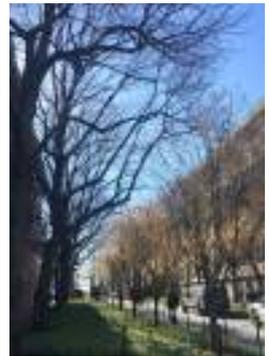


MANEJO DE ÁRBOLES URBANOS

Manual de buenas prácticas para el adecuado desarrollo de los árboles en la ciudad.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE





MANEJO DE ÁRBOLES URBANOS



MANEJO DE ÁRBOLES URBANOS

Este trabajo es una iniciativa de la empresa Grupo de Empresas Chilquinta Energía y la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el fin de colaborar con el manejo y cuidado de los árboles urbanos.

AUTOR

- **ALEJANDRA VARGAS R.**
Ingeniero Agrónomo, MSc.
Directora del Diplomado y del Programa de Manejo de Áreas Verdes Urbanas de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

COLABORADORES

- **VALENTINA RAMBACH M.**
Ingeniero Agrónomo.
- **JOSÉ TOMÁS MATTE S.**
Ingeniero Agrónomo.
- **PAOLA FUENTES A.**
Ingeniero Agrónomo.
- **MANUELA IGLESIS G.**
Ingeniero Agrónomo.
- **PATRICIO JAÑA C.**
Estudiante de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.

ILUSTRACIONES

Valentina Rambach M.
Patricio Jaña C.
José Tomás Matte S.
Imágenes propias y de bancos de imágenes gratuitos.

DISEÑO

Soledad Vargas R.

Enero 2020.

Prólogo



Como Grupo de Empresas Chilquinta tenemos operación en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en diferentes regiones del país Chile, atendiendo a cerca de 743.000 clientes en el segmento de distribución, a quienes buscamos entregar suministro eléctrico con una clara orientación a la calidad de servicio y cuidado del medio ambiente; conceptos que se encuentran incorporados como valores fundamentales dentro de todo nuestro proceso operacional.

Dentro de nuestras tareas de mantenimiento de instalaciones, se encuentra el proceso de manejo de vegetación, el cual se ejecuta de manera constante durante todo el año y consiste en asegurar la convivencia amigable entre árboles e instalaciones eléctricas, con miras a cumplir con los estándares exigidos por la normativa eléctrica vigente, que nos demanda continuidad de suministro eléctrico, calidad de servicio y seguridad para las personas y cosas.

Por este motivo, y debido a la gran cantidad de especies arbóreas que se encuentran coexistiendo con instalaciones eléctricas, como Grupo de Empresas hemos decidido generar -en conjunto con la Pontificia Universidad Católica- un Manual de Buenas Prácticas para el arbolado urbano, el cual busca en primer lugar estandarizar el tipo de manejo de vegetación que realizamos; y en segunda instancia, concientizar y hacer un llamado a planificar el arbolado urbano de manera correcta, plantando, cuidando y manteniendo los árboles de forma óptima entre los diferentes actores de la sociedad.

Como Grupo de Empresas inmersos en el servicio público, nos interesa contribuir no solo a otorgar un servicio eléctrico de calidad, sino que también a generar espacios amigables con el entorno y preservar los individuos arbóreos de nuestras comunas. Estamos conscientes de la importancia que tienen los árboles en materia de salud, estética y confort, por lo cual nos interesa hacer un manejo correcto que permita a la especie arbórea desarrollarse de manera sana en su entorno.

Nuestra intención como Grupo de Empresas es realizar un manejo de vegetación respetuoso y responsable con la especie para permitir que los árboles se desarrollen de manera armónica en el tiempo y coexistiendo con las instalaciones eléctricas; pero esto se logra cuando todos los involucrados y responsables del arbolado urbano se orientan hacia el mismo objetivo, planificando las plantaciones en sintonía con todo el entorno de una ciudad.



Sembrando energía...



Sembrando energía...



La Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile tiene como misión contribuir al desarrollo sustentable del sector agroalimentario, forestal y a la conservación del medio ambiente, de acuerdo con los principios y valores propios de la Universidad. Por esta razón, nos interesa apoyar todas las iniciativas públicas y privadas que busquen establecer una vegetación sana al servicio de la comunidad.

La elaboración del Manual de Manejo de Árboles Urbanos es una forma de apoyar el compromiso que la empresa Chilquinta Energía tiene con el medio ambiente. Movidos por la convicción de que los árboles otorgan múltiples beneficios ambientales y sociales, hemos buscado soluciones ante su preocupación por el cuidado de los árboles con los cuales deben interactuar.

Una gestión oportuna y responsable permite enverdecer las ciudades y mantener un ambiente seguro para la población. La incorporación de árboles en las calles exige un manejo profesional, porque las condiciones ambientales y la infraestructura de las ciudades son factores potencialmente perjudiciales para un óptimo desarrollo de las especies.

Nuestro compromiso es continuar desarrollando técnicas y labores para lograr un mejor establecimiento y cuidado de los árboles urbanos. Buscamos aportar desde la investigación y la docencia a la gestión de quienes tienen que planificar labores de manejo y tomar decisiones complejas. En estos tiempos en donde el cambio climático nos presenta una nueva realidad ambiental, la Pontificia Universidad Católica de Chile y Grupo de Empresas Chilquinta Energía asumen el desafío de trabajar unidos por el bienestar de nuestra población, velando por la convivencia del arbolado urbano y la calidad y continuidad del suministro eléctrico.



MANEJO DE ÁRBOLES URBANOS

PRIMERA EDICIÓN



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



Energía
Casablanca
Luz de Chile



GESAN



litoral
Jornal de energía



LUZLINARES
Siembra energía...



LUZPARRAL
Siembra energía...



INTRODUCCIÓN	7
I. ANATOMÍA Y CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS ESPECIES ARBÓREAS	9
1. Biología de un árbol	9
1.1. Células y Tejidos	10
1.2. Yemas y Ramillas	13
1.3. Hojas	15
1.4. Raíces	16
2. Estructura mecánica de los árboles	16
2.1. Forma y distribución del peso	17
2.2. Adaptaciones estructurales a factores ambientales	17
2.3. Estructura de la copa	19
a) Ángulo de crecimiento de las ramas	19
b) Tipo de control apical	19
II. PLANTACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES URBANOS	23
1. Ubicación y distancia de otros árboles	24
2. Hoyadura y alcorque	25
3. Sustrato para la hoyadura	27
4. Uso de tutores	28
5. Riego	30
6. Mantención	30
III. INTERVENCIONES EN ÁRBOLES URBANOS	31
1. Intervenciones beneficiosas y aceptables para los árboles	32
1.1. Limpieza de copa	32
a) Ventilación de la copa	32
b) Eliminación de material enfermo o dañado	33
c) Eliminación de brotes adventicios	34
1.2. Elevación de la copa	34
1.3. Adecuación al tendido eléctrico	36
a) Poda en horquilla	36
b) Poda de canal libre	37
c) Poda de rebaje de copa	38
2. Intervenciones perjudiciales para los árboles y peligrosas para la ciudadanía	39
3. Cortes y heridas de poda	42
VI. CASOS PRÁCTICOS	47
ANEXO 1	56
ANEXO 2	57
ANEXO 3	58
BIBLIOGRAFÍA	59

Introducción

Los árboles son seres vivos muy importantes para el desarrollo de la vida humana y animal, esencialmente porque producen el oxígeno que necesitamos para respirar.

El mundo tal como lo conocemos, se ha podido desarrollar gracias al aporte de las especies vegetales, que han sido capaces de transformar la superficie del planeta.

En la actualidad la presencia de árboles en las ciudades otorga una gran cantidad de beneficios, por lo cual, se han convertido en elementos fundamentales para mejorar la calidad de vida urbana.

Entre los beneficios más importantes que aportan los árboles **podemos destacar:**

1.

Los árboles disminuyen la contaminación, gracias a que en su proceso de fotosíntesis utilizan el CO₂ que producen los combustibles.

2.

Tienen la capacidad de filtrar partículas contaminantes del aire (PM10), atrapándolas en la superficie de sus hojas y en la corteza.

Los árboles son elementos fundamentales para mejorar la calidad de vida urbana

3.

Disminuyen la temperatura ambiental gracias a la absorción de calor y la proyección de sombra.

4.

Retienen agua en los suelos gracias a la cobertura de su copa, lo que permite que estos no se resequen.

5.

Disminuyen la erosión en las laderas, efecto producido por sus raíces que son capaces de sostener la tierra evitando que escurra.

6.

Infiltran las aguas lluvia, las que son capturadas en sus copas y lentamente liberadas para ser absorbidas por el suelo.

7.

Contribuyen a la belleza de las ciudades, que despierta sentimientos placenteros en sus habitantes y múltiples sensaciones de relax y bienestar.

Sin embargo, es importante destacar que la ciudad es un ambiente hostil para el desarrollo de la vegetación. La excesiva compactación del suelo, el calor que irradia el pavimento, la poca disponibilidad de agua, la circulación peatonal y vehicular, entre otras circunstancias, producen situaciones de estrés que afectan el desarrollo y crecimiento de los árboles. Por lo tanto, es necesario desarrollar técnicas de manejo que potencien su crecimiento, y que a la vez, les permita insertarse en la trama urbana con todas las exigencias que esta impone. Asimismo, es relevante desarrollar prácticas para que los árboles no se conviertan en una amenaza para la población, en ese contexto, es clave definir adecuadamente la ubicación de cada individuo.

El mal manejo de las especies arbóreas constituye un peligro para las personas que transitan a su alrededor, las podas mal realizadas los vuelven vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, lo que se traduce posteriormente en el desganche de ramas o en la caída de ellas cuando

estas se enfrentan a situaciones climáticas adversas. Lamentablemente, el prolongado mal manejo de las especies no puede ser revertido, y obliga a considerar la restitución de los árboles para lograr que se mantengan sanos y bien adaptados a las condiciones de la ciudad.

El objetivo de este manual es entregar las herramientas necesarias que permitirán manejar adecuadamente los árboles, para que estos puedan convivir con la infraestructura de una ciudad, como son las calles, veredas y edificaciones; dando especial énfasis en las labores que se deben realizar para resguardar el tendido eléctrico, y consecuentemente, a la continuidad del suministro.

Considerando los múltiples beneficios que aportan los árboles y la dificultad que enfrentan para crecer en la ciudad, es importante capacitarse para fomentar, cuidar y fortalecer su desarrollo, de manera de contribuir a cuidar el planeta, mejorando las condiciones ambientales y la calidad de vida de sus habitantes.



Anatomía y características estructurales de las especies arbóreas

Los árboles que habitan en ambientes urbanos son constantemente intervenidos para adecuarlos a la dinámica de la ciudad. Generalmente no se benefician con las intervenciones, pero las pueden tolerar cuando estas respetan su estructura y el desarrollo de las funciones básicas de su metabolismo.

Para intervenir un árbol es necesario que primero se tome conciencia de que se trata de un ser vivo, que necesita de ciertas condiciones para vivir y que se vuelve vulnerable ante los cambios climáticos, el ataque de plagas y enfermedades, las podas y los daños propiciados por el ambiente urbano. Por lo tanto, para poder modelar y potenciar el desarrollo de un árbol, es necesario conocer su metabolismo, las estructuras que desarrollan, las necesidades básicas que requieren ser suplidas y la respuesta que manifiestan a las intervenciones que se les hacen.

1. Biología de un árbol

Los árboles son especies vegetales que pueden vivir desde decenas hasta miles de años. A diferencia de otros organismos vegetales, cuentan con un tejido especial que les permite alcanzar un gran tamaño, una estructura compleja y una larga

Los árboles toleran las podas cuando estas se hacen respetando el equilibrio de su estructura



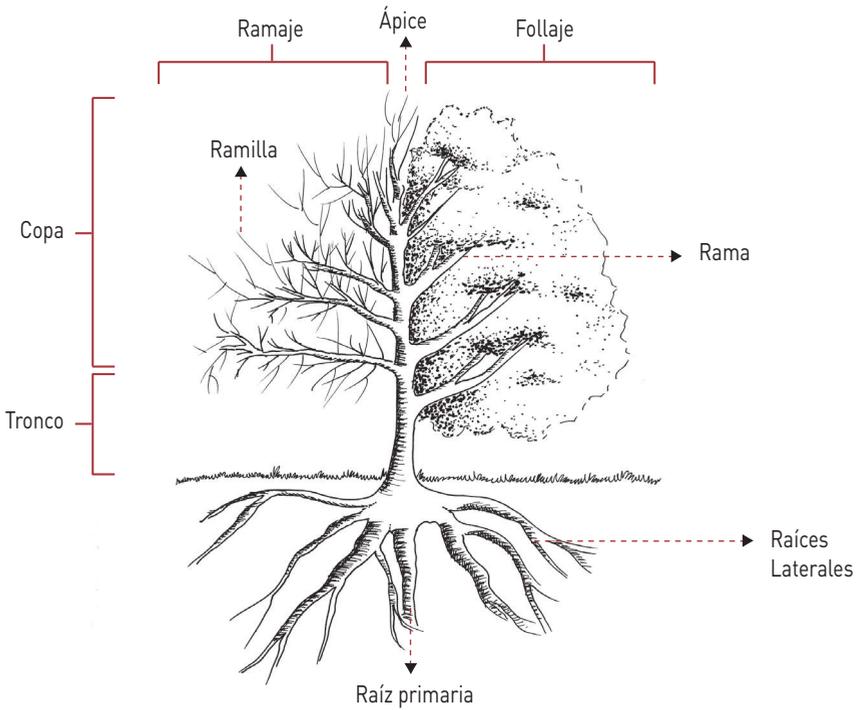
permanencia en el tiempo. Este tejido es la madera, un material excepcional desde un punto de vista mecánico, que ofrece un sinnúmero de estrategias de diseño que van desde garantizar la estabilidad estructural hasta ofrecer un adecuado factor de seguridad, empleando una cantidad mínima de material que los hace ser muy eficientes en su metabolismo.

La forma, peso y altura de los árboles se logra gracias al diseño de una compleja estructura mecánica, que da soporte y permite balancear las fuerzas que actúan sobre ellos, como el viento, la nieve y la lluvia.

Esta estructura se forma por un sistema de raíces que le permite anclarse al suelo y un tronco central que da soporte a las ramas, las que a su vez contienen las ramillas donde se forman las hojas, flores y frutos (Figura 1).

Los árboles forman una compleja estructura mecánica, que les permite equilibrar su peso y las fuerzas del viento.

FIGURA 1: Anatomía de un árbol

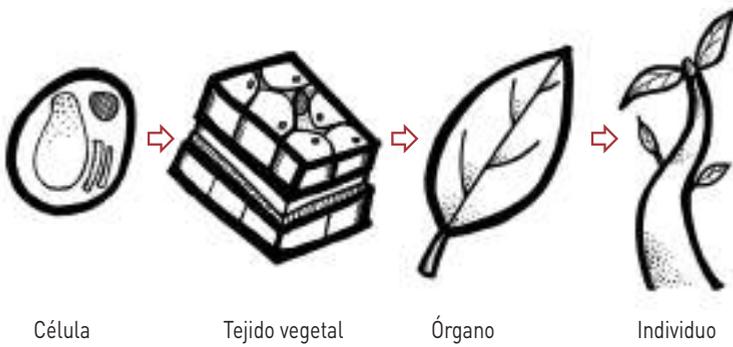


► 1.1. Células y Tejidos

Al igual que en otros organismos vivos, la estructura básica de los árboles es la célula. Una unidad microscópica capaz de asociarse para formar tejidos, los que conforman órganos como hojas, tallos, raíces, flores y frutos (Figura 2).



FIGURA 2: Formación de tejidos y órganos



El crecimiento y desarrollo de cada individuo se debe al aumento del número de células. Las nuevas unidades se forman por la división de las existentes, las que luego se diferencian y pueden asumir distintas funciones específicas.

La división celular ocurre en ciertas zonas de la estructura de los árboles, las que reciben el nombre de meristemas. Existen dos tipos de meristemas, el tipo primario y el tipo secundario o meristema lateral.

a) Meristema Primario: Permite la elongación de ramillas y raíces (Figuras 3 y 4).

FIGURA 3: Meristema primario en ramillas

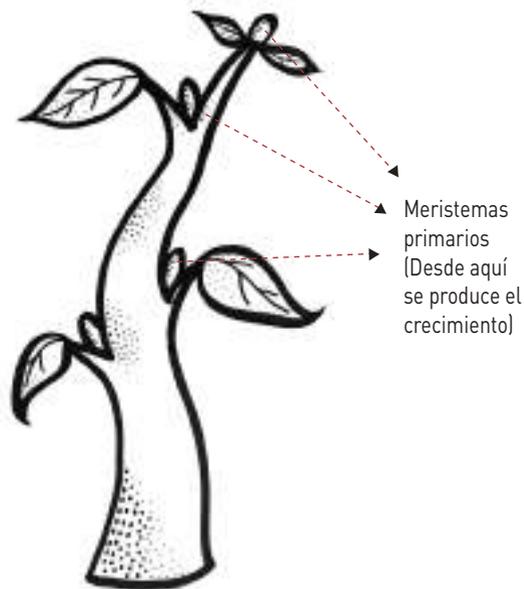
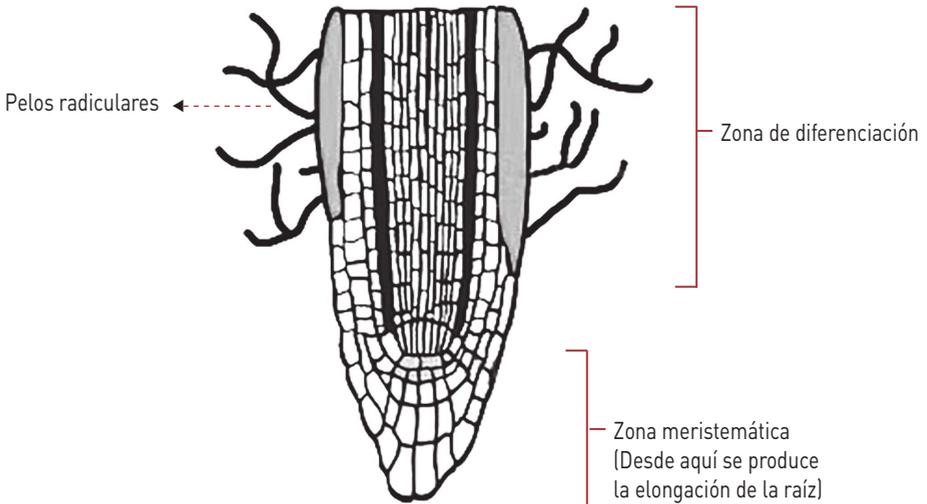


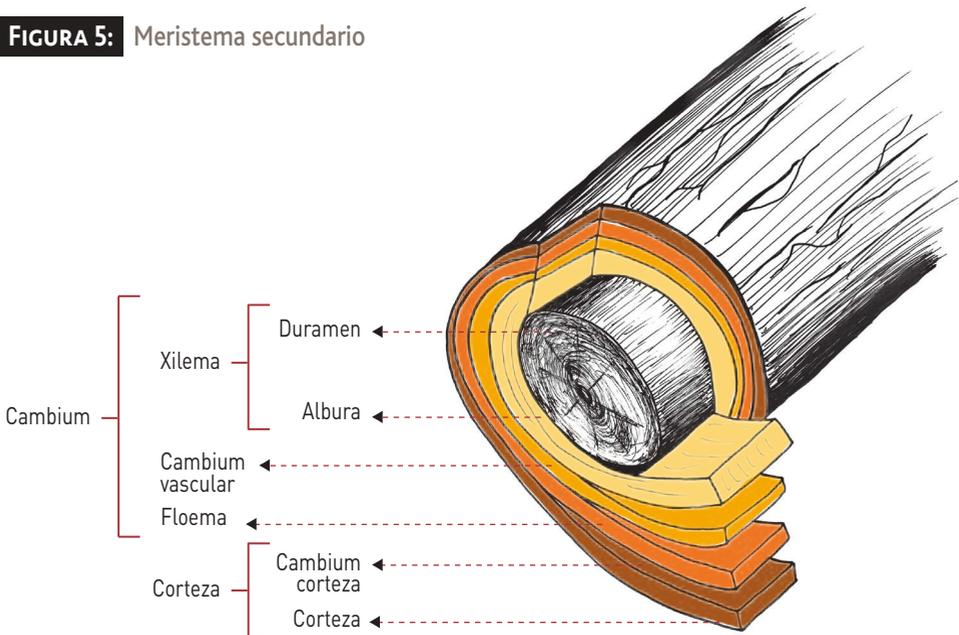
FIGURA 4: Meristema primario en raíces



b) Meristema secundario o lateral: Produce células que incrementan el diámetro de los tejidos, aumentando así

el grosor de ramillas, ramas y raíces. El meristema secundario se clasifica en dos tipos: el cambium y la corteza (Figura 5).

FIGURA 5: Meristema secundario



El *cambium* es un tejido formado por células que dan origen al sistema vascular de los árboles, donde se distingue el xilema en el interior y el floema alrededor de este.

El xilema es un conducto cuya función es transportar agua y sales minerales desde la raíz hacia las hojas, sirviendo además de almacenamiento de carbohidratos. Este conducto está compuesto por un tejido muy duro, que permite soportar todo el peso de la estructura.

El floema es el encargado de mover los carbohidratos (azúcares) producidos en las hojas hacia todo el árbol, para que sean consumidos y almacenados como reserva.

La corteza protege a los árboles, cuando esta se rompe los árboles quedan vulnerables

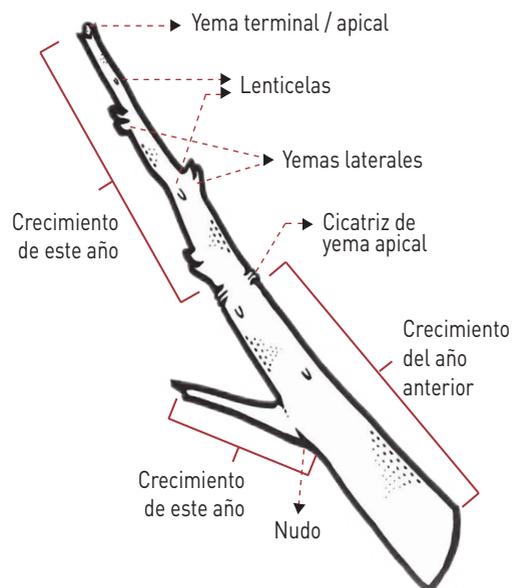
La corteza es un tejido formado por diferentes tipos de células que, recubriendo el tronco, las ramas y ramillas de un árbol otorgan protección a su sistema vascular. La corteza cumple la importante función de moderar la temperatura hacia el interior, evitando la deshidratación de los tejidos y actuando de barrera contra el ataque de plagas atraídas por los azúcares que se acumulan al interior.



► 1.2. Yemas y Ramillas

Las ramillas son pequeños tallos leñosos que nacen desde las ramas. En ellas se pueden encontrar las yemas que darán origen a otros tallos, hojas, flores y frutos; las lenticelas, que permiten el intercambio gaseoso; los nudos que soportan yemas y hojas, y las cicatrices de la yema apical, que son muy útiles para medir la elongación de la ramilla en un año y así tener un indicador del vigor de la especie (Figura 6).

FIGURA 6: Estructura de una ramilla



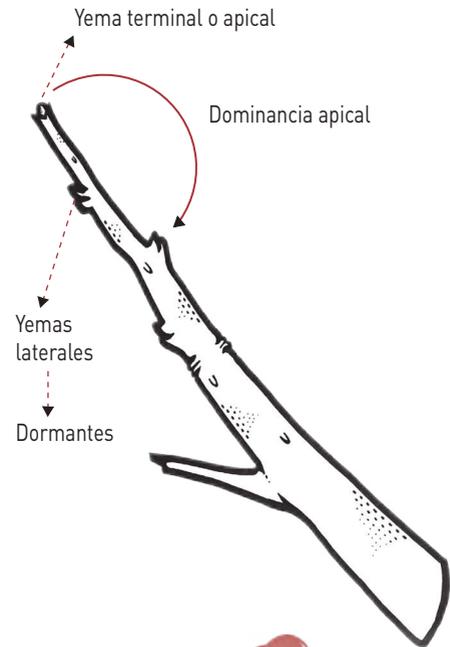
Existen dos tipos de yemas: la apical, en constante desarrollo y las laterales, que pueden desarrollarse o bien permanecer dormantes, es decir, sin actividad hasta que esta se gatille por algún factor natural o ambiental.

La yema apical permite la elongación de la ramilla y controla el desarrollo de las yemas laterales que darán origen a otros órganos. Este poder que ejerce la yema terminal sobre las otras yemas es muy relevante y se conoce como dominancia apical (Figura 7).

La dominancia apical es un factor genético y determina la ramificación que tendrán las ramillas. Es por esto que la eliminación de la yema apical por un corte o poda produce el desarrollo sin control de otras yemas, haciendo que las copas se vuelvan más densas.

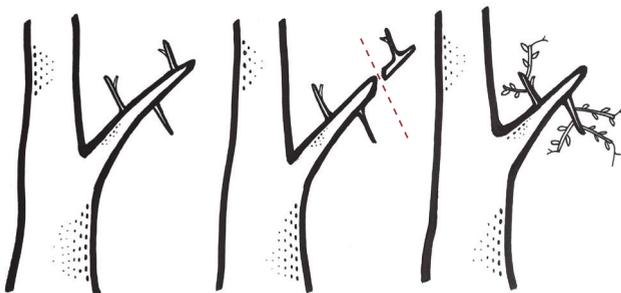
La densificación de la estructura hace que se vuelva muy complejo el realizar algún tipo de mantención. Por ejemplo, en aquellos casos en que es necesario podar para tener una mejor iluminación, o en aquellas situaciones en que se debe despejar el paso de las líneas del tendido eléctrico (Figura 8).

FIGURA 7: Dominancia apical



La eliminación de la yema apical por un corte o poda produce el desarrollo sin control de la copa.

FIGURA 8: Efecto de la eliminación de la yema terminal



► 1.3. Hojas

Las hojas absorben la energía del sol y producen la energía que las plantas necesitan para vivir. Sus células presentan unas estructuras llamadas cloroplastos, que contiene un pigmento conocido como clorofila, el cual absorbe la luz del sol. La energía absorbida se transforma en carbohidratos mediante el proceso de fotosíntesis, donde también participa el dióxido de carbono y el agua. Los resultados de la fotosíntesis son oxígeno, que se libera al ambiente, y carbohidratos, que se distribuyen por todo el árbol sirviendo de alimento para que los vegetales puedan crecer y desarrollarse.

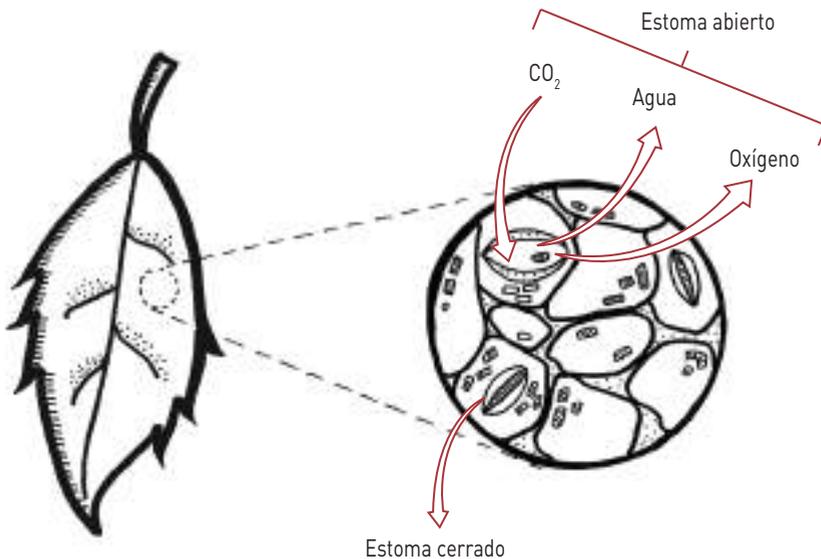
Otra función de las hojas es la transpiración, un proceso que les permite eliminar agua en forma de vapor, con lo cual disminuye la temperatura interior.



La lámina de la hoja entrega una amplia superficie, capaz de absorber la luz solar y el dióxido de carbono. Debido a que las hojas son delgadas, las células están cerca de la superficie, lo que facilita el intercambio gaseoso y la absorción de la luz.

La superficie de las hojas está cubierta por una capa cerosa llamada cutícula que evita que la hoja se reseque. De esta manera la liberación del vapor de agua y el intercambio gaseoso ocurre sólo a través de unas células llamadas estomas, que se abren y cierran según las condiciones de luz, temperatura y humedad del ambiente (Figura 9).

FIGURA 9: Intercambio gaseoso en la hoja



► 1.4. Raíces

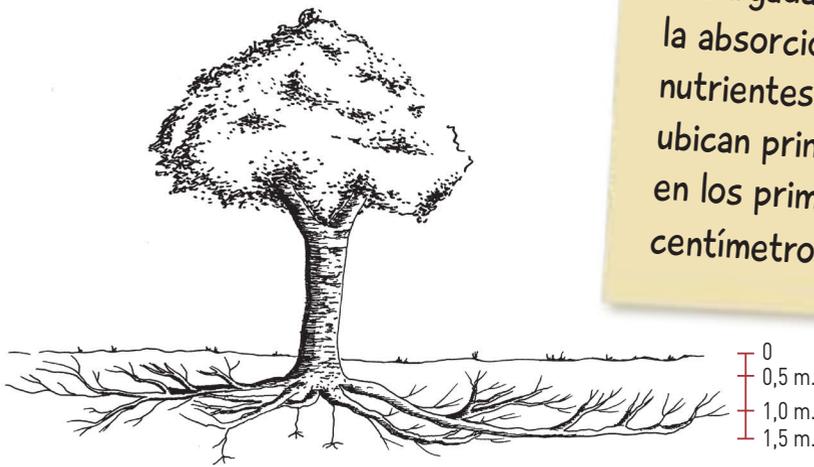
Las raíces de los árboles corresponden a una estructura subterránea con zonas leñosas y fibrosas, que cumple cuatro importantes funciones: anclaje y soporte del árbol en suelo, almacenaje de energía, absorción de agua y sales minerales, y conducción de estos elementos.

El sistema radicular de un árbol puede abarcar una gran extensión, alcanzando comúnmente dos o tres veces el diámetro de la copa. La mayor porción de raíces se

concentra a una profundidad de 1,5 metros, sin embargo, las raíces fibrosas, encargadas de la absorción de nutrientes y agua, se ubican principalmente en los primeros 50 centímetros del suelo (Figura 10).

La distribución de las raíces en el suelo es variable, ya que poseen una gran plasticidad que les permite adaptarse a las condiciones que enfrentan, sorteando los obstáculos y creciendo hacia donde pueden obtener mayores beneficios.

FIGURA 10: Desarrollo radicular de un árbol



2. Estructura mecánica de los árboles

Los árboles son grandes y pesadas estructuras que deben convivir con varias fuerzas que actúan sobre ellos, como el viento, la nieve, el hielo, la lluvia y el peso de sus propios frutos. Todas estas fuerzas moldean la estructura final de cada individuo, el cual es capaz de adaptarse a las condiciones y desarrollar los tejidos que le permiten mantenerse erguido y bien balanceado.



► 2.1. Forma y distribución del peso

El gran desafío de un árbol es crecer equilibrando su estructura en el ambiente en el cual debe desarrollarse. Es por esto que el crecimiento de cada árbol está basado en dos principios:

Los árboles crecen acomodando su estructura a las fuerzas que soportan, como el viento o la nieve

- 1) Los árboles crecen distribuyendo el estrés en toda la estructura. El peso del árbol se distribuye uniformemente según la fuerza que soporta, de manera que no haya puntos muy pesados o muy livianos.
- 2) Los árboles adaptan su estructura al ambiente en donde habitan. Con el fin de desarrollar una estructura estable bajo las condiciones ambientales que enfrentan.



► 2.2. Adaptaciones estructurales a factores ambientales

Los árboles crecen buscando adaptarse al ambiente en el cual se desarrollan. Esto lo hacen de tres maneras:

- A. Adecuan el crecimiento de la copa y raíces. Por ejemplo, en ambientes ventosos los árboles generan estructuras que les permiten soportar la fuerza del viento, desplazando sus copas para lograr un equilibrio y mantenerse erguidos (Figuras 11 y 12). En otras situaciones, los árboles crecen buscando la luz y desarrollan las copas donde mejor pueden captarla (Figura 13).

FIGURA 11: Adaptación de la copa de un árbol al viento

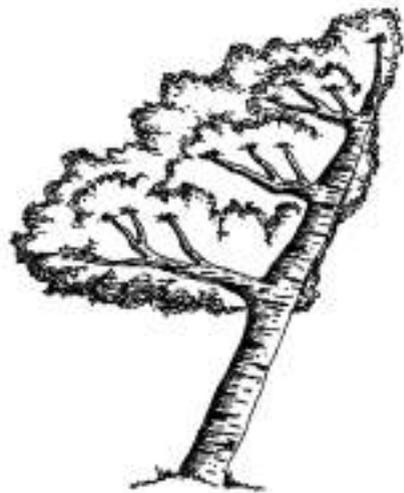


FIGURA 12: Desplazamiento de la copa para equilibrar la estructura

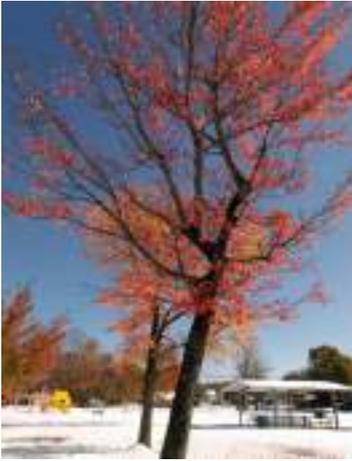


FIGURA 13: Adaptación de la copa al espacio



B. Asocian las raíces para buscar un mejor anclaje en el suelo. Los árboles que crecen en grupos entrelazan sus raíces, lo que les permite un mejor anclaje al suelo y mayor soporte de su propio peso y de las fuerzas que actúan sobre ellos.

C. Asocian las copas y forman una sola estructura. Los árboles que crecen muy juntos generan una sola copa, en donde cada individuo aporta una parte de la estructura. La copa de cada árbol no es estable por sí sola, pero sí lo es cuando forma parte del grupo (Figura 14).

FIGURA 14: Asociación de las copas de los árboles



Todas las adaptaciones de crecimiento son estrategias que demoran muchos años en lograr la estabilidad de un individuo. Por lo tanto, intervenir el crecimiento de la especie con podas drásticas, que no consideran el equilibrio natural del árbol, producen desganches e incluso la caída de ellos.

► 2.3. Estructura de la copa

La estructura de la copa de los árboles se forma por la carga genética de las especie, los factores climáticos y todos los agentes externos que pueden influir en

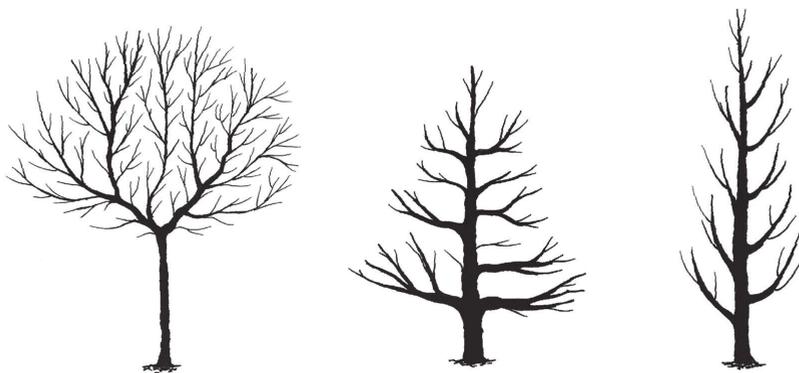
el desarrollo de esta, como edificaciones, calles, cables eléctricos, etc. Dentro de los factores genéticos existen dos componentes importantes:

A. Ángulo de crecimiento de las ramas

El ángulo de crecimiento de las ramas determinará si las copas son extendidas o angostas. Esto no es un factor modificable, por lo tanto, conocer este hábito de crecimiento es clave al momento de seleccionar un árbol para un determinado lugar (Figura 15).

Conocer el hábito de crecimiento de un árbol permite saber cómo se adecuará al espacio.

FIGURA 15: Forma de las copas según el ángulo de inserción de las ramas

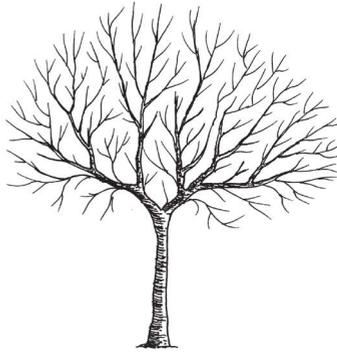


B. Tipo de control apical

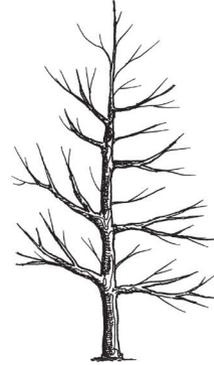
El control apical se refiere al dominio que ejerce el ápice del árbol sobre el desarrollo de las ramas. Es muy parecido a la dominancia apical que ocurre en una ramilla, pero esto ocurre a nivel de ramas y no están correlacionados.

Una especie con alto control apical tiene un tronco central muy bien definido y las ramas laterales son de una envergadura menor a este, sin sobrepasar su altura. Por el contrario, una especie de bajo control apical no tiene un tronco central bien definido, todas las ramas se expresan libremente y se desarrollan de forma pareja (Figura 16).

FIGURA 16: Control apical



Bajo control apical



Alto control apical

Si bien el control apical es un factor genético, es posible que en algunos casos se pierda. Esto ocurre cuando se corta el ápice, o bien, cuando el árbol enfrenta una situación de estrés, como fatal de nutrientes en el suelo, bajas temperaturas (heladas) o falta de agua. Los árboles con bajo control apical, o

aqueellos que lo han perdido, cuentan con una bifurcación del tronco central que forma una unión diferente a aquellas que se producen cuando las ramas se unen al tronco (Figura 17).

Para conocer el tipo de control apical de las especies más comunes, revise el anexo 3.

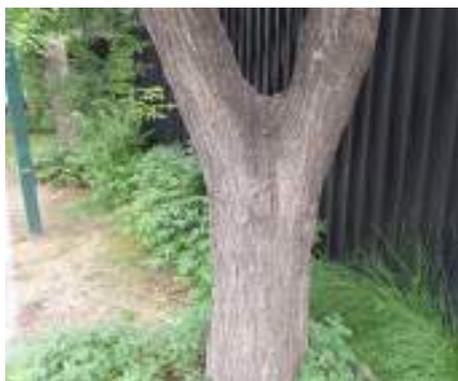
FIGURA 17: Bifurcación del tronco



Solo los árboles de bajo control apical resisten podas en el ápice, sin que se deforme su estructura.

La bifurcación de troncos puede generar una unión fuerte y estable, pero en algunos casos se forma una unión inestable

que se vuelve peligrosa por la posibilidad de que uno o ambos troncos se desganchen (Figura 18).

FIGURA 18: Uniones de tronco con ángulo abierto y cerrado

Cuando el ángulo de la horquilla es abierto, el sostén de cada uno de los troncos es fuerte, se produce una unión interna y externa estable que no reviste mayor peligro de rotura o de ser atacada por microorganismos que la deterioren (Figura 19).



En cambio, en horquillas de ángulos cerrados, el sostén de los troncos es débil. Comúnmente presentan pliegues exteriores que son atacados por micro-organismos que generan pudrición, ablandando los tejidos y volviéndolos inestables (Figura 20).

FIGURA 19: Unión segura entre dos troncos**FIGURA 20:** Unión insegura entre dos troncos

Las uniones inseguras son peligrosas, porque los árboles pueden romperse por la mitad.

Las uniones de las ramas son diferentes a las que se producen por la bifurcación de los troncos. Las ramas se unen a los

troncos de forma interna, compartiendo su estructura y formando una unión fuerte y estable (Figura 21).

FIGURA 21: Estructura interna de una rama

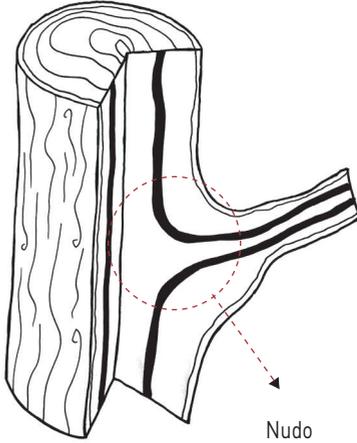
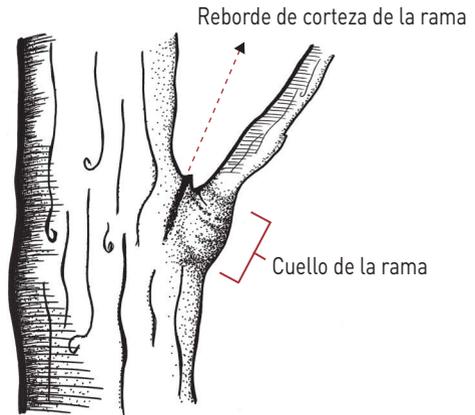


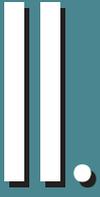
FIGURA 22: Estructura externa de una rama

En el exterior, la rama se une al tronco desarrollando dos áreas de unión: la arruga de la corteza y el cuello (Figura 22).

El cuello de la rama, además de otorgar soporte y firmeza, tiene una propiedad única: es capaz de cicatrizar y producir un callo protector si la rama es removida. Esta cualidad no ocurre en ninguna otra parte de la estructura del árbol.



Si las ramas no se cortan en el cuello, no se produce cicatrización y el tejido queda expuesto al ataque de hongos y gusanos.



Plantación y establecimiento de árboles urbanos

El gran desafío de incorporar vegetación en una ciudad es poder entregarle las condiciones óptimas para que pueda desarrollarse en un medio hostil, rodeada de construcciones, con un suelo altamente compactado e impermeabilizado por el pavimento.

Las estrategias de establecimiento de árboles deben considerar dos factores fundamentales:

- **Primero:** la construcción que se realiza en las ciudades conlleva la eliminación de la capa vegetal del suelo, es decir, aquella capa porosa y rica en materia orgánica que le permite a las especies vegetales obtener los nutrientes básicos para su desarrollo. Por lo tanto, es necesario reponer los nutrientes y asegurar que estos se mantengan en el suelo para que una especie pueda sobrevivir.
- **Segundo:** los árboles deben tener la capacidad de adaptarse al clima donde deberán desarrollarse. El clima de la ciudad está determinado en primer lugar por su ubicación geográfica, pero además hay que considerar otros factores, tales como el calor que irradia el pavimento y la deforestación propia de las ciudades, que elevan la temperatura y disminuyen la humedad ambiental. En consecuencia, los árboles urbanos deben ser seleccionados en atención a su capacidad para adaptarse y resistir estas condiciones.



Una vez que se escoge una especie capaz de adaptarse a las condiciones urbanas, se debe seguir un riguroso plan de establecimiento para que pueda crecer en forma sana y vigorosa.

El éxito en el establecimiento de un árbol depende de la correcta selección de la especie y del manejo que se haga en terreno. Este último debe asegurar la reposición de nutrientes, el riego adecuado a las necesidades de la especie y técnicas de poda que potencien y no perjudiquen el desarrollo del árbol.

Un proceso de plantación exitoso considera seis factores:

- Ubicación y distancia entre árboles
- Tamaño de la hoyadura y alcorque
- Sustrato para la hoyadura
- Uso de tutores
- Riego
- Mantención

1. Ubicación y distancia entre árboles

La ubicación de un árbol debe considerar el espacio necesario para que se desarrolle libremente su parte aérea y sus raíces, conviviendo de forma armónica con todos los elementos urbanos que componen una ciudad.

Si bien los árboles entregan muchos beneficios, es importante no desconocer aquellas situaciones en que ellos pueden constituir un factor de riesgo para la comunidad, o afectar los servicios básicos, como la continuidad del suministro eléctrico.

Por ejemplo: en los sectores donde se hace menos visible la luz de los semáforos o las señaléticas de tránsito; en cruces de esquinas impidiendo ver otros vehículos que se aproximan; donde obstaculizan la luz de las luminarias o debajo (o en cercanía) del tendido eléctrico, que podrían sufrir daños producto del crecimiento de las ramas de un árbol.

Entonces, según las características de cada lugar, se debe evaluar la pertinencia de utilizar o no un árbol. Por ejemplo, bajo el tendido eléctrico, jamás será recomendable plantar. Por otra parte, en aquellos lugares en donde los árboles interactúan con la infraestructura de la ciudad, se deben seleccionar las especies de acuerdo a su tamaño y forma, para que se ajusten bien a cada situación y no sea necesario estar constantemente interviniéndolos.

Los árboles se pueden agrupar según su tamaño, de manera de seleccionarlos según el perfil y las características de las calles donde se quieren plantar. El tamaño del árbol determinará la distancia de plantación, considerando que sus copas pueden entrelazarse en los bordes sin que ello perjudique la estructura de la especie.

La **Tabla 1** a continuación contiene una recomendación de distancias de plantación en función del tamaño del árbol.

TABLA 1 Clasificación de los árboles según su tamaño y la distancia de plantación

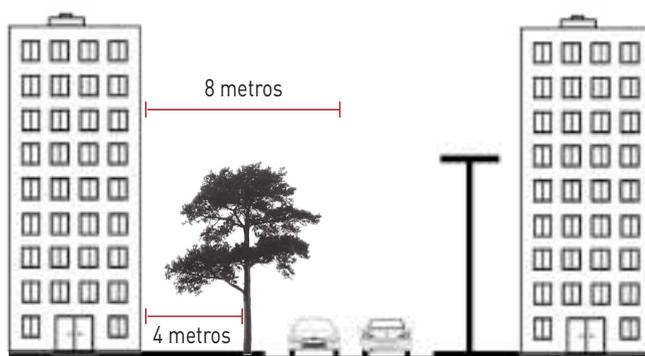
Tamaño del árbol	Altura	Diámetro de copa	Distancia de plantación mínima
Pequeño	Menor a 8 metros	Menor a 4 metros	3 metros
Mediano	Entre 8 y 12 metros	Entre 4 y 6 metros	5 metros
Grande	Superior a 12 metros	Mayor a 6 metros	8 metros

Fuente: Red Nacional Pro Ley del Arbolado Urbano.

También es importante considerar la distancia de los árboles a las edificaciones para que la copa pueda desarrollarse de forma armónica y equilibrada. La distancia óptima desde el tronco a una edificación es la mitad del diámetro de copa de una especie (Figura 23).

La altura de los árboles no debe superar la altura de la red eléctrica, para evitar la interrupción del suministro si es que ocurren desganches de ramas.

FIGURA 23: Distancia de plantación de un árbol a una edificación



2. Hoyadura y alcorque

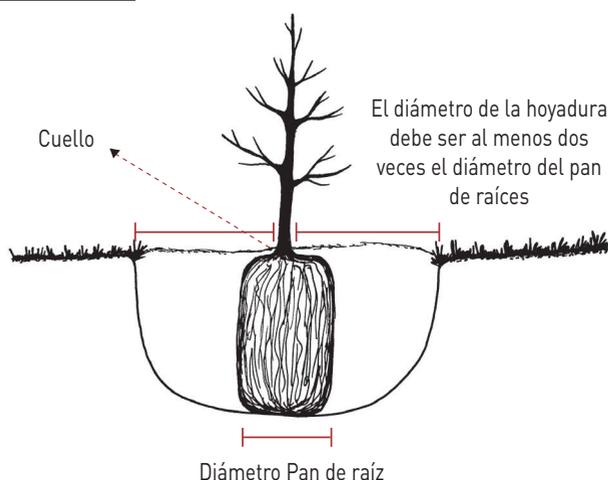
La hoyadura de plantación depende del diámetro y profundidad del pan de raíces del árbol que será plantado. El pan de raíces corresponde a la porción de raíces y tierra que trae un árbol desde el vivero.

La profundidad de la hoyadura debe ser la misma del pan de raíces, de manera que el cuello del árbol no quede enterrado. El cuello del árbol se refiere a aquel lugar en donde empieza el desarrollo del tronco principal, es un lugar extremadamente

sensible al daño por pudrición, por lo tanto, es importante que no esté expuesto a humedad excesiva.

Como se explicó en el Capítulo I, la mayor porción de las raíces de un árbol se desarrolla de forma horizontal, por lo tanto, el diámetro de la hoyadura será el factor más importante para un buen desarrollo radicular. El diámetro de la hoyadura debe ser al menos dos veces el diámetro del pan de raíces, con el fin de asegurar que el sustrato que ahí se utilice estimule el crecimiento radicular (Figura 24).

FIGURA 24: Hoyadura de plantación



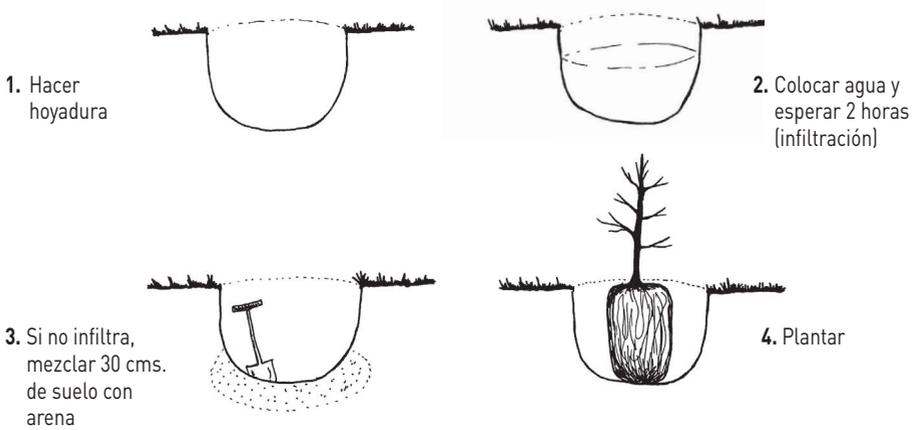
El diámetro de la hoyadura será el factor más importante para un buen desarrollo radicular.

El fondo de la hoyadura debe permitir un buen drenaje del agua, de lo contrario las raíces podrían quedar expuestas al exceso de humedad, situación que genera hongos, pudrición y otras enfermedades. Por lo tanto, se debe evaluar el drenaje del hoyo de plantación. La técnica es muy fácil, simplemente se aplica una gran cantidad de agua y se monitorea el tiempo que demora en drenar. Si el agua

permanece en la hoyadura por más de dos horas, será necesario intervenir.

Para mejorar el drenaje de la hoyadura se debe picar el fondo al menos treinta centímetros, remover la tierra, mezclarla con arena inerte y reincorporar el material. La proporción es dos partes de sustrato del lugar por una parte de arena (Figura 25).

FIGURA 25: Mejoramiento del drenaje de la hoyadura

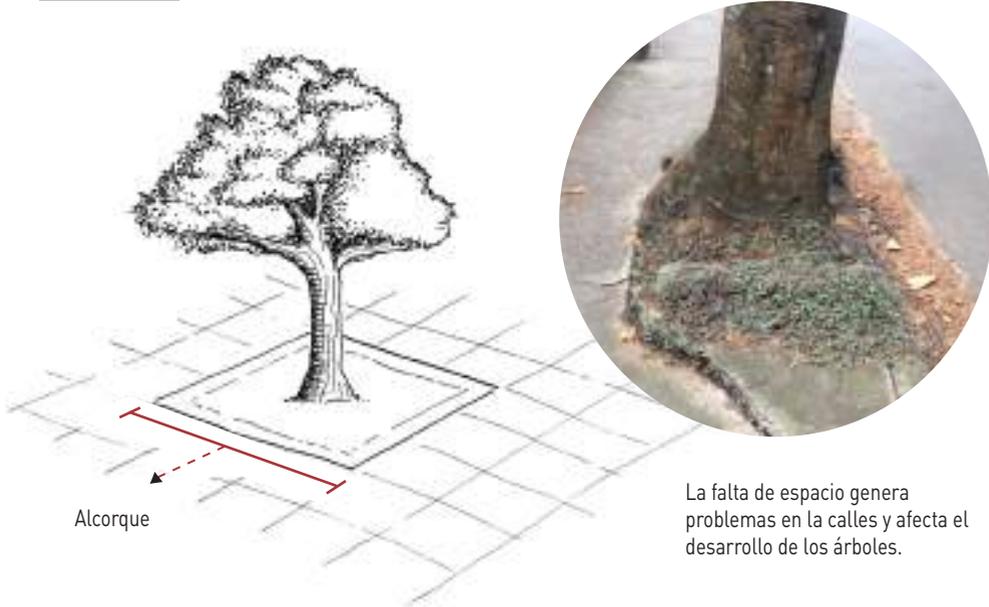


Es muy importante mencionar que no es recomendable aplicar una capa de piedras o ripio al fondo de la hoyadura. Este tipo de capas genera grandes espacios de aire, en donde las raíces no llegan a colonizar, por lo tanto, se corre el riesgo de que el pan de raíces no quede bien anclado al suelo y el árbol esté en una posición inestable.

Es común que los árboles plantados en las calles queden rodeados por el cemento de las veredas y avenidas, lo cual perjudica su desarrollo al dificultar el intercambio gaseoso y la captación de agua. Por lo anterior, es necesario dejar un al-



corque, que corresponde a un espacio libre alrededor del tronco que permita que la raíz obtenga el oxígeno y la humedad necesaria. Este espacio deberá mantenerse sin malezas o elementos que puedan intervenir con el libre desarrollo de las raíces (Figura 26).

FIGURA 26: Alcorque de un árbol

La falta de espacio genera problemas en las calles y afecta el desarrollo de los árboles.

La ubicación de un árbol debe considerar el espacio necesario para que desarrolle libremente su parte aérea y sus raíces,

conviniendo de forma armónica con todos los elementos urbanos que componen una ciudad.

Los tamaños sugeridos para los alcorques se encuentran en la **Tabla 2**.

TABLA 2 Dimensión de alcorques según el tamaño del árbol.

Tamaño del árbol	Tamaño del alcorque
Pequeño	0,8 x 0,8 metros (0,6 m ²)
Mediano	1,2 x 1,2 metros (1,4 m ²)
Grande	1,6 x 1,6 metros (2,6 m ²)

Fuente: Red Nacional Pro Ley del Arbolado Urbano.

3. Sustrato para la hoyadura

Una vez que se ha realizado el hoyo de plantación y ubicado la especie, este se debe rellenar y apisonar. El relleno se realiza mezclando dos partes de la tierra del lugar con una parte de sustrato orgánico, idealmente compost, turba,

humus o tierra de hoja. De esta manera se aportan los nutrientes necesarios para que se produzca un rápido desarrollo radicular, con el fin de que el árbol se adapte prontamente a sus nuevas condiciones de hábitat.

4. Uso de tutores

Los tutores han sido utilizados como una herramienta indispensable para guiar el crecimiento de los árboles, de manera de que las especies crezcan de forma vertical y sin torcedura. Sin embargo, al estudiar la estructura mecánica de los árboles (Capítulo I), podemos constatar que un árbol sano y vigoroso es capaz de desarrollar estrategias de crecimiento para adecuarse a las condiciones en donde habita sin necesidad de ayuda externa. Cada decisión que toma un árbol en cuanto hacia donde elongar sus ramas, cuánto engrosarlas y cómo disponerlas en el espacio, responde a la necesidad de anclarse y mantenerse erguido con las condiciones propias de cada lugar. El uso de tutores puede interferir en esta dinámica natural e impedir que un árbol desarrolle por sí solo una estructura estable.

Un árbol bien producido en vivero, no requiere de un tutor para mantenerse erguido

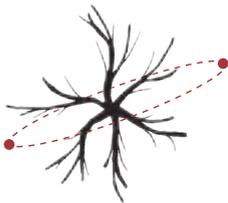
La utilización de tutores fuertemente adheridos al tronco no permite a los árboles desarrollar una estructura capaz de adecuarse al medio donde habitan. Es más, al experimentar esta “estabilidad artificial”, el desarrollo de la copa y del sistema radicular no va acorde al diámetro y estructura del tronco principal, lo que produce que el árbol quede desestabilizado una vez que se retira el tutor.

Por lo anterior, hay tres normas básicas que se deben considerar al momento de plantar un árbol:

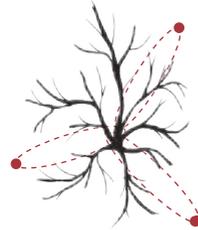
- El árbol debe mantenerse erguido por sí solo, sin la ayuda de un tutor. Los árboles siempre crecen equilibrando su peso para mantenerse rectos; si se los hace crecer atados a un tutor o afirmándose a otros árboles desarrollan estructuras inestables. Por lo tanto, un árbol adecuadamente producido no necesita un tutor para mantener su estructura.
- Los tutores sirven para anclar el árbol al suelo, de manera de que el pan de raíces no se mueva por la fuerza del viento u otro factor que actúe sobre el árbol. El sistema de tutoraje adecuado para este propósito es aquel que utiliza 2 o 3 estacas en forma triangular, las cuales mantiene el pan de raíces en la posición que fue plantado y le permiten al árbol moverse, lo que le ayudará a decidir la estructura que irá desarrollando (Figura 27).



FIGURA 27: Uso de tutores en la plantación



2 tutores



3 tutores



Los tutores fuertemente adheridos al tronco no le permiten al árbol adecuarse al medio.

Los tutores utilizados para estabilizar el árbol en el momento de la plantación, pueden ser utilizados por un plazo máximo de dos años. Una vez que las raíces del árbol traspasan el pan en el cual venían y colonizan el suelo, el árbol queda anclado por sí solo y ya no los necesita. Más allá de este plazo podrían ser útiles para proteger al árbol de la circulación peatonal o vehicular, en cuyo caso se recomienda que las amarras no estén en contacto con el tronco, sino alrededor de este.

5. Riego

El riego de los árboles urbanos se realiza generalmente con camiones aljibes, pero este método produce dos consecuencias negativas. Primero, el tiempo de aplicación del agua es muy corto, con lo cual no infiltra lo suficiente para alcanzar las raíces más profundas de los árboles. Segundo, la presión con que el agua es expulsada compacta el suelo, impidiendo que esta penetre a las capas profundas. Cuando el agua se queda mucho tiempo en la superficie, se corre el riesgo de generar pudrición en el cuello del árbol.

Las raíces de los árboles se desarrollan fácilmente hasta un metro y medio de pro-

fundidad, siempre y cuando encuentre agua en todo el perfil del suelo. Por lo anterior, el riego debe hacerse con la suficiente cantidad de agua y tiempo para que logre profundizar hasta donde las raíces se desarrollan.

El caudal a aplicar en cada riego dependerá del poder de absorción y retención del suelo, lo que se puede evaluar aplicando agua y luego cavando, para determinar qué profundidad alcanzó. Cuando el agua logra infiltrar en el suelo a un metro de profundidad, la frecuencia de riego debe ser baja, sólo una o dos veces por semana en pleno verano, dependiendo de cuán rápido se seca la tierra.

6. Mantenimiento

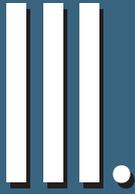
Los nutrientes en el suelo se agotan, por lo que es necesario reponerlos. La forma de reponerlos puede ser a través de fertilizantes minerales o sustratos.

Los fertilizantes minerales tienen la ventaja de entregar nutrientes que pueden ser rápidamente absorbidos por los árboles, mostrando un efecto inmediato, pero no contribuyen a mejorar la estructura de suelos, que es muy importante para el desarrollo de las especies en el largo plazo. En cambio los sustratos con alto contenido de materia orgánica, como compost, turba, humus o tierra de hoja, entregan nutrientes y además contribuyen a mejorar la estructura del suelo, evitando la compactación y ayudando a una mejor infiltración del agua. La recomendación es aplicar una pequeña capa del sustrato escogido (2 a 3 cm) al menos una vez al año.

FIGURA 28: Alcorque con hojas



Otra forma de entregar materia orgánica al suelo es mantener los alcorques con hojas y flores que caen de los árboles. Estos elementos se descomponen fácilmente y se van incorporando al suelo, aportando todos los nutrientes que contienen. Además, actúan como una capa protectora, mejoran la infiltración del agua impidiendo que se apose en la superficie y evitan que el suelo se reseque con facilidad (Figura 28).



Intervenciones en árboles urbanos

Los árboles son seres vivos altamente eficientes, que logran establecer por sí solos una estructura fuerte y estable. La forma que alcanza un árbol adulto es el resultado de su carga genética y un largo proceso de adecuación al hábitat que ocupa. En consecuencia, las intervenciones inadecuadas a estos individuos pueden ser perjudiciales para su desarrollo. Así por ejemplo, eliminar gran cantidad de material vegetal o reducir drásticamente su tamaño deforma la estructura del árbol y lo vuelve inestable.

La respuesta de los árboles juveniles a las podas es mucho mejor que la de los árboles adultos. Esto se debe a que tienen una acelerada tasa de crecimiento, desarrollo y cicatrización, lo que les permite adecuar su estructura a los cambios que sufren.

Hay labores de poda que ayudan al desarrollo de los árboles, como por ejemplo, aquellas que eliminan material dañado,

Los árboles en etapa juvenil reaccionan mejor a las intervenciones que aquellos en etapa adulta

ramas muertas y las que ayudan a ventilar mejor la copa. Pero estas podas que se hacen en ramas pequeñas, no tienen un efecto en la estructura. Por otra parte, están las podas estructurales, las cuales se realizan con el fin de “acomodar” los árboles al espacio urbano. Estas son intervenciones que requiere la ciudad para convivir mejor con las especies vegetales, pero se debe tomar conciencia de que los árboles no las necesitan para crecer y desarrollarse mejor, incluso pueden verse seriamente afectados por ellas.

Los árboles deben evaluarse cada 6 meses, determinando si es o no necesario remover alguna rama.



Para permitir que los árboles crezcan libremente no deben plantarse bajo los cables ni en cercanía a ellos. Como muestra la imagen, los árboles se desarrollan mejor cuando conviven correctamente con el tendido eléctrico, es decir, plantados lejos de las líneas y procurando que su altura no supere la de los cables, evitando así interrupciones por caída de ramas o del árbol completo.

1. Intervenciones beneficiosas y aceptables para los árboles

Las intervenciones beneficiosas para los árboles son aquellas que promueven la sanidad de la especie, evitando las condiciones propicias para el ataque de plagas y enfermedades. En cambio, las intervenciones aceptables, son aquellas que no ayudan ni perjudican a los árboles, pero que son necesarias para que estos puedan convivir en el ambiente urbano.

► 1.1. Limpieza de copa

La poda de limpieza es una práctica que busca potenciar el desarrollo de un árbol, disminuyendo la carga o peso de este, eliminando aquellas ramas enfermas, dañadas, deformadas o las que impiden la ventilación y la entrada de luz a la copa.

La poda de limpieza se puede dividir en tres prácticas: ventilación de la copa, eliminación de material enfermo o dañado y eliminación de brotes adventicios (chupones).



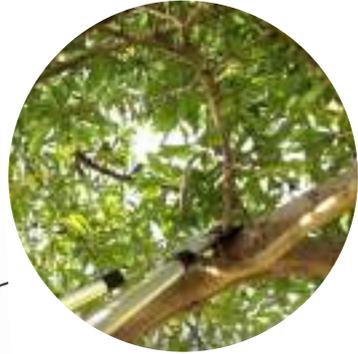
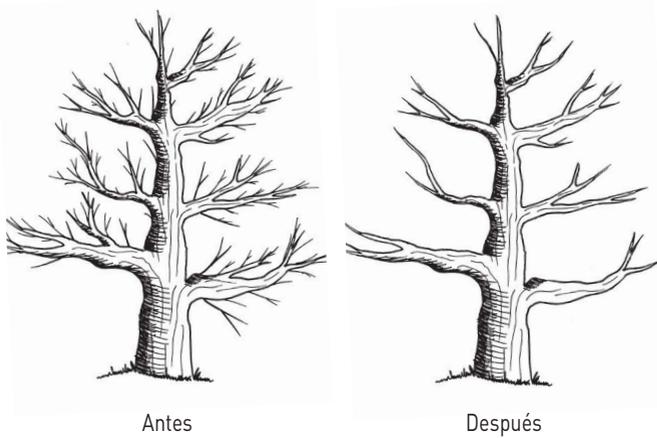
Una buena intervención es aquella que no daña la estructura ni la salud del árbol

A. Ventilación de la copa

La ventilación de la copa es una técnica que beneficia al árbol de varias formas. Primero, al disminuir la densidad de ramas le ayuda a ofrecer menor resistencia al viento. Segundo, se eliminan las ramas que pueden verse afectadas por el peso de la nieve, las cuales podrían desgancharse y caer. Tercero, se favorecen las condiciones naturales que evitan el ataque de plagas, como una mejor aireación, iluminación y reducción de humedad al interior de la copa.

Esta poda se realiza todos los años cortando como máximo un 25% de las ramas de la copa. Solo se eliminan ramas pequeñas, de menos de tres centímetros, que no comprometen el equilibrio estructural de la especie. Los cortes se hacen desde donde nacen las ramas, es decir, desde el cuello (Figura 29).

FIGURA 29: Ventilación de la copa



Las ramas deben cortarse desde su base, jamás hacerlo en un lugar alejado del cuello porque no cicatrizará la herida.

B. Eliminación de material enfermo o dañado

Esta poda promueve la salud del árbol, la estética y la seguridad de las personas. Consiste en eliminar ramas quebradas, mal podadas, enfermas, secas o muertas (Figura 30). La finalidad es evitar roturas de ramas, pudriciones y prevenir la expansión de algún problema sanitario que pueda derivar en el desganche y caída de ramas.

Las ramas deben cortarse desde su base, jamás hacerlo en un lugar alejado del cuello porque no cicatrizará, quedando susceptible a la pudrición o entrada de patógenos. Si las ramas que se deben cortar comprometen el equilibrio de la especie, será necesario hacer otros cortes que promuevan el correcto balance del árbol.

FIGURA 30: Eliminación de ramas dañadas



Rama quebrada



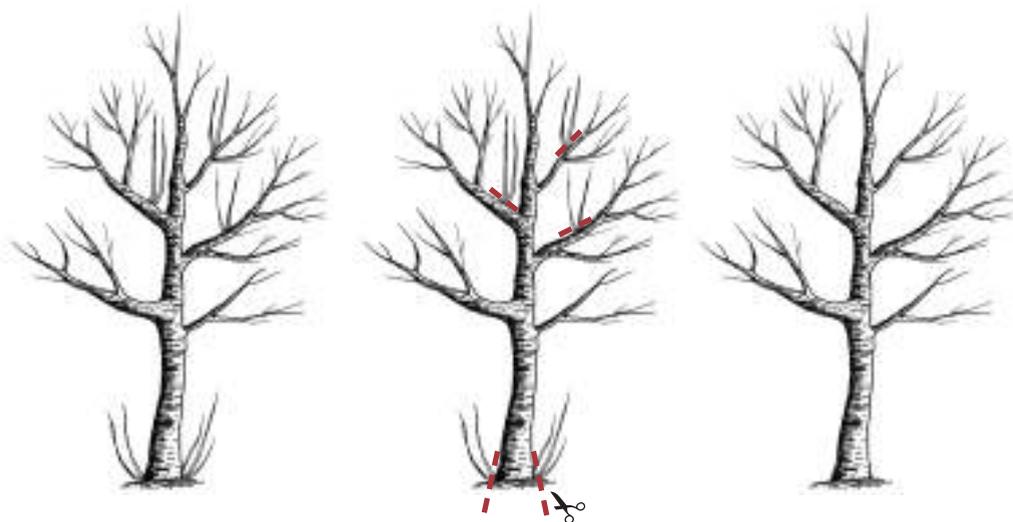
Rama mal podada

C. Eliminación de brotes adventicios

Los brotes adventicios o chupones son ramas de crecimiento muy vigoroso que aparecen sobre otras ramas, en el tronco o en la base de este. Tienen un crecimiento vertical que escapa de la forma natural del árbol y se desarrollan a partir de yemas dormantes.

El desarrollo de estas estructuras obedece generalmente a situaciones de estrés que gatillan su aparición. Su desarrollo es muy rápido, ya que tienen la capacidad de absorber mucha energía en corto tiempo, generando una estructura pesada que desestabiliza los árboles, favoreciendo los desganches de ramas. Por lo anterior, es muy importante removerlos porque no son parte de la estructura equilibrada que ha desarrollado la especie. (Figura 31).

FIGURA 31: Brotes adventicios en un árbol



► 1.2. Elevación de la copa

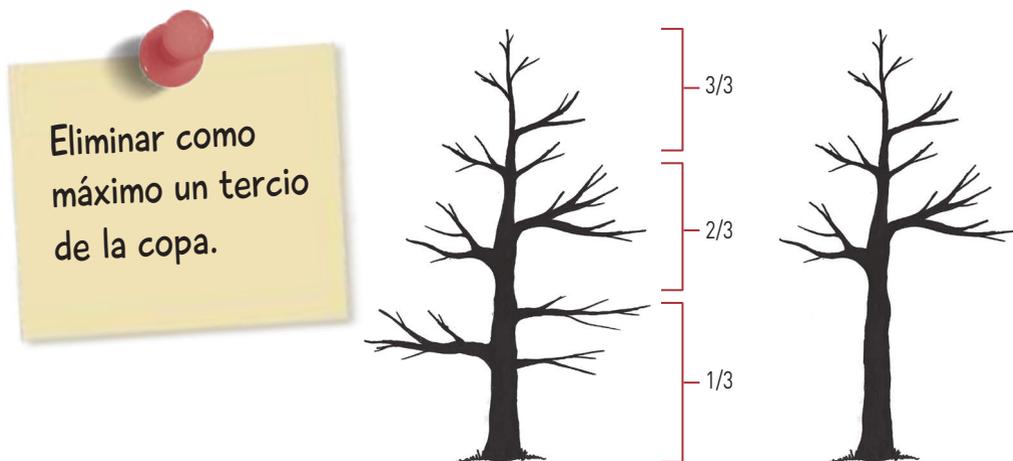
La poda de elevación de la copa es una intervención que consiste en suprimir las ramas basales con el fin de permitir una mejor circulación peatonal o vehicular

bajo la copa de los árboles. Si bien no es una poda que beneficie a la especie, no produce daño si se hace de forma progresiva y eliminando ramas pequeñas que no alteren la estructura.

La eliminación de las ramas conlleva una reducción de hojas, las cuales son indispensables para producir la energía que los árboles necesitan para crecer. Por lo tanto, la cantidad de ramas que se pueden eliminar en cada poda corresponden

de como máximo a un tercio de la copa (Figura 32). Para asegurar un buen desarrollo de la especie conviene realizar esta práctica a partir de su quinto año de vida o cuando el diámetro del tronco tiene al menos 5 cm.

FIGURA 32: Eliminación del tercio inferior de la copa



La poda de levante de copa se realiza cortando solo algunas ramas basales de diámetro pequeño, las cuales cicatrizarán rápidamente. Para asegurar la

estabilidad del árbol, se deben remover las ramas a ambos lados del tronco para evitar el desequilibrio de la copa (Figura 33).

FIGURA 33: Técnica del levante de copa



► 1.3. Adecuación al tendido eléctrico

La Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE), en su artículo 57, establece que bajo las líneas del tendido eléctrico no se podrán hacer plantaciones, construcciones, ni obras de otra naturaleza que pudieran perturbar la calidad y continuidad del suministro eléctrico (revisar artículo completo en Anexo 1).

Sin embargo, la realidad en algunos lugares es diferente. Actualmente existen muchos árboles adultos que conviven con redes eléctricas. Esta situación, representa una amenaza para la continuidad del suministro eléctrico, por lo que las empresas distribuidoras de energía, tienen el deber de podar los árboles en dicha condición, para mantener las líneas despejadas.

Por lo anterior, es importante considerar que jamás se deben plantar árboles bajo o en cercanía del tendido eléctrico, y cuando están presentes en la condición descrita anteriormente, la alternativa más sana y segura es retirarlos completamente.

No obstante, se pueden aplicar ciertas técnicas de poda que les permite a los árboles adecuarse a la situación que enfrentan. Dentro de las intervenciones que se pueden realizar, está la poda en horquilla, la poda de canal libre y la poda de rebaje de copa. Todas ellas son posibles de aplicar en árboles jóvenes y de bajo control apical (página 19), como también en ciertos árboles adultos que presenten buenas condiciones estructurales y de salud.

A. Poda en horquilla

La poda en horquilla es una técnica que permite generar una bifurcación del tronco central en la parte superior del árbol, de manera de producir una abertura por donde puedan pasar los cables del tendido eléctrico (Figura 34).

FIGURA 34: Efecto de la poda en horquilla

La horquilla se forma eliminando las ramas interiores desde su base.



La técnica consiste en eliminar las ramas que están al centro de la copa del árbol, buscando despejar el eje central, de manera que quede un espacio en forma de "V" por donde pueden pasar los cables.

Para mantener este efecto y la correcta estructura del árbol, se deben cortar periódicamente las ramillas que se forman al interior de la horquilla, eliminándolas siempre desde su base. (Figura 35).

FIGURA 35: Formación de la horquilla

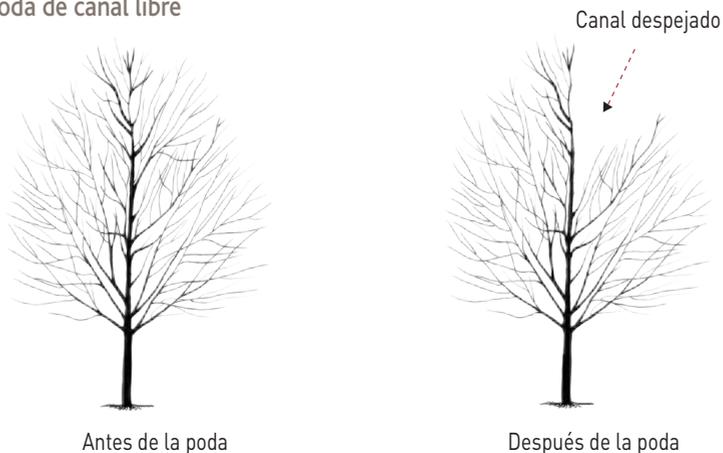


Esta poda se hace año tras año, eliminando solo las ramillas centrales de la horquilla.

B. Poda de canal libre

La poda de canal libre abre un espacio dentro de la copa por donde pueden pasar libremente los cables. Para realizar esta intervención se debe establecer el área que se requiere despejar y cortar desde la base todas las ramas que se ubican en ese espacio. Es importante cuidar que no se deforme la estructura básica de la copa, de manera de que la intervención no cambie la forma del árbol (Figura 36).

FIGURA 36: Poda de canal libre



Antes de la poda

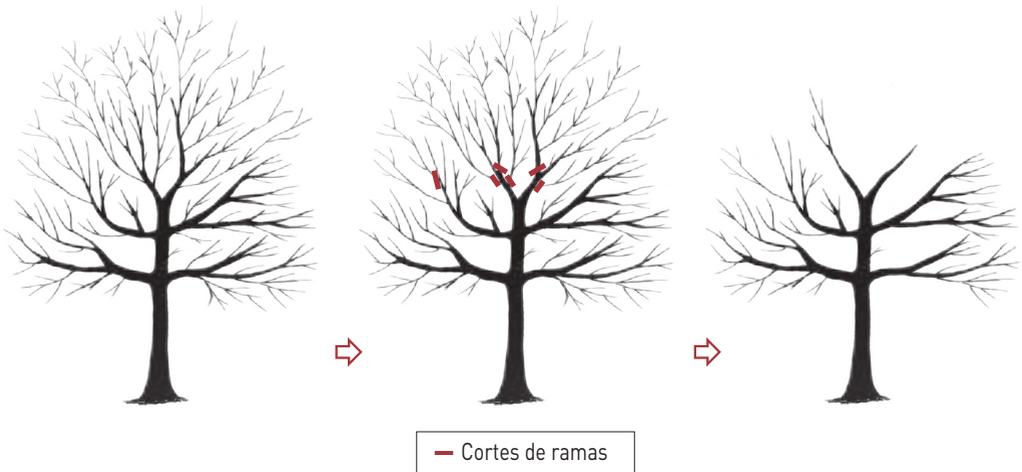
Después de la poda

C. Poda de rebaje de copa

El despunte o rebaje de copa es una poda que consiste en eliminar de forma selectiva las ramas de mayor altura, con el fin de reducir el tamaño de la copa. La técnica se desarrolla eliminando las ramas más largas de la porción superior de los árboles. El corte se hace desde la base de la rama y nunca se debe hacer en la mitad de esta, ya que eso contribuiría a la aparición de brotes adventicios que producirían una copa densa y compleja.

Esta poda de formación privilegia el desarrollo de las ramas que crecen de forma horizontal, las cuales no interferirán a futuro con los cables (Figura 37).

FIGURA 37: Poda de rebaje de copa



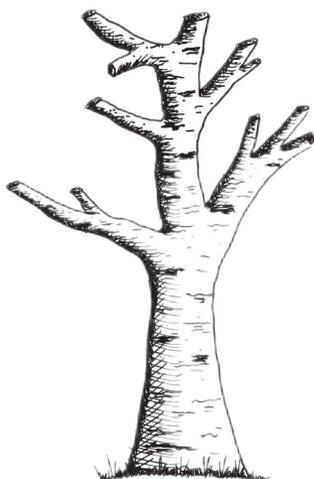
Es necesario mantener las ramas a una distancia que no superen ni exista contacto con las instalaciones eléctricas.

2. Intervenciones perjudiciales para los árboles y peligrosas para la ciudadanía

Las intervenciones perjudiciales que se hacen en los árboles, son aquellas podas drásticas que se realizan en ramas gruesas y pesadas de individuos adultos. Estas intervenciones mutilan a los árboles

alterando completamente su desarrollo, desestabilizando su estructura, volviéndolos vulnerables al ataque de plagas y enfermedades y finalmente acortando su vida (Figura 38 y 39).

FIGURA 38: Poda drástica o mutilación de un árbol



Esta poda deforma la estructura natural del árbol de forma irreversible, cuando están en esta condición es mejor removerlos.

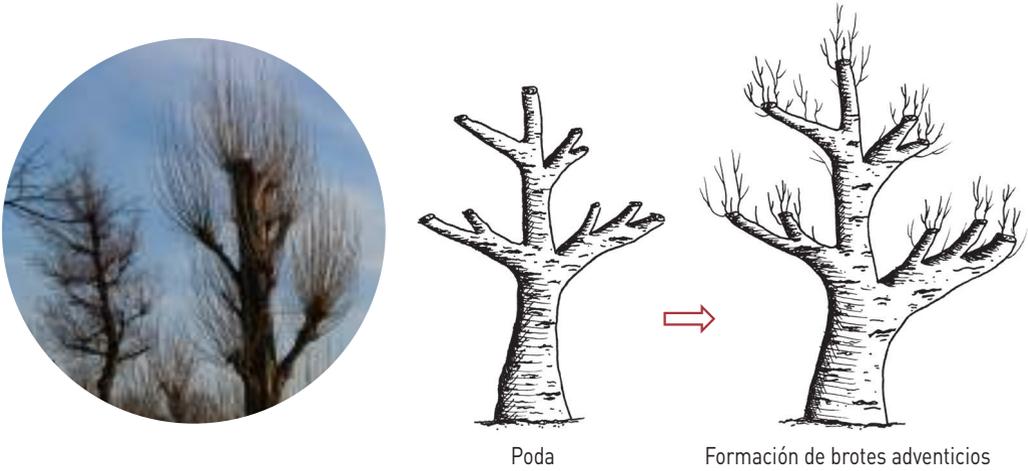
FIGURA 39: Rebaje drástico de la copa



Los efectos perjudiciales de esta gran reducción de copa son los siguientes:

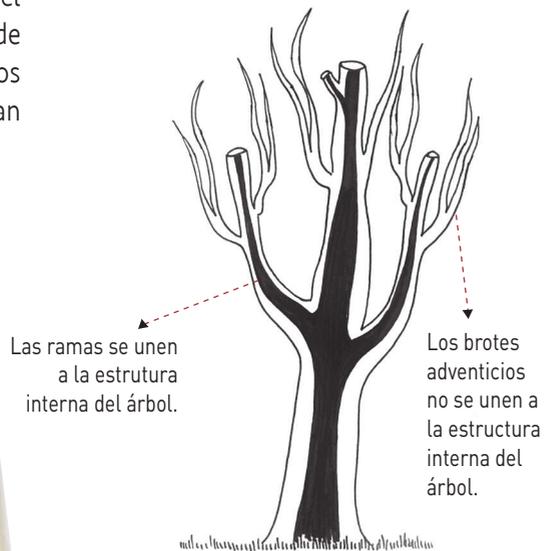
- A. El árbol pierde el equilibrio alcanzado naturalmente, con lo cual se afecta la distribución del peso y aumenta la posibilidad de que la estructura caiga o se desganche.
- B. Los árboles tienden a reaccionar desarrollando un gran número de brotes adventicios o chupones. Estos crecimientos debilitan a las especies absorbiendo una gran cantidad de nutrientes para poder desarrollarse (Figura 40).

FIGURA 40: Desarrollo de brotes adventicios en árboles fuertemente podados



- C. La unión de los brotes adventicios al tronco o rama desde donde se desarrollan es débil, ya que no forman parte de la estructura interna del árbol. Esa unión reviste un peligro de desganche, ya que con el correr de los años los brotes adventicios alcanzan una gran envergadura (Figura 41).

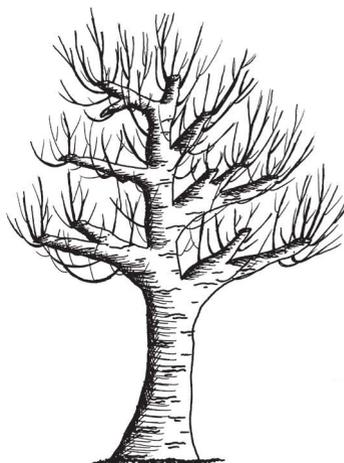
FIGURA 41: Unión de brotes adventicios al tronco



Los brotes adventicios no se unen a la estructura interna del árbol, por lo tanto, su unión es débil e insegura.

- D.** Los nuevos crecimientos forman copas densas y complejas que dificultan el manejo futuro de la especie (Figura 42).

FIGURA 42: Copa densa producto de una poda drástica



- E.** La disminución del follaje reduce la capacidad total para realizar fotosíntesis, lo que podría afectar el crecimiento del árbol e incluso tender a empequeñecer su estructura total.
- F.** La remoción de ramas reduce los nutrientes que el árbol ha almacenado para su subsistencia y disminuye la capacidad para producir y almacenar la nueva energía que requiere para sobrevivir.
- G.** Las grandes heridas producidas al cortar los troncos gruesos demoran en cicatrizar debido a su tamaño, quedando mucho tiempo expuestas al ataque de plagas y enfermedades.
- H.** La sobreexposición de la corteza al sol produce que termine resquebrajándose, perdiendo así su aptitud protectora.
- I.** Se pierde el valor estético del árbol, ya que nunca más vuelve a conseguir su estructura natural.

*Por estética y seguridad,
estos árboles deben ser
removidos.*

3. Cortes y heridas de poda

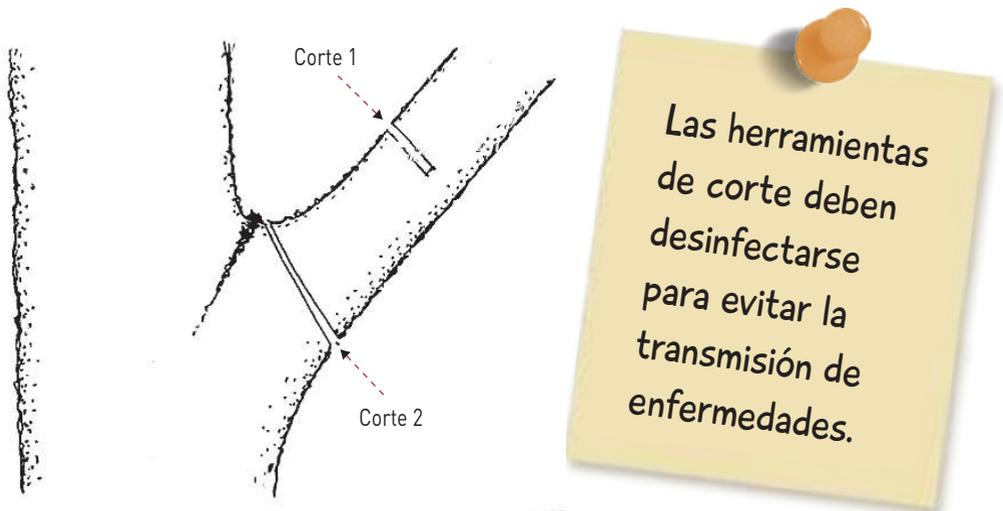
Las heridas en los árboles son aquellas aberturas que dejan expuesto el cambium de la madera, el cual puede ser fácilmente atacado por plagas y enfermedades. Tales heridas pueden ser producidas por podas o causas naturales, como vientos o tormentas que producen un desganche de ramas.

Para asegurar la sobrevivencia del árbol, todas las heridas deben ser cicatrizadas. La capacidad de un árbol de cicatrizar es

bastante limitada, ya que este proceso tarda mucho tiempo y no ocurre en cualquier lugar de la estructura, dado que hay zonas que nunca se logran cerrar.

Las heridas que cicatrizan son aquellas que se consiguen con un corte limpio y uniforme. Para lograrlo, es recomendable hacer primero un corte a unos 40 centímetros del cuello, dejando así solo una pequeña porción de la rama, lo que facilitará que el corte quede bien realizado (Figura 43).

FIGURA 43: Eliminación de la rama antes del corte en el cuello

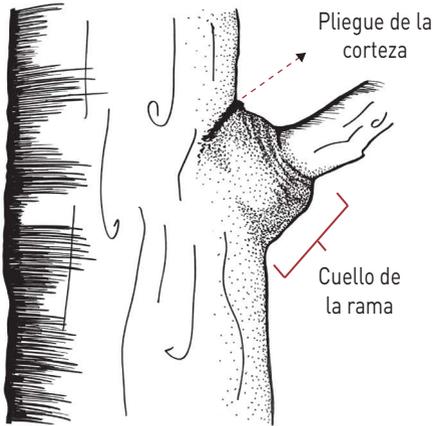


Las herramientas más recomendadas para hacer el corte en ramas delgadas, son las tijeras, ya que generan una herida uniforme que facilita la cicatrización. Los serruchos y las motosierras son más difíciles de con-

trolar y pueden producir una herida poco uniforme, pero si no es posible optar por tijeras y se requiere la utilización de estas herramientas es necesario asegurarse de que los cuchillos tengan el filo adecuado.

La cicatrización ocurre solo en el cuello de una rama (Figura 44), lugar donde se sintetizan las células que serán capaces de formar el callo que recubrirá y protegerá la herida (Figura 45).

FIGURA 44: Cuello de la rama



Para asegurar la supervivencia de un árbol, todas las heridas deben cicatrizar. Mientras más pequeña es la herida, mayor posibilidad de que esto ocurra.

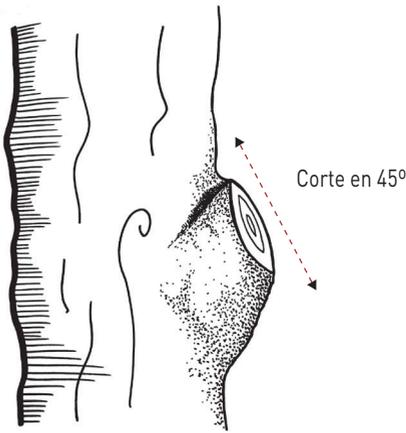
FIGURA 45: Callo de una herida



Para que se forme un callo, la herida debe realizarse con un corte limpio, cuidando que el cuello y la arruga de corteza queden en buenas condiciones. El corte debe

hacerse con un ángulo de 45° , buscando la menor superficie posible, pues a menor tamaño de la herida más posibilidades de completar la cicatrización (Figura 46).

FIGURA 46: Posición del corte de poda



Luego del corte, el tejido que está en el cuello de la rama comenzará a cubrir la herida. La calidad del cubrimiento o cicatrización dependerá de qué tan bien se haga el corte; un buen corte dejará el cambium en buenas condiciones para comenzar el proceso (Figura 47).

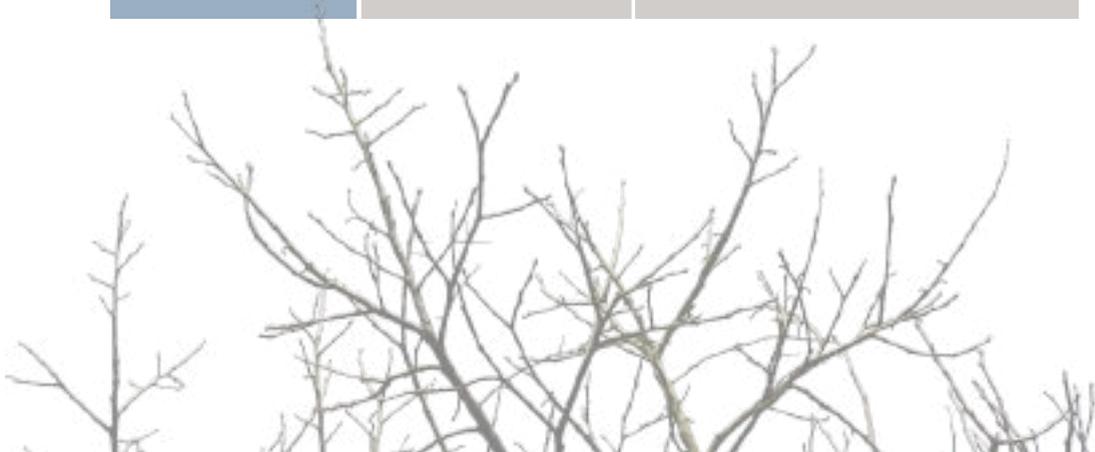
Con un ángulo de corte mayor, la herida será más grande y se eliminará parte del cuello, con lo cual disminuyen las posibilidades de cicatrizar correctamente.

FIGURA 47: Cicatrización de la herida



Recordemos

INTERVENCIONES ACEPTABLES	TIPOS DE PODA	CARACTERÍSTICAS
Limpieza de copa	Eliminación de brotes adventicios	Los brotes adventicios son ramas vigorosas con crecimiento vertical que no son beneficiosas para el árbol, suelen salir después de un corte o poda.
	Eliminación del material enfermo o dañado	Consiste en eliminar ramas rotas, enfermas o mal podadas para conservar la sanidad del árbol.
	Ventilación de la copa	Reduce la densidad de la copa del árbol, favoreciendo la ventilación, lo que evita el ataque de plagas o enfermedades. Lo más importante es que las ramas se corten desde su base.
Elevación de copa	Elevación de copa	Consiste en suprimir las ramas basales para permitir el paso peatonal, como máximo se corta 1/3 de la copa del árbol, y sólo se hace cuando el diámetro del tronco alcanza 5 cm.
Adecuación al tendido eléctrico	Poda en horquilla	Se podan las ramas interiores de la copa formando una horquilla, por donde podrá pasar el tendido eléctrico.
	Poda canal libre	Se podan las ramas interiores de la copa formando un canal, por donde podrá pasar el tendido eléctrico.
	Poda de rebaje de copa	El rebaje de copa consiste en seleccionar las ramas verticales de mayor altura y cortarlas desde la base para reducir de tamaño el árbol.



Conclusión

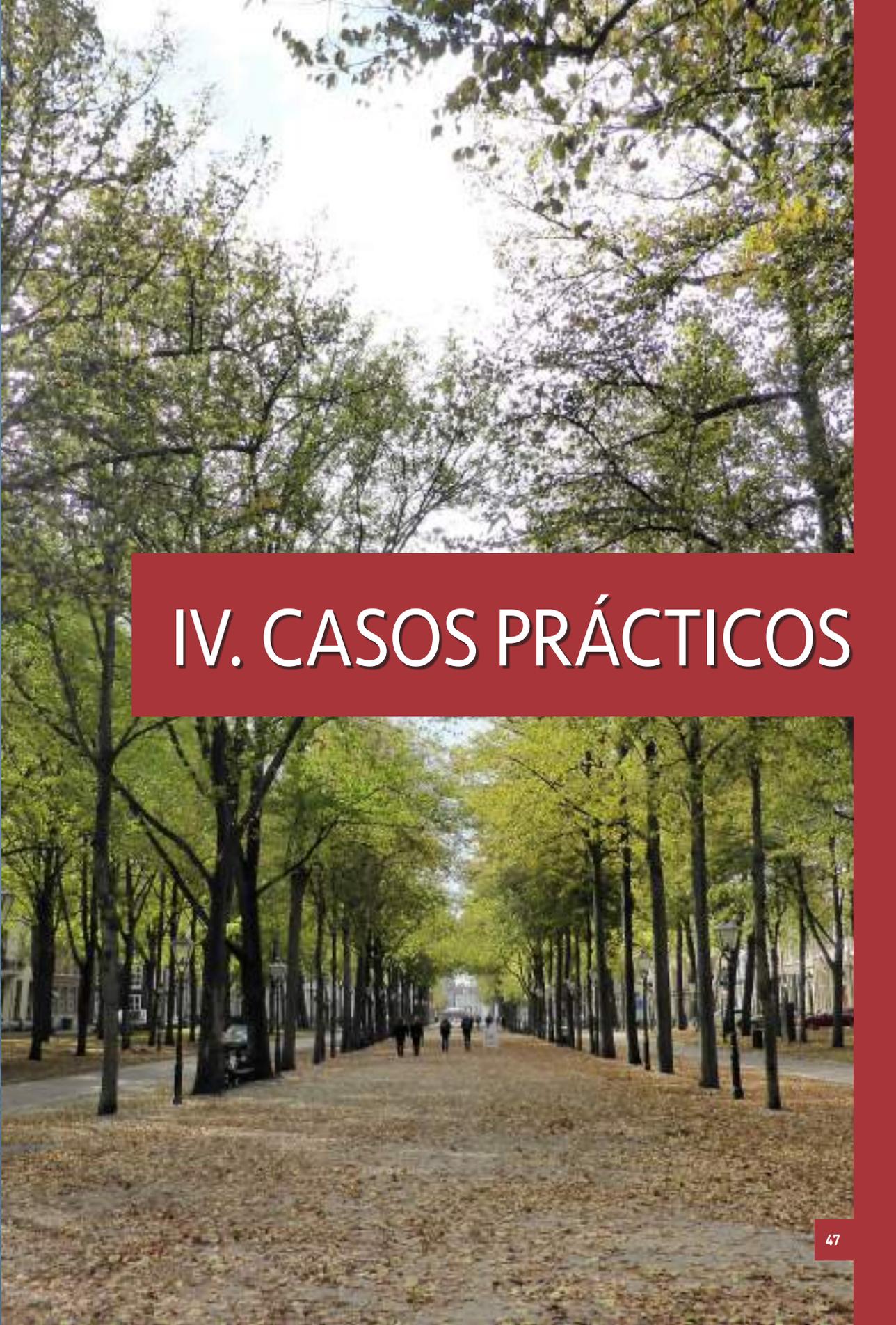
La mantención y convivencia de los árboles, con las diversas estructuras e instalaciones que se encuentran en las urbes, es un gran desafío. Las ciudades son un medio hostil para las especies arbóreas porque entregan condiciones que son adversas para ellas, como la excesiva compactación del suelo, la falta de agua, la escasez de nutrientes y las elevadas temperaturas producidas por la irradiación de calor del pavimento y otros materiales. Adicionalmente, se debe considerar que los árboles muchas veces son intervenidos para que puedan convivir con la infraestructura existente (eléctrica, de transporte, edificaciones, etc.), y la circulación peatonal y vehicular.

Frente a esta realidad, es importante considerar que el establecimiento y manejo de árboles urbanos exige de conocimiento y técnicas que los ayude a desarrollarse correctamente, permitiéndoles insertarse de la mejor manera dentro de la trama urbana.

Es importante considerar que un adecuado manejo requiere del conocimiento biológico de las especies, de manera de comprender la razón de las labores que se efectúan y de esta manera poder desarrollar soluciones frente a las complejas situaciones que se presentan.

Enverdecer las ciudades es una meta que se ha trazado buscando mejorar la calidad de vida de la población. Sin embargo, para lograr un bosque urbano sano y longevo, se deben seleccionar adecuadamente los lugares donde plantar, buscando espacios donde los árboles puedan hacer su aporte desplegando libremente su estructura.

La coexistencia armoniosa entre vegetación e infraestructura urbana -como las redes eléctricas- es posible, donde el gran desafío está es planear el arbolado de la ciudad, otorgando el espacio que los árboles necesitan, produciendo especies que se adecuen a los escenarios urbanos y estableciendo planes de plantación y manejo que les asegure las condiciones necesarias para poder crecer y desplegar todo su potencial; objetivos que hemos intentado plantear, proponiendo un camino basado en indicaciones y buenas prácticas que permitirían -en un mediano y largo plazo- contar con ciudades armónicas, verdes y saludables.

A photograph of a tree-lined path in autumn. The path is covered in fallen brown leaves. Tall trees with green and yellowing foliage line both sides of the path. In the distance, a few people are walking. A red banner is overlaid across the middle of the image, containing the text 'IV. CASOS PRÁCTICOS' in white, bold, sans-serif font.

IV. CASOS PRÁCTICOS

Caso 1:

Árboles deformados por intervenciones en el ápice



Cuando se decide rebajar un árbol cortando su ápice, la estructura se deforma, porque aparecen de manera explosiva muchos crecimientos laterales. La principal consecuencia de esta poda es que la copa se vuelva muy densa y oscura, lo que detona la aparición de plagas y enfermedades, la muerte de ramillas y la posibilidad de desganches.

Por lo anterior, si se realizan este tipo de intervenciones, se debe considerar que posteriormente se deben realizar constantemente podas de limpieza, para permitir la entrada de luz y la circulación de aire, de manera de mantener la sanidad del árbol.

Es importante considerar que, el corte del ápice, es una poda que deforma de manera irreversible la estructura de los árboles de alto control apical, estructura que no se recupera.

Recomendación:

No es recomendable cortar el ápice de los árboles, esto los deforma y exige mucha mantención posterior.

► (Estudiar página 19).

Caso 2:

Árboles mal producidos porque no se equilibran por sí solos



El gran desafío de un árbol es crecer equilibrando su estructura. Esta habilidad la pueden conseguir cuando tienen suficiente espacio para desarrollarse.

Si en el vivero los árboles son producidos sin dejar un adecuado espacio entre ellos, estos crecen afirmándose unos con otros. Una vez que se separan del grupo, no se afirman por sí solos y demoran años en conseguir la estabilidad, período en que son vulnerables a una posible caída.

Recomendación:

Nunca se deben plantar árboles que no se mantengan erguidos sin un tutor.

► (Estudiar página 16).

Caso 3:

Árboles con bifurcaciones inestables de su tronco



Los árboles que se seleccionan para las avenidas deben tener un solo tronco central. Esto facilita el manejo y ayuda a que no intervengan con la circulación peatonal o vehicular.

En este caso se aprecian Tuliperos (*Liriodendron tulipifera*), una especie que genéticamente se establece con un solo tronco el cual se bifurca en la copa.

En la línea se observa un individuo con su tronco bifurcado desde la base, esto puede haber ocurrido por un problema nutricional, estrés hídrico o una mala producción en vivero.

El defecto reviste un peligro para la población, porque la unión de los troncos es inestable, no hay un buen anclaje entre ellos. En la zona de la unión se puede producir fácilmente una pudrición. En situaciones de fuertes vientos, una tormenta o nieve, el árbol fácilmente se podría abrir por el centro y caer.

Recomendación:

Eliminar los árboles con bifurcaciones inestables del tronco, porque son peligrosos para la población.

► (Estudiar página 19).

Caso 4:

Árboles sin espacio para desplegar sus raíces



El tamaño de la raíz de un árbol alcanza dos a tres veces el diámetro de su copa.

En algunas plantaciones urbanas, los árboles se plantan en espacios muy reducidos y con un suelo severamente compactado. Bajo esas condiciones, las raíces no pueden desplegarse de forma horizontal, lo que produce que el árbol no quede bien anclado al suelo. Frente a un fuerte viento o una tormenta, estos árboles caen con facilidad.

Recomendación:

Al plantar un árbol en la ciudad se debe procurar dejar un espacio adecuado para el desarrollo de las raíces y evitar la compactación del suelo.

► (Estudiar página 25).

Caso 5:

Árbol fuertemente atado a un tutor



Los árboles, para crecer y equilibrar adecuadamente su estructura, necesitan percibir el ambiente donde se desarrollan. El movimiento de su copa les indicará hacia donde elongar sus ramas y desplazar sus raíces, para estar bien equilibrados y anclados al suelo.

Cuando los árboles son atados fuertemente a los tutores estos no pueden moverse con libertad, y el desarrollo de su copa no se adapta bien a las reales condiciones del sitio. Las raíces quedan confinadas en el lugar, ya que no se pueden desarrollar horizontalmente buscando un buen anclaje.

Recomendación:

El uso de tutores debe permitir la movilidad del árbol, es recomendable utilizar dos o tres estacas y no adherirlas al tronco.

► (Estudiar página 27).

Caso 6:

Estructuras que se deben eliminar



Las heridas en los árboles solo se cicatrizan en el sector del cuello de la rama.

Las ramas que no son cortadas desde su base empiezan un proceso de deterioro, produciendo que el tejido quede expuesto al ataque de plagas o a la generación de enfermedades.

Recomendación:

Para asegurar la salud de un árbol, se deben eliminar todas las ramas rotas o los tocones, cortándolos desde su base, es decir, desde el cuello de la rama.

► (Estudiar página 31).

Caso 7:

Brotos adventicios lignificados que alteran la estructura del árbol



Los brotes adventicios o chupones son ramas de crecimiento muy vigoroso que aparecen sobre otras ramas. Tienen un crecimiento vertical que escapa de la forma natural del árbol, porque su desarrollo obedece generalmente a situaciones de estrés que gatillan su aparición.

Cuando los brotes adventicios no son podados a tiempo, su estructura se lignifica, es decir, se transforma en madera. Esto genera una masa muy pesada, para la cual el árbol no está bien adaptado, lo que constituye un riesgo porque las ramas pueden no soportarlo y desgancharse.

Recomendación:

Los brotes adventicios deben ser siempre podados, antes de que lignifiquen.

► (Estudiar página 32).

Caso 8:

Heridas de poda que no cicatrizan



La poda de una rama debe hacerse sobre el cuello de esta en un ángulo de 45° , asegurando así la menor herida posible.

Si el corte genera una herida mayor, o bien, elimina parte del cuello de la rama, la herida no cicatrizará y quedará expuesta al ataque de insectos y hongos.

Cuando se genera una pudrición en la herida, esta afecta hacia el interior de árbol, comprometiendo toda la estructura.

Recomendación:

Los cortes solo se deben hacer sobre el cuello de la rama, lugar en donde se produce una completa cicatrización.

► (Estudiar página 40).

Anexo 1

NSEG5_71 Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes

Artículo 111

- 111.1 Los árboles que están en la proximidad de líneas aéreas en conductor desnudo deben ser o bien derribados o bien podados suficientemente para no exponer esas líneas a un peligro.
- 111.2 En las líneas del mismo tipo de la categoría B, la distancia entre los conductores y los árboles vecinos deberá ser tal que no haya peligro de contacto entre dichos árboles y los conductores. En todo caso las personas que eventualmente puedan subir a ellos no deberán correr peligro de tener contacto con los conductores por inadvertencia.
- 111.3 En las líneas rurales de la categoría B la distancia entre los conductores y los árboles vecinos será por lo menos de 5 metros, salvo que la altura de los árboles exija una distancia mayor. En casos de divergencia resolverá la Superintendencia.
- 111.4 En las líneas de categoría C, la distancia entre los conductores y los árboles vecinos será igual a la altura de los árboles, pero inferior a 5 metros.
- 111.5 Se permite la existencia de árboles frutales debajo de las líneas de las categorías B o C, siempre que el propietario de dichos árboles los mantenga en forma que su altura no sobrepase los 4 metros sobre el suelo.
- 111.6 Los concesionarios deberán retirar de la vecindad de la línea toda vegetación o material que pueda poner en peligro la línea en caso de incendio.

DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 1, DE MINERIA, DE 1982, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELECTRICOS, EN MATERIA DE ENERGIA ELECTRICA, Artículo 57:

“El dueño del predio sirviente no podrá hacer plantaciones, construcciones ni obras de otra naturaleza que perturben el libre ejercicio de las servidumbres establecidas por esta Ley, sin perjuicio de lo establecido en el inciso 3º del artículo 54º. Si infringiere esta disposición o sus plantaciones o arboledas crecieren de modo que perturbaren dicho ejercicio, el titular de la servidumbre podrá subsanar la infracción a costa del dueño del suelo”.

Anexo 2 • Glosario

Alcorque: espacio libre el rededor de un árbol plantado en la calle.

Brotos adventicios: también llamados sierpes o chupones, son ramas de crecimiento muy vigoroso que aparecen sobre otras ramas, en el tronco o en la base de un árbol.

Callo: tejido que se forma cuando se cicatriza una rama que ha sido podada.

Cambium: tejido formado por células que dan origen al sistema vascular de los árboles.

Control apical: dominio que ejerce el ápice del árbol sobre el desarrollo de las ramas.

Dominancia apical: poder de la yema terminal sobre la expresión de las otras yemas de una ramilla.

Floema: conducto cuya función es mover los carbohidratos (azúcares) producidos en las hojas hacia todo el árbol.

Hoyadura: agujero en donde se plantará un árbol.

Meristema primario: tejido que permite la elongación de ramillas y raíces.

Meristema secundario: tejido que permite aumentar el diámetro de ramillas, ramas y raíces.

Meristema: tejido responsable del crecimiento vegetal.

Pan de raíces: porción de raíces y tierra que viene con el árbol proveniente del vivero.

Ramillas: pequeños tallos leñosos que nacen desde las ramas.

Sistema radicular: conjunto de raíces que cumplen la función de absorber nutrientes y proporcionar anclaje.

Xilema: conducto cuya función es transportar agua y sales minerales.

Yema: órgano que da origen a tallos, hojas, flores y frutos.

Anexo 3

Tipo de control apical de las especies más comunes que se encuentran hoy en las ciudades de Chile.

Espece	Tipo de control apical
Acacia dealbata (Aromo chileno)	Bajo
Acer negundo (Arce)	Bajo
Aesculus hippocastanum (Castaño de la India)	Bajo
Beilschmiedia miersii (Belloto del norte)	Alto
Brachychinton populneus (Brachichito)	Alto
Catalpa bignonioides (Catalpa)	Bajo
Cedrus atlántica (Cedro)	Alto
Cryptocarya alba (Peumo)	Bajo
Eriobotrya japónica (Níspero)	Bajo
Eucalyptus sp.	Alto
Ligustro lucidum (Ligustro)	Bajo
Liquidambar styraciflua (Liquidambar)	Alto
Liriodendron tulipifera (Tulipero)	Bajo
Melia azedarach (Melia)	Bajo
Pinus sp.	Alto
Pittosporum undulatum	Bajo
Platanus orientalis (Platano oriental)	Bajo
Populus alba (Álamo)	Alto
Prunus ceracifera (Ciruelo de flor)	Bajo
Quercus falcata (Roble americano)	Bajo
Quillaja saponaria (Quillay)	Bajo
Robinia pseudoacacia (Acacio)	Bajo
Schinus molle (Pimiento)	Bajo
Senna candolleana (Quebracho)	Bajo

Bibliografía

- **Alvarado, A., Guajardo, F., Devia, F.** (2014). Manual de Plantación de Árboles en Áreas Urbanas. Santiago, Chile: Maval.
- **Alvey, A., Wiseman, P., & Kane, B.** (2009). Efficacy of Conventional Tree Stabilization Systems and their Effect on Short-Term Tree Development. *Arboriculture & Urban Forestry* 35(3): 157-164
- **Barrio, M., Castedo, F., Majada, J., & Hevia, A.** (2009). Manual básico de la poda y formación de los árboles forestales. España: Mundi-prensa.
- **Bassuk, N., Curtis, D., Marranta, B., & Neal, B.** (2009). Recommended Urban Tress: Site Assessment and Tree Selection for Stress Tolerance. Ithaca, New york: Urban Horticulture. Institute Cornell University.
- **Bedker, P., O'Brien, L., & Mielke, M.** (s.f.). En Cómo podar árboles. Recuperado de https://www.fs.usda.gov/naspf/sites/default/files/como_podar_arboles.pdf
- **Bobrowski, R., Lima, E., & Biondi, D.** (2013). Alterações na Arquitetura Típica de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze na Arborização de Ruas de Curitiba, Paraná. *Ciência Florestal*, 23(3), 281-289.
- **Cruz, J., Orellana, M., & Ramos, A.** (2007). Lineamientos jurídicos para la creación de una ordenanza reguladora del ornato, siembra, poda y tala de árboles en la zona urbana del Municipio de Santa Tecla. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- **Dowhal, A.** (2016). Arboricultura urbana: gestión y manejo del arbolado público. (1a ed.). Buenos aires, Argentina: Maipue.
- **Drénou, C.** (2000). La Poda de los árboles ornamentales. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- **Eguilúz, T.** (2000). Manual Técnico para la Poda, Derribo y Trasplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México. (1a ed.). Ciudad de México, México: [s.n.].
- **ENSA.** (s.f). En Guía de arborización en áreas cercanas a líneas eléctricas. Recuperado de https://www.ensa.com.pa/sites/default/files/guia_de_arborizacion_final_pdf_0.pdf
- **Gilman, E.** (2012). An illustrated guide to pruning. (3a ed.). Clifton Park , EUA: Delmar Cengage Learning.
- **Guzmán, A., Salvo, J., Núñez, M., & Cecenque, R.** (2013). En Informativo INIA La Cruz. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR39154.pdf>
- **Ladesma, M.** (2008). Arbolado Público. Conceptos. Manejo. (1a ed.). Córdoba, Argentina: INTA.
- **Michaud, E.** (1987). La poda de los árboles ornamentales. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- **Miesbauer, J.** (2013). Effets of branch orientation, crown structure, and pruning on tree response to external loads. Gainesville, Florida: University of Florida.
- **Morales, J.** (2013). Trasplantes de árboles. San Fernando, España: [s.n.].
- **Nieri, E., Santos, L., Brun, F., Brun, E., Krefta, S., & Macedo, R.** (2018). Condiciones de los árboles urbanos: un estudio de revisión. Minas Gerais, Brasil: [s.n.].
- **Purcell, L.**, *Forestry and Natural Resources.* (2015). En Lo esencial para la poda de árboles. Recuperado de <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-506-S-W.pdf>
- **Red Nacional Pro Ley del Arbolado Urbano.** (2018). Propuesta Ciudadana para una Ley de Arbolado Urbano para Chile. Recuperado en julio 2019 de: <http://leydearboladourbano.com/propuestas-de-la-red/propuesta-ley-de-arbolado-urbano-para-chile/>
- **Schuch, U., & Kelly, J.** (2004). Alternatives for Tree Staking. Arizona, EUA: University of Arizona College of Agriculture.



MANEJO DE ÁRBOLES URBANOS

Este trabajo es una iniciativa de la empresa Grupo de Empresas Chilquinta Energía y la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el fin de colaborar con el manejo y cuidado de los árboles urbanos.





PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

