan 28286 m² de la trama urbana, conformando el 0.59 % de los espacios verdes. Constituyen un porcentaje reducido del total de espacios que conforman la trama verde de Mendoza. Se distribuyen en 5 bulevares y 5 paseos representando el 21% de las unidades de espacios verdes presentes en la ciudad.

Las plazoletas son espacios residuales dentro de la trama urbana, de extensión limitada, donde se desarrollan jardines y paseos con árboles. Alcanzan superficies variables, mínimas de 210 m² y máximas es 7679 m². Las plazoletas representan el 0.79 % del total de espacios verdes, ocupando 37785 m² de la trama urbana. En la ciudad, se distribuyen 19 plazoletas y

representan el 40% de las unidades verdes. Se trata de una categoría de alta repetitividad en la ciudad y reducidas dimensiones distribuidas en forma aleatoria dado que son el resultado de la vinculación física de diferentes tipos y orientaciones de tramas.

Las plazas constituyen espacios públicos que forman parte de un centro urbano. Se caracterizan por estar a cielo abierto, generalmente rodeado de árboles o de edificios a cierta distancia. En muchos casos, la plaza es el centro de la ciudad, tanto en el plano físico como en términos de importancia histórica ya que puede ser el lugar desde donde se fundó la ciudad como también la zona donde se desarrollan las actividades más importantes de la misma: económicas, políticas y administrativas. Dan respuesta a las necesidades de recreación y esparcimiento, incluyen elementos como vegetación, fuentes con agua, monumentos, etc.

En Mendoza, alcanzan dimensiones promedio de 10000 m² dada la inserción de las mismas en la trama en damero de 100 m x 100 m; máximas de 47.358 m² que corresponde a la plaza principal de la segunda fundación de la ciudad y, mínimas de 7.359 m² que resultan del crecimiento de la ciudad asociada a otras morfologías de manzana urbana. Determinan el 4.43 % del total de espacios verdes ocupando 212.549 m². La ciudad contiene 14 plazas que representan el 30% de las unidades de espacios verdes.

Su distribución en la trama está asociada a un esquema de plaza central y plazas equidistantes en el área correspondiente a la segunda fundación de la ciudad. Este esquema de distribución homogénea de espacios abiertos no ha tenido continuidad en el proceso de desarrollo y crecimiento de la ciudad. Las plazas en la periferia del micro-centro se localizan aleatoriamente sin responder a un modelo pre establecido de planificación respecto a la inserción de espacios verdes en la estructura urbana.

Los parques constituyen los principales espacios verdes dentro de una ciudad o asentamiento urbano. Su estructura principal la definen macizos de árboles y prados destinados a la recreación y el descanso. Incluyen equipamiento complementario tales como áreas para práctica deportiva, pistas de salud, juegos infantiles, etc.

Los parques representan el 94 % de los espacios verdes, ocupando una superficie de 4.514.762 m². En la ciudad se desarrollan cuatro parques urbanos contenidos en la trama, con superficies mínimas de 136.000 m² y máximas de 3.984.263 m² y, representan el 9% de las unidades de espacios verdes.

El Parque Gral. San Martín es el más relevante, presenta una estructura del tipo orgánica que conjuga la tradición inglesa y francesa propia de la jardinería del siglo XIX. Define el límite Oeste de la ciudad y se extiende hasta las primeras estribaciones cordilleranas. Contiene amplias avenidas arboladas, extensiones de prados, áreas fuertemente forestadas de diferentes escalas (50.000 ejemplares), un espejo de agua artificial y un número significativo de edificios insertos en la estructura verde, de carácter público y privado: clubes, instituciones educativas, deportivas y de gobierno. El emplazamiento de nuevos barrios sobre el piedemonte define el límite Norte y Sur del parque modificando parcialmente el carácter de borde original del mismo.

El Parque O'Higgins data de principios del s. XX, producto del remanente entre la traza urbana de la vieja ciudad y la vía primaria de conexión Norte-Sur del tejido urbano. Se trata de un parque consolidado en cuanto a diseño y edad de las especies, sombrío, con predominancia de masas boscosas definidas, baja proporción de prados abiertos en relación a los bosques y arbolado de alineación que se desarrolla en torno a un eje longitudinal orientado N-S y sobre las líneas de borde del parque. Si bien el parque - en el pasado-, definió el límite Este del tejido urbano, en la actualidad el crecimiento de la ciudad contiene a la estructura verde, que en la actualidad se encuentra siendo remodelado.

El Parque Cívico se emplaza en terrenos que pertenecieron a un ícono agrario-industrial-cultural de la provincia – la Quinta Agronómica—. Alberga las sedes del poder ejecutivo y judicial de la provincia: Casa de Gobierno y Palacio de Justicia. Es el resultado de un plan regulador que influyó sobre las ciudades argentinas en la década del '40 para controlar racionalmente los procesos de crecimiento y expansión de las urbes. Dentro de los principales planteos se encuentran las ideas de descentralización administrativa y creación de centros cívicos que condujo a la pérdida del papel que las plazas centrales de las ciudades habían desempeñado durante siglos: ser el núcleo en torno del cual se congregaron las funciones administrativo-políticas urbanas (Raffa, 2009; Ponte, 2009). Se trata de un predio de 20 has con amplias extensiones de grupos forestales (5000 ejemplares) y prados que rodean y se intercalan con los edificios públicos. Al igual que el Parque O'Higgins a mediados de 2017 comenzó a remodelarse.

Finalmente, el Parque Central de reciente creación -2006-, fue concebido como un espacio público, abierto a la multiplicidad de actividades deportivas y culturales, con una fuerte dirección lineal, que toma la geometría ferroviaria del sitio donde se implanta. Conceptualmente, domina la estructura de prado y amplias explanadas de hormigón que crean itinerarios, recorridos y lugares de sociabilidad urbana. Completa el conjunto un espejo de agua que pretende establecer la relación verde-agua presente como rasgo distintivo de una *ciudad oasis*.

La Figura 5 muestra la superficie ocupada por las distintas categorías de espacios verdes de la ciudad de Mendoza y su distribución porcentual.

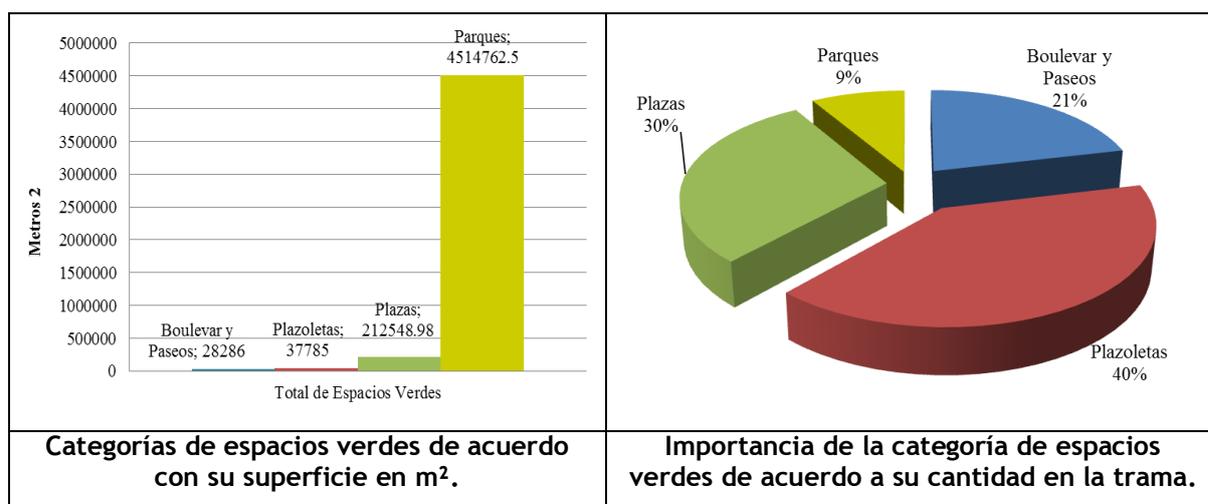


Figura 5. Superficie ocupada por las distintas categorías de espacios verdes de la ciudad de Mendoza y su distribución porcentual. Fuente: Stocco, 2015.

2.2- Condiciones de temperatura y confort de los escenarios existentes durante el verano, como estación más crítica para Mendoza

El concepto de desarrollo sostenible ha estimulado la discusión acerca de la contribución que determinadas formas urbanas podrían hacer en orden a disminuir los consumos de energía y reducir los niveles de contaminación. En particular, el enverdecimiento de la ciudad, o el urbanismo verde, aparece como una estrategia de diseño asociada al concepto de forma urbana sostenible (Jabareen, 2006).

Durante los últimos treinta años se ha incrementado progresivamente la conciencia y el conocimiento sobre los innumerables efectos beneficiosos que tienen los espacios verdes, las arboledas y la biomasa vegetal en general, sobre las condiciones ambientales de los medios

urbanos. El listado de estos beneficios es extenso y bien conocido (Rosenfeld et al., 1998; Santamouris, 2001; Mc Pherson, 1988, Clark et al., 1999; Gilbert, 1991; Kendle y Forbes, 1997; Hough, 1995; Santamouris, 2001; Delshammar y Schildwacht, 2003; Forman, 2002). Por otra parte, el valor de la forestación urbana es igual a los beneficios netos que los miembros de una sociedad pueden obtener de ella (Nowak, 1994).

Estudios previos destacan que en el AMM, la isla de calor urbana en la noche llega a 10 °C en cada estación del año, pero en el verano esta situación genera grandes necesidades de refrigeración que aumentan el consumo de energía en un 20% (Correa et al., 2008). Además, el verano se presenta como una estación crítica dado el aumento de la irradiancia solar que en la ciudad de estudio alcanza valores medios de 22-25 MJ/m², por lo cual la habitabilidad de los cañones urbanos durante las horas del mediodía y la tarde se ve supeditada a la condición de sombra.

Durante la última década se ha correlacionado el consumo de energía con el efecto de isla de calor en ciudades de más de 100.000 habitantes (como es el caso del AMM). Se ha demostrado que el consumo de energía durante las horas pico se eleva entre 1,5 al 2,0% por cada grado de aumento de la temperatura de la ciudad (Akbari et al., 1992). Particularmente en la Argentina, la demanda residencial de energía eléctrica representa más del 40% de la demanda total del distribuidor y el consumo aumenta cada año desde 2002. Al mismo tiempo, la instalación de equipos de aire acondicionado en el país está creciendo de modo sostenido (INDEC, 2005).

Por lo tanto, la descripción de las condiciones de temperatura y confort que presentan los escenarios existentes se enfoca en la estación estival. En primer lugar se exponen los canales viales urbanos (CVU) y, en segundo lugar, los espacios verdes.

Para evaluar el grado de habitabilidad de los espacios abiertos, se ha utilizado el modelo *Comfort Formula* (COMFA) (Brown y Gillespie, 1995). La **Ecuación 1** muestra el balance en el cual se basa el método COMFA para medir el nivel de confort de una persona en un determinado espacio y la escala de graduación del mismo (Scudo, 2002; Gaitani, Mihalakakou y Santamouris, 2007):

$$S = M + R_{abs} - Conv - Evap - TR_{emitida} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

S - balance de energía de una persona en un ambiente abierto

M - energía metabólica producida por el organismo

R_{abs} - radiación solar y terrestre absorbida

Conv - calor sensible perdido o ganado por convección

Evap - pérdida evaporativa de calor

TR_{emitida} - radiación terrestre emitida

COMFA (W/m ²)	Sensación
Menor a -150	La gente preferiría estar mucho más cálida
Entre -150 y -50	La gente preferiría estar más cálida
Entre -50 y 50	La gente preferiría no cambiar de estado
Entre 50 y 150	La gente preferiría estar más fresca
Mayor a 150	La gente preferiría estar mucho más fresca

Tabla 2: La sensación de confort térmico relacionada con los valores del balance de energía.

Este modelo relaciona el balance de energía de una persona en un ambiente abierto con la sensación de confort térmico humano (Tabla 2). Cuando el balance de energía es cercano a cero, puede esperarse que una persona se sienta térmicamente confortable. Si el balance presenta un gran valor positivo, la persona recibe más energía que la que pierde, por lo que podría haber sobrecalentamiento y no se sentiría en confort como consecuencia del calor.

El modelo COMFA es un método objetivo para medir el nivel de confort. Los autores han probado previamente la capacidad predictiva de este índice versus otros índices objetivos de amplia difusión para el caso de la ciudad en estudio (Ruiz y Correa, 2015a). A pesar de que se ha avanzado sobre modelos subjetivos de predicción (Ruiz y Correa, 2015b), en el presente trabajo se ha optado por modelos objetivos ya que permiten discriminar el aporte de cada una de las configuraciones analizadas a los diferentes intercambios de energía que tienen lugar en el cañón urbano.

2.2.1- Canales viales urbanos

Temperatura en la zona de baja densidad edilicia

La mayor parte del área del Municipio corresponde a la baja densidad constructiva (aproximadamente el 80%), mientras que la densidad de población oscila entre 61 y 157 habitantes por cada 10.000 m². Además, desde los años 90, la ciudad creció hacia la periferia, con un crecimiento demográfico del 2,2% en la zona central, mientras que entre 26% y 40% en la periferia (Álvarez, 2000). Los edificios están definidos por volúmenes simples, cubierta plana en la mayoría de los casos, y alineada con la línea municipal. Esto determina fachadas continuas a lo largo del bloque de la ciudad cuya altura varía entre 3 y 9 metros.

Por otro lado, los CVU de 16 y 20 m constituyen el 95% de la trama urbana total. Para el caso de la baja densidad edilicia, aproximadamente el 88% está representado por especies de segunda magnitud siendo las más frecuentes *Morus alba* y *Fraxinus excelsior*.

Tomando todos estos elementos en consideración, se presenta la evaluación de la temperatura del aire de canales viales de 16 y 20 m de ancho en el área de baja densidad edilicia, forestados homogéneamente con “moreras” y “fresnos europeos” y un caso de heterogeneidad de especies (Ruiz, 2014). Se tomaron registros continuos con estaciones fijas durante los meses de verano del año 2009. El análisis estadístico de los datos se realizó para dos periodos: “calentamiento” de 8:00 a 20:00 y “enfriamiento” de 20:00 a 8:00 h. El comportamiento térmico durante el periodo de calentamiento se muestra en la Figura 6.

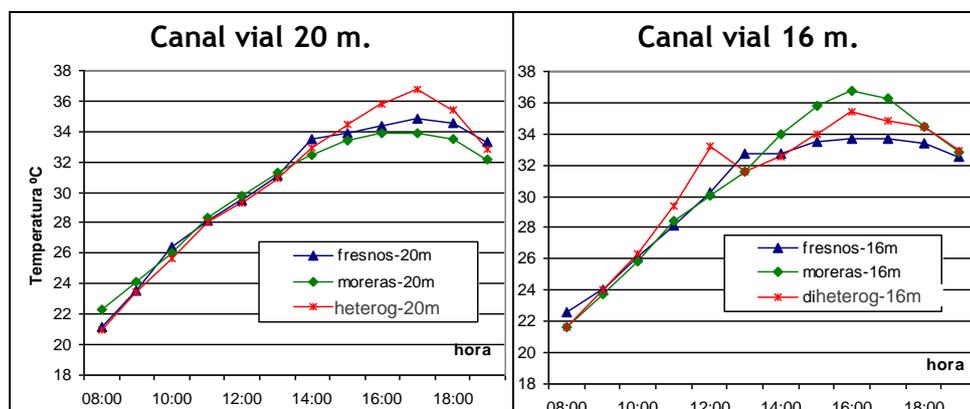


Figura 6. Comportamiento térmico de un mismo ancho de canal vial en baja densidad forestado con especies de segunda magnitud, durante el periodo de calentamiento de un día típico.

Todas las curvas de temperatura del aire presentan un máximo alrededor de las 17:00 h en coincidencia con las características de inercia térmica que presenta la ciudad (Correa, 2006).

Estos resultados muestran que el comportamiento térmico óptimo de un canal vial se obtiene mediante el ajuste de las distintas variables que participan tanto de los balances radiativos como térmicos; mostrando que el beneficio de la sombra proporcionada por los árboles debido a las características de desarrollo de la copa de la *morera* combinado con la mejor circulación de viento que ofrecen los canales de 20 m convierte a esta alternativa en la más eficiente. Sin embargo para el caso de los canales de 16 m parecería ser que una copa de desarrollo individual, del tipo de la que presentan los *fresnos*, ofrece mejores resultados cuando se trata de balancear el impacto de la ganancia radiativa del espacio con las posibilidades de enfriamiento convectivo del mismo.

En la Tabla 3 se observa la distribución de las temperaturas (máximas, mínimas y medias) para cada uno de los casos evaluados, durante el periodo de calentamiento. Las máximas temperaturas se registran en dos configuraciones: canales viales de 16 m de ancho forestados con *moreras* y canales viales de 20 m de ancho forestados heterogéneamente, es decir con diversidad de especies. Respecto de las temperaturas mínimas, la mejor situación se relaciona con las mejores posibilidades de enfriamiento radiativo y convectivo nocturno que ofrece el canal vial de 20 m forestado con *fresnos*. Para el caso de la heterogeneidad de especies, la combinación de los efectos de las distintas tipologías forestales anula tanto los beneficios como los perjuicios que cada una de ellas ofrece.

CALENTAMIENTO	Temperatura (°C)		Homogeneidad de fresnos	Homogeneidad de moreras	Heterogeneidad
	CVU 16 m	Media		30,0	30,6
Desv st			4,2	5,2	4,8
Mín			22,5	21,0	21,0
Máx			34,0	37,0	35,7
CVU 20 m	Media		30,0	29,5	30,2
	Desv st		4,9	4,2	5,3
	Mín		20,0	21,7	20,5
	Máx		35,3	34,0	37,0

Tabla 3. Valor de las máximas, medias, mínimas y desviación estándar para la variable temperatura del aire, durante un día típico en el periodo de calentamiento.

Los resultados del análisis para el periodo de enfriamiento (de 20 a 8 h) se muestran en la Figura 7. Se analiza cómo una determinada especie forestal afecta el grado de enfriamiento de un ancho de canal vial determinado. No existen diferencias importantes durante el enfriamiento de los canales de 16 m cualquiera sea el tipo de forestación evaluada. Mientras que para el caso de los canales de 20 m la forestación con *fresnos* se presenta como la mejor configuración.

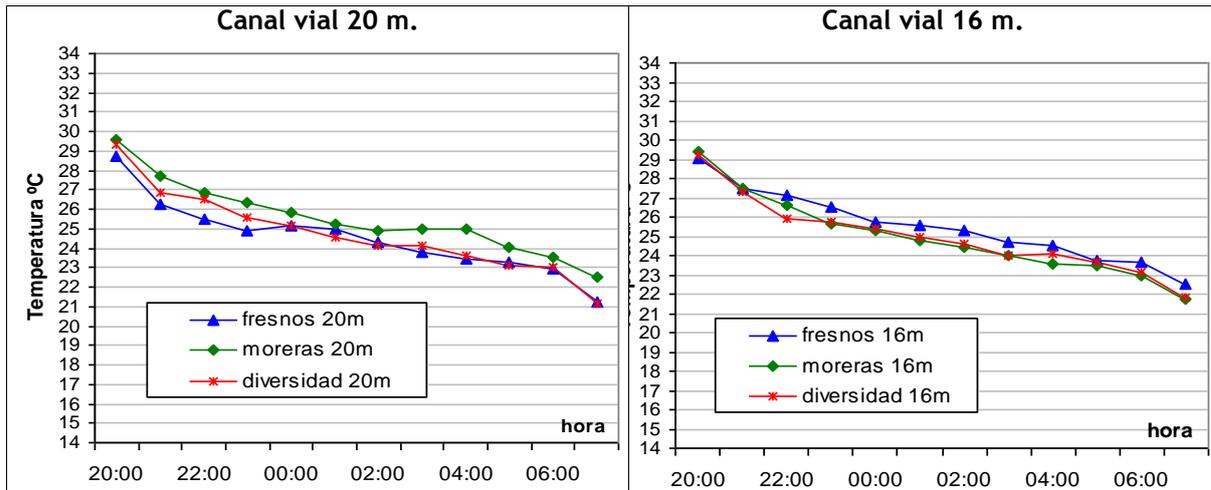


Figura 7. Comportamiento térmico de un mismo ancho de canal vial en baja densidad forestado con distintas configuraciones de especies de segunda magnitud.

El análisis de temperaturas máximas, medias y mínimas registradas en cada caso durante el período de enfriamiento (Tabla 4), muestra que las máximas temperaturas para los canales viales de 16 m de ancho no presentan variaciones respecto de su configuración forestal, al igual que las temperaturas medias y mínimas. En canales viales de 20 m la forestación con *fresnos* ofrece las mejores condiciones de enfriamiento, asociado a las posibilidades de enfriamiento radiativo y convectivo nocturno que ofrece la morfología de esta especie.

ENFRIAMIENTO	Temperatura del aire (°C)		Homogeneidad de fresnos	Homogeneidad de moreras	Heterogeneidad
	CVU 16 m	Media		26,2	25,6
Desv st			2,3	2,5	2,6
Mín			22,0	21,0	21,0
Máx			32,0	32,0	32,4
CVU 20 m	Media		25,0	26,1	25,1
	Desv st		2,5	2,3	2,5
	Mín		20,2	21,7	20,5
	Máx		32,0	31,5	32,0

Tabla 4. Valor de temperaturas máximas, medias, mínimas y desviación estándar durante el periodo de enfriamiento.

Los resultados presentados muestran que el comportamiento térmico óptimo de un canal vial se obtiene mediante el ajuste de las distintas variables que participan tanto de los balances radiativos como térmicos. Es importante destacar que los espacios abiertos de una ciudad, cumplen diversas funciones. El diseño de los mismos debe conciliar buenas posibilidades de ventilación y enfriamiento de la ciudad, factores éstos que condicionan la calidad del aire y el incremento de los consumos energéticos de los edificios, asociados al aumento de las temperaturas urbanas. Pero también es necesario lograr un adecuado grado de confort térmico que permita la habitabilidad de los espacios.

Confort térmico en la baja densidad edilicia

Se presenta el balance de energía del modelo COMFA para cañones urbanos de baja densidad edilicia de 16, 20 y 30 m de ancho, forestados homogéneamente con “fresnos”, “moreras” y “plátanos”. La Figura 8 muestra también la sensación de confort percibida.

Las configuraciones que demuestran mejor desempeño de acuerdo a sus niveles de confort son los cañones urbanos de 16 m forestados con especies de primera y segunda magnitud de desarrollo compacto. Las estructuras que presentan mejor desempeño se encuentran en los extremos de las propuestas morfológicas (la más cerrada y la más abierta).

Para las especies de segunda magnitud y desarrollo abierto, se observa que aunque ofrecen buena condición de sombra, las características de desarrollo de la copa a menor altura que la primera magnitud y su mayor densidad foliar incrementarían la rugosidad del terreno, disminuyendo las posibilidades de refrescamiento convectivo.

Para el caso de los cañones urbanos de 20 m, el impacto de la mayor exposición a la radiación solar sobre el balance de energía se hace más notable con el crecimiento del ancho de cañón, y en este caso las forestaciones con especies de primera y segunda magnitud forestal y desarrollo abierto muestran mejor comportamiento.

Para el caso de los cañones de 30 m en la baja densidad de edificación, el mejor funcionamiento está asociado a la mayor condición de sombra, siendo la configuración forestada con primera magnitud y canopia continua la de mejor desempeño. En contraposición, este ancho de CVU forestado con especies de desarrollo compacto ofrece un desempeño térmico con un alto grado de disconformidad térmica.

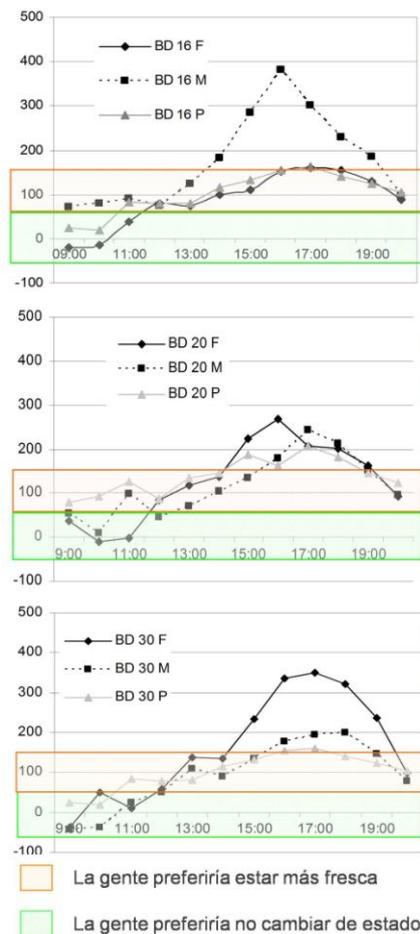


Figura 8. Balance de energía en los cañones urbanos de baja densidad de edificación.

Cuando se analiza el impacto de los distintos flujos de energía en el balance térmico en los casos de baja densidad constructiva -zona residencial-, los resultados corroboran lo dicho precedentemente. Se observa que en todos los casos evaluados, el componente del balance energético que predomina es el de la radiación absorbida por la persona, con porcentajes que rondan los 31-34 %. Luego le sigue un 28-32 % de radiación emitida por la persona. Ambos flujos son dependientes del factor de visión de cielo y de las propiedades ópticas y térmicas de los materiales que componen las envolventes urbanas, pues las mismas determinan la temperatura superficial del entorno que rodea al individuo.

Por lo tanto, el acceso al sol y las propiedades térmicas y ópticas de los materiales que componen el cañón urbano son las variables más susceptibles de ser manipuladas en orden a mejorar el desempeño térmico del espacio.

En cuanto al balance de energía, los parámetros con variaciones más significativas son la radiación absorbida (R_{abs}), y la radiación terrestre emitida ($TR_{emitida}$). En consecuencia, *Fraxinus excelsior* “fresno europeo” es el forestal más desfavorable para los canales viales de 30 m durante el periodo de calentamiento, debido a su máxima posibilidad de acceso a la radiación. *Morus alba* “morera” en canales de 16 m reduce el confort térmico debido a su mayor exposición en relación con *Platanus hispanica* “plátano”.

El factor de visión de cielo parece ser la principal variable para las condiciones de confort en el caso de los canales viales de 30 m. Para los canales de 16 y 20 m, el parámetro *Conv* muestra variaciones entre las diferentes estructuras verdes tenidas en cuenta. En el caso de los CVU de 16 m de ancho forestados con “morera”, las pérdidas convectivas (*Conv*) disminuyen más del 50% en relación con “plátano” y “fresno”.

En los cañones urbanos de 20 m de ancho forestados con esta última especie disminuye más del 30% en relación con las dos primeras. Sin embargo, las pérdidas convectivas representan un bajo porcentaje en el balance global de energía –aproximadamente del 2 al 4%–.

Respecto a la evapotranspiración *Evap*, que consiste en la absorción de calor latente de vaporización de la atmósfera para evaporar el agua, el proceso natural de acondicionamiento del aire disminuiría significativamente la temperatura (Chen, 2009). Mientras tanto, la transferencia de agua a la atmósfera podría elevar la humedad en la vecindad de los árboles.

En otras palabras, se podría suponer que los árboles con una altura de 10 metros y grandes copas, podrían lograr un aumento de la humedad del aire circundante debido a la “evapotranspiración”. Sin embargo, este estudio no encontró diferencias en el contenido de humedad entre los casos estudiados. Sólo se observa que en uno de los CVU de 16 m forestado con *Morus alba* (copa de desarrollo abierto), la pérdida de calor por evaporación disminuye en un 22% con respecto a las otras estructuras evaluadas y forestadas con *Platanus hispanica* y *Fraxinus excelsior*.

Confort térmico en la alta densidad edilicia

A pesar de que la alta densidad edilicia no es predominante en el área metropolitana de Mendoza, es interesante considerarla de manera especial ya que es la que se encuentra en los principales microcentros del UNICIPIO con altos niveles de tránsito y diversos aportes antropogénicos, por lo tanto está altamente comprometida desde el punto de vista térmico.

Asimismo, el arbolado en alineación de estas zonas se encuentra notoriamente envejecido por lo que será necesario el reemplazo del mismo a mediano o corto plazo por nuevos ejemplares. Esta es la razón por la que es necesario un estudio detallado de las condiciones

de confort que proporcionan las distintas configuraciones urbanas para la selección de las especies a usar en la reforestación.

La Figura 9 presenta los resultados del modelo COMFA respecto de CVU forestados con homogeneidad de “fresnos”, “moreras” y “plátanos”, de 16, 20 y 30 m de ancho, en alta densidad de edificación (Ruiz et al., 2015a).

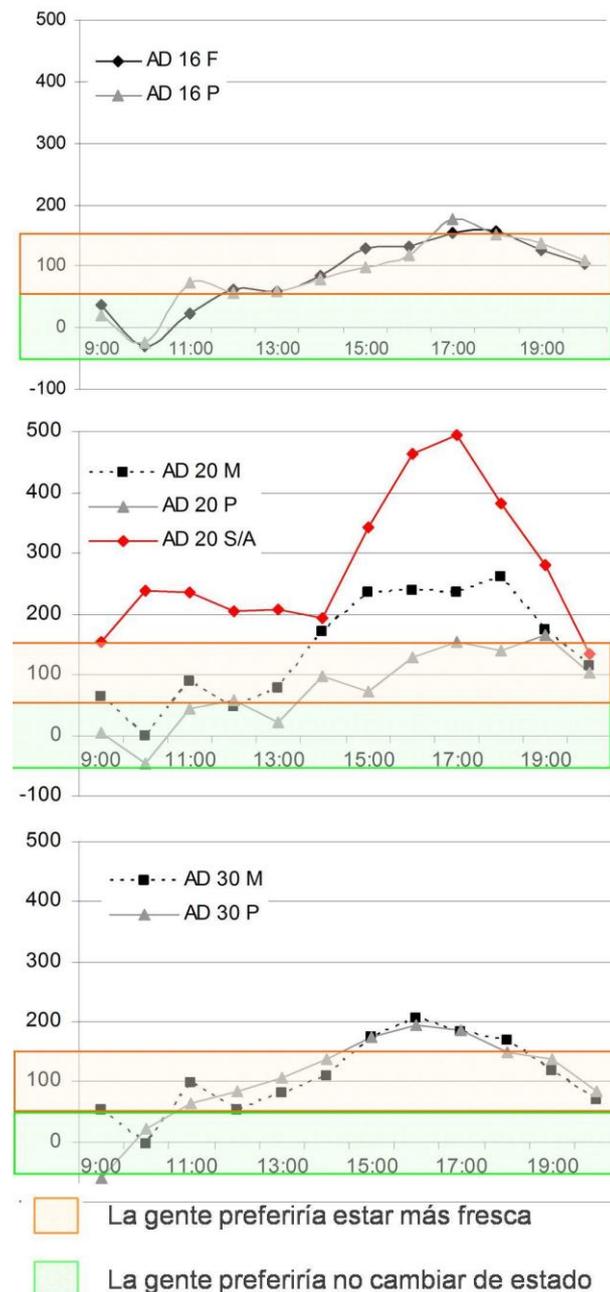


Figura 9. Balance de energía en los cañones urbanos de alta densidad de edificación.

Entre los cañones de 16 m no hay diferencias apreciables en el desempeño térmico. A pesar que ambas morfologías forestales son extremadamente diferentes, al ser el cañón urbano angosto y profundo, la morfología edilicia parece gobernar los balances térmicos por encima de la forestal.

En el caso de los cañones de 20 m en la alta densidad de edificación, el altísimo grado de disconformidad térmica que presenta el cañón sin árboles a lo largo de todo el periodo demuestra claramente cómo la sustentabilidad del modelo urbano de Mendoza –ciudad abierta en una zona árida– desde el punto de vista térmico está basada en la existencia de la trama forestal. En este caso el mejor desempeño térmico está asociado a la primera magnitud (“plátanos”, “tipas”) la copa de estas especies (superior a los 15 m) sombrea no sólo las superficies horizontales sino también las superficies verticales de acumulación que para el caso de la alta densidad de edificación pasan a tener un mayor peso sobre el balance térmico de los espacios.

Finalmente, los cañones de 30 m en esta densidad constructiva no muestran diferencias significativas en su desempeño térmico, ya sea se encuentren forestados con especies de primera o segunda magnitud y desarrollo abierto.

Del análisis del impacto de los distintos flujos de energía sobre el balance térmico en la alta densidad constructiva, se observa que al igual que en la baja densidad, el componente del balance energético que predomina es el de la radiación absorbida por la persona. En general, las proporciones también son similares, a excepción del caso de 20 m de ancho sin forestación en el que la radiación absorbida llega hasta el 39%. Este valor confirma cómo el modelo urbano depende de la trama forestal. También se deben considerar las demás variables que contribuyen a minimizar la radiación absorbida y maximizar la radiación emitida, así como la evapotranspiración y la convección. En este sentido, las superficies con bajo albedo y alta emitancia son una alternativa viable.

2.2.2- Espacios verdes

Comportamiento higrotérmico de parques urbanos y su relación con el Unicipio

En la configuración de los parques urbanos descritos en la Sección 2.1.2 se destacan dos sectores: (a) *sector bosque*, aquél en el que predominan los árboles y, por lo tanto, la sombra; y (b) *sector prado*, aquél en el que predomina el césped y la vegetación arbustiva de baja altura.

Con el fin de evaluar el impacto de los cuatro parques en relación al microclima del área metropolitana, se analizan los datos obtenidos de las estaciones fijas ubicadas en el sector prado de cada parque en referencia al centro de la ciudad -San Martín y Garibaldi- durante el verano 2011 y 2012⁵. La Fig. 10 muestra las curvas de temperatura del aire a lo largo del día (Ruiz et al., 2016).

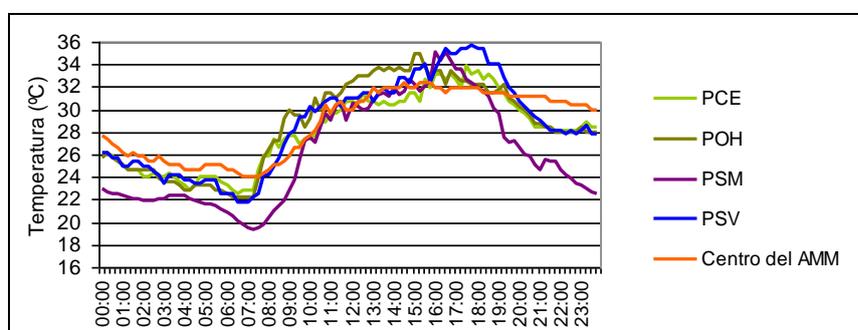


Figura 10. Distribución diaria de temperatura en los prados de los casos evaluados y en el centro de la ciudad, en un día típico de verano. En la leyenda: PCE= Parque Central; POH= Parque O’Higgins; PSM=Parque General San Martín y PSV=Parque San Vicente

⁵Durante el año 2017 se ha realizado el Plan de Renovación Urbana de la Municipalidad de Mendoza. Una de los espacios que se ha renovado es el Parque O’Higgins: <http://planderenovacionurbana.com.ar/parque-ohiggins/>

En el análisis se puede diferenciar el periodo de calentamiento y el periodo de enfriamiento. Durante este último (entre las 19 y las 7 h), todos los parques evaluados son más frescos que el centro de la ciudad, aunque con distinta intensidad. Esto coincide con los resultados de investigaciones anteriores realizadas en la misma área de estudio (Correa, 2006) y confirma a los parques como estrategia de mitigación de la isla de calor que en el área metropolitana de Mendoza, alcanza su máxima expresión durante la noche. Se destaca el Parque San Martín (PSM) ya que durante todo el periodo de enfriamiento su temperatura es menor a la de los otros tres parques evaluados, llegando a ser 5,8 °C menor que la del centro de la ciudad. Esto se explica principalmente por la mayor extensión que posee. Sin embargo, la disminución de la temperatura no es directamente proporcional a la superficie del parque. Por ejemplo, el parque O'Higgins (POH) logra un enfriamiento del orden del 33% de lo que enfría el PSM, siendo que posee sólo el 2,5% de la superficie del mismo.

Durante el periodo de calentamiento (de 7 a 19 h), el comportamiento térmico de los parques varía en cada caso. El PSM presenta en promedio 0,7 °C por debajo de la temperatura del centro de la ciudad, mientras que el único momento en el que la temperatura en el prado del PSM es superior a la del centro de la ciudad es en la hora comprendida entre las 16:15 y las 17:15, coincidiendo con la temperatura máxima en el AMM. Los prados restantes presentan diferencias de temperatura medias que superan la del centro de la ciudad entre 0,3 y 1,5 °C. El hecho de que la temperatura de los prados de los parques de menor dimensión se encuentre levemente por encima de la del centro de la ciudad durante el periodo de calentamiento, responde a las características propias del área metropolitana y su densa forestación, cuya superposición de copas conforma un túnel denso que bloquea la radiación solar intensa típica de climas áridos y, como consecuencia de ello, durante este periodo, la ciudad puede ser levemente más fría que los prados de los parques, que poseen mayor exposición a la radiación solar.

El análisis de los perfiles de la humedad específica de los distintos prados muestra un comportamiento diferencial de los registros de humedad del PSM (Tabla 5). Este parque presenta una humedad específica media de 13 g de vapor de agua por Kg de aire, es decir, una diferencia de más de 5 g/Kg en comparación con los otros tres parques y con el centro de la ciudad. Esto es atribuible a su superficie y características de diseño, tales como un balance entre las áreas boscosas y el césped a cielo abierto, y una gran cantidad de masa foliar disponible para la evapotranspiración. Este proceso cede vapor de agua al ambiente y libera calor latente sin modificar la temperatura.

(g/Kg)	Central PCE	O'Higgins POH	San Martín PSM	San Vicente PSV	Centro del AMM
Mínima	6.2	5.9	11.8	6.1	6.9
Media	7.4	7.8	13.2	8.0	7.9
Máxima	9.3	9.8	15.5	9.9	9.4

Tabla 5. Humedad específica media, máxima y mínima en los prados de cada parque analizado y en el centro de la ciudad, en un día típico de verano.

Comportamiento térmico de parques urbanos respecto de sus alrededores

En general, los perfiles de temperatura de la noche responden a la superficie de cada parque, a excepción del POH que, siendo el más pequeño, se distingue porque su temperatura es menor debido a que este parque no se calienta tanto durante el día dada su configuración predominantemente boscosa y tiene una mayor proporción de verde en la relación espacio sellado/vegetado. En cambio, durante la tarde, los perfiles se ordenan

naturalmente según la proporción bosque/prado del parque, la materialidad predominante y el contexto urbano.

En la noche, puede observarse que la diferencia entre el PCE y sus alrededores está en el orden de los 0,5 °C. Le sigue el PSV, en donde el enfriamiento respecto de los puntos de referencia es de aproximadamente 1 °C. En tercer lugar, el PSM presenta una diferencia de 1,8 °C respecto del punto entre la ciudad y el parque que representa un enfriamiento del 8%, mientras que el punto más alejado está 4% más cálido que el prado del PSM. El POH se muestra como el más eficiente en relación a su entorno (que es el más hostil) ya que con la menor superficie logra que el parque se encuentre 2,7 °C más fresco que sus alrededores, es decir un 12%. Esta disminución pronunciada de temperatura genera focos fríos y campos de viento beneficiosos para el entorno del parque.

Durante la tarde, los alrededores del PCE también son los más benévolos, por lo que la influencia del parque es apenas de 0,8 °C respecto del punto entre la ciudad y el parque, mientras que el punto más alejado se encuentra 0,3 °C más fresco que el parque. En el caso del PSV, el mismo se encuentra sólo 0,6 °C y 2,6 °C más frío que el punto intermedio y que el punto que queda al Sur del parque, respectivamente. El prado del PSM se presenta como un punto caliente respecto de sus alrededores: 1% en relación al punto intermedio y 13% respecto del punto más alejado. Esto se debe fundamentalmente al efecto de sombra asociado a la existencia de una intensa forestación presente en la ciudad que bloquea la radiación solar típica de climas áridos, mientras que los prados de los parques evaluados, tomados como puntos de análisis presentan un mayor factor de exposición. Nuevamente, el POH presenta una reducción importante en la temperatura respecto de sus alrededores del orden de los 2 °C que representan un 6%.

Confort térmico en los distintos sectores de parques urbanos

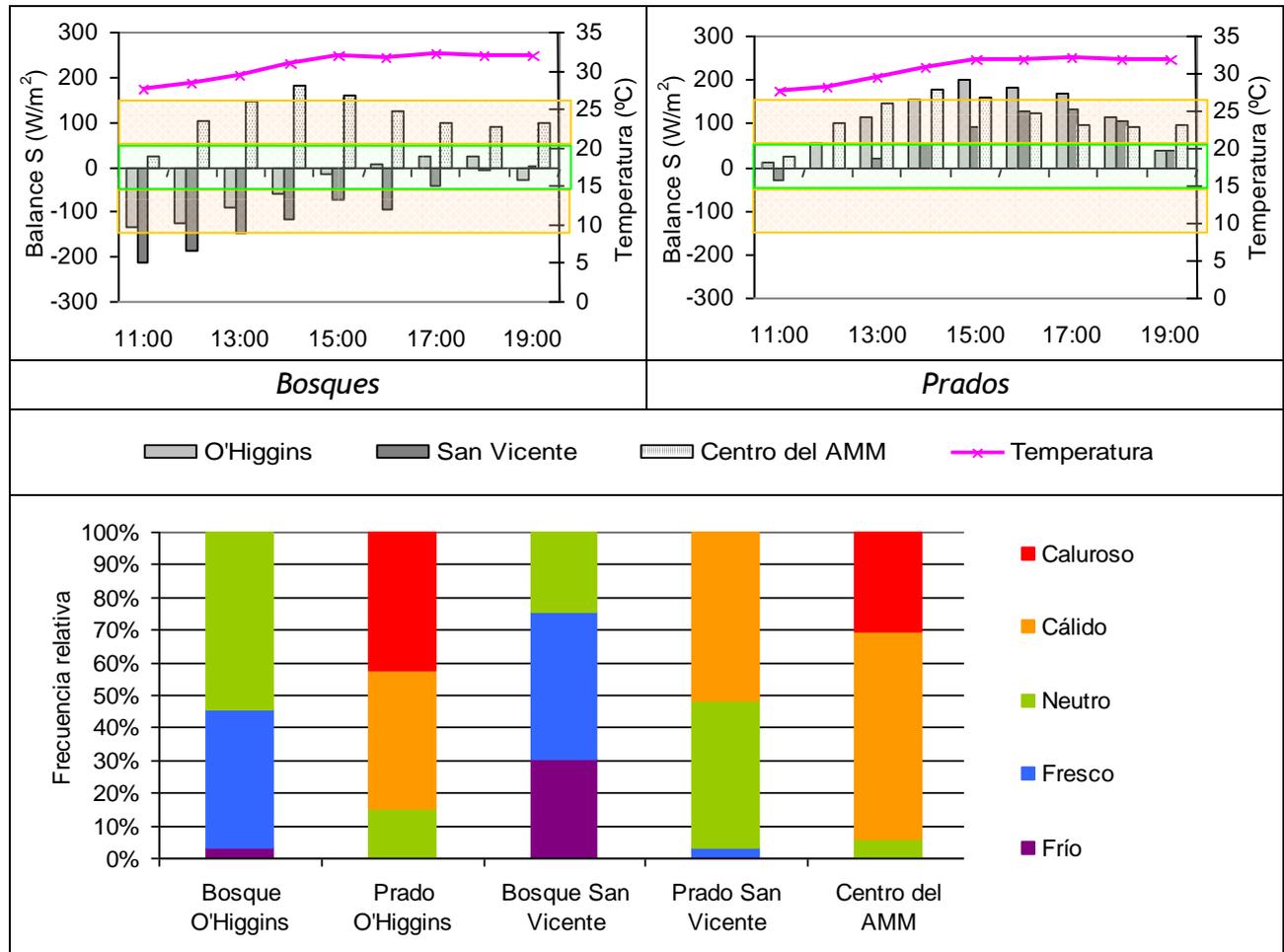
En las Figuras 10 y 11 se muestra la evolución de las condiciones de confort (modelo COMFA) y el análisis de frecuencias para los parques evaluados. También se puede observar la temperatura y el balance S en el centro de la ciudad. En líneas generales, los prados presentan balances S positivos en la mayor parte del período considerado, variando la magnitud según el parque. En cambio, los sectores de bosque presentan valores de S negativos, excepto en el caso del PCE. En las figuras se observa en color verde el rango que delimita las condiciones de confort.

Específicamente, en la Figura 10 se comparan el POH y el PSV, los cuales se distinguen en la configuración de la vegetación (en el POH predomina el bosque y en el PSV predomina el prado), en la extensión (el área del PSV es el doble de la del POH) y en los contextos de mediación en los que están insertos.

Evaluando el comportamiento de los bosques, se constata su efecto en el confort térmico respecto de la ciudad. En efecto se observa que ambos bosques presentan condiciones de disconfort por frío en gran parte del periodo evaluado. Para el caso del bosque del PSV las personas preferirían estar mucho más cálidas hasta el mediodía, (S menor a -150 W/m^2) y sólo un 24% del tiempo la gente se siente en confort. En el bosque del POH se observa la misma tendencia aunque más moderada: la gente se siente en confort térmico durante el 55% del periodo evaluado, lo que indica que este sector presenta condiciones de confort durante más del doble de tiempo.

En el análisis de los prados se puede observar que el POH se encuentra en confort en las horas de la mañana y de la tarde durante un 15% del periodo evaluado, comparado con el centro de la ciudad que sólo se encuentra en confort durante 6% del periodo. Desde las 15:00 hasta las 18:00, las personas en el prado del POH sienten mayor intensidad de

disconfort por calor que en el centro del AMM. En cambio, el prado del PSV presenta condiciones de confort durante 45% del tiempo (3 veces más tiempo que el POH).



Estos resultados muestran que el PSV influye más en las condiciones de confort cuando se analizan ambas estructuras -prado y bosque-. Esto puede explicarse debido a que este parque tiene el doble de superficie que el POH y, a diferencia de éste, se encuentra ubicado al Sur del Área Metropolitana de Mendoza, en una zona con menor intensidad de tránsito y mayor ocurrencia de vientos.

Los parques Central y San Martín se cotejan en la Figura 11 Estos parques se diferencian fundamentalmente en su superficie, y en el diseño del paisaje ya sea en su relación área vegetada/área sellada, así como también en la relación área forestada/área con césped.

El bosque del PSM muestra mayor efecto en el confort térmico que el bosque del PCE ya que el primero presenta 55% del periodo evaluado en condiciones de confort. Mientras que en el del PCE la frecuencia relativa de tiempo en el que las personas se encuentran en confort es de 40% y durante 30% del tiempo la gente preferiría estar más fresca, situación que no se da en ningún otro bosque.

En el caso de los prados, podemos ver que los niveles de confort en el PSM se asemejan en gran medida al centro de la ciudad, ambos con un 6% del tiempo en condiciones de confort. La diferencia está en que la gente preferiría estar mucho más fresca durante el 30% del tiempo en el prado del PSM contra un 39% en el centro de la ciudad. En cambio, el prado del

PCE muestra otro tipo de comportamiento: hasta el mediodía se presenta de manera más confortable que el PSM con 21% del tiempo en condiciones de confort, y luego el balance de energía supera ampliamente los 150 W/m^2 , es decir que las personas preferirían estar mucho más frescas durante el 48% del tiempo analizado.

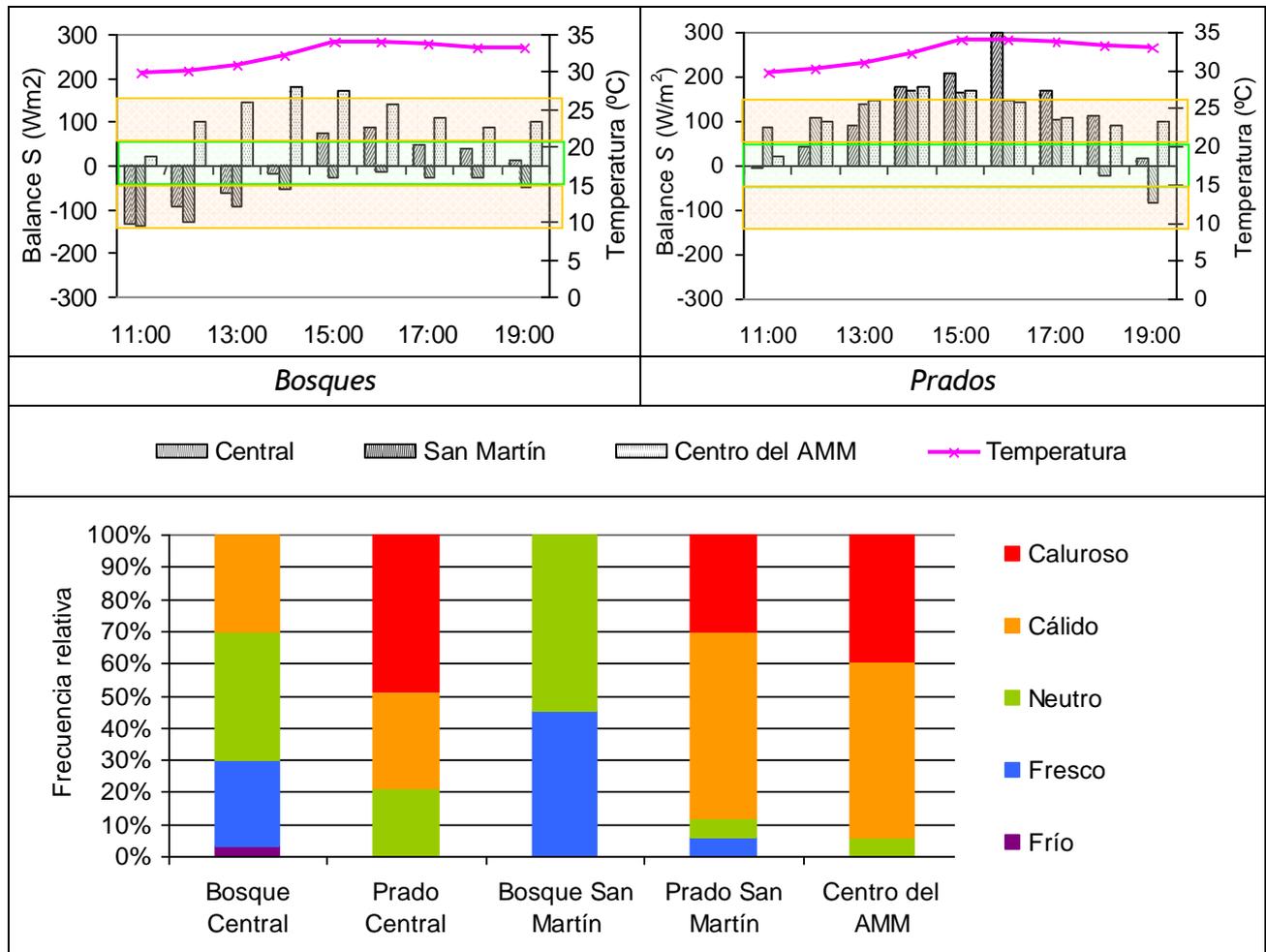


Figura 12. Resultados del COMFA en los parques Central y San Martín, tanto en el bosque como en el prado. Frecuencia relativa del grado de confort alcanzado a lo largo del periodo evaluado.

Este fenómeno puede explicarse teniendo en cuenta que el PSM ocupa un terreno 25 veces mayor que el PCE, el cual es un parque relativamente nuevo en el que la proporción de bosque es mucho menor que la de prado y los ejemplares arbóreos aún no alcanzan su máxima expresión vegetativa por lo que tampoco ofrecen todos los beneficios de las arboledas adultas del PSM. Además, las características ópticas de los materiales duros predominantes en el PCE pueden contribuir a una mayor sensación de incomodidad debido al alto nivel de radiación solar en la ciudad y su contexto árido.

2.3- Consumos energéticos asociados a los CVU de baja densidad edilicia

En base a los resultados del análisis del comportamiento de las temperaturas urbanas en relación con su entorno edificio-vegetado (Correa et al., 2008a), se evaluó el impacto de distintas morfologías del entorno, sobre los consumos energéticos de viviendas ubicadas en canales viales urbanos insertos en la baja densidad edilicia. Se decide trabajar sobre la baja densidad debido a que los resultados que derivan de investigaciones previas (Correa et al., 2008b; Correa et al., 2010) muestran que es en esta escala en donde se aprecia, con mayor

contundencia, la influencia de la forestación sobre la condición microclimática del entorno. En adición, como el objetivo es analizar los consumos energéticos residenciales, la baja densidad edilicia de la ciudad se presenta como una opción adecuada debido a que el uso del suelo en la mayoría de los canales viales urbanos se corresponde con el uso residencial, a diferencia de lo que sucede en la alta densidad edilicia, donde aparece en gran medida el uso comercial. En la Figura 13 se presentan fotografías de las tipologías de vivienda más frecuentes de la baja densidad edilicia.



Figura 13. La baja densidad edilicia de Mendoza y sus viviendas típicas.

Dentro de la baja densidad edilicia se evaluaron cañones urbanos forestados con una arboleda homogénea en especies. De modo específico se consideraron los casos resultantes de la combinación de tres anchos de canal vial (16, 20 y 30 m) y tres estructuras vegetales correspondientes a la primera y a la segunda magnitud forestal, representadas por *plátano*, *morera* y *fresno* (Ruiz y Correa, 2018, en prensa).

Se ha realizado la evaluación de los consumos energéticos residenciales de un prototipo de vivienda unifamiliar ubicada en los 9 CVU seleccionados. Dichos consumos se realizó en primera instancia mediante simulaciones con el programa *SIMEDIF para Windows*, desarrollado en el INENCO (Instituto de Investigación en Energía No Convencional-UNSA). Este programa es una herramienta de diseño y simulación del comportamiento térmico transitorio de edificios con acondicionamiento natural, ganancias internas variables, enfriadores evaporativos e intercambiadores de calor aire-tierra (Flores Larsen y Lesino, 2000). Las simulaciones de la temperatura interior se enfocaron en el local que presenta mayor vulnerabilidad respecto de las condiciones externas y que representa el de mayor uso familiar. Para cuantificar el consumo de energía auxiliar de calefacción y refrigeración, se procede a termostatar la vivienda a temperaturas interiores de 20 °C en invierno y 25 °C en verano (Givoni, 1998).

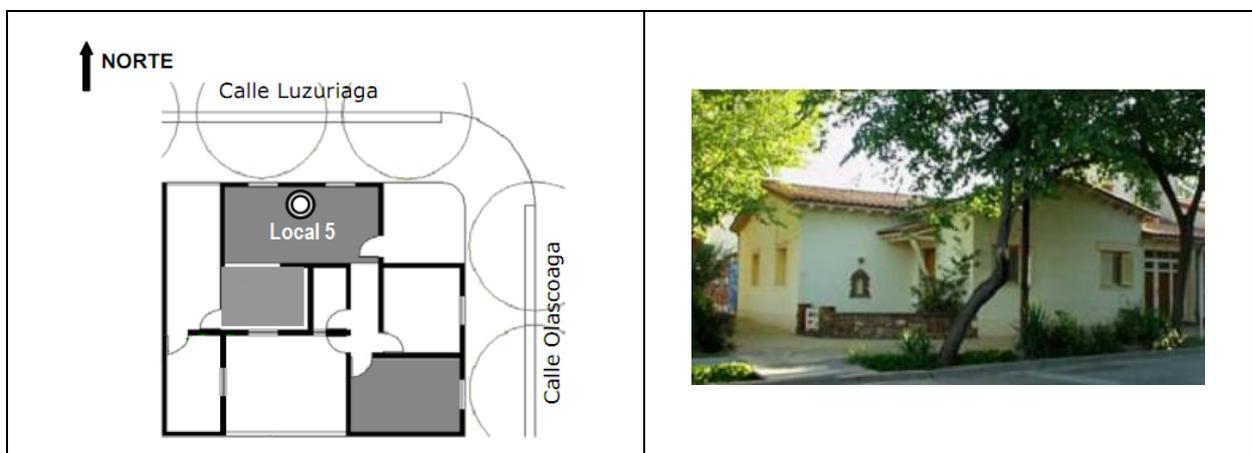


Figura 14. Planta y vista de la vivienda desde el Norte. Adaptada de: Ganem (2006).

El consumo de calefacción en invierno está en el orden de los 445-510 MJ/día para la vivienda completa, mientras que la carga diaria de refrigeración en el verano varía entre los 280 y los 400 MJ/día. Esto significa que el invierno es alrededor del 37% más crítico que la estación estival en el Área Metropolitana de Mendoza, lo cual se condice con resultados obtenidos en trabajos previos (Mercado et al., 2010; Barea et al., 2009). Sin embargo, la vegetación tiene una mayor influencia durante el verano. Este fenómeno es entendible desde el punto de vista de que los forestales evaluados, así como la mayoría de los utilizados para el arbolado en alineación, son especies caducifolias, por lo que pierden las hojas en la estación invernal.

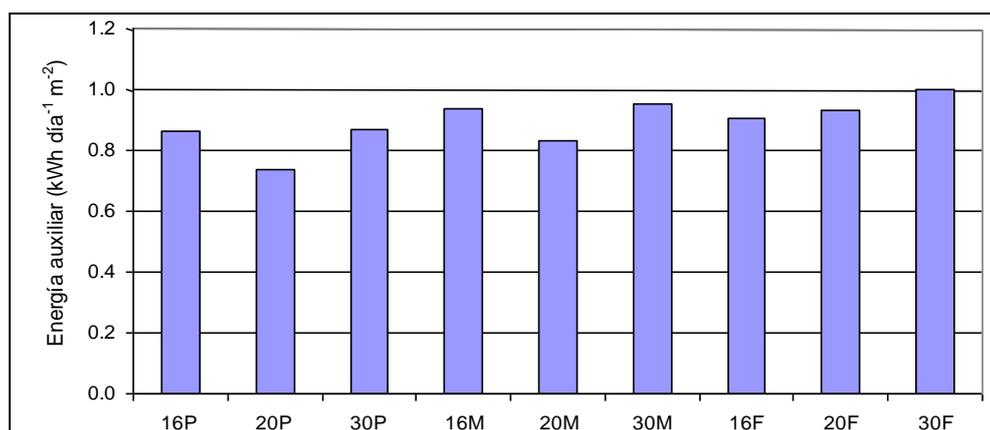


Figura 15. Consumo de energía diario por metro cuadrado para la vivienda estudiada en cada uno de los CVU seleccionados, en verano.

La Figura 15 muestra el consumo energético diario para el verano en los casos de estudio analizados y permite la comparación con otras viviendas ya que se consigan los valores de energía auxiliar por m² de superficie. La energía necesaria para mantener la temperatura interior en 25 °C durante el verano es mínima en la casa localizada en el canal vial de 20 m de ancho forestado con *plátanos* y máxima en la que se ha simulado en el CVU de 30 m de ancho forestado con *fresnos* (43% más). Dicho de otra manera, la vivienda ubicada en el CVU de 20 m de ancho forestado con *plátanos* consume sólo el 73 % de los kWh/m² diarios que consume la residencia localizada en el canal de 30 m forestado con *fresnos*.

Cabe destacar que la forestación con *moreras* resulta en un caso intermedio entre los *plátanos* y los *fresnos* ya que se trata de una especie de segunda magnitud al igual que el *fresno*, pero presenta una mayor superposición de copas a la distancia que habitualmente en plantada en la ciudad, asemejándose al comportamiento del *plátano*.

Por otro lado, es necesario destacar que las diferencias entre los distintos casos evaluados, probablemente se vean solapadas por intervenciones edilicias (acumulación de calor, aislación térmica, ganancia solar, etc.), las cuales tienden a generar mayores beneficios con un costo también más alto (Filippin & Flores Larsen, 2005 y 2006). Sin embargo, cuando las posibilidades de acondicionamiento interior se ven reducidas y se desean minimizar los consumos energéticos mediante el acondicionamiento del espacio urbano y el uso de los árboles, es claro que los mismos deben ser establecidos, según lo evaluado, en la estación estival ya que es en la que se observan mayores influencias de la forestación urbana en los consumos energéticos residenciales.

Por lo tanto, en estos casos y en el contexto de la baja densidad edilicia, se recomiendan las configuraciones urbanas que confluyan en una baja radiación solar y una suficiente incidencia del viento, características de los canales viales de 20 m de ancho forestados con *plátanos* o *moreras*.

Otro aspecto interesante a considerar, es que si bien en términos de esquemas urbano-forestales, las soluciones o los esquemas que ofrecen ventajas en la condición de verano resultan los más desfavorables en la condición de invierno, se debe tener en cuenta que durante el verano la vegetación interviene no sólo sobre la temperatura interior y el consumo de energía de las viviendas, sino en la habitabilidad o grado de confort de los espacios abiertos. Éstos últimos a diferencia de los espacios interiores no se pueden acondicionar mediante energía auxiliar o aislación térmica de manera sencilla, es decir, aplicando estrategias de conservación.

CONCLUSIONES

Para decidir las mejores o más eficientes estrategias a implementar es importante destacar que los espacios abiertos de una ciudad, cumplen diversas funciones relacionadas con la calidad de vida de sus habitantes. El confort térmico está asociado al grado de habitabilidad de los espacios. Una premisa a considerar es la necesidad de que el diseño de los espacios abiertos concilie buenas posibilidades de ventilación y enfriamiento de la ciudad, dado que son factores que condicionan la calidad del aire y el incremento de los consumos energéticos asociados al aumento de las temperaturas urbanas.

Dada las características climáticas y topográficas del Mendoza, es necesario conciliar las condiciones de confort, con la posibilidad del enfriamiento nocturno. Durante el día el control de la radiación solar es la clave para lograr las condiciones de confort. Durante la noche, la visión de cielo es necesaria para el enfriamiento radiativo. Además, la estructura forestal en combinación con la morfología urbana aumenta la rugosidad del terreno y reduce el enfriamiento por convección. Por lo tanto, es necesario fomentar las combinaciones de estructura forestal y morfologías urbanas que beneficien a ambos procesos.

En primer lugar, es necesario destacar la dependencia del modelo de ciudad respecto de la trama forestal, mostrando el alto grado de desconfort en las calles sin forestación. Los resultados revelan claramente la insostenibilidad termo-energética de este modelo de ciudad sin la presencia de árboles en su trama. Y se pone de manifiesto la necesidad de una planificación y manejo racional del recurso forestal de la ciudad como estrategia ineludible para su sustentabilidad energética. Se desprende que como base para la optimización del funcionamiento térmico de los espacios urbanos, es imprescindible garantizar la permanencia en el tiempo de la forestación.

En segundo lugar, durante el invierno con la mayoría de las especies sin follaje, los procesos de transferencia de calor están gobernados principalmente por las características morfológicas de la trama urbana (densidad constructiva, ancho del canal vial, perfil urbano y configuración edilicia). Se puede decir que a mayor ancho del CVU (o a menor relación H/W), mayor frecuencia del periodo de calentamiento en confort térmico. No obstante, la forestación con *plátanos*, que mantiene las hojas secas en la copa durante el invierno, disminuye el grado de confort en el canal vial durante esta estación.

Las configuraciones que ofrecen ventajas en la condición de verano resultan las más desfavorables en la condición de invierno. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que durante el verano la vegetación interviene sobre la temperatura interior y el consumo de energía de las viviendas, así como también en la habitabilidad o grado de confort de los espacios abiertos, los cuales no pueden ser acondicionados fácilmente mediante el consumo de energía auxiliar ni el aislamiento térmico. En otras palabras, la vegetación en los canales viales urbanos tiene una incidencia significativa durante el verano y es por tanto, en esta estación del año en la que se debe pensar a la hora de tomar decisiones de diseño de los espacios abiertos.

En tercer lugar, se debe insistir en el criterio de homogeneidad de especies forestales en cada CVU. Esto se debe a que los casos de heterogeneidad de especies no se han destacado por su buen comportamiento térmico. Además, la selección y plantación de especies forestales en alineación de calles con criterios de homogeneidad de especies por cuadra y diversidad por zonas proporciona beneficios en términos de funcionalidad, manejo forestal, biodiversidad y estética urbana (Dwyer et al., 2002; Konijnendijk, 2005; Martinez, 2011). Las razones funcionales se basan en el manejo eficiente y sustentable del bosque urbano, de modo de lograr un crecimiento adecuado sin competencia individual entre los ejemplares por recursos esenciales al crecimiento y por el espacio físico para un apropiado desarrollo vegetativo tanto de la copa como del sistema radical. Este criterio también contribuye al control biológico de plagas potenciales, al manejo de poda y al suministro de riego, dado que cada especie tiene requerimientos y tratamientos específicos que son necesarios unificar a la hora de implementar las distintas tareas culturales. Por otro lado la heterogeneidad de especies por cuadras no contribuye al ordenamiento estético y visual del paisaje urbano.

A continuación, se presentan las recomendaciones en cuanto a forestación de canales viales urbanos, tanto para las nuevas plantaciones como para casos de reforestación o recambio forestal. En términos generales, se busca potenciar el crecimiento forestal o el establecimiento de nuevas plantaciones y mitigar el efecto de la isla de calor urbana. Las estrategias que contribuyen a la reducción de la ganancia solar directa durante el día, generan el efecto de captura de calor durante la noche. A partir de estas consideraciones, es importante la zonificación de la ciudad.

Crecimiento urbano

Es conveniente que en las zonas residenciales (baja densidad edilicia) se promueva una menor temperatura nocturna del aire para obtener un menor consumo de energía. Los niveles de confort térmico en espacios abiertos se pueden mejorar con más espacios verdes cerca de estas áreas (por ejemplo, plazas y parques para actividades recreativas). En este sentido, se definen las áreas de baja densidad como aquellas zonas con edificaciones que no tienen más de 2 plantas (6 m de altura), insertadas en cualquier ancho de la calle (16, 20 o 30 m).

En cuanto a la forestación de estos CVU, puede decirse que la morfología asociada a la estructura del árbol usado en la forestación es de mayor importancia para los casos evaluados en la baja densidad, donde se aprecia que las distintas configuraciones presentan diferencias significativas en su comportamiento. Por lo tanto, una vez de acuerdo en que se va a forestar cada CVU con una y sólo una especie arbórea, se recomiendan las siguientes combinaciones:

- 1) las especies de primera magnitud, como *Platanus hispanica* para canales viales de 30 m;**
- 2) las especies de segunda magnitud y crecimiento abierto, como *Morus alba* para CVU de 20 m y**
- 3) las especies de segunda magnitud y crecimiento individual, *Fraxinus excelsior* y *Fraxinus americana* para cañones urbanos de 16 m.**

Para casos de alta densidad, las morfologías edilicias de 30 m de altura (10 pisos) tienen un mejor desempeño durante el día debido al importante papel que juegan los edificios altos para el sombreado, lo que ayuda a reducir el calor urbano (Middel et al., 2014). Esto va en sintonía con el Gobierno Nacional y la Nueva Agenda Urbana de Hábitat III (de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible). Sin embargo, es importante recordar que altas concentraciones de edificios y superficies impermeables

umentan el calentamiento radiativo intensificando los efectos de la isla de calor por la noche. Un caso intermedio es el de 15 m de altura (5 pisos) que muestra un mejor comportamiento nocturno pero alcanza temperaturas más altas durante el día. Por lo tanto, se recomienda el uso de morfologías de 30 m de altura (edificios altos) en áreas concentradas para actividades diurnas. Sin embargo, si el objetivo es generar un uso mixto (residencial y comercial), se recomienda no más de 15 m de altura para lograr un mayor enfriamiento nocturno.

Para el caso de la alta densidad constructiva, sólo los canales de 20 m se muestran susceptibles a la influencia de la morfología forestal, y éste no es un dato mínimo si se considera que el 75 % de los canales viales que conforman los espacios de la ciudad corresponden a este ancho. En este caso la estructura recomendada en términos de maximizar el confort, es la que corresponde a forestar los canales viales de 20 m de ancho en la alta densidad con ejemplares de primera magnitud forestal, como por ejemplo los *plátanos*.

Renovación urbana

Si la sostenibilidad global requiere el mantenimiento de las áreas urbanas, el desarrollo de las ciudades implica necesariamente la rehabilitación de las tierras urbanas consolidadas (Higueras, 2009).

Las propiedades ópticas de los materiales (como el albedo) son variables que generan un gran impacto sobre las condiciones térmicas. La modificación de estas propiedades es una estrategia apropiada porque la reconstrucción de la ciudad no suele ser una alternativa factible. Según Luxan et al. (2009), la rehabilitación de edificios ahorra un 60% de energía en comparación con su destrucción y reconstrucción, así como evitar los numerosos impactos ambientales.

Durante el día, el albedo horizontal se vuelve relevante (vereda y calzada). La temperatura del aire disminuye 2,2°C cuando el valor del albedo aumenta de 0,22 a 0,54. Para obtener este cambio en el valor del albedo, es necesario reemplazar el asfalto y pavimentos oscuros con pavimentos claros y de hormigón.

Por otro lado, por la noche, la mejora más significativa se lograría modificando las fachadas de los edificios con materiales de bajo albedo. Por ejemplo, cuando el albedo vertical se modifica de 0,96 a 0,30, la temperatura del aire disminuye 1,4°C para baja densidad y 1°C para alta densidad. Esto se puede conseguir sustituyendo las pinturas brillantes blancas por las fachadas oscuras y texturadas (Alchapar et al, 2015).

Finalmente, la descripción, caracterización y cuantificación de distintos y posibles escenarios presentes en los municipios ha tenido por finalidad conocer en esencia y profundidad su comportamiento en relación a la significativa presencia de la forestación urbana. Conocer las condiciones microclimáticas, agroecológicas y ambientales actuales permitirá asegurar el éxito del establecimiento y crecimiento de las nuevas forestaciones a incorporar.

Si bien los escenarios evaluados y sobre los cuales se realizan las recomendaciones precedentes se encuentran en la Ciudad Capital de Mendoza y en Godoy Cruz, para cada uno de los restantes Departamentos integrantes del Municipio, debieran regir los mismos criterios de análisis y las recomendaciones en cuanto a la elección de la forestación para cada CVU en combinaciones eficientes.

No es posible dar recetas generalistas, sino en base a la realidad particular y a criterios rectores, tomar la mejor decisión acertada, previo análisis de las distintas variables que inciden en una convivencia armónica entre ARBOLES-ESPACIO URBANO.

De este modo se pretende potenciar apropiadas condiciones de crecimiento de los árboles, favorecer las prestaciones ambientales y los servicios ecosistémicos del arbolado en armonía con el ambiente construido, con la meta de asegurar su sustentabilidad y preservación a largo plazo.

REFERENCIAS

- AKBARI, H., DAVIS, S., DORSANO, S. HUANG, J. & WINERT, S. (1992). "Cooling our Communities". US Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division.
- ÁLVAREZ, A. (2000). La redefinición territorial del Área Metropolitana de Mendoza en el contexto de los actuales procesos de transformación. *Revista GeoNotas* 4(4). Departamento de Geografía - Universidade Estadual de Maringá.
- BAREA, G.; GANEM, C.; ESTEVES, A. (2009). Análisis térmico invernal de una vivienda unifamiliar no-tradicional en la Ciudad de Mendoza. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*; vol. 13 p. 195 - 202.
- BOCHACA, F. (2005). El verde en la estructura urbana de Mendoza. *ARQ* (Santiago) [online]. 2005, n.60, pp. 68-71. ISSN 0717-6996. doi: 10.4067/S0717-69962005006000013.
- BROWN, R. & GILLESPIE, T. (1995). *Microclimatic landscape Design: Creating thermal comfort and energy efficiency*. John Wiley and Sons, New York.
- CANTÓN, M. A.; DE ROSA, C.; KASPERIDUS, H. (2003). Sustentabilidad del Bosque Urbano en el Área Metropolitana de la Ciudad de Mendoza: análisis y diagnóstico de la condición de las arboledas. *Revista AVERMA*: 7(1): 29-34.
- CARRIERI, S. (2004). Diagnóstico y propuesta sobre la problemática del Arbolado de calles en Mendoza. *Cátedra de Espacios Verdes*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Cap.11, 1-6.
- CHEN, J. (2009). Ecosystem services and valuation of urban forest in China. *Cities* 26:187-94.
- CONTE, S. (27 de junio de 2017). Proponen una ciudad más "compacta" para no avanzar sobre zonas cultivadas. *Diario Los Andes*. Recuperado de <http://losandes.com.ar/article/proponen-una-ciudad-mas-compacta-para-no-avanzar-sobre-zonas-cultivadas>
- CORREA E.; MARTINEZ C. F.; CANTÓN M. A. (2008). Influencia del uso de distintas magnitudes forestales sobre el comportamiento térmico de los cañones urbanos. El caso de la primera magnitud en ciudades de zonas áridas. *Revista AVERMA*. Cap. 1. Vol 12: 155-162.
- CORREA, E.N. (2006). Tesis Doctoral. Isla de Calor Urbana. El Caso del Área Metropolitana de Mendoza. Facultad de Ciencias Exactas.
- Universidad Nacional de Salta. CORREA, E.N.; RUIZ, M.A.; CANTÓN, M.A. (2010). Morfología forestal y confort térmico en "ciudades oasis" de zonas áridas. *Ambiente Construido* 10(4): 119-137, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- CORREA, E.N.; RUIZ, M.A.; CANTÓN, M.A.; LESINO, G. (2012). Thermal comfort in forested urban canyons of low building density. An assessment for the city of Mendoza, Argentina. *Building and Environment* 58: 219-230. DOI 10.1016/j.buildenv.2012.06.007.
- DING, X. (2007). Ecological effects of the main plant species in urban forest. *J Cent South Univ For Technol* 27(4):142-6.
- DOADU, 2010. Dirección de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano. Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza.
- DWYER, J.F.; NOWAK, D.J.; G.W. WATSON. (2002). Future directions for urban forestry research in the United States. *Journal of Arboriculture*. 28(6): 221-225.
- FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. (1994). Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza.
- FILIPPIN, C. & FLORES LARSEN, S. (2005). Comportamiento térmico de invierno de una vivienda convencional en condiciones reales de uso. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 9 (5): 67-72.
- FILIPPÍN, C. Y FLORES LARSEN, S. (2006). Comportamiento energético de verano de una vivienda convencional en la región central de Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol.10, 05. 09 - 05.14.
- FLORES LARSEN, S., LESINO, G. (2000). SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 4(8): 53-58. <http://asades.org.ar/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t008-a010.pdf>

- FORMAN, R. (1997). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GAITANI N.; MIHALAKAKOU G.; SANTAMOURIS M. (2007). On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and Environment* 42: 317-324.
- GANEM, C. (2006). *Rehabilitación Ambiental de Viviendas. El caso de Mendoza*. BRGF 1400642779 y 1400580212 cd-rom. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- GILBERT, O.L. 1991. *The ecology of urban habitats*. London: Chapman & Hall.
- GIVONI, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 241.
- HIGUERAS, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*, 1º ed. DAPP, Madrid.
- HOUGH, M. (1995). *City form and natural processes*. London: Routledge.
- INDEC (2001). <http://www.indec.gov.ar/censo2001s2/indcap.asp?Canti=26&Dprov=>
- JABAREEN, Y.R. (2006). Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts, *Journal of Planning Education and Research*. <http://jpe.sagepub.com/cgi/content/abstract/26/1/38>
- KENDLE, T. & S. FORBES. (1997). *Urban nature conservation*. London: Spon Press.
- KONIJNENDIJK, C. C. (2005). Árboles y ciudades - Creciendo juntos. *Revista Agricultura Urbana*, N° 13: 1-7.
- MC PHERSON, E. (1988). *Functions of Buffer Plantings in Urban Environments*. Agriculture, Ecosystems and Environments, Chicago: 17p.
- MARTINEZ, C. F. (2011). *Incidencia del déficit hídrico en forestales de ciudades oasis: caso del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina*. Tesis Doctoral. PROBIOL, Programa de Posgrado en Biología. Universidad Nacional de Cuyo.
- MERCADO, M.V., ESTEVES, A., FILIPPÍN, C. (2010). Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza. Argentina. *Revista Ambiente Construido* 10. pp.87-101.
- MIDDEL, A., HÄB, K., BRAZEL, A., MARTIN, C., GUHATHAKURTA, S. (2014). Impact of urban form and design on mid-afternoon microclimate in Phoenix Local Climate Zones. *Landscape and Urban Planning Journal* 122: 16-28.
- MONTAÑA, E. (2004). *Patrimonio cultural y desarrollo urbano sustentable. El sistema calle-acequia-árbol-vereda en la ciudad-oasis de Mendoza, Argentina*.
- NOWAK, D. J. (1994). *Air Pollution Removal by Chicago's Urban Forest*. In: McPherson, Nowak, Rowntree eds. *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban forest Climate Project*. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: USDA Forest Service, NEFES.
- OKE, T.R. (1989). The micrometeorology of urban forest. *Philosophical transactions of the Royal Society of London; Series B. Biol Sci* 324: 335-48.
- PONTE, R. (2006). *Historia del regadío. Las acequias de Mendoza, Argentina*. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona. Vol. X, núm. 218 (07).
- ROSENFELD, A., AKBARI, H., ROMM, J., POMERANTZ, M., (1998). Cool communities: strategies For Heat Island Mitigation And Smog Reduction. *Energy And Buildings* 28, 51-62.
- RUIZ, M. A.; CORREA, E.; CANTÓN, M. A. (2016). *DISEÑO EFICIENTE DE PARQUES EN CIUDADES DE ZONAS ÁRIDAS. CONFORT TÉRMICO Y CLIMA URBANO*. 1º Encuentro Nacional sobre Ciudad Arquitectura y Construcción Sustentable - ENCACS 2016. 23 al 27 de Mayo de 2016. La Plata, Buenos Aires. ISBN en trámite.
- RUIZ, M.A.; CORREA, E.N. (2015a). Adaptive model for outdoor thermal comfort assessment in an oasis city of arid climate. *Building and Environment* 85: 40-51. DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.11.018.
- RUIZ, M.A.; CORREA, E.N. (2015b). Suitability of different comfort indices for the prediction of thermal conditions in forested open spaces in arid zone cities. *Theoretical and Applied Climatology* 122: 69-83. DOI: 10.1007/s00704-014-1279-8.
- RUIZ, M.A.; CORREA, E.N. (2018). Esquemas urbano-forestales en una "ciudad oasis" de zona árida: Mendoza (Argentina). Influencia sobre el consumo energético residencial. *Revista Informes de la construcción*. Se publicará en Enero 2018. En prensa.
- RUIZ, M.A.; CORREA, E.N.; CANTÓN, M.A. (2015a). Incidencia de la selección de la especie forestal en el confort térmico de cañones urbanos de zonas áridas: el caso de Mendoza, Argentina. *REVISTA URBANO* N° 32 / NOV 2015, 60-69.
- RUIZ, M.A.; SOSA, M.B.; CORREA, E.N.; CANTÓN, M.A. (2015b). Suitable configurations of forested urban canyons to mitigate the UHI in Mendoza city, Argentina. *Urban Climate* 14: 197-212. DOI: 10.1016/j.uclim.2015.05.005

- RUIZ, M.A.; SOSA, M.B.; CORREA, E.N.; CANTÓN, M.A. (2017). Bioclimatic landscaping. Pre-design tools to predict the thermal comfort and behavior of urban canyons in an arid city. *Landscape and Urban Planning* 167: 249-256. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.07.002.
- SANTAMOURIS, M. (2001). *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. James & James. UK.
- SCUDO, G. (2002). Thermal comfort. (Text of paper to the COST C 11, "Green structures and urban planning" Milan, Oct 2002). <http://map21ltd.com/COSTC11/comfort2.htm>
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (2017). <http://www.ambiente.mendoza.gov.ar/unicipio/>
- Y en las referencias habría que agregar esto:
- SECRETARÍA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO (2004). http://www.uncu.edu.ar/relaciones_institucionales/upload/diagnostico-fisico-ambiental-presentacion.pdf
- YANG, S. *Urban ecology*. Beijing: Science Press; 1996.

CAPÍTULO 3: Propuestas de forestación y reforestación

INTRODUCCIÓN

Según las necesidades de forestación de cada municipio y considerando variables tales como: zonificación, tipo de trama urbanizada, ancho de canal vial y altura de edificaciones, disponibilidad de riego y sistema, adecuada selección de géneros y especies, se presenta en este capítulo ejemplos de forestaciones y reforestaciones.

Para los casos de forestaciones nuevas en urbanizaciones proyectadas o en ejecución como en nuevos complejos habitacionales o barrios es relevante considerar las variables resumidas en la Figura 1.

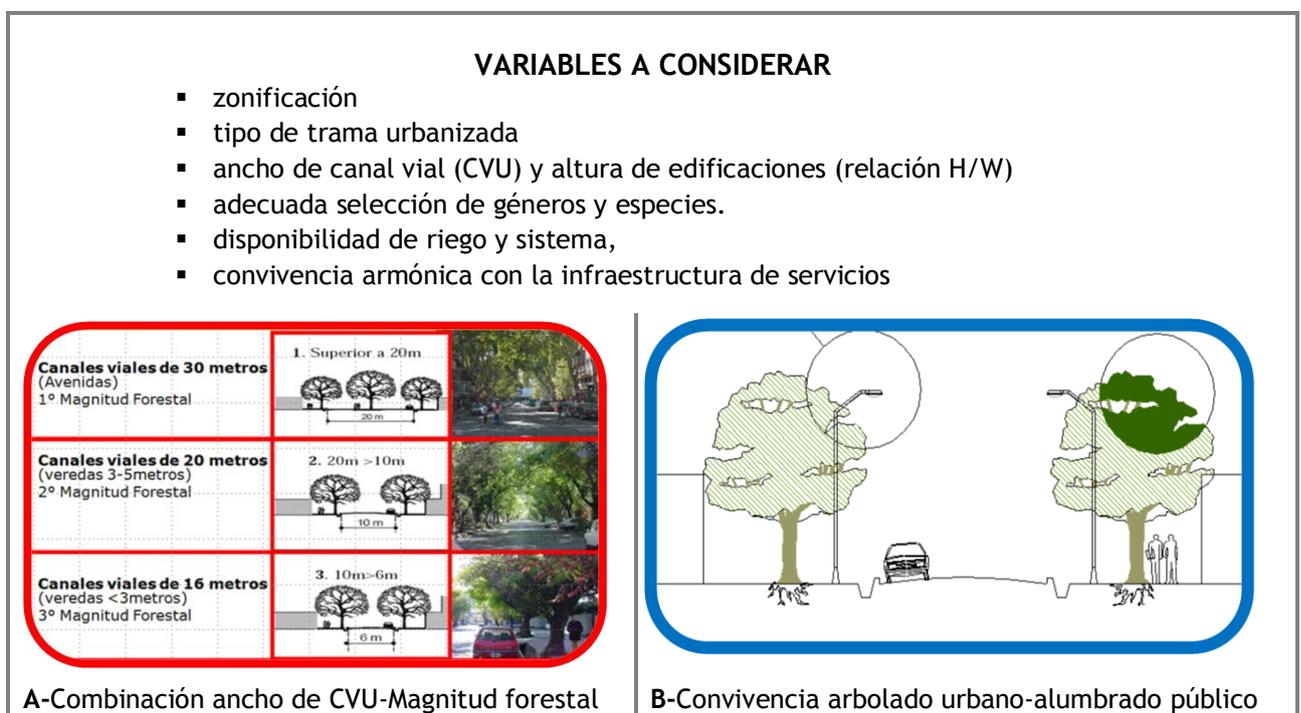


Figura 1. Esquema resumen de las variables a considerar en la planificación de nuevas forestaciones urbanas. Fuente: archivo de las autoras.

Para reforestaciones o recambio forestales, es imprescindible conocer el diagnóstico del municipio en cuestión -y para futuras etapas de este proyecto, considerar también el Oasis donde se emplace el sitio a reforestar para incluir también las particularidades geográficas y climáticas, que difieren en algunos aspectos del Oasis Norte donde se emplazan los Departamentos del Unicipio-.

Según las zonas a intervenir es necesario considerar los problemas puntuales relevados en los árboles que vegetan actualmente, tales como su condición de longevidad o vejez, árboles secos por problemas fitosanitarios (micoplasmas, taladrillos, cascarudos del olmo, etc.), condiciones actuales de riego y provisión de agua, además de los condicionantes térmicos y relacionados a la contaminación ambiental registrada por aumento de tránsito vehicular o actividades antrópicas.

Las propuestas que se presentan tienen en consideración los criterios e indicadores desarrollados en los capítulos precedentes, así como las claves para una apropiada selección de especies.

DESARROLLO

Al momento de planificar una nueva forestación o recambio forestal es importante considerar no sólo el entorno urbano, de transición entre la escala urbana y rural o bien puramente rural; sino también aspectos relacionados fundamentalmente con la acertada selección de especies y la eficiente provisión de agua de riego por las acequias.

3.1 Claves para una apropiada selección de especies en bosques urbanos de zonas áridas

Numerosos autores destacan la importancia de la elección de especies aptas a ecosistemas urbanos -tanto autóctonas como introducidas- y su capacidad de adaptación a recursos hídricos limitados, mediante el conocimiento de su comportamiento y el uso apropiado de distintas especies (Ambrosetti, 1971; Roig, 1987; Schulte et al., 1992; Carrieri et al., 1996; Dalmaso, 2010). El reemplazo de las especies nativas por exóticas en entornos urbanos es una alternativa válida que actualmente permite la evaluación y prueba de numerosas especies mejoradas en cuanto a su presencia de espinas y velocidad de crecimiento. No obstante en algunos otros casos el uso de leñosas autóctonas ha resultado negativo impidiendo la presencia de un arbolado añoso y de gran porte, debido entre otras causas, a su baja tasa de crecimiento y adaptación a las condiciones de estrés ambiental que imponen las ciudades actuales (Almirón et al., 2008).

El diseño, planificación y manejo del bosque urbano debe realizarse en función de las condiciones climáticas locales y del modelo urbano requerido, de manera que la implantación de los bosques experimente la menor vulnerabilidad posible al ecosistema urbano. En ello radica la importancia de conocer la ecología de las especies empleadas, cómo es su crecimiento y convivencia en el hábitat construido, y cómo se adaptan a eventuales condiciones de estrés, situación fundamental para asegurar su sustentabilidad (WCED, 1987).

Las estrategias de conservación del ecosistema urbano se orientan hacia alternativas que promuevan un balance adecuado entre crecimiento forestal, dinámica y estructura urbana, y una alta eficiencia de utilización de los recursos y funciones ambientales que ofrecen los sistemas biofísicos de la ciudad. Por ello, en un modelo de ciudad bajo clima árido, la sustentabilidad del bosque urbano estará dada por la calidad y cantidad del recurso natural más limitante (Thompson et al., 1994).

Es importante seleccionar especies forestales, tanto nativas como introducidas y adaptadas al medio local, cuyos crecimientos no sean altamente afectados por condiciones sostenidas de estrés hídrico, tal es el caso de *Acacia visco*, especie nativa, que puede ser considerada en nuevas planificaciones urbanas, no solo desde el punto de vista estético sino principalmente desde un enfoque funcional por su alta capacidad de adaptación a condiciones de estrés hídrico y regímenes de riegos discontinuos y deficitarios.

Cabe mencionar que los atributos mayormente buscados para las especies arbóreas en condición de integrar el arbolado urbano de alineación, y que permitan potenciar su uso y funcionalidad en términos **climatológicos** (confort humano; control de variables ambientales tales como temperatura del aire, humedad, precipitación, radiación solar); **energéticos** (calentamiento y enfriamiento para la edificación) y **ambientales** (reducción del

deslumbramiento y la reflexión, control de la erosión) se relacionan a que puedan reunir las mayor cantidad de las siguientes aptitudes, con la premisa de mantener la **homogeneidad de especies** por cuadras y la **diversidad** por zonas:

- Follaje caducifolio de caída rápida, que permita el efecto de sombreado en verano y el acondicionamiento térmico natural en el invierno.
- Hábito de crecimiento con predisposición natural a formar copa alta, extendida y de fácil conducción, ramaje erguido, que no sea péndulo ni frágil.
- Fuste o tronco limpio, mayor de 2,5m de altura al momento de su plantación.
- Raíces profundas, no gemíferas ni de desarrollo superficial.
- Flores y frutos pequeños, no carnosos, de corta permanencia para evitar alergias, y ausencia de espinas por seguridad.
- Adaptable a las condiciones agroecológicas actuales y futuras.
- Con resistencia o tolerancia a: sequías, falta de insolación, vientos, conducción por poda, contaminación ambiental, plagas y enfermedades.
- Longevidad alta: vida útil superior a 75 años, en las condiciones previstas, para una adecuada planificación de recambio forestal.

En virtud de estos atributos, de evidencias bibliográficas, ensayos de campo y experiencias desarrolladas en distintas instituciones tanto académicas como gubernamentales se pueden sugerir complementariamente a las ya usadas en las calles de Mendoza, las siguientes especies:

- Las especies nativas -de Mendoza y de Argentina- presentes en ciudades de zonas áridas tienen atributos que les permiten enfrentar escenarios críticos para el crecimiento. Árboles como la **“acacia visco”** para el arbolado de calles o bien el **“jacarandá”**, **“aguaribay”**, **“algarrobos inerme”** (preferentemente en su forma mejorada sin espinas), **“celtis”**, **“cina cina”** o **“tipa”** son especies nativas que pueden ser incorporadas con más frecuencia la arbolado en alineación de calles.
- Entre la introducidas de otras latitudes y adaptadas a las condiciones agroecológicas actuales de las distintas ciudades cabeceras de Mendoza se encuentran: **“plátanos”**, **“fresnos”**, **“crespón”**, **“árbol de Judea”**, **“sófora”** y **“sapindo”**.

Para el caso de espacios verdes y la conformación de macisos perenifolios han demostrado buena adaptación a condiciones de aridez las especies nativas de **“aguaribay”** Schinus molle; **“maitén”** Maitenus boaria, entre otros.



Figura 2: Tipuana tipu **“tipa”**- Jacarandá mimosifolia **“jacarandá”** - Acacia visco **“visco”** -Platanus hispánica **“plátano”**

Tabla 1: Listado de especies -nativas y exóticas adaptadas- con aptitud para el arbolado urbano en alineación de calles de Mendoza, según magnitud forestal y convivencia con la edificación.

Especie		CVU 16 metros: veredas menores de 3m y calles angostas	CVU 20 metros: veredas de 3 a 5m y calles de 10m	CVU 30 metros: veredas mayores de 5m y avenidas	Especie de alta exigencia hídrica	Especie tolerante a sequía moderada	Especie resistente a gran aridez
“visco”	Acacia visco		✓	✓		✓	
“algarrobo blanco”	Prosopis alba*		✓	✓			
“algarrobo dulce”	Prosopis flexuosa*		✓	✓			
“acacia de Constantinopla”	Albizzia julibrissin	✓					
“acer silvestre”	Acer campestre	✓					✓
“celtis”	Celtis tala		✓			✓	
“árbol de Judea”	Cercis siliquastrum	✓				✓	
“espinillo”	Acacia caven*	✓					
“falsa acacia”	Robinia pseudoacacia		✓		✓	✓	
“fresno americano”	Fraxinus americana		✓			✓	
“fresno europeo”	Fraxinus excelsior		✓				
“fresno de olor”	Fraxinus ornus	✓			✓		
“jacarandá”	Jacaranda mimosifolia		✓			✓	
“sófora o árbol de las pagodas”	Styphnolobium japonicum	✓				✓	
“serbal”	Sorbus ssp.	✓					
“cina cina”	Parkinsonia aculeata*		✓	✓		✓	

*Para uso en el espacio público, tender a las formas o híbridos mejorados genéticamente sin espinas.

3.2 Sistema de riego eficiente por acequias

El sistema de riego para las nuevas forestaciones o bien para las existentes que requieran la reconstrucción de las acequias, debe asegurar una correcta infiltración, que aporte al menos una lámina de riego mínima y asegure un porcentaje aceptable de eficiencia de riego.

Las propuestas para mejorar la eficiencia de riego en las nuevas forestaciones y la reconstrucción de acequias, se detallan a continuación según el consenso acordado por los

integrantes del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público y numerosos técnicos y profesionales expertos en la temática (Reunión anual 2017).

Siguiendo el Decreto Reglamentario N° 1.099, correspondiente a la Ley Provincial 7874 (2008), en Artículo 20° se establece lo siguiente:

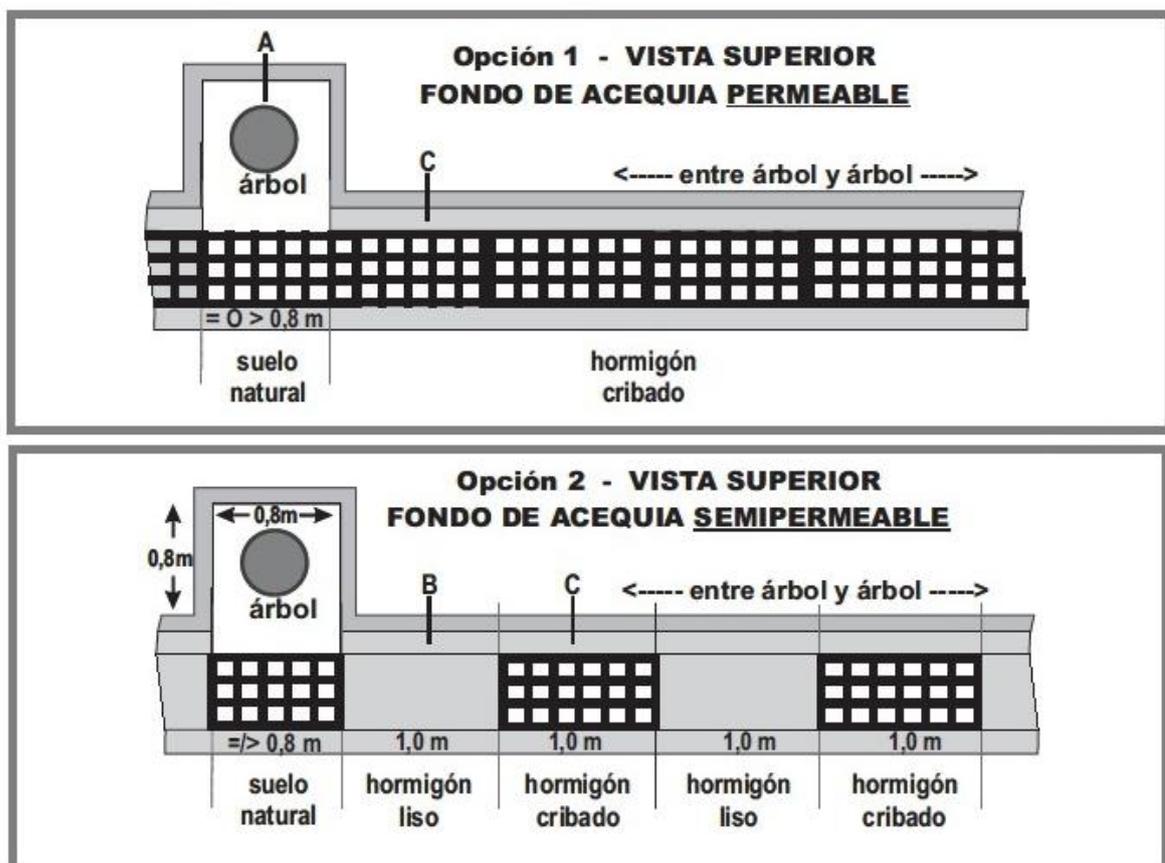
A los efectos de lo establecido por el Artículo 65 de la Ley N° 7874 se dispone que el nicho o espacio donde se aloje el forestal deberá contar con las medidas mínimas de 0,80 m x 0,80 m x 0,80 m, tomadas en profundidad largo y ancho respectivamente.

Deberá implantarse a fondo de acequia, dejando descubierto de tierra el nicho desde la base de implantación hasta el borde superior o nivel de vereda.

Se deberá dejar libre de cementación la base de la cuneta de riego en:

- Todo el tramo colindante con el nicho de implantación.
- Superficies discontinuas igualmente sin cemento, en el espacio entre árbol y árbol.
- No se deberá cubrir con cemento el lateral de acequia que se corresponde con la abertura del nicho de plantación. Se terminará la tarea de plantación con la colocación del respectivo tutor y de un cesto de protección.

A continuación en la Figura 1 se ilustra dicha recomendación.



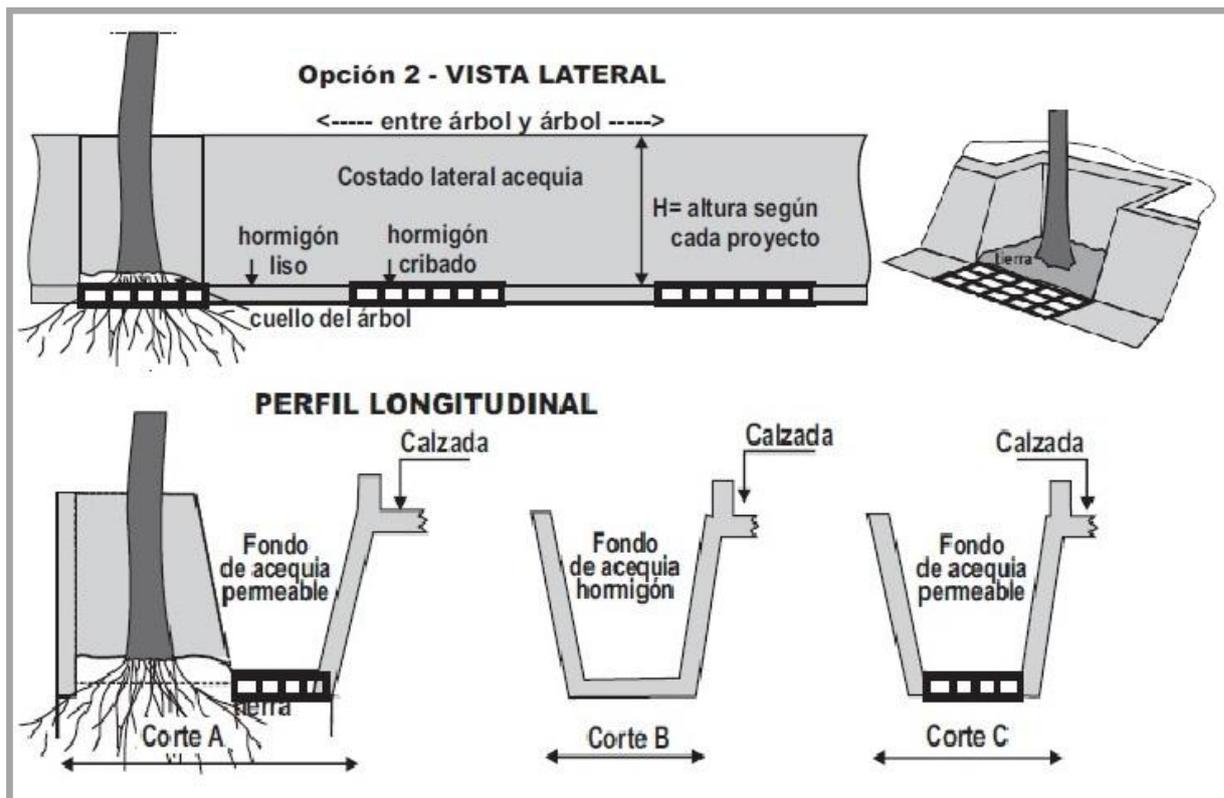


Figura 1: Acequia tipo para riego de arbolado en zonas urbanas, establecida en la Ley Provincial 7874 (2008). Fuente: Ing. Agr. Sergio A. Carrieri, Presidente del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público, noviembre 2017.

3. 3 Propuestas de forestación y reforestación específicas por Municipio

Las propuestas de nuevas forestaciones o reemplazo forestal que se proponen a continuación muestran una metodología de análisis y selección de casos que bien puede ser replicada para otras zonas de cada municipio, según sus prioridades y planificación.

Como se dice repetidas veces a lo largo de este proyecto, no existen recetas preestablecidas, en todos los casos debe primar el criterio técnico basado en evidencias experimentales, el empleo de los indicadores desarrollados y el sentido común y práctico.

De este modo, se logrará conseguir resultados positivos y el éxito en las nuevas plantaciones, pero fundamentalmente el establecimiento de los árboles y su crecimiento en condiciones aceptables, a mediano y largo plazo.

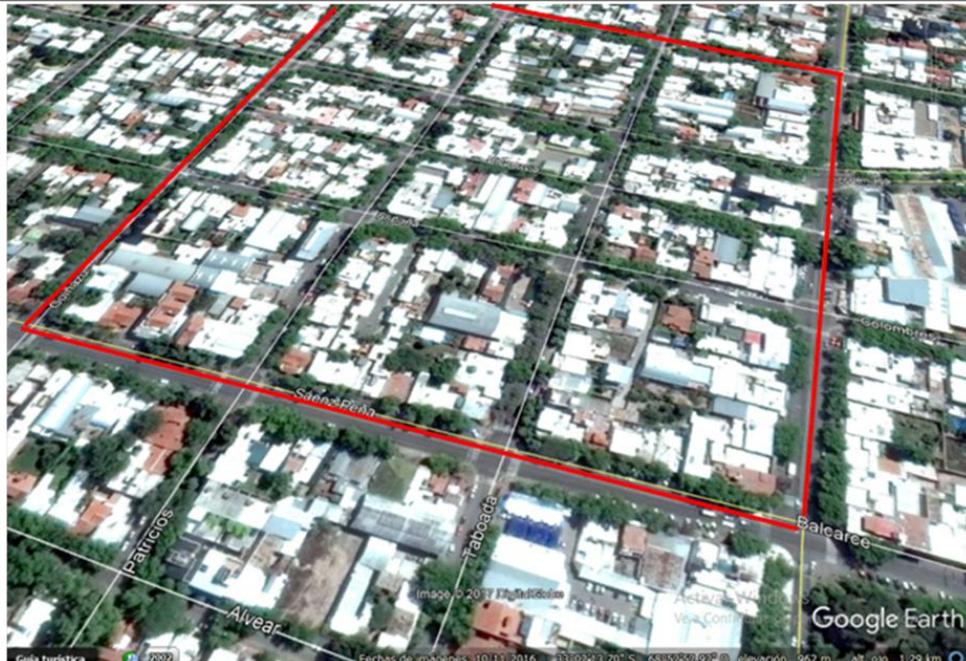
CAPITAL	
Muestra	Complejo PROCREAR. Área comprendida entre calles Tiburcio Benegas, Perú y Roque Sáenz Peña.
Situación actual	Zona residencial pero de alta densidad edilicia. Actualmente se encuentra en su etapa final de construcción. El complejo consta de varias torres de más de 8 plantas. El predio -vacío urbano usado anteriormente por el Ferrocarril- no cuenta con forestación, y si la había fue desmontada al inicio de la construcción. Las torres se encuentran separadas por acotadas distancias. El entorno está intensamente forestado por especies añosas y en general, en buen estado vegetativo. En la zona no se detecta déficit de riego.
Recomendación general	Para este caso en particular se sugiere emplear especies de 3° magnitud forestal dado el restringido espacio público disponible. Mantener los criterios de homogeneidad de especies por cuadras y diversidad por zonas. Dar continuidad al arbolado en alineación ya existente en las cuadras contiguas al complejo.
Recomendaciones puntuales	Construir las acequias de riego de acuerdo a la Ley 7874 y la propuesta del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado (ver detalle Fig. 1) y su Decreto Reglamentario 1099/09, de manera de asegurar un riego eficiente. Realizar las plantaciones de los nuevos ejemplares a nivel de fondo de acequia. Seleccionar especies tolerantes a déficit hídrico. Para este caso y dado lo restringido del espacio público se sugieren especies de 3° magnitud forestal compatibles con: Albizzia julibrissin, Acer campestre, Cercis siliquastrum, Sorbus sp., Styphnolobium japonicum.
Proyección	Se incorporarían 3100 metros lineales de arboleda nueva, con especies de 2° y 3° magnitud que de acuerdo a su correspondiente intervalo de plantación, implicaría la incorporación de aprox. 500 nuevos árboles en ese sector. Se pasaría de 0 árboles/habitante a 180 árboles/habitante, calculados en base a 32hab/Km² que refiere el Unicipio (2016).
Imagen de la zona a intervenir	 <p>Google Earth</p>

GODOY CRUZ	
Muestra	B° Palumbo. Área entre calles Tiburcio Benegas, España, Cipolletti y Pringles.
Situación actual	Zona residencial de baja densidad (mayoría de edificaciones de 3 m de altura con algunas de 6 m). Barrio de más de 50 años de antigüedad. El arbolado presenta una importante diversidad de especies dentro de una misma cuadra, sin criterio de planificación, con dominancia de especies de 2° y 3° magnitud y varios casos de especies intrusas, tales como "cipreces columnares" y " álamos". Se observan árboles añosos, ya decrecidos o en marcada etapa de senescencia, que en la mayoría de los ejemplares de Melia azedarach se han secado por el ataque del micoplasma irreversible. Las especies que necesitan reemplazo son: Acer negundo, Ailanthus altissima, Melia azedarach.
Recomendación general	Emplear especies de 1° o 2° magnitud forestal. Mantener los criterios de usar especies caducifolias, con homogeneidad de especies por cuadras y diversidad por zonas, y reponer ejemplares faltantes siguiendo estos criterios.
Recomendaciones puntuales	Refaccionar acequias de acuerdo a la Ley 7874 y la propuesta del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado (ver detalle Fig. 1) y su Decreto Reglamentario 1099/09, de manera que sean permeables al agua de riego. Erradicar árboles secos o en condiciones de crecimiento tal que impliquen riesgos para personas y bienes (Según Resolución vigente de la DRNR). Se sugiere el replante o reforestación de ejemplares faltantes, siempre a nivel de fondo de acequia, manteniendo una distancia de plantación uniforme. En este departamenteo y dado el antecedente de ser el sitio principal donde se detectó el "síndrome sobre paraísos" se sugiere evitar por un tiempo el uso de esta especie, hasta tanto se observe la presencia de enemigos naturales o bien una resistencia a la enfermedad. Especies de 1° magnitud recomendadas para arbolado en alineación: Platanus hispanica. Especies de 2° magnitud: Acacia visco, Fraxinus americana, Acer pseudoplatanus, Jacaranda mimosifolia, Fraxinus excelsior, Parkinsonia aculeata.
Proyección	Se completarían 2700 metros lineales de arboleda en mal estado y seco. Se pasaría de 610 árboles a 1200 árboles.
Imagen de la zona a intervenir	

GUAYMALLÉN	
Muestra	Buena Nueva. Área comprendida entre calles Irigoyen, Sarmiento, Belgrano y Víctor Hugo.
Situación actual	Zona residencial, conjunto de viviendas sociales, colindantes a los terrenos del Ferrocarril, Espacio Julio Le Parc y en el límite con áreas rurales. Canales viales de 20 metros en su mayoría. Especies forestales diversas, en tipo, edad y estado vegetativo. En general con evidentes signos de decrepitud. Irregulares intervalos de plantación. Sin infraestructura de acequias (en su mayoría totalmente permeables porque son de tierra).
Recomendación general	Emplear especies de 1° o 2° magnitud forestal. Mantener los criterios de usar especies caducifolias, con homogeneidad de especies por cuadras y diversidad por zonas, y reponer ejemplares faltantes siguiendo estos criterios.
Recomendaciones puntuales	Refaccionar acequias de acuerdo a la Ley 7874 y la propuesta del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado (ver detalle Fig. 1) y su Decreto Reglamentario 1099/09, de manera que sean permeables al agua de riego. Erradicar árboles muertos o que estén en condiciones de inseguridad para bienes y personas. (Resolución vigente de la DRNR). Plantaciones de nuevos ejemplares a nivel de fondo la acequia en los sitios faltantes y conservando un intervalo de plantación regular. Seleccionar especies tolerantes al estrés hídrico. Sugerencia de especies de 2° magnitud en las calles: Fraxinus americana, Acacia visco, Jacaranda mimosifolia, Styphnolobium japonicum.
Proyección	Se completarían 4000 metros lineales de arboleda en mal estado y seco. Se pasaría de 835 árboles a 1640 árboles en 4000 m lineales.
Imagen de la zona a intervenir	

LAVALLE	
Muestra	Villa Tulumaya. Casco central manzanas colindantes a la Plaza principal, hacia el Este.
Situación actual	Zona de baja densidad constructiva, como en su mayoría el departamento de Lavalle, con edificaciones de 1 a 2 plantas. En general se observa heterogeneidad de especies en una misma cuadra con mayoría de árboles de 2° magnitud de edad joven a media: <i>Morus ssp.</i> , <i>Acer negundo</i> , <i>Fraxinus ssp.</i> , <i>Melia azedarach</i> . En los bordes de la Plaza hay ejemplares jóvenes de <i>Parkinsonia aculeata</i> . En algunas calles, las plantaciones están alejadas de las acequias. El intervalos de plantación es desuniforme y excesivo, que impide el solapamiento de copas y un eficiente efecto de sombreado y confort térmico.
Recomendación general	Aumentar el empleo de especies de 1° donde se pueda asegurar el riego, para lograr canales viales con canopia continua y mejorar el confort del espacio público. Ejemplos: <i>Platanus hispanica</i> , <i>Prosopis flexuosa</i> fm. <i>inermis</i> . En los sitios faltantes completar líneas de plantación con 2° magnitud forestal, tales como <i>Fraxinus americana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Acacia visco</i> . Mantener los criterios de homogeneidad de especies por cuadras y diversidad por zonas.
Recomendaciones puntuales	Respetar el diseño y construcción de acequias de acuerdo a la Ley 7874 y la propuesta del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado (ver detalle Fig. 1) y su Decreto Reglamentario 1099/09, de manera que sean permeables al agua de riego. En términos de arbolado es necesario ordenar la planificación, el uso de especies uniformes por cuadras y la selección adecuada. Se sugiere respetar el intervalo de plantación según selección de especies (rango de 6 a 8 metros entre árboles). Completar los sitios con faltantes, respetando la especie que predomina en la cuadra.
Proyección	Se completarían 1400 metros lineales de arboleda irregular. Se pasaría de 150 a 230 árboles.
Imagen de la zona a intervenir	

LAS HERAS	
Muestra	B° Municipal: Entre calles Río Tunuyán - Las Cuevas - Huarpes - Antártida. 1000 m lineales, 6 ha.
Situación actual	Zona residencial de baja densidad (la mayor parte de 3 m, también hay 6 m de altura). Canales viales de 18 m de ancho, excepto Las Cuevas que es de 20 m. Los pasajes ostentan canales viales entre 12 y 16 m de ancho. Mucha heterogeneidad forestal (predominan: paraíso -común y sombrilla- y morera; y luego: fresno, tilo, palo borracho, álamo, eucalipto, ciruelo rojo, acer, aguaribay, árbol del cielo, jacarandá, pino). Alta diversidad de edades y desarrollo vegetativo dentro de un mismo CVU. Alta proporción de faltantes (45%). Árboles plantados a nivel de la vereda o en sobrenivel (Veredas 0). Acequias impermeabilizadas. Se respeta el centro de manzana aunque los jardines son pequeños.
Recomendación general	Reemplazo forestal con especies de 2° magnitud en las calles y especies de 3° magnitud en los pasajes. Respetar la homogeneidad de especies por cuadras y la diversidad de especies en el barrio.
Recomendaciones puntuales	Refaccionar acequias de acuerdo a la Ley 7874 y la propuesta del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado (ver detalle Fig. 1) y su Decreto Reglamentario 1099/09, de manera que sean permeables al agua de riego. Erradicar árboles muertos o que estén en condiciones de inseguridad para bienes y personas. (Resolución vigente de la DRNR). Plantaciones de nuevos ejemplares a nivel de fondo la acequia en los sitios faltantes. Seleccionar especies tolerantes al estrés hídrico. Sugerencia de especies de 2° magnitud en las calles: Fraxinus americana, Acacia visco, Jacaranda mimosifolia, Styphnolobium japonicum. Sugerencias de especies de 3° magnitud para los pasajes: Robinia pseudoacacia var. umbraculífera, Prunus cerasifera fm. atropurpurea, Albizzia julibrissin, Acer campestre.
Proyección	Se pasaría de 70 árboles a 125 árboles en 1000 m lineales.
Imagen de la zona a intervenir	

LUJÁN DE CUYO	
Muestra	Zona céntrica: Calle San Martín entre Roque Sáenz Peña y Córdoba, y Calle Roque Sáenz Peña entre San Martín y Guiñazú. 700 m lineales, 4 ha.
Situación actual	Av. San Martín entre R. Sáenz Peña y Córdoba y Av. R. Sáenz Peña entre San Martín y Guiñazú (6 cuadras en total). Zona comercial o mixta. Baja densidad (con posibilidades de crecer en el corto-mediano plazo). Calles de 27-29 m de ancho. Árboles plantados a nivel de la vereda. Predomina la especie Acer negundo que evidencia problemas de crecimiento por sensibilidad a bajas temperaturas. También hay Ulmus ssp. Morus ssp., Platanus hispanica y varios tipos de palmeras. Proporción de faltantes media (33%). Ejemplares enfermos. Acequias impermeabilizadas. Dársenas de estacionamiento de autos. Plaza aledaña renovada recientemente.
Recomendación general	Emplear especies de 1° o 2° magnitud forestal. Mantener los criterios de usar especies caducifolias, homogeneidad de especies por cuadras y diversidad por zonas.
Recomendaciones puntuales	Refaccionar acequias de acuerdo a la Ley 7874 y la propuesta del Consejo Provincial de Defensa del Arbolado (ver detalle Fig. 1) y su Decreto Reglamentario 1099/09, de manera que sean permeables al agua de riego. Erradicar árboles secos o en condiciones de crecimiento tal que impliquen riesgos para personas y bienes (Según Resolución vigente de la DRNR). Se sugiere transplantar las palmeras a espacios verdes, plazas o parques. Las plantaciones de nuevos ejemplares deben realizarse a nivel de fondo de acequia en los sitios faltantes. En este departamenteo es importante seleccionar para la reforestación, especies tolerantes o resistentes al frío o bajas temperaturas. Especies de 1° magnitud recomendadas para arbolado en alineación: Platanus hispanica. Especies de 2° magnitud con resistencia al frío: Acacia visco, Fraxinus americana, Acer pseudoplatanus.
Proyección	Se pasaría de 70 árboles a 100 árboles en 600 m lineales.
Imagen de la zona a intervenir	

MAIPÚ	
Muestra	B° Vial IV. 1000 m lineales, 6 ha.
Situación actual	Barrio relativamente nuevo (15 años de antigüedad aproximada) y aun en construcción. Zona residencial de baja densidad (6 m de altura principalmente, aunque también hay edificaciones de 3 m de altura). Acequias hormigonadas con pequeños huecos o ventanas horizontales y verticales cada 6-12 m. Calles de 16 m de ancho. Se constata 2-3 cm de agua de riego por algunas de las acequias. Árboles plantados a nivel de la vereda. Alta proporción de faltantes (52%). En su mayoría, se encuentran ejemplares jóvenes de <i>Morus ssp.</i> y diversas especies a elección del frentista. Plaza nueva alledaña.
Recomendación general	Emplear especies de 1° o 2° magnitud forestal. Mantener los criterios de usar especies caducifolias, homogeneidad de especies por cuadras y diversidad por zonas.
Recomendaciones puntuales	En este caso, como en general en nuevos complejos habitacionales de barrios o viviendas de interés social, se sugiere emplear las técnicas del Diseño Participativo aplicado al hábitat y según las experiencias de referencia (Mitchell et al., 2008; Enet, 2008, 2012; Martínez y Correa Cantaloube, 2015; Mitchell) Promover el re-transplante de los árboles jóvenes a nivel de fondo de acequia, en este estadio juvenil para evitar problemas posteriores relacionados a la falta de un riego eficiente y problemas constructivos de levantamiento de pisos.
Proyección	Se pasaría de 150 árboles a 310 árboles en 1000 m lineales.
Imagen de la zona a intervenir	

REFERENCIAS

- ALMIRÓN, M.; A. D. DALMASSO; J. MARQUEZ, HADAD, M. (2008). Diversidad del arbolado urbano en la localidad de Vallecito, Difunta Correa -San Juan. *Revista Quebracho* N° 16: 102-109. <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/n16a10.pdf>
- AMBROSETTI, J. A. (1971). Especies interesantes en la ordenación de la Cuenca Papagayos. In: IADIZA, Deserta II, *Anales del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas*. Ed. Zeta, Mendoza. 207-237p.
- CANTÓN, A., DE ROSA, C. Y KASPERIDUS, H. (2003). Sustentabilidad del bosque urbano en el área metropolitana de la ciudad de Mendoza. Análisis y diagnóstico de la condición de las arboledas. *Revista AVERMA*. Vol. 7, No1: 01.29-01.34.
- CARRIERI, S. A.; CODINA, R. A.; MANZANO, E. (1996). Arbolado de rutas en zonas áridas. Propuesta para la Provincia de Mendoza. Verde complementario para vías de circulación de la provincia de Mendoza. *Cátedra de Parques y Jardines*. Ed. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. 105 p.
- DALMASSO, A. (2010). Silvicultura Urbana. II Árboles apropiados para la provincia de Mendoza. *Boletín de Extensión Científica*. Instituto Argentina de Investigaciones de Zonas Áridas. Inca Editoria. 66p.
- ENET, M. (2012). Diseño participativo: Estrategia efectiva para el mejoramiento ambiental y economía social en viviendas de baja renta. *CUADERNOS DE VIVIENDA Y URBANISMO*. ISSN 2145-0226. Vol. 5, No. 10, 198-233.
- ENET, M. (2008). Herramientas para pensar y crear en colectivo en programas intersectoriales de hábitat. Sistema integrado de tecnologías de Diagnóstico + Planificación + Monitoreo + Evaluación + Comunicación 1ª edición, Buenos Aires, Argentina. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED, 2008. 253 pp. ISBN 987-987-96413-3-0.
- HERRERA, M.C.; S. CARRIERI; J. LLERA; E. ESCRIBANO; L. CÁNOVAS; R.CODINA; N. MARTINENGO; M. HOLGADO; G. FASCIOLO. (2004). Diagnóstico de la calidad del arbolado vial urbano: criterios para una ciudad de zona árida bajo riego. II REUNIÓN BINACIONAL DE ECOLOGÍA 2004. XXI REUNIÓN ARGENTINA DE ECOLOGÍA 2004. XI REUNIÓN DE LA SOCIEDAD DE ECOLOGÍA DE CHILE 2004. http://www3.cricyt.edu.ar/eco2004/Resumenes/EE_orales.htm
- MARTINEZ, C. F.; CORREA CANTALOUBE E. N. (2015). Espacios urbanos bioclimáticos en viviendas socialmente sustentables. Experiencias de diseño participativo en Mendoza, Argentina. *Revista Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*. Vol. 8(15), 40-59. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cvu8-15.dpeu>. Instituto Javeriano de Vivienda y Urbanismo (INJAVIU) Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. ISSN 2145-0226.
- MÉNDEZ, E. (2005). Flora y vegetación del centro urbano de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. INCA Editorial. Mendoza. Vol. 37 p. 67.
- MITCHELL, J.A. BASSO M., FERNANDEZ LLANO J., ENET, M. (2008). Diseño Participativo Bioclimático de conjuntos de viviendas sociales en Mendoza, Argentina. Caso Vista Flores. Os Edifícios Bioclimáticos a Integração das Energias Renováveis e os Sistemas Energéticos. Lisboa, Portugal. Cyted .Livro de Apresentações, pp 25-35.
- ROIG, F. (1987). Los Árboles Indígenas de la Provincias de Mendoza y San Juan. *Serie Científica* N° 32, 33, 34, 35.
- SCHULTE, A.; C. ROJAS; R. ROJAS. (1992). Reforestación y Agroforestería en Los Andes. Uso sostenido, conservación y restauración de suelos con árboles y arbustos nativos. 1. Apuntes sobre el molle (*Schinus molle* L.). Ed. ETSFOR- FUPAGEMA- AGRUCO- ECO, Bolivia. 74p.
- THOMPSON, R.; PILLSBURY N. AND HANNA R. 1994. *The Elements of Sustainability in Urban Forestry*. California. Department of Forestry and Fire Protection Riverside. <http://actrees.org/files/Research/elementsofsustainability.pdf>
- WCED. 1987. World Commission on Environment and Development, 1987: Our Common Future. World Commission on Environment and Development. Oxford, New York.

Capítulo 4: CAPACITACIÓN TÉCNICA

INTRODUCCIÓN

En función del diagnóstico realizado en cada municipio y a los fines de lograr un mayor compromiso, un manejo de calidad, una permanente capacitación y formación del personal encargado de las distintas tareas culturales del arbolado urbano, se propone un temario de capacitaciones técnicas específicas.

Los destinatarios son los técnicos, capataces y operarios municipales, como también todo el personal que amerite tomar dichas capacitaciones.

Los docentes o disertantes pueden ser los mismos profesionales de cada municipio o bien profesionales externos convocados específicamente para esta tarea.

La modalidad de las capacitaciones debieran ser teórico-prácticas, con opción a realizar talleres de diseño participativo (Mitchell et al., 2008).

La duración estimada de cada curso puede ser de 2 a 3 horas y la frecuencia dependerá de cada cuadrilla y sus necesidades, pero debieran plantearse en las épocas de menor demanda de trabajos, o bien cada 3 meses, de modo de que al año pueden completarse cuatro cursos de capacitación o actualización.

Los materiales didácticos a emplear debieran ser tales que proporcionen una idea clara y fácilmente asimilable de los conceptos a enseñar, refrescar o profundizar (presentaciones en PWP, Prezi, fotogalerías, apuntes, etc.). Al finalizar el curso o la capacitación sería importante realizar una instancia de evaluación o post-práctica, de modo de asegurar la asimilación de los conceptos básicos aprehendidos. También es estimulantes para los agentes receptores, recibir una certificación de la capacitación recibida.

DESARROLLO DE LAS IDEAS DE CAPACITACIÓN Y SUS TEMARIOS

1- Poda racional del arbolado urbano.

Objetivos:

- Conocer el objetivo de las tareas de poda según el tipo de especie a intervenir y el producto a lograr.
- Revisar las técnicas aplicadas y mejorar la performance individual.

Temario:

- Objetivos de la poda.
- Beneficios e inconvenientes del árbol en el entorno urbano
- Tipos de poda: Poda de formación. Poda de mantenimiento. Poda de seguridad. Poda de fructificación. Poda arquitecturizada. Poda ornamental. Objetivos de la poda en árboles ornamentales.
- Épocas de poda
- Consideraciones sobre la poda según tipo de árbol: Poda de coníferas; Poda de árboles de hojas caducas y perennes; Palmeras; Árboles de flor; Arbustos.
- Técnicas de ejecución de cortes correctos.
- Herramientas de podar y su mantenimiento.

2- Arboricultura Urbana

Objetivos:

- Conocer la importancia de esta disciplina en desarrollo de las ciudades actuales.
- Valorar la importancia del recurso forestal inserto en el entorno urbano.

Temario:

- ARBOLADO URBANO: Historia | Calidad del ambiente urbano | Paisaje | Evaluación económica
- ESPECIES UTILIZADAS EN ARBOLADO URBANO - FAMILIAS BOTÁNICAS: Reconocimiento de especies | Valor ambiental y estético | Fases fenológicas
- PLANIFICACIÓN DEL ARBOLADO URBANO: Viveros | Implantación | Alineaciones | Especies tolerantes, resistentes y adaptadas a zonas áridas.
- MANEJO DEL ARBOLADO URBANO: Intervenciones | Problemas sanitarios | Relación con la comunidad
- CASOS PRÁCTICOS: Estudio de casos reales. Discusión y puesta en común.

3- Mantenimiento de los Espacios Verdes

Objetivo:

- Revisar la secuencia lógica de tareas para poder mejorarla o perfeccionarla.

Temario:

- Tareas de riego.
- Manejo de siembra y mantenimiento del césped.
- Monitoreo de plagas y enfermedades.
- Abonado y fertilización.
- Tareas de poda. Caso prácticos. Poda de Rosales

4- Ecología Urbana y Desarrollo sustentable

Objetivo:

- Conocer los nuevos paradigmas del desarrollo urbano sustentable.
- Reconocer y valorizar las características particulares del ecosistema urbano.

Temario:

- Definición de Ecología Urbana y concepto de Sustentabilidad. Relación con la biología, la edafología, la hidrología y el cambio climático.
- Ecosistema urbano. Áreas urbanas y sus interacciones socio-económicas.
- Planificación local y regional. Crecimiento demográfico: población rural y población urbana y su incidencia en el ecosistema urbano.
- Problemas ambientales resultantes del crecimiento urbano (urbanización) y sus implicancias regionales, interregionales y globales.

5- Manejo ecológico del suelo

Objetivos:

- Conocer el concepto de sustentabilidad y agroecología.
- Conocer el suelo y sus características
- Identificar prácticas que fomentan la sustentabilidad del recurso suelo a largo plazo.

Temario:

- Agroecología: conceptos y premisas. Agroecosistemas: diferencias entre ecosistemas naturales y manejo convencional y orgánico.
- El suelo y sus características: textura, estructura, pH, minerales y capacidad de retención de nutrientes, elementos del suelo necesarios para el desarrollo de las plantas, salinidad
- La materia orgánica en el suelo y su incidencia sobre la fertilidad del suelo. Microorganismos benéficos.
- Acciones que aceleran la pérdida de la materia orgánica.

6- Compostaje, humus de lombriz y otros abonos orgánicos.

Objetivo:

- Dar a conocer alternativas para la fertilización orgánica de los suelos.

Temario:

- El compost. Características del proceso de compostaje. Relación carbono/nitrógeno.
- Formas para elaborar compost. Tipos de compost.
- Ventajas del uso del compost maduro
- El vermicompost o lombricompost, su producción, características y usos del humus de lombriz.

7- Producción de plantas nativas y ornamentales.

Objetivo:

- Proporcionar detalles técnicos, tecnológicos y prácticos de la producción de especies ornamentales en vivero.

Temario:

- Tipos de viveros.
- Producción al aire libre y bajo cubierta.
- Las plantas: crecimiento, desarrollo y reproducción.
- Factores ambientales que promueven el crecimiento vegetal.
- Especies nativas leñosas, herbáceas, gramíneas y cactus.
- Producción de plantas ornamentales. Multiplicación de especies nativas.
- Características generales de la sanidad vegetal.
- Tareas culturales y actividades de producción.
- Higiene y seguridad.

8- Otros temas: Identificación y control de plagas y enfermedades: control biológico. Manejo Fitosanitario: uso racional de agroquímicos y de maquinaria fitosanitaria. Técnicas de poda y trepa. Mantenimiento de equipos y herramientas de jardinería. Silvicultura urbana, huerta orgánica y bosques multipropósitos. Ergonomía, higiene y seguridad.

CONCLUSIONES

La propuesta de fijar o establecer un cronograma de capacitaciones al personal que convive diariamente con las tareas inherentes al arbolado público y los espacios verdes permitirá no sólo mejorar la performance técnica de los operarios, sino que pretende también apostar a una formación integral de las personas.

El enfoque parte de la mediación pedagógica, que busca también mediar con la cultura y educar para apropiarse de la historia de la cultura, específicamente de la Cultura del Árbol en Mendoza.

El encuentro con nueva información, materiales innovadores, lectura de distintos autores y el conocimiento de nuevas estrategias, estimula el trabajo diario, además de promover un aprendizaje genuino ante el desafío de afirmar los conocimientos previos, aplicar los nuevos y mejorar los aspectos con falencias.

El diálogo de saberes es diálogo entre seres que los portan y los crean, y en este sentido estas propuestas de capacitación representan un espacio de diálogo de saberes que se cultiva a través del encuentro y del intercambio de conocimientos, que redundará en un mejor manejo de los recursos: forestales, hídricos y ambientales en general.

REFERENCIAS y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ÁLVAREZ, P.; VEGA, P. (2015). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Universidad de Granada y Universidad de La Coruña*.
- CAMPO, Rafael y RESTREPO Mariluz. Formación integral. Modalidad de educación posibilitadora de lo humano. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Educación, 1999.
- Diseño Curricular Provincial. Bachiller en Agro y Ambiente. Bachiller En Ciencias Naturales. Educación Secundaria Orientada. 2015. Dirección General de Escuelas. Subsecretaría de Planeamiento y Evaluación de la Calidad Educativa. Dirección de Planificación de la Calidad Educativa.
- ERICE, M. X. y colaboradores. (2003). Estrategias de enseñanza en la educación ambiental. Ed. EFE. Mendoza. (Educación Ambiental frente al Cambio Climático, Curso de capacitación para docentes. DGE, IADIZA-CONICET, Gobierno de Mendoza, Diario Los Andes).
- LITWIN, E. (2009). El oficio de enseñar. Condiciones y contextos. Buenos Aires, Paidós. Cap. 4: 63-84.
- NOVO, M. (2009). La educación ambiental: una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, pp.195-217.
- PRIETO CASTILLO, D. (2007). En torno a las experiencias pedagógicas decisivas. Ponencia presentada en el Encuentro de Maestros de Las Heras. Mendoza, octubre de 2007.

Capítulo 5- PLAN DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL Y CIUDADANA

INTRODUCCIÓN

En el marco del presente proyecto se elabora este Plan de Concientización Ambiental cuyo objetivo general es *“dar mayor difusión a la importancia y necesidad de preservar el arbolado público como recurso esencial para la calidad de vida en nuestra provincia”* es decir *“rescatar la cultura del árbol en Mendoza en general y, en particular, el que atañe directamente al ámbito urbano”*.

La concientización ambiental es un “componente clave de la educación para el desarrollo sostenible, tomando al medio ambiente en su línea de base. La educación y capacitación ambiental buscan transferir conocimientos, valores, comportamientos y aptitudes que permitan a las personas, tanto de forma individual como colectiva, comprender mejor e interactuar positivamente con su entorno natural, social, económico y cultural.”⁶

El objetivo particular de este Capítulo es dar pautas para generar conciencia, promover el cambio de hábitos y alentar la participación ciudadana en la preservación del arbolado urbano. Para ello se propone el fortalecimiento y/o la implementación de diversas herramientas de concientización y comunicación ambiental desde distintos ámbitos, a fin de lograr un mayor compromiso de la población respecto al cuidado de este recurso.

Se busca complementar los programas de concientización existentes que se vienen ejecutando en distintas reparticiones del Estado Provincial. Es decir -en los casos que sea necesario- fortalecer las actividades en desarrollo, de modo de lograr una mayor difusión y alcance de los contenidos, ampliar el número de actividades específicas en la temática y tener llagada a un mayor porcentaje de la población en distintos ámbitos, de forma tal de alcanzar una sostenibilidad en el tiempo.

Este Plan de Concientización Ambiental marca un rumbo de acción, fija metas y objetivos para la concientización o educación ambiental dentro del Estado Provincial, presenta un listado de las propuestas más conveniente a implementar para alcanzar estas metas y cumplir los objetivos propuestos, y provee un modelo de Programa para el desarrollo de un “Proyecto Educativo Ambiental” para la provincia de Mendoza, el que puede hacerse extensivo al resto de las provincias cuyanas y argentinas donde el arbolado de la ciudad es un bien patrimonial y una estrategia ambiental de significativa importancia .

Objetivos del Plan de Concientización Ambiental

- Concientizar a la población sobre la importancia de los árboles en el ecosistema urbano mendocino, con especial énfasis en el arbolado público y su rol fundamental en la mitigación del cambio climático, la calidad de vida del habitante urbano y la valoración de los recursos naturales disponibles en la ciudad.
- Realizar una síntesis e integración de los materiales y actividades de difusión o concientización que tratan sobre la importancia y el cuidado del arbolado público, existentes a nivel del Estado provincial y de los municipios que integran el Unicipio.

⁶ Fuente: Basado en: Textos de la Comisión Europea (ec.europa.eu/environment/gpp/green_vs_sustainable.htm). Definición tomada del libro del [Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente](#): “[El ABC del CPS: Aclarando Conceptos sobre el Consumo y la Producción Sostenible](#)”

- A partir del diagnóstico determinar las necesidades de fortalecimiento y/o actualización de las actividades de concientización que se están llevando a cabo en la actualidad (año 2017) y realizar propuestas de acciones tendientes a su logro.
- Propiciar la validación social del presente Proyecto de Forestación y Reforestación Urbana para el Unicipio, y luego para la provincia de Mendoza, a través del consenso entre las principales organizaciones involucradas en la protección del recurso: la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, Municipios, Departamento General de Irrigación, Dirección Provincial de Vialidad, Dirección Nacional de Vialidad, Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público, empresas de servicios (energía eléctrica, telefonía, gas, agua y cloacas), entre otros.
- Favorecer el consenso a nivel del Unicipio, unificando criterios para la concientización de la población en distintos ámbitos de educación no formal como uniones vecinales, clubes municipales, asociaciones, población en general.
- A través de la ejecución de actividades de concientización/educación ambiental lograr la participación activa tanto de estudiantes y alumnos de distintos grados académicos, como de los ciudadanos en general en el cuidado del arbolado, generando nuevos líderes en la sociedad en general y en las comunidades en particular que puedan promover y difundir futuros programas.

Justificación

La necesidad de elaborar un plan de concientización ambiental referido a rescatar la cultura del árbol en Mendoza, surge a partir de numerosas comunicaciones personales avaladas por estudios desarrollados por especialistas locales (Carrieri, Cantón, Martínez, De Pacual, 2017), en los que se destaca el crítico estado de deterioro en el que se encuentra el arbolado público en nuestra provincia y la imperante necesidad de revertir esta situación desde distintos abordajes, en particular desde la Educación y Concientización Ambiental.

Según el Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público en su informe del año 2015, es necesario realizar una serie de acciones para modificar esta realidad, entre las cuales se destacan tomar el cuidado del arbolado como política de Estado y elaborar un proyecto de recuperación a nivel provincial, municipal y de todos los organismos pertinentes.

En este sentido la concientización ambiental es clave para proteger y recuperar al arbolado público ya que provee de los conocimientos y aptitudes necesarias para transformar la realidad y hacer partícipe a la población como protagonista de este cuidado.

Los ciudadanos necesitamos, adquirir con urgencia un conocimiento (alfabetización científico-ambiental) y un comportamiento “ecológico” que permita desarrollarnos sin crecer más allá de nuestros límites y desarrollar una nueva cultura intelectual, de consumo y tecnológica. En ello la educación, entendida como una “educación transformadora orientada hacia la sostenibilidad”, tiene un papel fundamental.⁷

Una propuesta de concientización ambiental, salvando la distancia entre la teoría y la práctica, debe conseguir la transformación de las actitudes y conocimientos acerca de la problemática ambiental en conductas acordes con la sostenibilidad.

⁷ Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Pedro Álvarez, Universidad de Granada y Pedro Vega, Universidad de A Coruña.*

Diagnóstico inicial y punto de partida

Con el objeto de reunir la información existente en el ámbito estatal, referida a actividades de concientización o educación ambiental sobre el arbolado público se realizaron las siguientes actividades:

- Búsqueda de información en las páginas de internet de los municipios que integran el Unicipio (Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavelle, Luján de Cuyo y Maipú), Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial (SAOyT), Dirección General de Escuelas (DGE) y Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).
- Lectura, análisis y síntesis de los materiales educativos existentes.
- Entrevistas personales a los responsables de las áreas de ambiente y de arbolado público en los Municipios integrantes del Unicipio, a fin de conocer las actividades y programas de concientización que se realizan en cada uno.

A partir de la información recolectada y procesada se realizó una síntesis de los materiales existentes referidos al arbolado público y las actividades educativas que se llevan a cabo, se analizaron sus fortalezas y debilidades, con el fin de proponer nuevas actividades complementarias y acciones que fortalezcan y profundicen los programas que actualmente están en desarrollo.

DESARROLLO

1- Materiales educativos de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial

A nivel gubernamental, la **Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial** (www.ambiente.mendoza.gov.ar), posee una **Secuencia Didáctica** que puede encontrarse en el siguiente enlace: <http://ambiente.mendoza.gov.ar/biblioteca/>

Los contenidos de la cartilla incluyen la descripción de los aspectos históricos de la conmemoración del Día Nacional del Árbol, la historia del árbol en Mendoza, acciones realizadas dentro del Plan Provincial de Forestación (iniciado durante la anterior gestión de gobierno, 2012-2015, orientado a bosques cultivados en el ámbito rural). Acciones para cuidar el bosque urbano. Aspectos relativos a la cultura del árbol en Mendoza y conceptos técnicos sobre el cuidado del arbolado. Conceptos de la flora nativa, tipos de ambientes y adaptaciones. Aspectos de la flora introducida: vid, olivo, almendro, manzano, peral, durazno, ciruelo, cerezo. El material incluye dos secuencias didácticas para trabajar en el aula, una dirigida al Nivel Inicial y Primer Ciclo y, otra destinada al Nivel EGB 1 y 2.

A continuación se encuentra una **Cartilla Educativa sobre el Arbolado Público**, que contiene aspectos históricos, conceptos y definiciones, aspectos sobre especies y sus características, descripción de los beneficios que brindan los árboles, aspectos técnicos relativos a la elección de las especies apropiadas, plantación y cuidados.

En el mismo enlace puede encontrarse también un **Manual de Bosques Nativos**, si bien éste hace referencia a los bosques autóctonos de la provincia, puede considerarse como un complemento al presente Proyecto ya que es aplicable en las zonas rurales de la provincia, de modo de construir un Plan integral de Forestación a nivel provincial que abarque tanto el arbolado urbano como los árboles fuera de la ciudad insertos en el paisaje natural. Todo el material es de libre disponibilidad para su uso en escuelas, etc., solo es necesario contar con conexión a internet.

Actividades de educación ambiental

La Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables ha realizado durante el año 2016 y en el presente año (hasta julio de 2017) numerosas actividades relacionadas con la Educación Ambiental. Entre ellas, algunas de las actividades relacionadas al arbolado que se han llevado a cabo son:

- Participación como auspiciantes en las Jornadas sobre el Arbolado Público Urbano de Mendoza (2016 y 2017).
- Acciones educativas de flora local, como la producción de 300 bombas de semillas de forestales de tres especies autóctonas.
- Jornadas por el Día Provincial del Árbol, donde se dieron charlas y se repartieron entre los asistentes las bombas de semillas de forestales (año 2016).
- Cursos de formación de inspectores ad-honorem (años 2015 y 2016).
- Publicaciones web, como las cartillas educativas mencionadas, materiales de apoyo escolar, manual de bosques nativos.
- Para agosto de 2017 la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DRNR), a través de sus delegaciones, ha previsto actividades de forestación y campañas educativas a lo largo de todo el mes en distintas localidades de la provincia, dado que por leyes provinciales y nacionales, el 15 de agosto se celebra el Día Provincial y el 29 el Día Nacional del Árbol. Las actividades se desarrollarán con participación de escuelas, uniones vecinales y guardaparques, entre otros.

Otras acciones educativas

- Se efectuaron jornadas de capacitación y transferencia educativa a docentes y alumnos de todos los niveles.
- También se llevaron adelante acciones de divulgación para personal de diversos organismos gubernamentales como el Iscamen, la DGE, guardaparques de la DRNR, la Policía de Seguridad Rural, como también del sector privado: Aconcagua Moto Club para el Campeonato Argentino de Enduro o la Escuela Internacional de Turismo, Hotelería y Gastronomía “Islas Malvinas”.
- La Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial conforma la Mesa Provincial de Educación Ambiental, la cual está integrada por distintas organizaciones (Instituto Nacional de Agua INA; Departamento General de Irrigación; Universidad Tecnológica Nacional, Instituto Argentino de Nivología y Glaciología IANIGLA-CCT Conicet Mendoza; Fundación Coloba; Municipalidad de Luján de Cuyo; Municipalidad de Godoy Cruz; Grupo de Espeleología de Mendoza; Dirección de Recursos Naturales Renovables; Instituto de Educación Física; Facultad de Ciencias Naturales y Exactas - UNCuyo-; Facultad de Educación Elemental y Especial -UNCuyo- e Instituto Multidisciplinario de Ciencias Ambientales de la UNCuyo), donde se dan espacios de diálogo, reflexión y aprendizaje, visibilizando experiencias educativas concretas en ámbitos formales y no formales, consolidándolas en lineamientos de políticas públicas para la provincia (Fuente: Prensa Gobierno de Mendoza).

2- Material educativo sobre el Arbolado Público ofrecidos por la Dirección General de Escuelas

En cuanto a la página de internet de la **Dirección General de Escuelas** (www.mendoza.edu.ar), sobre el árbol se encuentra:

En la sección Efemérides se mencionan el 15 de agosto como Día Provincial del árbol y el 29 de agosto como el Día Nacional del Árbol.

En el enlace correspondiente al Día Provincial del Árbol: <http://www.mendoza.edu.ar/15-de-agosto-qdia-del-arbol/> se encuentran los siguientes materiales educativos disponibles para descargar:

- Cartilla Educativa sobre el Arbolado Público de Mendoza.
- Dos videos o spots publicitarios sobre una campaña denominada “*en Agosto Enarbolamos Mendoza*” programada con motivo del festejo del Día Provincial del Árbol en el presente año (2017).
- Día del árbol. Secuencia didáctica. Es un enlace que dirige a la misma Secuencia Didáctica que existe en la página web de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial. Contenidos: *¿Por qué es el día del árbol? El árbol: Identidad, presente y futuro de Mendoza*. Secuencias didácticas para trabajar en el aula. Fuente: Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial.

Otro material que puede leerse en este sitio:

- Una presentación referida a “Los beneficios ambientales que nos ofrecen los árboles”. Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Gobierno de Mendoza (2013).
- Un texto que se denomina “Origen de la festividad al árbol y hombres que influyeron en su fomento. Autora: Norma Acordinaro.

Por otro lado en el enlace correspondiente al 29 de agosto: Día Nacional del Árbol <http://www.mendoza.edu.ar/dia-nacional-del-arbol/> se encuentran además de los mencionados para el día provincial, los siguientes materiales educativos:

- Día del Árbol. Fuente: @prender. Entre Ríos. *¿Por qué se celebra? ¿En Argentina? ¿Cuál es la importancia? Preservémoslos. ¿Cómo se planta un árbol? Desmonte*. Consta de una página web con un breve video incluido.
- Día del Árbol. Fuente INTA Chicos. <http://intachicos.inta.gob.ar/contenidos/evento/Dia-del-arbol>. Es un enlace que dirige a una página web del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) que contiene múltiples actividades: juegos, videos, audios, galería de imágenes, biblioteca con documentos sobre diferentes temáticas (no solo referentes al árbol), actividades para el aula, y calendario de fechas importantes. Son de uso público, siempre que no sea con fines comerciales, no se modifique ni altere su contenido y se reconozca a los autores.
- Video o spot sobre una campaña propuesta por la SAYOT para agosto de 2017, “Adoptá un Amigo de por Vida”, relativa a los beneficios que brindan los árboles, como mejores amigos del ambiente.

En la misma página de la DGE, <http://www.mendoza.edu.ar/materiales-y-recursos/>, se encuentra material relativo a Educación Ambiental para descargar:

- Fascículos de Educación Ambiental Frente al Cambio Climático, curso de capacitación para docentes. Consta de 19 fascículos, y en el N° 5 “Concientización y Cambio Climático”, se menciona la importancia del árbol en cuanto a su aporte para mitigar el cambio climático. Pero la colección no contiene ningún apartado capítulo o fascículo referente al árbol o arbolado específicamente.

- **Educación Ambiental:** es una colección de fascículos digitales con material que contribuye al acrecentamiento de la conciencia ambiental de nuestra sociedad, desarrollado en el año 2006 por el Gobierno de Mendoza. Los contenidos que se desarrollan son: Educación ambiental. Conceptos generales. Contaminación. Agua. Humedales. Atmósfera. Energías. Suelo. Ordenamiento territorial. Impacto ambiental. Biodiversidad. Flora introducida en Mendoza. Parques y reservas. Fauna.

El Fascículo N° 17 “Flora introducida en Mendoza”, contiene descripciones de la flora introducida en especial de especies arbóreas y luego trata en especial el tema del arbolado público, legislación, beneficios del arbolado, aspectos técnicos para la plantación de un árbol, características de cada especie y cuidados.

Cabe mencionar que el apartado legislación se encuentra desactualizado dada la fecha de la publicación (2006), por lo que se debería incluir la siguiente normativa:

Ley Provincial N° 7.873. Forestación. Arbolado Público. Medio Ambiente

Sanción: 11/6/2008. Promulgación: 10/7/2008. B.O.: 29/7/2008. Medio ambiente. Implementación de una política para la recuperación y mejoramiento del arbolado público. Etapas y plazos. Objetivos. Financiamiento.

Ley Provincial N° 7.874. Conservación del arbolado público.

Sanción: 11/6/2008. Promulgación: 10/7/2008. B.O.: 29/7/2008. Medio ambiente. Implementación de una política para el control, conservación y preservación del arbolado público. Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público. Prohibiciones. Creación del Registro de Árboles Históricos y Notables. Régimen privado y de la irrigación. Derogación de la ley 2376.

Ley Provincial N° 7.875. Emergencia el sistema del arbolado público de la provincia de Mendoza

Sansión: 11/6/2008. Promulgación: 10/7/2008. B.O.: 16/7/2008. Medio ambiente, espacios públicos, arbolado público, estado de emergencia, Derecho ambiental, Derecho administrativo

Decreto Reglamentario 1099/09. Arbolado Público. Reglamentación de la ley 7874.

Análisis de los contenidos curriculares de los tres niveles de enseñanza obligatoria. Propuestas de inclusión de la temática referida a la importancia del arbolado público.

En los planes de estudio de la Dirección General de Escuelas publicados en su página web, la Educación Ambiental es obligatoria, se ha incluido en todos los niveles desde el nivel inicial hasta el secundario. Sin embargo en la lectura de los contenidos curriculares delineados para cada uno de los niveles de enseñanza se observa que la temática del arbolado público en Mendoza no se haya expresamente incluida. Esto se debe a la implementación del concepto de “libertad curricular” que se lleva a cabo en las instituciones, en que la inclusión o desarrollo de cada tema en particular depende de la decisión de los directivos y docentes, así como del tiempo disponible.

Los documentos curriculares se estructuran para el nivel inicial en campos de experiencias y ejes vertebradores (DGE -Mendoza) y núcleos de aprendizajes prioritarios (Ministerio de Educación de la Nación), campos o áreas de conocimiento, ejes y núcleos de aprendizajes

prioritarios (en nivel primario) y temas transversales de tratamiento obligatorio (en el nivel secundario).

El Consejo Federal de Cultura y Educación (CFCyE), con fecha 27 de abril de 2004, emitió la Resolución N° 214/04 en la que se acuerda la identificación de núcleos de aprendizajes prioritarios y el compromiso de realizar las acciones necesarias para favorecer y posibilitar el acceso de todas las personas a esos aprendizajes. Un núcleo de aprendizajes prioritarios en la escuela refiere a un conjunto de saberes centrales, relevantes y significativos, que incorporados como objetos de enseñanza, contribuyan a desarrollar, construir y ampliar las posibilidades cognitivas, expresivas y sociales que los niños ponen en juego y recrean cotidianamente en su encuentro con la cultura, enriqueciendo de ese modo la experiencia personal y social en sentido amplio. Estos núcleos de aprendizajes prioritarios serán un organizador de la enseñanza orientada a promover múltiples y ricos procesos de construcción de conocimientos, potenciando las posibilidades de la infancia pero atendiendo a la vez ritmos y estilos de aprendizaje singulares a través de la creación de múltiples ambientes y condiciones para que ello ocurra. El propósito de que los aprendizajes priorizados se constituyan en una base común para la enseñanza, no implica que ésta se reduzca solamente a ellos y tampoco a las áreas seleccionadas en esa primera etapa.

▪ Nivel Inicial

La propuesta curricular, a nivel provincial⁸, se estructura en Campos de Experiencias, que a su vez se organizan en ejes vertebradores que permiten una primera desagregación y, en ejes de experiencias que posibilitan una mejor lectura e interpretación. Los Campos de Experiencias incluyen saberes relevantes de la cultura, aportes de distintas disciplinas, conceptos, destrezas, valoraciones, capacidades, habilidades que respetan de manera específica e integrada los intereses y necesidades de los niños/as.

El Campo de Experiencias que nos interesa es el que se denomina “Ambiente Natural, Social, Cultural y Tecnológico”, donde podría incluirse la temática del arbolado. Este campo de experiencias propone a los niños/as la indagación del ambiente a través de variados contextos tanto cercanos a su vivencia cotidiana, como lejanos en tiempo y espacio. Favorece, además, una conciencia ambiental de prevención de riesgos y reducción del daño hacia el medio ambiente e iniciarse en la comprensión de la realidad para actuar en ella.

En este Campo de Experiencias se entran los siguientes ejes vertebradores:

- Eje vertebrador: Materiales y sus interacciones.
- Eje vertebrador: Seres vivos - el entorno natural, social, cultural y tecnológico. Es en este eje donde podría incluirse el tema del **arbolado urbano** como contenido curricular.

⁸ Diseño Curricular Provincial. Educación Inicial. DGE, febrero de 2015. Mendoza, Argentina.

Eje vertebrador: SERES VIVOS - EL ENTORNO NATURAL, SOCIAL, CULTURAL Y TECNOLÓGICO	
JARDIN MATERNAL	JARDIN DE INFANTES
<p>Eje de experiencias</p> <ul style="list-style-type: none"> Observación de animales, vegetales y elementos naturales de su entorno. Exploración, observación de los principales recursos (ej. agua), de los diferentes fenómenos (ej. viento zonda, sismo) y procesos de la naturaleza. Observación del cuidado que le presta el adulto al entorno y colaboración en acciones cotidianas de acuerdo a sus posibilidades. Iniciación en experiencias y acciones que contribuyan al cuidado y protección del medio ambiente. 	<p>Eje de experiencias</p> <ul style="list-style-type: none"> Observación. Exploración. Indagación, comparación y comunicación de la diversidad del ambiente natural cercano y de los creados y contruidos por el hombre. Exploración, caracterización y reconocimiento de los principales recursos (ej. agua), cambios, fenómenos (ej. viento zonda, sismo), procesos y orígenes (ej. animales prehistóricos, sistema solar) que se registran en el ambiente natural y en particular en el regional. Reconocimiento de los principales problemas ambientales que afectan la vida de la comunidad regional. Identificación de comportamientos que contribuyan a la protección del medio ambiente. Interacción y apropiación de algunas acciones cotidianas del cuidado del ambiente y aplicación de normas de seguridad e higiene personal y colectiva.

Figura 1: Extracto de la Tabla de contenidos curriculares para Jardín Maternal y Jardín de Infantes. Diseño Curricular Provincial. Educación Inicial. Fuente: DGE, febrero de 2015. Mendoza, Argentina.

A modo de ejemplo, en este cuadro puede observarse como en los dos primeros ítems mencionados en ambas columnas (tanto para jardín maternal como de infantes) podría incluirse por la observación del arbolado de la escuela o de su entorno inmediato. Luego en el tercer punto incluir los aspectos básicos del cuidado del recurso.

A nivel nacional se determinaron los siguientes núcleos de aprendizajes prioritarios para el Nivel Inicial:

Campo de conocimiento: La indagación del ambiente natural, social y tecnológico

- El reconocimiento de la existencia de fenómenos del ambiente y de una gran diversidad de seres vivos en cuanto a sus características (relación: estructuras y funciones) y formas de comportamiento; el establecimiento de relaciones sencillas de los seres vivos entre sí y con el ambiente.
- El reconocimiento de algunos cambios experimentados por los seres vivos a lo largo del año o de la vida.
- La valoración y respeto de formas de vida diferentes a las propias y la sensibilización frente a la necesidad de cuidar y mejorar el ambiente social y natural.

Como puede observarse en estos núcleos de aprendizajes prioritarios sería posible la inclusión de la temática del arbolado, incluyendo por ejemplo la observación de los árboles del entorno inmediato de los alumnos.

▪ Nivel Primario

Cabe mencionar que el Documento Curricular Provincial para Primer y Segundo Ciclo de la Educación General Básica, disponible en la página web de la DGE de Mendoza, data del mes de enero de 1998, es decir es anterior a la Resolución N° 214/04 del Consejo Federal de Cultura y Educación (CFCyE), y a la Ley de Educación Nacional 26.206/06. Por lo cual se tomó para el presente análisis los documentos publicados en la página web del Ministerio de

Educación de la Nación, donde se definen los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAPs) para el nivel primario.

El análisis se sustenta en el área de Ciencias Naturales por ser la que tiene mayor relación con el tema del presente proyecto. Los núcleos de aprendizajes prioritarios seleccionados en el Área de Ciencias Naturales se inscriben en un marco de conceptualización más amplio, el de la Alfabetización Científica: plantearse preguntas y anticipaciones, realizar observaciones y exploraciones sistemáticas, comunicarlas, contrastar sus explicaciones con las de los otros y aproximarse a las propuestas por los modelos científicos. Ello pondrá en juego una dinámica de habilidades cognitivas y manipulativas, actitudes, valores y conceptos, modelos e ideas acerca de los fenómenos naturales y la manera de indagar sobre los mismos.

Los Núcleos de Aprendizajes prioritarios acordados para el Área Ciencias Naturales en el Nivel Primario y en los cuales podría incluirse la temática referida al arbolado son:

1° año/grado

Eje: Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios

- La comprensión de que existe una gran diversidad de seres vivos que poseen algunas características comunes y otras diferentes y que estas características sirven para agruparlos.

Eje: La Tierra, El Universo y Sus Cambios

- La aproximación al concepto de paisaje como el conjunto de elementos observables del ambiente (incluyendo el agua, el aire, la tierra, el cielo, los seres vivos), reconociendo su diversidad, algunos de sus cambios y posibles causas, así como los usos que las personas hacen de ellos.

2° año/grado

Eje: Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios

- La comprensión de que existe una gran diversidad de seres vivos que poseen características, formas de comportamiento y modos de vida relacionados con el ambiente donde viven, identificando algunas de sus necesidades básicas y nuevos criterios para agruparlos.

3° año/grado

Eje: Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios

- La comprensión de que los seres vivos poseen estructuras, funciones y comportamientos específicos y de las interacciones de las plantas, animales y personas entre sí y con su ambiente.

4° año/grado

Eje: Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios

- La caracterización de los ambientes aero-terrestres cercanos, comparándolos con otros lejanos y de otras épocas, estableciendo relaciones con los ambientes acuáticos y de transición.
- La diferenciación de los grupos de organismos (animales, plantas, hongos y microorganismos), algunas características climáticas y edáficas y el reconocimiento de sus interacciones.
- La identificación y clasificación de las principales adaptaciones morfo-fisiológicas (absorción, sostén y locomoción, cubiertas corporales, comportamiento social y reproducción) que presentan los seres vivos en relación al ambiente.
- El reconocimiento del hombre como agente modificador del ambiente y el reconocimiento de la importancia del mismo en su preservación.

5° y 6° año/grado

- El reconocimiento del hombre como agente modificador del ambiente y de su importancia en su preservación.

7° año/grado

Eje: Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios

- La identificación de los intercambios de materiales y energía en los ecosistemas, estableciendo relaciones con la función de nutrición, por ejemplo, los que ocurren en el ciclo del carbono (Cada vez más dióxido de carbono en la atmósfera, que puede ser captado por los árboles).

Eje: La Tierra, El Universo y Sus Cambios

- La comprensión de que la posibilidad de renovación-reutilización de los recursos naturales (energéticos y materiales) condiciona la obtención y uso de los mismos, y de la diversidad de las consecuencias de las decisiones y acciones humanas sobre el ambiente y la salud.

Además de los NAPs, se han desarrollado desde el Ministerio de Educación de la Nación, una serie de Cuadernos para el Aula, los cuales son materiales producidos para las maestras y maestros del nivel inicial y cada uno de los años del Primer y Segundo Ciclo de EGB/Primaria. Este material pretende apoyar las prácticas de los maestros en las aulas con propuestas para la enseñanza en los diferentes campos de conocimiento priorizados (Matemática, Lengua, Ciencias. Sociales y Ciencias Naturales), y establecer relaciones con otros saberes escolares.

En los Cuadernos para el Aula, que corresponden al área Ciencias Naturales se destacan los siguientes contenidos relacionados a la temática del arbolado o donde puede hacerse una correlación:

1° Grado

- Enseñar la diversidad de las plantas: un cruce entre exploraciones y lenguaje.
- Preguntas contextualizadas para promover la expresión de ideas sobre las plantas.
- Observación, descripción y comparación de plantas: pasos necesarios hacia la modelización. Sistematizar y reconstruir lo aprendido sobre las plantas.

3° Grado:

- Enseñar las interacciones entre los seres vivos y el medio: exploración, clasificación y registro. Se incluye:
 - Preparar una salida para “especialistas”.
 - Clave para identificar plantas según su forma biológica.
 - Guías de observación y tareas de campo para los grupos de especialistas.
 - Grupo 1. Especialistas en vegetación. “Los especialistas” organizan y comunican la información colectada en la salida.
- Enseñar la complementariedad entre estructuras, funciones y ambiente en los seres vivos: una exploración sobre los árboles.
 - Primer paso: ¿qué pensamos sobre las plantas?
 - Diseño de experiencias: ¿qué sucede cuando cambiamos las condiciones en que viven las plantas?

▪ Nivel Secundario

Se tomaron a modo de ejemplo los documentos del Diseño Curricular Provincial del Bachiller en Agro y Ambiente y del Bachiller en Ciencias Naturales, de la Educación Secundaria Orientada, por ser los que tienen mayor relación con la temática del presente proyecto. En el desarrollo de los contenidos curriculares solamente se hace mención al “estado de deterioro crítico del arbolado” como se transcribe en el siguiente párrafo:

“Dado que la provincia de Mendoza no es ajena a la realidad que atraviesa nuestro planeta; las consecuencias del cambio climático están a la vista; la desertificación es severa en

*extensas zonas de la provincia; la pérdida de biodiversidad de flora y fauna y sus alteraciones ecológicas son un hecho mensurable; como también el **deterioro crítico del arbolado**; la escasez y contaminación del principal bien común: el agua, la escuela constituye un espacio privilegiado para producir cambios significativos en las conductas de la generación actual y las venideras.”⁹*

En cambio, sí se ha incluido como tema obligatorio el cuidado del agua como se observa en el párrafo siguiente:

*“En este sentido también debe desarrollarse la conciencia referida al cuidado del recurso hídrico, como lo refiere la **Ciudadanía del Agua**. Ésta tiene como objetivo promover estilos de participación ciudadana, que generen un compromiso con la realidad local y provincial en torno al **cuidado, protección y administración adecuada del agua**, desde un compromiso ético, político, ambiental y social; con acciones que contribuyan a consolidar la participación y concientización de los ciudadanos en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso”.*

Cabe destacar que como zona árida, Mendoza posee varios recursos limitados y escasos, el agua en primer lugar y el recurso forestal incorporado al paisaje natural.

El programa Ciudadanos del Agua ya tuvo su primera edición realizada entre 2012 y 2013, en la cual también participaron más de mil estudiantes de nivel secundario de todos los departamentos. En esa oportunidad, la temática elegida fue **Contaminación** y, como resultado del proceso, el 11 de diciembre de 2013 se sancionó la Ley Provincial N° 8629 de Ciudadanía del Agua. Dicha Ley fue elaborada por jóvenes de 52 escuelas de los 18 departamentos de la provincia. La misma fue aprobada por unanimidad en ambas cámaras. El objetivo es generar conciencia y responsabilidad de la población respecto del uso racional y eficiente del recurso hídrico.

Posteriormente, durante el bienio 2014-2015, se inició nuevamente el proceso eligiendo como temática a trabajar la **Preservación de forestales en el oasis provincial y la eficiencia de riego de los mismos**. Al finalizar el ciclo se entregó el proyecto de ley al Gobernador, con motivo de la conmemoración del Día Mundial del Ambiente (5 de junio de 2015). El mismo establece la necesidad de fomentar en el territorio provincial el desarrollo de flora de bajo requerimiento hídrico, con criterios de sustentabilidad, teniendo en cuenta las características de cada zona, propiciando el uso eficiente del agua. Asimismo, resalta que es de vital importancia la incorporación en este proceso de las Inspecciones de Cauces, la Agencia de Ordenamiento Territorial y los municipios, entre los cuales debe existir una apropiada coordinación para el cumplimiento de los fines de la presente ley.

En este sentido, tomando como ejemplo lo que ya se ha realizado en cuanto a la inclusión del tema referido a la protección del recurso hídrico en Mendoza, **sería importante realizar una propuesta similar para lograr una efectiva inclusión de los conceptos de valorización y protección del arbolado urbano** en la educación formal, dados los numerosos beneficios que brindan los árboles en la ciudad y la importancia que revisten en cuanto a la calidad de vida de los habitantes de la provincia en términos de confort, como estrategia ambiental de ahorro energético y su impronta en el modelo de desarrollo urbano de Mendoza.

⁹ Diseño Curricular Provincial. Bachiller en Agro y Ambiente. Bachiller En Ciencias Naturales. Educación Secundaria Orientada. 2015. Dirección General de Escuelas. Subsecretaría de Planeamiento y Evaluación de la Calidad Educativa. Dirección de Planificación de la Calidad Educativa.

▪ Calendario Escolar

Se ha incluido en el Calendario Escolar, por Resolución N° 2959/2016 de la DGE-Gobierno de Mendoza, la conmemoración de las **Efemérides Ambientales**, entre las que se nombra el **Día Nacional del Árbol (29 de agosto)**.

Otras fechas correspondientes a las Efemérides Ambientales (Anexo II de la Resolución), en las cuales **se propone desarrollar actividades académicas del tipo teórico-prácticas**, o bien conmemorarse mediante clases alusivas y/o carteleras, con el objetivo de rescatar y revalorizar la cultura del árbol en Mendoza, son:

- **21 de Marzo: Día Forestal Mundial**
- **22 de Abril: Día Internacional de la Tierra**
- **5 de Junio: Día Mundial del Ambiente**
- **1° de Agosto: Día de la Pachamama**
- **15 de Agosto: Día Provincial del Árbol**
- **27 de Septiembre: Día de la Conciencia Ambiental.**
- **18 de Octubre: Día de la Protección a la Naturaleza.**
- **22 de Noviembre: Día del Paisaje. Día de la flor nacional “ceibo”**
- **Cambios de estación: 21 de marzo - 21 de junio -
21 de septiembre - 21 de diciembre.**

En el Anexo I de la resolución se mencionan las fechas de conmemoraciones según la Forma 3, que según el proyecto institucional deben ser recordadas mediante clases alusivas, videos, carteleras, actividades donde participen alumnos y docentes con miembros de la comunidad o personas relevantes del medio, además son realizadas el mismo día con registro en carpetas y murales informativos en la institución.

Las fechas incluidas en este anexo donde también podría hacerse mención al árbol son el **5 de junio (día del Ambiente)** y **27 de septiembre (día de la conciencia ambiental)**.

3- Programas y Actividades de Educación Ambiental sobre el Arbolado existente en los Municipios que integran el Unicipio.

El diagnóstico de los programas y actividades existentes en las siete comunas integrantes del Unicipio se realizó mediante la ejecución de encuestas y entrevistas personales a los responsables de las áreas relacionadas con la educación ambiental y específicamente con los referentes de los departamentos o secciones vinculadas al manejo y planificación de la forestación, el arbolado público y los espacios verdes.

Se pudo constatar que existen distintas formas de organización en los Municipios en cuanto a actividades y personal a cargo de tareas de educación ambiental, programas de concientización o difusión ambiental. Se observó que sólo algunos municipios cuentan con un departamento o área específica de Educación Ambiental, mientras que en otros las actividades de concientización respecto al arbolado son llevadas a cabo por áreas como gestión ambiental, prensa y difusión, o arbolado público, espacios verdes, etc.

En algunos casos cuentan con programas preestablecidos de educación/concientización ambiental referidos al arbolado mientras que en otros sólo consisten en actividades esporádicas y no planificadas. Asimismo se observaron diferencias en cuanto a la existencia de materiales de difusión o concientización tendientes a la protección del arbolado, y en algunos casos no hay material didáctico propio. Se presenta en la siguiente tabla la síntesis de la información obtenida en las entrevistas realizadas en los Municipios.

Tabla 1: Diagnóstico de programas y actividades ambientales por municipio relacionadas a la valorización del Arbolado Público

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
1. Existe un área, departamento o programa de Educación Ambiental?	No existe un área específica. Es un Programa, que se desarrolla desde la Dirección de Desarrollo Urbano y Gestión Ambiental.	No existe un área específica. La Educación Ambiental referida a la cultura del árbol se maneja desde el área de Forestación y Espacios verdes.	Sí, actualmente se está organizando el área (julio 2017).	No existe un área específica. La Dirección de Higiene Ambiental y Transporte se ocupa de la Educación Ambiental.	Sí. Es un programa que depende de la Dirección de Ambiente.	No existe un área específica. (setiembre 2016). Las actividades se realizan desde el Departamento de Gestión Ambiental.	No existe un área específica. Se destina parte del personal del departamento de Medioambiente a tareas de Educación Ambiental.
2. Cuántas personas trabajan en él?	Dos o tres.	Sin datos.	Una.	Sin datos.	Dos. Se suma el personal de diseño de materiales y de apoyo.	Estaba planificado asignar dos personas para el año 2017.	Cinco.
3. Poseen programas de actividades en relación al tema del arbolado público/ día del árbol?	Sí, pero no en forma de programa preestablecido, sino en forma esporádica y a demanda de las escuelas.	Sí. Se ha instaurado desde el año 2016 ya la ExpoÁrbol para celebrar cada año el día o la semana del árbol.	Sin datos	Sí, pero no en forma de programa preestablecida.	Sí. Poseen un Proyecto Integrado de Forestación, que se realiza en escuelas, uniones vecinales y grupos juveniles.	Sí, actividades en barrios y colegios.	No actualmente. Está en elaboración un programa de recuperación de espacios verdes denominado "Recuperación de Bosque Urbano".

Tabla 1: Diagnóstico de programas y actividades ambientales por municipio relacionadas a la valorización del Arbolado Público

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
4. En qué consisten esos programas o actividades?	Se hacen talleres y juegos para alumnos de nivel primario y escuelas de verano. Charlas y videos en escuelas secundarias. Plantaciones. Celebración del Día del Árbol. Participación en la feria ECO 21 (2016) con la Dirección de Paseos Públicos.	Es una exposición donde se realizan, charlas, juegos, plantaciones y actividades. Se busca promover la participación de la comunidad, y sensibilizar a la sociedad sobre la importancia del medio ambiente.	Sin datos.	Se realizan charlas en colegios. La Dirección de Paseos Públicos festejó el día del árbol. Se realizan plantaciones.	Se realizan plantaciones, acompañadas de charlas educativas.	Charlas y videos educativos en escuelas y uniones vecinales. Plantaciones. Programas de RSE.	El programa consiste en tareas de reacondicionamiento de espacios comunes, identificación de las especies existentes, incorporación de infraestructura necesaria.
5. Se trabaja con las escuelas, uniones vecinales? Otras organizaciones?	Se trabaja con escuelas primarias y secundarias, escuelas de verano municipales y CIC (Centros de Integración comunitarios).	Instituciones educativas, empresas, uniones vecinales y organizaciones públicas y privadas.	Sin datos.	Con escuelas. Y agrupaciones de Boys Scouts.	Escuelas, uniones vecinales y grupos juveniles. DRNR, DGE.	Escuelas y Uniones Vecinales. También con la Federación Económica de Mendoza (FEM) y la Cámara de Comercio, Industria, Producción y Turismo de Luján de Cuyo.	Sin datos. Se está elaborando el programa.

Tabla 1: Diagnóstico de programas y actividades ambientales por municipio relacionadas a la valorización del Arbolado Público

	Capital	Godoy Cruz	Guaymallén	Las Heras	Lavalle	Luján	Maipú
6. Poseen material didáctico propio?	No.	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.	Sí.	Sí.	Sí.
7. Poseen material de difusión para preservar el arbolado público /concientizar a la población? Por ej. en la página web del Municipio, en redes sociales, folletos, afiches?	Sí. Se organizan campañas o se realizan notas de concientización que son publicadas en la web, redes sociales y en los medios masivos de comunicación.	En la página web del municipio no hay un material educativo de difusión sobre el cuidado del arbolado. Sí aparece en la sección noticias la ExpoÁrbol que se realizó en 2016.	Sin datos.	Sí. La Dirección de Paseos Públicos cuenta con folletos. En las boletas de impuestos municipales aparece el número gratuito para informes. La página web del Municipio no funciona bien. No se abren los enlaces.	Sí. Se realiza la difusión en los medios locales (radio, cartelera luminosa departamental), pagina web municipal y de ésta dirección, redes sociales (Facebook).	Sí.	No actualmente. Cuando se realizan campañas de difusión por lo general se realizan desde el área de Prensa y Comunicación del Municipio.
8.Cuál es el presupuesto anual asignado a educación ambiental?	No hay. Hay un presupuesto para ferias ambientales, de las cuales se elige alguna para el tema del arbolado.	Sin datos.	Sin datos.	Sin datos.	No se tiene un presupuesto fijo, pero tampoco nos limitan en el desarrollo de los proyectos (pedido de presupuesto por expedientes).	Sin datos.	Dentro del presupuesto asignado a la Secretaría de Infraestructura y Servicios.

4- Programas y Actividades de Educación Ambiental sobre el Arbolado elaborado por la Universidad Nacional de Cuyo

En el Instituto de Ciencias Ambientales (ICA) de la Universidad Nacional de Cuyo existe un Programa de Educación Ambiental que tiene como objetivos informar, promover el cambio de hábitos y alentar la participación ciudadana en la resolución de problemas ambientales.

En este Instituto se lleva a cabo el Proyecto Cuyún, desde el cual se elabora material didáctico y de difusión de soluciones a las diferentes problemáticas ambientales locales. Asimismo, este programa desarrolla proyectos de intervención en el territorio, participa en espacios de discusión, capacitación, difusión y elaboración de materiales en el campo de la educación ambiental en el ámbito local, regional y nacional.

Trabajan en dos soportes, uno es el desarrollo de un *póster* que persigue visualizar la generalidad de la problemática mediante la acción de las personas en su entorno geográfico, acentuado por medio del Cuyún (mascota del medio ambiente). Estos *pósters* son publicados periódicamente en el suplemento infantil de uno de los diarios de mayor difusión de la provincia, y han sido distribuidos en los colegios preuniversitarios de la UNCuyo y mediante la Dirección General de Escuelas en todos los colegios primarios y secundarios de la Provincia de Mendoza. También se han distribuido en las distintas dependencias y espacios públicos de la UNCuyo como en organismos provinciales y nacionales relacionados con la temática.

Cabe destacar que cada objetivo general planteado en el *póster*, es explicado más en detalle con el fin de que los observadores puedan asimilar los ejemplos como buenas prácticas a copiar. Para esto se trabaja en un manual de aplicación para los docentes con material didáctico suficiente para poder trabajar en las aulas (suplemento Cuyún).

En el suplemento Cuyún “Protección de Clima y Lucha contra el Cambio Climático” se encuentra un capítulo referido a los árboles, el arbolado público y los espacios verdes en zonas áridas. Se puede consultar en el siguiente enlace: <http://imd.uncuyo.edu.ar/upload/04-capitulo-iv11.pdf> (Páginas 139 a 145). El material es de libre disponibilidad para su uso en escuelas y para el público en general, solo es necesario contar con conexión a internet.

5- Marco Legal para la incorporación de estrategias y herramientas de Educación Ambiental referidas al arbolado público

La Ley Nº 7874/2008 de Arbolado Público, de la Provincia de Mendoza, y su Decreto Reglamentario 1099/09 establecen disposiciones relativas a la concientización ciudadana en torno al cuidado del recurso. A continuación se presentan los artículos más representativos:

CAPITULO I - Objeto, disposiciones generales y declaraciones.

Art. 2º: menciona que las disposiciones de dicha ley establecen un marco legal, técnico y financiero que permitan a las autoridades de aplicación y competentes realizar las tareas de investigación, control, conservación, preservación y desarrollo del Arbolado Público de Mendoza, además ***establecer una política de estado permanente en cuanto a la concientización de la comunidad de los valores naturales y culturales del arbolado y sus sistemas de riego.***

CAPITULO III - Estrategias y objetivos.

Art. 18. - Son estrategias y objetivos de la presente Ley:

- c) **Volver a generar en la población la cultura del árbol y las acequias, valorando sus beneficios sobre la calidad de vida del mendocino.**
- d) **Reconocer en el sistema del arbolado público un patrimonio natural y cultural de los mendocinos.**

Art. 20. - Será autoridad de aplicación, la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia, a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DRNR).

Art. 21. - Serán funciones (entre otras) de la autoridad de aplicación:

- e) **Promover programas obligatorios en las escuelas públicas de educación ambiental y de valorización del arbolado y sus sistemas de riego, conforme a los objetivos de la presente Ley.**
- f) **Proveer asesoramiento y apoyo para la organización de programas de valorización y mantenimiento del arbolado público y sus sistemas de riego.**
- g) **Promover la participación de la población en programas de concientización de los beneficios que brinda el arbolado público y los sistemas de riego.**
- h) **Fomentar a través de programas y medios de comunicación social y de instrumentos económicos y jurídicos, la valorización del arbolado público y de los sistemas de riego.**
- i) **Promover e incentivar la participación de los sectores productivos y del comercio de bienes en el control, la protección y la preservación del arbolado público.**

CAPITULO VII - Concientización de la comunidad

Art. 39. - **Educación e Investigación: El proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimientos y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y beneficios que brinda el arbolado público y sus sistemas de riego. En las escuelas provinciales se establecerán programas obligatorios y específicos de Educación Ambiental, destinados a la población en general, a los niños y jóvenes en particular, sobre el mantenimiento, cuidado y valoración del arbolado público y sus sistemas de riego. Se realizarán, coordinados por la Secretaría de Medio Ambiente, la Dirección General de Escuelas y los Municipios de la Provincia de Mendoza.**

CAPITULO IX - Control, conservación y preservación.

Art. 69. - Los propietarios frentistas solicitarán a las autoridades competentes, de acuerdo a su jurisdicción, la implantación de árboles y el mantenimiento de los mismos, de acuerdo a indicaciones de la autoridad de aplicación, y a las especificaciones técnicas para el plantado y conservación de árboles que determine en los informes el Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público. **Dichas especificaciones y las recomendaciones pertinentes para el cuidado del arbolado se remitirán anualmente a los contribuyentes del impuesto inmobiliario junto con la facturación.** También estarán a disposición del público, además, en las Municipalidades de la Provincia. La plantación de nuevos ejemplares del arbolado público, se realizará de acuerdo a las previsiones que determine el organismo competente y no quedará libre la elección a gusto del frentista.

Decreto Reglamentario 1099/09. Arbolado Público. Reglamentación de la ley 7874.

Art. 13. - A los efectos de lo establecido por el Artículo 39 de la Ley N° 7874 se dispone que la Dirección General de Escuelas a propuesta de la Secretaría de Medio Ambiente deberá instrumentar los Programas de Educación Ambiental previstos en este artículo, con la participación de los Municipios.

CONCLUSIONES

En función del diagnóstico realizado, de la recopilación, lectura y análisis de los materiales educativos existentes a nivel estatal, y del relevamiento de actividades de concientización ciudadana que se vienen realizando por parte de los Municipios y de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial se realizan las siguientes observaciones:

- Existe material educativo y de concientización referidos al arbolado, en las páginas de internet de las distintas reparticiones del Estado analizadas (SAyOT, DGE, algunos Municipios) y en la página web de la Universidad Nacional de Cuyo. Este material es de libre disponibilidad.
- Si bien está establecido en la Legislación vigente, aún no se hace efectiva la inclusión de la temática del cuidado y preservación del arbolado público como contenido obligatorio en los diseños curriculares de la educación formal.
- Las actividades de concientización referidas al arbolado en algunos de los Municipios se realizan de forma esporádica y no siguen un programa preestablecido, y en otros casos no hay una continuidad de las actividades.
- Según las entrevistas realizadas es un común denominador la escasez de recursos humanos y materiales que se asignan a actividades de Educación Ambiental. Sólo algunos Municipios cuentan con un área o departamento de educación ambiental, en otros casos el personal realiza distintas actividades, entre ellas las referidas a educación ambiental.
- Algunos Municipios no cuentan con material didáctico propio. En cuanto a los Municipios que sí los poseen, en algunos casos no son de fácil visibilidad o acceso en la página web.
- En función de estas observaciones se concluye que si bien se vienen desarrollando materiales educativos en la Provincia a nivel estatal y se realizan distintas actividades de concientización ciudadana respecto al arbolado público, sería necesario fortalecer estas acciones para darles una continuidad en el tiempo, un mayor alcance y difusión.

Actividades propuestas

Las actividades para fortalecer los programas y actividades de concientización ambiental existentes deberían implementarse en tres niveles:

- Educación ambiental formal: sistema educativo. Nivel Inicial, Nivel Primario y Nivel Secundario.
- Educación no formal: organizaciones del tercer sector.
- Educación informal: medios masivos de comunicación

En este sentido y a partir del diagnóstico realizado, se proponen las siguientes acciones:

- 1. Inclusión del tema del cuidado del árbol en la educación formal, como contenido obligatorio.**

Hacer efectiva la inclusión de la temática referida al cuidado del arbolado en Mendoza, como recurso esencial para la calidad de vida en nuestra provincia, como contenido curricular

obligatorio. Para esto sería necesario desarrollar material didáctico adaptado a cada nivel educativo de la educación formal obligatoria: Nivel inicial, Nivel primario y Nivel Secundario. Para hacer efectiva esta inclusión del tema del cuidado y preservación del arbolado se propone como importante la elaboración de un “Árbol-libro” o “Tree-book” (uno para el nivel inicial y primario y otro para el nivel secundario), tomando como modelo de referencia los que se han realizado para el recurso agua, y solicitando los aportes y la participación de distintos organismos relacionados y vinculados a la temática: Dirección General de Escuelas, Dirección de Recursos Naturales Renovables, Consejo Provincial de Defensa del Arbolado, Universidades, CCT, ONGs, Municipios, etc.

En las efemérides ambientales (Día del Ambiente, Día de la Tierra, Día Provincial del Árbol, el Día Nacional del Árbol, Día de la Conciencia Ambiental, etc.) realizar actividades de concientización (charlas, videos, plantaciones, juegos, salidas didácticas, etc.) referidas al arbolado como recurso esencial en nuestra provincia.

Hacer efectiva la implementación de programas de educación ambiental referidos al arbolado, en todas las escuelas de la provincia y en todos los niveles educativos, como establece la Ley de Arbolado Público de Mendoza, coordinados por la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, la Dirección General de Escuelas y los Municipios.

2. Fortalecer las actividades y programas existentes de concientización ambiental referidos al arbolado e implementar nuevos programas en los Municipios.

Unificar criterios y materiales didácticos, estableciendo los contenidos mínimos (básicos e indispensables) para implementar programas de concientización o educación ambiental. Podría tomarse como referencia para la elaboración del material didáctico la Secuencia didáctica sobre el Árbol de la DRNR, SAyOT y el Suplemento Cuyún (capítulo IV: Los Recursos Naturales y el Cambio Climático, aportado: IV- Los árboles y el arbolado público).

El programa de concientización ambiental para revalorizar la cultura del árbol en Mendoza debe estar dirigido a toda la población ya que todos los habitantes están involucrados en la preservación del arbolado público. Sin embargo, a los fines de su aplicabilidad y para dar continuidad a los programas ya existentes en la provincia, o iniciar nuevos programas, es conveniente sectorizar la población para adecuar los contenidos a cada grupo o comunidad, para lo que se debería desarrollar material específico para ser implementado en Uniones Vecinales, ONGs, Universidades, polideportivos municipales, clubes, etc. diferenciando los distintos grupos de edades, niveles educativos, tipos de organización. En cuanto a la población rural adaptar su contenido teniendo en cuenta las particularidades culturales y del ambiente en donde habitan.

Establecer actividades de difusión obligatorias en fechas importantes relativas al ambiente (día del ambiente, día del árbol, día de la conciencia ambiental, etc.), por ejemplo en las páginas de internet de los municipios, mediante folletos para los vecinos, charlas en escuelas.

Las actividades de concientización también se verían reforzadas mediante una mayor presencia del personal municipal, minimizando por ejemplo la poda clandestina o erradicaciones no autorizadas.

Otro aspecto que contribuiría a la difusión y concientización sería la aplicación efectiva de lo mencionado en la Ley 7874, en su art. 69: “las recomendaciones pertinentes para el cuidado del arbolado se remitirán anualmente a los contribuyentes del impuesto inmobiliario junto con la facturación”. Y en el caso de incumplimiento de la ley, la aplicación de las multas correspondientes.

Otro aspecto a considerar es el seguimiento de las plantaciones realizadas, ya que se observa que en muchos casos se realiza una plantación en fechas determinadas y luego estas plantaciones son descuidadas el resto del año o abandonadas, también suelen ser objeto de actos de vandalismo, por lo cual sería necesario una mayor presencia municipal o implementar programas de padrino de espacios verdes de modo de procurar el cuidado y mantenimiento de los árboles jóvenes.

3. Declarar a Agosto como “Mes de la Cultura del Árbol en Mendoza”.

La Ley actual del arbolado N° 7874 del 2008 establece la segunda semana de agosto “Semana de la Forestación”, y el 15 de agosto “Día Provincial del Árbol”. Sin embargo para dar una mayor difusión, y teniendo en cuenta que el 29 de agosto es el Día Nacional del Árbol, podría ampliarse el período, realizando distintas campañas de difusión y concientización durante todo el mes, y asegurar mediante mecanismos legales dicha ampliación.

4. Realizar campañas de concientización en los medios masivos de comunicación, así como en redes sociales.

Realizar en fechas específicas como el Día del Medioambiente, Día de la Tierra, Día Provincial del Árbol, el Día Nacional del Árbol, Día de la Conciencia Ambiental, pequeños avisos, videos, pósters, recordando la importancia de los árboles en Mendoza, haciendo énfasis en los beneficios que brindan a las personas, animales y al ambiente -tanto natural como construido-

Estas campañas podrían realizarse financiada tanto por lo que corresponde según el presupuesto provincial o municipal asignado, como también mediante el financiamiento y la participación de empresas estatales y privadas, en el marco de sus programas de Responsabilidad Social Empresaria, mediante convenios.

Por otra parte sería importante dar mayor difusión a las Jornadas sobre el Arbolado Público que se realizan anualmente en la provincia con participación de distintos organismos involucrados en la temática y con auspicio de la Secretaría de Ambiente, por ejemplo mediante avisos en televisión, principales diarios y redes sociales, logrando así una mayor participación ciudadana.

5. Delinear un programa de concientización o educación ambiental aplicable a distintos ámbitos.

Esto debería realizarse en forma consensuada entre los municipios del Unicipio y la Dirección de Recursos Naturales Renovables y con la participación de un equipo interdisciplinario.

La secuencia de actividades a desarrollar para hacer efectiva la implementación de un **Programa de Concientización Ambiental**, debería contar con las siguientes etapas:

Modelo de Programa de Concientización Ambiental

1- Evaluación de necesidades

- a. Identificación del tema ambiental a ser atendido
- b. Inventario de programas existentes
- c. Sugerencias de comunidades y audiencias potenciales

2- Determinación del alcance y estructura del programa

- d. Desarrollar metas y objetivos del programa
- e. Determinar formato, técnicas y necesidades de entrenamiento.
- f. Explorar el potencial de asociarse.

3- Evaluación de necesidades y aptitudes de la organización

- g. Considerar metas y prioridades de la organización líder.
- h. Identificar la necesidad de la organización líder de llevar a cabo el programa.
- i. Determinar recursos y aptitudes de la organización líder.

4- Recursos para la implementación del programa

- j. Evaluar necesidades logísticas y de recursos.
- k. Evaluar la competencia del personal y necesidad de entrenamiento.
- l. Preparar instalaciones, materiales y equipo.

5- Calidad y adecuación del programa

- m. Obtener o desarrollar materiales educativamente sólidos.
- n. Probar en el campo los nuevos materiales instruccionales.
- o. Promoción del programa
- p. Desarrollar estrategias sostenibles.

6- Evaluación

- q. Desarrollar estrategias, técnicas y criterio de evaluación.
- r. Implementar evaluación práctica del programa (indicadores) y usar los resultados.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADAS

- ÁLVAREZ, P.; VEGA, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la Educación Ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, Vol. 14, Núm 2, 2009. Pp. 245-260. Universidad del País Vasco. España.
- ÁLVAREZ, P.; VEGA, P. (2015). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Universidad de Granada y Universidad de La Coruña*.
- Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público. Informe del año 2015.
- Diario Los Andes, Universidad Nacional de Cuyo, Suplemento Edición U “Raíces”. Entrevistas al Ing. Agrónomo Sergio Carrieri: “Un patrimonio público en deterioro”, Dra. Ing. Agr. Claudia Martínez “Mendoza debe renovar más del 70% de su arbolado. Agosto de 2016.
- Diccionario panhispánico de dudas ©2005. Real Academia Española.
- Diseño Curricular Provincial. Bachiller en Agro y Ambiente. Bachiller En Ciencias Naturales. Educación Secundaria Orientada. 2015. Dirección General de Escuelas. Subsecretaría de Planeamiento y Evaluación de la Calidad Educativa. Dirección de Planificación de la Calidad Educativa.
- ERICE, M. X. y colaboradores. (2003). Estrategias de enseñanza en la educación ambiental. Ed. EFE. Mendoza. (Educación Ambiental frente al Cambio Climático, Curso de capacitación para docentes. DGE, IADIZA-CONICET, Gobierno de Mendoza, Diario Los Andes).
- North American Association for Environmental Education, Programas de Educación Ambiental No Formal: Pautas para la Excelencia, (2004).
- NOVO, M. (2009). La educación ambiental: una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, pp.195-217.
- Pequeño Larousse Ilustrado 2009. Diccionario enciclopédico. Ediciones Larousse.
- <http://ambiente.mendoza.gov.ar/>,
- <http://ambiente.mendoza.gov.ar/biblioteca/>
- <http://imd.uncuyo.edu.ar/paginas/index/programa-de-educacion-ambiental>
- <http://tiradelhilo.dip-palencia.es/bib/metodologiadelaea.pdf>
- https://naaee.org/sites/default/files/spanish_nonformal_guidelines_complete.pdf
- <https://uwsp.edu/cnr/neeap/StatusofEE/componentdef98.htm>.
- <http://www.me.gov.ar/>
- http://ec.europa.eu/environment/gpp/green_vs_sustainable.htm
- <http://pnuma.org>
- <http://prensa.mendoza.gov.ar/>
- <http://www.mendoza.edu.ar/15-de-agosto-qdia-del-arbolq>
- <http://www.mendoza.edu.ar/dia-nacional-del-arbol/>
- <http://intachicos.inta.gob.ar/contenidos/evento/Dia-del-arbol>
- <http://www.mendoza.edu.ar/materiales-y-recursos/>
- Páginas web de los Municipios: Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján, Maipú y Lavalle.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: “El ABC del CPS: Aclarando Conceptos sobre el Consumo y la Producción Sostenible

Capítulo 6- INCENTIVO PRODUCTIVO A VIVEROS FORESTALES

INTRODUCCIÓN

Si bien existe una línea específica dedicada en la actualidad a la confección de un proyecto de Refuncionalización de Viveros Forestales de la provincia, en este capítulo se muestra la realidad respecto de los actuales viveros municipales (al año 2016) y se sugieren directrices de acción para su refundación y productividad.

Como idea fuerza se sugiere:

- a)- Corto plazo: refuncionalizar los viveros artesanales que actualmente tienen los municipios de Lavalle, Capital, Maipú y Guaymallén.
- b)- Mediano plazo: modernizar, automatizar y tecnificar los viveros para la producción masiva e innovadora de forestales.
- c)- Formar una red provincial de viveros, entre aquellos dependientes de los municipios, los dependientes de la Dirección de Recursos Naturales Renovables e incorporar los viveros forestales de establecimientos educativos tales como colegios secundarios técnicos, terciarios, CENS, CCT, ITU y facultades afines.
- d)- Prever subsidios específicos para la reestructuración o montaje de nuevos viveros.

Existen diferentes tipos de viveros forestales. Según la etapa de producción serán viveros de cría o viveros de recría; según el tipo de producción, serán plantas en envase o a raíz desnuda y según el tamaño, pueden ser pequeños (menor a 50.000 plantas/año), medianos o grandes. Cada uno de estos tipos de vivero tiene su propio diseño y manejo.

Basados en las entrevistas con los encargados municipales,¹⁰ se plantean viveros provinciales de cría y viveros municipales de recría (en macetas con riego individual).

Debido a la distribución de espacios, las municipalidades pueden ser más eficientes para la recría de las plantas. En cambio, los viveros provinciales pueden ser más eficientes para generar plantas leñosas de uso para arboricultura urbana. El objetivo a fijar sería buscar la especificidad en la producción.

Por lo tanto, este capítulo ha sido preparado para orientar el diseño y producción de plantas leñosas en envase, por parte de los viveros provinciales, municipales y de establecimientos académicos técnicos.

Objetivos de un vivero forestal

- Producir plantas para arbolado urbano y periurbano adaptadas al clima y al suelo local, con posibilidad a extender la producción para reforestar bosques nativos.
- Controlar las especies, cantidad y calidad de las plantas producidas.
- Abastecer de árboles independientemente de los viveros comerciales.
- Generar empleo local y capacitación en producción de plantas y mantenimiento de arbolado urbano.
- Vender árboles al público. Donar árboles a organizaciones civiles. Canjear árboles con otros viveros.

¹⁰ Especialmente en el municipio de la Ciudad Capital de Mendoza.

En numerosas ocasiones los viveros comerciales adquieren plantas en otras provincias, por lo que no están adaptadas al clima de Mendoza. De esta manera, el abastecimiento no queda sujeto a la disponibilidad de especies y cantidades de los viveros comerciales. Asimismo, no se depende de los precios de mercado que pueden ser elevados.

DESARROLLO

Los viveros forestales son el punto de partida del cambio necesario para revertir la degradación de los bosques y la falta de árboles y espacios verdes en las ciudades que privan a la población de los beneficios de los árboles para mejorar su calidad de vida, en forma particular en las áreas urbanizadas.

La producción de plantas aptas para arbolado público demora de 3 a 5 años (Fig. 1). Es por esto que crear y conducir un vivero forestal provincial o municipal requiere firme convicción y apoyo político de largo plazo para cumplir tiempos productivos. Es necesario respaldar la creación y la asignación de recursos mediante reglamentaciones de leyes provinciales y ordenanzas municipales.



Figura 1. Tiempos productivos de plantas para arbolado público.

Premisas par el diseño o rediseño de viveros

El primer paso es la selección del sitio, este paso es fundamental si será un vivero permanente, dado que una mala ubicación puede complicar los trabajos posteriores. Deben preferirse sitios bien protegidos de los vientos, sin demasiada sombra y preferentemente plano y con buen drenaje.

Recursos necesarios

- *Disponibilidad de agua*

Se debe contar con una fuente de agua de buena calidad (sin salinidades ni contaminantes) y en cantidad permanente. Aproximadamente por cada 1000 plantines se necesitan entre 350 y 500 litros de agua por semana, según la época del año.

- *Distancia a los materiales necesarios*

Es importante la cercanía de los elementos y herramientas de trabajo.

- *Distancia a destino final de las plantas*

Fijar un radio de distribución de la producción y su destino: plantación a campo, arbolado urbano, venta al público, etc.

- *Supervisión y control*

Es necesario que el vivero tenga un encargado/a responsable que pueda estar cerca o acudir a atender cualquier urgencia.

Infraestructura Básica para producción de plantas en envase

Se define a las plantas en envase o contenedor, como aquellas que se crían en un envase (maceta) hasta un tamaño objetivo. Luego son llevadas a plantación definitiva con el pan de tierra o sustrato (cepellón). Sus características: menor dependencia de calidad de suelo del vivero, uso de sustratos, mediante infraestructura puede controlarse el ambiente en diferente grado (invernáculos, umbráculos, fertirriego), y los tiempos de producción pueden acortarse según control del ambiente de cultivo.

ALMACIGUERA

Sector del terreno donde se realizará una siembra densa de las semillas y donde estas germinarán y permanecerán los primeros estadios de crecimiento hasta su trasplante a un envase. Puede ser de mampostería, madera, cajones revestidos de polietileno, bandejas plásticas. etc.

Debe asegurar un suelo mullido y tener protección del viento, sol directo, incidencia de aves y otros animales.

GALPÓN

El galpón o tinglado de trasplante (o repique) consiste en un área despejada y bajo cubierta para preparar la mezcla del sustrato (mezcla y zaranda). Se emplea para el llenado de envases, repique y/o siembra directa y re-ensado.

CANCHAS DE CRÍA PARA PLANTAS ENVASADAS

Franjas de terreno donde se colocan las plantas para su crecimiento o crianza. Allí se disponen ordenadamente los envases una vez sembrados, o bien luego de transplantadas (repicadas) las plantitas desde la almaciguera.

Sus características más comunes:

- Ancho no superior a 1-1,2 metros, con sendero 80cm entre las fajas.
- Largo variable 10 a 30 metros.
- Borde con material o maderas para evitar desmoronamientos.
- Uso de polietileno/lonas para control de malezas.
- Cabeceras con caminos de 3-4 metros para carga y descarga. Es conveniente realizar la identificación de la especie/variedad.

PROTECCIONES

Según época y especie a cultivar, se tiene:

Protecciones para control de humedad y temperatura: invernáculos

- De estructura metálica.
- Estructura de madera.
- Túneles

Su objetivo es controlar la temperatura interior mediante ventilación por apertura lateral y lograr la producción acelerada de plantas.

Debe contar con sistema de riego, en lo posible presurizado mediante aspersores.

Ej: Almacigueras, cría de plantas en contenedores modulares, enraizamiento en propagación vegetativa.

Protecciones para el sol directo: protección en épocas de alta temperatura e insolación

- Bajo sombra de árboles.
- Protección de almácigos con cañas / tablillas.
- Arpilleras
- Telas mediasombra
- Umbráculo

Colocar protecciones a una altura que permita circulación de aire que son fáciles de colocar en las horas que se consideren necesarias y retirar para el riego diario, el desmalezado, los repiques, etc.

MESADAS

En sistemas de producción con contenedores modulares (bandejas).

Bandejas suspendidas facilitan circulación de aire por debajo.

PODA AEREA: al salir por el fondo del tubete, las raíces en contacto con el aire detienen su crecimiento.

Mesadas elevadas (0,8 a 1m) facilitan los trabajos en vivero (mayor ergonomía)

- Instalación y traslado de bandejas
- Movimiento de plantas entre bandejas (clasificación)

Según su ubicación:

- Mesadas dentro del invernáculo
- Mesadas dentro del umbráculo
- Mesadas al aire libre (rusticación)

SISTEMA DE RIEGO

- Microaspersión: áreas de germinación (almacigueras, siembra en envases)
- Aspersión: en canchas de cría de plantas envasadas
- En mesadas (plantas en contenedores modulares)

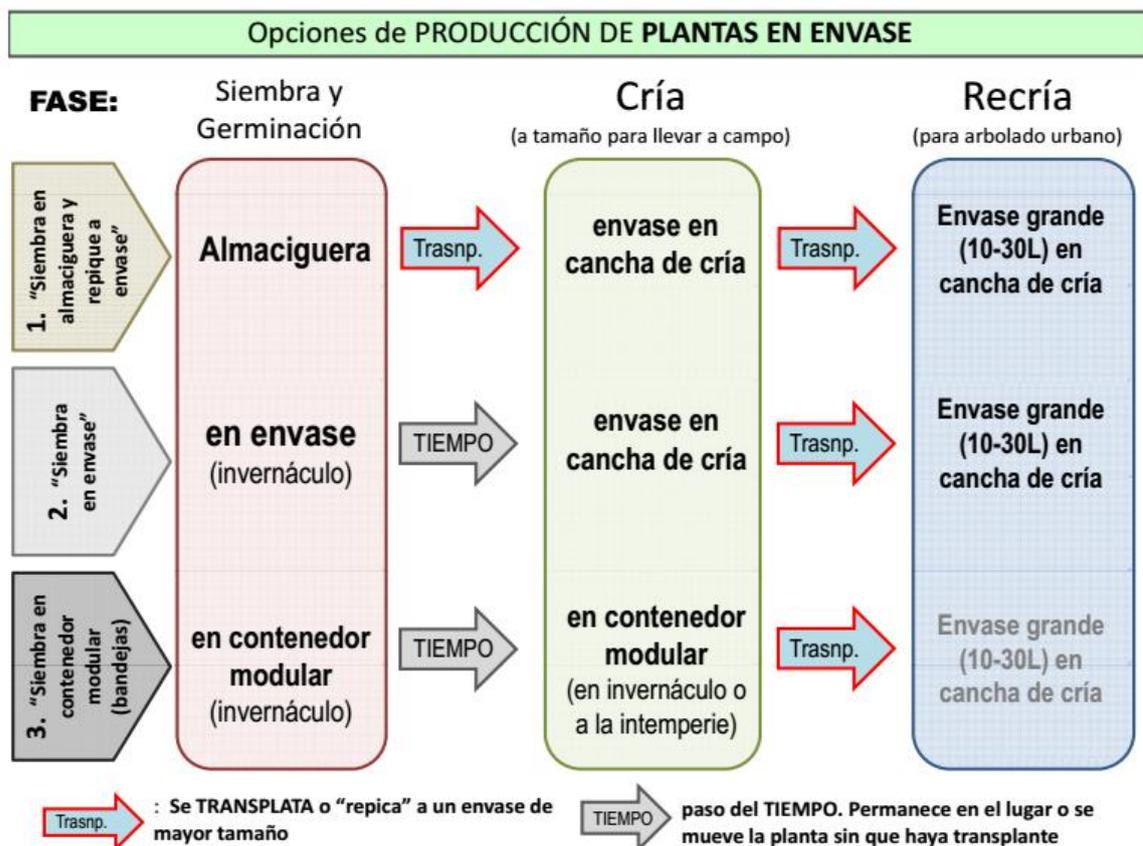


Figura 2. Distintas opciones de producción de plantas en envase.

Esquemas de producción

1. "Siembra en almaciguera y repique a envase"



Almaciguera



Transplante a envase



Cría a tamaño final

2. "Siembra en envase"



Siembra en envase



Cría en el mismo envase, en la cancha de cría

3. “Siembra en contenedor modular”



Siembra en contenedor modular o “bandeja de tubetes”
(en la foto *Eucalyptus sp.*)



Cría en contenedor modular o “bandeja”
(en la foto Acacia de Constantinopla (*Albizia sp.*))

Datos orientativos

a- Tamaño del vivero

Puede decirse que por cada 1000 plantines de producción se necesitan unos 10 m² de canteros, adicionando 0,50 m² de almácigo, y unos 6 m² para caminos y senderos.

El total de la superficie mínima entonces resulta **16,50 y 20 m² por cada 1000 plantas.**

A la superficie calculada, debe sumarse la correspondiente a cortinas, represa, lombricario-compostaje y galpón.

b- Superficie necesaria para recría en suelo de especies para arbolado urbano

Espaciamiento en cancha de cría: 1m entre líneas x 0,50m entre plantas (0,5m²/planta)

Superficie de cancha de cría: 5.000 x 0,5m² = **2.500 m² (1/4 de hectárea)**

Si se usan líneas de 100 metros de largo:

100 m x 0,50 plantas/m = **200 plantas por línea**

5000 plantas = 25 líneas de 100 metros (ó 50 líneas de 50m)

c- Costos estimados

El cálculo de los costos por especie producida y la toma de decisiones en este sentido no es tarea sencilla. Por tanto, se propone el uso de una herramienta informática que permite realizar estos cálculos, además de permitir evaluar qué variables deberían modificarse para tener más utilidad, y de este modo dar un salto cualitativo para la gestión de los viveros. Esta herramienta ha sido desarrollada por el INTA San Pedro (2015).

Para la refuncionalización de los viveros municipales, provinciales y escolares se sugiere emplear esta herramienta, disponibles en el siguiente enlace: <http://bit.ly/guaraninta>

BIBLIOGRAFÍA

- BUAMSCHA M.G. y colaboradores. (2012). “Producción de plantas en viveros forestales”. Consejo Inversiones-Federal de CIEFAP-Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 195 pp.
- COZZO, D. (1975). Árboles Forestales, Maderas y Silvicultura de la Argentina. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. Argentina. 156 p.-
- GELFUS, F. (1994). El árbol al servicio del Agricultor Manual de agroforestería para el Desarrollo Rural. CATIE.
- HANSEN L., HEGUIABEHERI A. R., PAGLIARICCI L. O., PIOLA M., BORDA R. (2015). Gurarán: modelo de gestión económica para viveros. INTA San Pedro. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_sp_guaran_modelo_de_gestin_econmica_para_viveros_.pdf
- NAVARRO CERRILLO, R.; PEMÁN GARCÍA, J. (1997). Apuntes de Producción de Planta Forestal. Universidad de Córdoba - Servicio de Publicaciones. España. 267 p.
- RAMOS FIGUERAS, J. (1981). Repoblaciones. E.T.S. Ingenieros de Montes. Madrid, España. 320 p.
- RAMILO, D. I. (2014). Vivero forestal Municipal: Producción de plantas en Envases. Jornada de Capacitación para Municipios. Módulo 5. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP.
- TRUJILLO NAVARRETE, E. (1992). Manejo de Semillas, Viveros y Plantación Inicial. Centro de Estudios del Trabajo. Bogotá. Colombia. 152 p.
- <https://inta.gob.ar/noticias/calcular-costos-en-el-vivero>

CONCLUSIONES FINALES

Toda la información suministrada en este proyecto tiene como meta encaminar el desarrollo del bosque urbano de Mendoza y de la ciudad en su conjunto en el marco de la sustentabilidad ambiental atendiendo a:

- Sostener, preservar y aumentar el patrimonio forestal urbano,
- Asegurar una mejor calidad de vida del habitante urbano, y
- Logar un uso eficiente y racional de los recursos disponibles.

La formulación del Plan se circunscribe al arbolado localizado en el espacio de uso público y comunitario dentro del perímetro urbano de la zona que inicialmente abarca el UNICIPIO - Área Metropolitana de Mendoza con sus seis municipios históricos y ahora se suma el Departamento de Lavalle-.

El árbol y en su conjunto el bosque urbano es un elemento imprescindible para la estructura urbana de la provincia.

Una aproximación pasiva a este tema puede significar una pérdida significativa de los recursos actualmente invertidos y puede derivarse en riesgos potenciales que afectan a la comunidad, la infraestructura y la calidad de vida del hábitat construido, además de la pérdida de los recursos naturales que alimentan al ecosistema urbano y al modelo de ciudad-oasis.

El arbolado urbano de Mendoza provee importantes beneficios ambientales, energéticos, sociales, culturales y económicos tanto a los residentes de la metrópolis como a las numerosas personas que la visitan. Su importancia no sólo se limita a su status como elemento propio del paisaje urbano sino que trasciende hacia las funciones de los árboles como un servicio ambiental. Constituye un patrimonio ambiental y cultural vital, y debe ser considerado dentro de las herramientas y los proyectos de planificación urbana, mediante una gestión activa y sustentable.

Los escenarios propuestos para forestar o reforestar áreas representativas a modo de ejemplo, no solo son casos a concretar sino que fundamentalmente fijan las pautas y muestran la metodología y los criterios a seguir para el resto del municipio, así como para los demás departamentos de la provincia, fuera del Unicipio y del Oasis Norte. El enfoque busca aplicar criterios de sustentabilidad ambiental, una adecuada selección de especies arbóreas, compatibilizar las variables inherentes al árbol con las variables propias del ambiente construido y la trama urbana, de modo de asegurar el crecimiento forestal y su permanencia en el tiempo, garantizando también un riego eficiente y suficiente.

Los capítulos de Concientización ambiental y Capacitación técnica persiguen la valorización y redescubrimiento de la *cultura del árbol* desde etapas iniciales de formación -nivel primario, secundario y terciario- hasta llegar a la conciencia ciudadana y tender a mejorar la performance del personal operativo que desarrolla las tareas de manejo del arbolado urbano.

Finalmente y como, cierre se expresa la importancia de incentivar y reactivar los viveros forestales en la provincia. No es posible concretar un plan de forestación sin contar con la materia prima, de origen local y adaptada a las condiciones agroecológicas de implantación. La producción de especies forestales con destino el arbolado urbano, debe proveer los ejemplares necesarios en cantidad y calidad, para abastecer las necesidades actuales del Unicipio y poder hacer una planificación a largo plazo.

Etapas futuras: Revisión, discusión y consenso entre los actores involucrados en el manejo, la planificación, el cuidado y la preservación del bosque urbano de Mendoza.