



GESTIÓN DEL **ARBOLADO URBANO** EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



Enel Distribución

Área de Medio Ambiente

Autor

Alejandra Vargas Rodríguez

Ingeniero Agrónomo, MSc.

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Diseño

Soledad Vargas

Ilustraciones

Claudia Benavides

Primera edición: Julio 2023.



GESTIÓN DEL **ARBOLADO URBANO** EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



CONTENIDO

I.

PRÓLOGO

5

II.

INTRODUCCIÓN A LA PODA

- 1. Objetivos de la poda en el ambiente urbano 7
- 2. Estructura de los árboles 8
 - 2.1 Forma de la copa. 9
 - 2.2 Ramas y brotes adventicios. 13
 - 2.3 Bifurcaciones del tronco. 14
- 3. Épocas de poda. 16

III.

INTERVENCIONES EN ÁRBOLES URBANOS

- 1. Cortes y heridas de poda 17
 - 1.1 Corte de remoción de una ama. 19
 - 1.2 Corte de reducción. 20
- 2. Tipos de poda 21
 - 2.1 Elevación o levante de copa 21
 - 2.2 Poda de limpieza 23
 - 2.3 Poda de prevención de plagas y enfermedades. 24
 - 2.4 Poda de adecuación al tendido eléctrico. 24
 - 2.4.1 Poda de árboles bajo el tendido eléctrico. 25
 - 2.4.2 Poda de árboles cercanos al tendido eléctrico. 26
- 3. Intervenciones perjudiciales para los árboles. 27

IV.

EVALUACIÓN DE ÁRBOLES EN ESTADO DE RIESGO

- 1. Madera en descomposición. 30
- 2. Grietas en la madera de troncos y ramas. 32
- 3. Ramas con corteza incluida y grandes brotes adventicios. 32
- 4. Cancros 33
- 5. Inclínación en la estructura de un árbol adulto. 34
- 6. Árbol, copa o ramas muertas. 35

REFLEXIÓN FINAL 36

BIBLIOGRAFÍA 37

I. PRÓLOGO

Ponemos a su disposición el manual sobre “Gestión del Arbolado Urbano en las Redes de Distribución Eléctrica”, que facilita el conocimiento para la adecuada gestión de la vegetación y su interacción con la red eléctrica, que contribuye a mitigar el impacto en la continuidad de servicio y mejorar la calidad de vida de las personas, en el marco de nuestro compromiso con la seguridad y el medioambiente.

Como Enel Distribución, somos la principal empresa distribuidora de energía eléctrica del país, que suministra electricidad a más de 2 millones de clientes, ubicados en 33 comunas de la Región Metropolitana. Para asegurar calidad de servicio y continuidad del suministro eléctrico a nuestros clientes, como parte de nuestra operación debemos manejar el arbolado urbano que se encuentra adyacente a nuestras redes eléctricas. Somos conscientes que gran parte de los árboles en Santiago se ubican en las calles, donde se relacionan con nuestra infraestructura aérea.

Las nuevas condiciones climáticas que hemos visto los últimos años en la ciudad, donde se combina una situación de sequía prolongada por más de una década, temperaturas máximas cada vez más extremas, vientos intensos e incluso tormentas eléctricas y/o nieve que no eran características de la zona central, sumado a un arbolado deteriorado fitosanitariamente, provocan la caída de ramas o incluso árboles completos sobre el tendido eléctrico, generando interrupciones en el servicio a nuestros clientes.

Para nuestra compañía es fundamental participar, fomentar y contribuir en la búsqueda de soluciones al desafío de promover el cuidado de los árboles en la ciudad minimizando al mismo tiempo el potencial impacto en el servicio eléctrico. Por ello, reconocemos la importancia de los árboles para la sociedad, y estamos convencidos que hacer un manejo responsable es fundamental.

En Enel Distribución tenemos un firme compromiso por impulsar el desarrollo sostenible de la ciudad, siendo el cuidado de la biodiversidad

uno de nuestros pilares de acción. Para el desarrollo de nuestra operación, contamos con procedimientos basados en políticas ambientales y de biodiversidad estrictas, que nos ayudan a prevenir y mitigar nuestros posibles impactos ambientales. A nivel urbano buscamos abordar los desafíos que este entorno impone al arbolado.

Hemos querido contribuir al conocimiento, poniendo a disposición de nuestros colaboradores, empresas contratistas y comunidad, este manual técnico para la adecuada gestión del arbolado urbano, con el objetivo de proyectar ciudades con un arbolado extenso, sano, longevo, que les permita a las personas sentirse inmersos en un ambiente natural y gozar de sus virtudes, como la sombra, la reducción de temperatura y la belleza escénica, entre otras, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.



II. INTRODUCCIÓN a la Poda

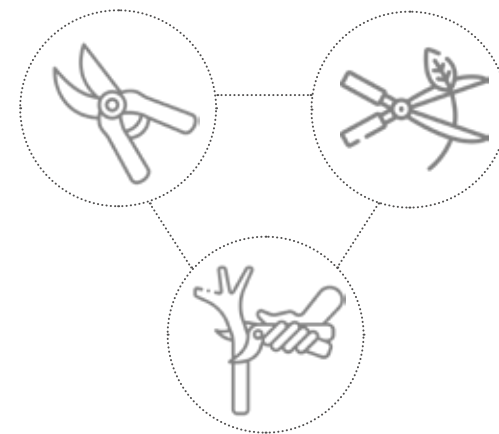
Los árboles, durante millones de años, han crecido libremente adecuándose a sus hábitats, sin necesidad de recibir poda para desarrollarse adecuadamente o para convivir con el entorno. Parte de su proceso natural ha sido dejar caer algunas ramas secas, permitir la descomposición de sus hojas en el suelo y crecer abarcando una gran superficie.

El crecimiento de las ciudades ha ido desplazando los bosques naturales y eliminando la vegetación. Sin embargo, conscientes del aporte de las especies vegetales al ambiente urbano y de la necesidad del hombre por estar en contacto con la naturaleza, se han ido incorporando parques, jardines y árboles para acompañar las calles y el desplazamiento de las personas.

La convivencia de los árboles con la infraestructura urbana no ha sido fácil, estas especies vegetales requieren de un gran espacio para crecer, y la planificación de las ciudades no lo

han considerado, por ello, en algunas circunstancias, los árboles entran en conflicto con las edificaciones, con la señalética de las calles o con el tendido eléctrico, provocando situaciones que pueden presentar un peligro para las personas o la infraestructura.

La poda ha sido la labor que ha permitido la adecuación de los árboles al ambiente urbano, pero es importante considerar que, cuando esta labor se utiliza para cambiar la altura, o el diámetro que alcanzan las copas, se les causa serios daños que comprometen su longevidad, e incluso su estabilidad.



La poda no puede moldear la estructura de un árbol ni tampoco ir en contra de su desarrollo natural, es una labor que debiera potenciar el crecimiento de estos individuos, o bien, permitir la convivencia con la infraestructura sin que el árbol lo resienta.

Los árboles son el patrimonio de una ciudad, pueden vivir muchos años y entregar múltiples beneficios a los ciudadanos, por lo que es muy importantes cuidar su desarrollo y evitar cualquier acción que comprometa su salud. Los daños que reciben los árboles en su estructura, como heridas, cortes o podas mal realizadas, los enferman y los vuelven un factor de peligro. Un proceso que lamentablemente no tiene solución y que no deja otra alternativa que la tala.

Por lo anterior, la necesidad de conocer bien el desarrollo de las especies, de ubicarlos correctamente en el espacio y de realizar labores que potencien su crecimiento, se hace cada vez más relevante para poder alcanzar y mantener un bosque urbano sano y longevo.

Una poda bien realizada potencia la estructura, la belleza y el vigor de un árbol, pero requiere

de conocimiento técnico para realizar los cortes adecuados, en el periodo correcto y sin dañar la madera ni comprometer su salud.

Los daños que reciben los árboles en su estructura, como heridas, cortes o podas mal realizadas, los enferman y los vuelven un factor de peligro.



1 Objetivos de la poda en el ambiente urbano

La poda tiene como objetivo principal el adecuar los árboles al ambiente urbano para poder convivir con ellos, los objetivos específicos que se persiguen con estas intervenciones son:

● **Desarrollar una adecuada estructura en árboles jóvenes**

Para guiar la estructura de los árboles jóvenes se requiere de una poda de formación, la cual se realiza en la etapa juvenil de las especies. Con esta labor se guía el crecimiento para que los individuos tengan una forma armónica y no entren en conflicto con la infraestructura urbana, acomodándose correctamente en el espacio.

○ Evitar el contacto con la red eléctrica

El contacto de los árboles con la red eléctrica es peligroso, el movimiento o caída de una rama puede cortar el suministro, causar incendios o dañar a las personas, por lo tanto, a través de la poda y elección adecuada de las especies arbóreas se evita el contacto y se mantiene un ambiente seguro.

○ Permitir la circulación vehicular o peatonal

Las ramas basales de los árboles pueden interferir con la circulación, por lo que es necesario despejar las zonas de tránsito en la medida que los árboles crecen.

○ Despejar la vista de las señaléticas de tránsito

La copa de un árbol no puede tapar la señalética de las calles, por lo que se deben realizar podas que despejen las ramas que puedan interferir con estos elementos, con el fin de evitar accidentes.

○ Eliminar el material seco o enfermo

Las ramas secas o enfermas deben ser podadas, porque empiezan un proceso de deterioro en el cual se pierde su estabilidad y pueden caer causando algún daño en el ambiente.

El contacto de los árboles con la red eléctrica es peligroso, el movimiento o caída de una rama puede cortar el suministro, causar incendios o dañar a las personas.

2 Estructura de los árboles

El gran desafío de un árbol es crecer equilibrando su peso y soportando todas las condiciones del medio en el cual habita (Figura 1). Cada vez que un árbol crece busca su equilibrio y estabilidad, por lo tanto, entender su estructura mecánica y la arquitectura de su copa, es clave para planear una intervención, porque eliminar parte de sus ramas puede significar un daño que los vuelve vulnerables y peligrosos.



Figura 1: Árbol con estructura equilibrada.

Los árboles son capaces de adecuar su estructura a las condiciones del lugar donde habitan, generando formas estables y equilibradas que se ajustan al ambiente. Es así como, por ejemplo, en zonas con mucho viento, los árboles desplazan sus copas para equilibrarse y mantenerse erguidos, con una estructura capaz de soportar la fuerza que ejercen las ráfagas de viento (Figura 2).



Figura 2: Estructura de un árbol en lugar ventoso.

Cualquier intervención que se haga en un árbol no debe afectar jamás la estabilidad y equilibrio que ha alcanzado la especie en su desarrollo. Por

lo anterior, lo primero que debe hacer un operario especialista antes de realizar una poda es:

- » Analizar la estructura mecánica de la especie.
- » Ver la adaptación que el árbol ha logrado en su medio.
- » Determinar las estructuras claves que soportan su peso.

Luego se podrá evaluar qué podas puede recibir el árbol sin ver afectada su estabilidad y equilibrio, porque un daño en la estructura es una acción irreversible que atenta contra la vida del árbol y pone en peligro a quienes transitan cerca de este.

Cualquier intervención que se haga en un árbol no debe afectar jamás la estabilidad y equilibrio que ha alcanzado la especie en su desarrollo.



2.1 *Forma de la copa*

La forma de la copa es una condición genética de cada árbol, que debe ser cuidada para asegurar su estabilidad estructural. Al seleccionar una especie es fundamental conocer su desarrollo, porque la dinámica propia de cada lugar tiene requisitos, frente a los cuales los árboles no pueden convertirse en elementos de conflicto.

Los factores claves que se deben conocer al momento de seleccionar una especie son:

- » Altura y diámetro que alcanzará el árbol en su etapa adulta, con el fin de dimensionar si la especie contará con el suficiente espacio para crecer (Caso 1).
- » Tipo de intervenciones que el árbol es capaz de tolerar sin que estas afecten su desarrollo, para entender si la especie tolerará una poda de formación que lo adecue de mejor forma al espacio (Caso 2).

CASO 1

En la Figura 9, se observa una *Sequoia sempervirens* (*Sequoia*) ubicada en un bandejón central. En ese lugar, la visibilidad es importante, porque los autos que deben doblar necesitan tener plena visibilidad para efectuar el giro. Seleccionar un árbol de estructura cónica para este espacio es un error, porque su forma de copa interfiere con la dinámica del lugar, la especie pone en riesgo la seguridad de los automovilistas. Lo más acertado habría sido la selección de una especie con copa esférica o extendida, que permita tener un tronco despejado en la parte basal favoreciendo la visibilidad de quienes transitan.



Figura 9: *Sequoia sempervirens* ubicada en un bandejón central.

CASO 2

Las especies de *Liquidambar styraciflua* (*Liquidambar*) son árboles de alto control apical, en donde se ve claramente la dominancia de su tronco principal (*Figura 10*).

Un corte del ápice genera la pérdida de su estructura. En la *Figura 11*, se puede observar como el corte generó un descontrol en el crecimiento, deformando la estructura. Lamentablemente esta situación es irreversible y reviste un peligro, porque los nuevos crecimientos que aparecieron corresponden a brotes adventicios, estructuras que tienen una mala unión al tronco central y se desganchan con facilidad (Ver punto 2.2)



Figura 10: *Liquidambar styraciflua* en estado natural, sin podas.



Figura 11: Especies de *Liquidambar styraciflua* a los cuales se les podó el ápice.

La mayoría de las especies toleran bien las intervenciones que eliminan de forma gradual las ramas basales o algunas ramas laterales. Sin embargo, cuando se interviene el ápice de un árbol (Figura 3), cierto tipo de especies puede sufrir alteraciones en su estructura



Figura 3: Ápice de un árbol.

Para identificar a los árboles que pueden verse afectados si se les realiza intervenciones en su ápice, se puede clasificar a las especies en dos grupos:

- » Especies de alto control apical.
- » Especies de bajo control apical.

Las especies de **alto control apical** son aquellas que tienen un solo tronco central bien definido y dominante, el resto de la estructura corresponde a ramas laterales de menor envergadura que tienen una posición inferior con respecto este¹. Ejemplo de estos árboles son: *Liquidambar styraciflua* (Liquidambar) (Figura 4), *Beilschmiedia miersii* (Belloto del norte) (Figura 5) y la mayoría de las coníferas.

Las especies de alto control apical son aquellas que tienen un solo tronco central bien definido y dominante.



Figura 4:
Liquidambar styraciflua
(Liquidambar).



Figura 5:
Beilschmiedia miersii (Belloto del norte)

Las especies de **bajo control apical** son aquellas que tienen dos o más troncos centrales de igual envergadura, ninguno toma una posición dominante frente a los otros. Ejemplo de estos árboles son: Quillaja saponaria (Quillay) (Figura 6), Lagerstroemia indica (Crespón) (Figura 7) y las especies Platanus sp. (Figura 8).



Figura 6: Quillaja saponaria (Quillay).



Figura 7: Lagerstroemia indica (Crespón)



Figura 8: Platanus sp.

El control apical de un árbol está determinado por su yema apical. Una intervención que elimine esta yema podría generar graves problemas en la estructura de los árboles.

El control apical de un árbol está determinado por su yema apical. Una intervención que elimine esta yema podría generar graves problemas en la estructura de los árboles de alto control apical, debido a que la presencia de este órgano controla que el crecimiento de las ramas laterales¹. Al eliminar la yema apical, las ramas laterales crecerán descontroladamente alterando la forma del árbol.

En cambio, en aquellas especies de bajo control apical, las podas bien realizadas, no deforman la estructura de la especie, debido a que no existe un control que le impida a las ramas laterales crecer y desarrollarse.

2.2 Ramas y brotes adventicios

Las ramas son bifurcaciones que nacen del tronco, u otra rama, formando la copa del árbol. Se caracterizan por tener una zona llamada cuello, que corresponde a un abultamiento en la base y una “arruga en la madera”, que se forma por la unión de la rama al tronco. Tanto el cuello como la arruga son partes de la “zona de protección” de la rama² (Figura 12).

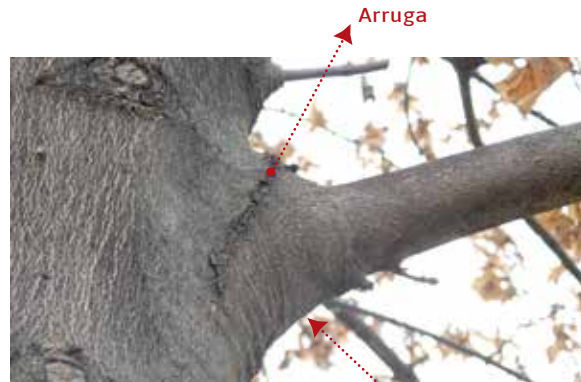


Figura 12: Cuello y arruga de la rama.

La zona de protección es el lugar que contienen los compuestos químicos especializados que ayudan a la formación de un callo protector de heridas (Figura 13), que permite resistir la

entrada de patógenos, o la propagación de enfermedades, cuando la madera queda expuesta después de una poda¹.



Figura 13: Callo formado en el cuello de una rama para sellar una herida producida por una poda.

Los **brotos adventicios o crecimientos epicórmicos**, son estructuras que se producen por una respuesta del árbol a un daño o a una situación de estrés, como podas drásticas, falta de agua o nutrientes, heladas, problemas radiculares, entre otros³. Tienen una elevada tasa de crecimiento, lo que permite que en un corto tiempo se desarrolle una estructura grande y pesada.

Estos crecimientos se diferencian de las ramas porque presentan una débil unión a la rama o al tronco sobre el cual se desarrollan y, además, no

presentan cuello ni arruga. Pero lo más relevante es que no están unidos a la estructura interna del árbol, solo tienen una unión superficial lo que los hace ser débiles, inestables y peligrosos. (Figura 14).

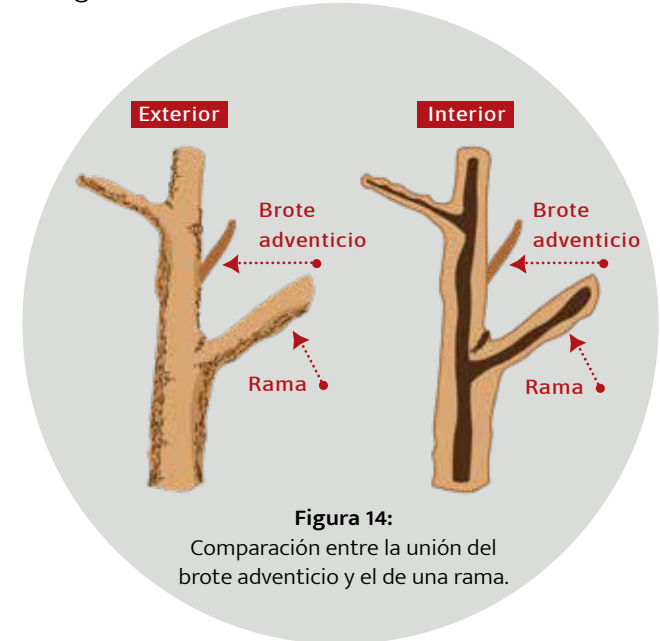


Figura 14: Comparación entre la unión del brote adventicio y el de una rama.

Cuando estos brotes aparecen son herbáceos, crecen muy rápido y absorben una gran cantidad de agua y nutrientes, debilitando al árbol. Otra característica, es su crecimiento vertical, que no va acorde al desarrollo normal de la copa.

Al pasar el tiempo, estos tejidos lignifican (pasan de una consistencia herbácea a una leñosa), alcanzando un gran tamaño y masa (Figura 15). Por lo tanto, es importante removerlos cuando aparecen, porque al crecer y desarrollarse pueden desgancharse por su propio peso o por un fuerte viento⁴.



Figura 15: Brotes adventicios que han lignificado, alcanzando un gran tamaño y peso.

2.3 Bifurcaciones del tronco



En las especies de bajo control apical, el tronco central puede bifurcar en dos o más secciones. Al ser una característica natural del árbol, la bifurcación genera troncos que están fuertemente unidos entre sí, formando una estructura en forma de “U”, que corresponde a unión estable y segura⁵ (Figura 16).

Existen algunas circunstancias en que los troncos bifurcan de forma defectuosa, formando una estructura en forma de “V” (Figura 17). Esta unión es inestable, porque las cortezas de ambas partes se pegan generando una grieta que puede verse fácilmente atacada por patógenos⁵.



Figura 16: Bifurcación natural del tronco en forma de “U”, una unión estable y segura.



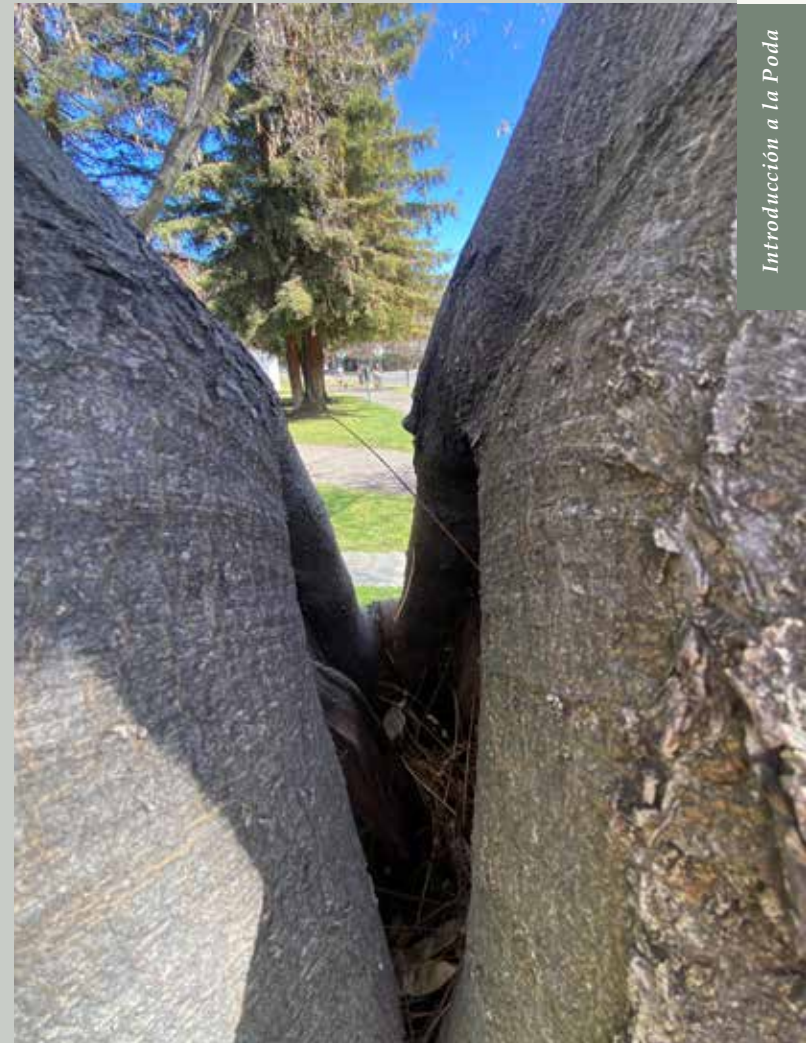
Figura 17: Bifurcación defectuosa del tronco en forma de “V”, una unión inestable y peligrosa.

Los árboles con una bifurcación en “V” y corteza incluida, tienen una mayor probabilidad de desgarro de los troncos y a menudo sufren caídas en las tormentas ⁴ (Figura 18). Por lo anterior, y con el fin de otorgar seguridad de las personas y a la infraestructura, no debe permitirse que los árboles que presentan estas características sigan creciendo y desarrollándose³, la recomendación es talarlos en su etapa juvenil y reemplazarlos por árboles sanos y de buena estructura, que sean seguros para la población y vivan muchos años.



Figura 18: Desgarro de troncos con unión inestable y corteza incluida.

Los árboles con una bifurcación en “V” y corteza incluida, tienen una mayor probabilidad de desgarro de los troncos y a menudo sufren caídas en las tormentas.



3 Épocas de poda

Existe mucha discusión e investigación sobre la época adecuada para podar los árboles. La mayoría de las veces, la poda ocurre solo cuando hay un problema, sin embargo, el mejor momento para realizar la labor depende de la salud del árbol, las condiciones ambientales, la temporada y el propósito que se persigue².

Según el tipo de rama que se requiere cortar, se selecciona la mejor época para hacerlo, como indica la Tabla 1.



Tabla 1: Época de poda según el material a podar.

Tipo de RAMA	Épocas de Poda			
	Principios de primavera	Mediados del verano	Otoño	Invierno
Ramas VIVAS	No recomendable	Recomendable	No recomendable	Recomendable
	Aumenta la posibilidad de ataque de patógenos ² . La corteza y el cambium se dañan fácilmente y pueden estimularse excesivamente la aparición de brotes adventicios ⁶	El crecimiento activo ayuda a acelerar la cicatrización (compartimentalización de heridas ⁶)	La poda puede incentivar crecimientos tardíos, los cuales pueden verse afectados por las heladas del invierno ² . Las heladas pueden dañar también el tejido donde se realizó el corte (cambium) ⁶ .	El estado de dormancia evita el escurrimiento de savia que atrae patógenos ² . En los árboles caducos es fácil ver la estructura para decidir que debe ser cortado.
Ramas SECAS	La poda se realiza en cualquier momento del año.			
Ramas ENFERMAS	La poda se realiza en cualquier momento del año.			
Ramas PELIGROSAS	La poda se realiza en cualquier momento del año.			

III. INTERVENCIONES en árboles urbanos

Los árboles al crecer libremente son capaces de desarrollar estructuras bien equilibradas, las cuales se adecuan al ambiente en donde se desarrollan y pueden resistir las condiciones climáticas de sus hábitats. Sin embargo, al incorporar árboles en la ciudad, es necesario adecuarlos al ambiente urbano, para permitir la convivencia con la infraestructura y la circulación de personas y vehículos.



Los principios básicos para intervenir un árbol son:

- » Realizar podas que **no alteren el equilibrio de la copa ni desestabilicen su estructura.**
- » La remoción de ramas y hojas no debe generar una situación de estrés en el árbol, por lo tanto, **nunca remover más de un tercio de su copa.**

» Todos **los cortes** que se realicen **deben ubicarse en las zonas donde se produzca una cicatrización o cierre de la herida**, con un tejido protector (callo) que asegure la defensa del árbol ante el ataque de patógenos.

1 Cortes y heridas de poda

Los cortes o podas producen una herida, la cual vuelve al árbol vulnerable ante el ataque de plagas y enfermedades, que se verán atraídos por los tejidos que quedan expuestos.

Los cortes o podas producen una herida, la cual vuelve al árbol vulnerable ante el ataque de plagas y enfermedades.

Los árboles tienen la capacidad de cerrar esas heridas a través de la formación de un callo, pero este se forma solo en ciertos sectores del árbol, como por ejemplo en el cuello de la rama, lugar donde existen las sustancias químicas adecuadas para desarrollar este tejido protector.

Sin embargo, para que ocurra la cicatrización completa de la herida, el corte de la rama debe ser parejo y limpio, dejando intacto el cuello y su arruga. (Figura 19), de esta forma se dan las condiciones para que ocurra el proceso de compartimentación o cicatrización de la herida.

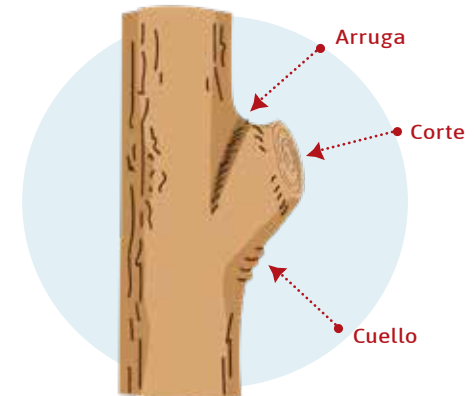


Figura 19: Adecuado corte de poda, deja intactos al cuello y a la arruga.

La cicatrización es un proceso lento, el tiempo que demora en cerrarse una herida depende del tamaño de esta, de la tasa de crecimiento de la especie y de su vigor⁷ (Figura 20).

El callo que se forma asegura la protección del tejido frente al ataque de patógenos, que buscarán la posibilidad de entrar al árbol para alimentarse de su savia.



Figura 20: Formación del callo después de una adecuada poda.

Si los cortes no se realizan en el lugar y de la forma correcta, las heridas no cicatrizan, y los árboles quedan con sus tejidos expuestos para siempre, lo que provocará que tarde o temprano sean atacados por patógenos.

Cuando los cortes se hacen muy rasantes respecto al tronco, se elimina una gran parte del cuello y se produce una gran herida (Figura 21).

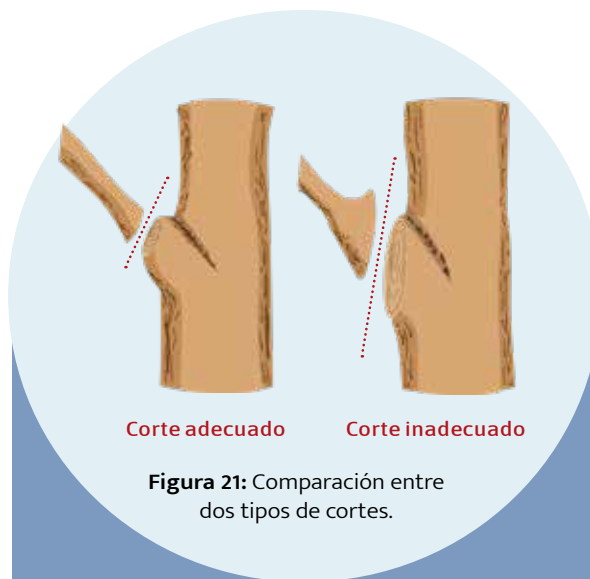


Figura 21: Comparación entre dos tipos de cortes.

El corte adecuado es aquel que deja la herida más pequeña, con el cuello y la arruga intactos.

Por otra parte, si el corte se realiza lejos del cuello, tampoco se producirá cicatrización y quedará un tocón que empezará su proceso de descomposición, lo que puede afectar la salud de todo el árbol (Figura 22a y 22b).

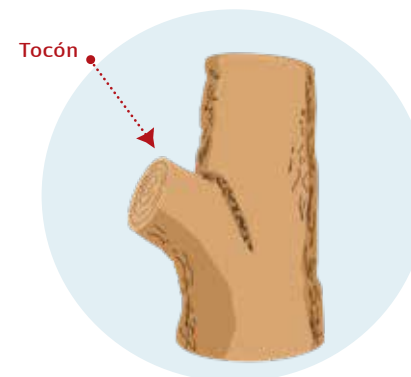


Figura 22a: Tocón.

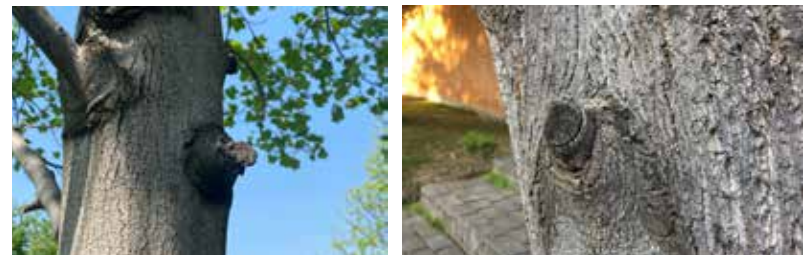


Figura 22b: Cortes realizado lejos del cuello, generando un tocón que no cicatriza.

Algunas veces resulta muy difícil determinar la correcta posición del corte, porque las ramas no siempre muestran con claridad el cuello. Es por esto que se recomienda que primero se identifique la arruga, y luego se establezca la posición del corte formando un ángulo de 45° con respecto a ella³ (Figura 23).

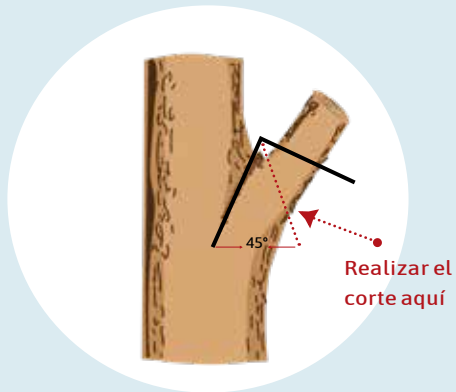


Figura 23: Identificación de un ángulo de 45° con respecto a la arruga.

Finalmente, para realizar una poda precisa, es necesario tomar la precaución de eliminar gran parte de la rama antes de realizar el corte (Figura 24).

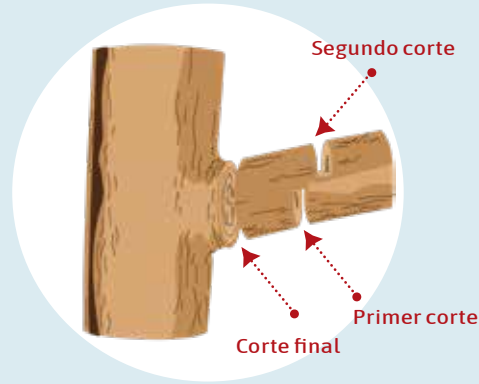


Figura 24: Eliminación de la rama antes de efectuar el corte de poda.

Así se facilita la labor y se evita el riesgo de que el peso de la rama produzca un desgarro, lo que impediría la correcta cicatrización (Figura 25).



Figura 25: Desgarro en el momento de la poda.

Considerando la forma y ubicación de los cortes de poda, se pueden distinguir dos tipos de cortes que ayudarán a adecuar las copas de los árboles a las diferentes situaciones urbanas. Estos son:

- » Corte de remoción de una rama.
- » Corte de reducción de una rama.

1.1 Corte de remoción de una rama

El corte de remoción de una rama es una poda que elimina la rama por completo, llegando hasta la base de esta y dejando el cuello y la arruga intactos para que se produzca la cicatrización (Figura 26).



Figura 26: Corte de remoción de rama.

Esta poda es bien tolerada por el árbol cuando se extrae solo una pequeña cantidad de ramas en cada intervención, de manera de no disminuir las reservas de nutrientes del árbol ni la cantidad de hojas capaces de producir la energía (Figura 27).

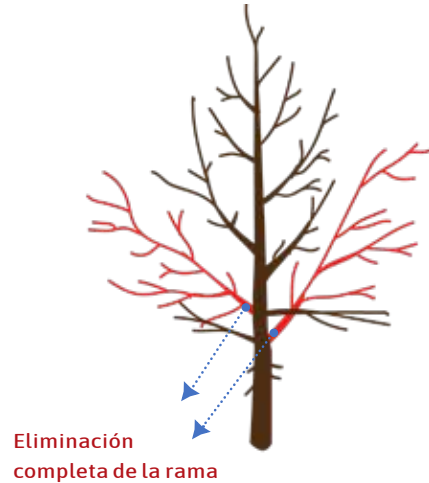


Figura 27: Poda de remoción de ramas.

1.2 Corte de reducción

El corte de reducción disminuye el largo de una rama, removiendo la porción terminal de esta hasta una rama lateral de igual o menor tamaño³ (Figura 28).

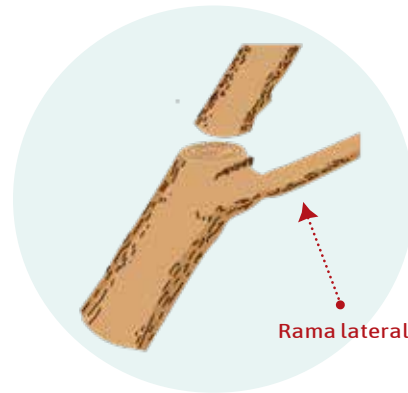


Figura 28: Corte de reducción.

El corte de reducción se puede realizar en aquellas situaciones en que es necesario reducir el tamaño de una rama, la cual puede estar interfiriendo con algún elemento urbano como edificaciones o cables del tendido eléctrico.

El corte se hace por encima del cuello de otra rama, pero se produce cicatrización porque las sustancias químicas del cuello aledaño al corte son capaces de ir a formar un callo en ese lugar³.

El corte de reducción se puede utilizar en aquellas situaciones en que es necesario reducir el tamaño de una rama, la cual puede estar interfiriendo con algún elemento urbano como edificaciones o cables del tendido eléctrico (Figura 29).

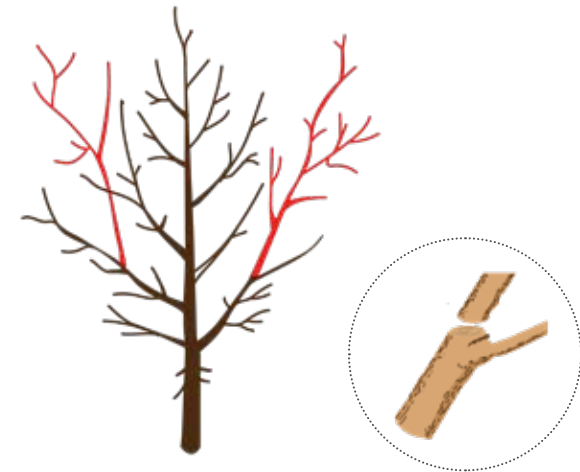


Figura 29: Poda de reducción en un árbol.

2 Tipos de poda

Las podas pueden ser acciones traumáticas para los árboles, porque algunas veces reducen considerablemente su follaje, y con ello, la capacidad para producir energía. O bien, afectan el equilibrio de las especies, volviéndolas inestables y peligrosas para la población.

Es por ello que toda poda debe tener una buena razón para realizarse, y buscar el mínimo impacto para el árbol. Así estos gigantes podrán convivir con la ciudad de una forma sana y armónica.



2.1 Elevación o levante de copa

La poda de elevación o levante de copa es un tipo de intervención que elimina las ramas basales de un árbol, con el fin de dejar un área libre que permita la circulación peatonal o vehicular, o el desarrollo de alguna infraestructura urbana (Figura 30).

Figura 30: Árbol al cual se le levantó la copa para permitir la circulación peatonal por debajo.



El tipo de poda que se realiza es la **remoción de ramas**. Esta intervención tiene un bajo impacto para el árbol cuando se hace forma gradual, es decir, podando año a año solo unas pocas ramas, las cuales no deben representar más de un tercio de la copa del árbol⁸ (Figura 31).

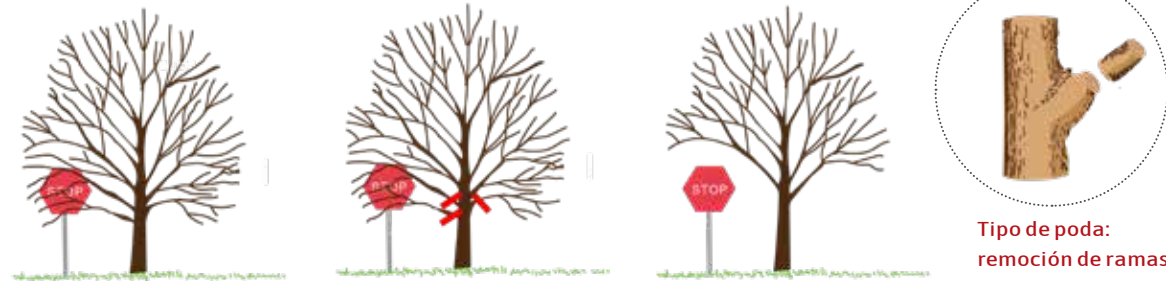


Figura 31: Poda de levante de copa.

Datos:

- » Los árboles jóvenes deben permanecer con sus ramas basales el mayor tiempo posible, porque eso ayuda a formar y aumentar el diámetro del tronco, y los protege de las quemaduras solares⁸. (Figura 32).



Mantener las ramas basales en la etapa juvenil de los árboles.

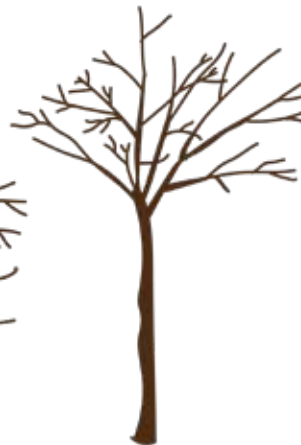
Figura 32: Árbol juvenil con ramas en todo el tronco.



- » Las ramas basales en los árboles jóvenes son muy importantes para el desarrollo de la especie. El corte de un gran porcentaje de ramas basales en la etapa juvenil produce un crecimiento lento y un débil desarrollo del tronco y las raíces³.
- » Una poda excesiva, en que se deja un gran porcentaje del tronco sin ramas, vuelve a los árboles vulnerables, pudiendo quebrarse frente a fuertes vientos² (Figura 33).



Antes de la poda.



Poda excesiva que elimina 2/3 de la copa.



Figura 33: Poda de levante de copa mal ejecutado.

2.2 Poda de limpieza

La poda de limpieza es la intervención que elimina el material vegetal que no favorece el buen crecimiento de los árboles, o que incluso, los puede volver peligrosos por la posibilidad de desganches y caídas. Por lo tanto, se realiza para mantener la salud de los árboles sin afectar su forma o estructura.

El tipo de poda que se realiza es remoción o reducción de ramas, eliminando ramas secas, dañadas, enfermas, o a brotes adventicios².



Figura 34: Rama seca que debe ser eliminada.



Figura 35: Rama enferma.

Las **ramas secas o dañadas** (Figura 34) se vuelven vulnerables al ataque de insectos y enfermedades, esto puede comprometer la salud de todo el árbol, el cual puede desgancharse o caer.

Las **ramas enfermas** (Figura 35), que presentan un fuerte ataque de plagas u hongos, son muy difíciles de tratar, y ante el riesgo de una propagación que comprometa la salud de todo el árbol, se recomienda su eliminación desde la base (cuello de la rama), donde exista un tejido sano que pueda lograr una correcta cicatrización.

Los **brotos adventicios** (Figura 36) son estructuras que se desarrollan por una situación de estrés, presentando una unión inestable con el tronco o la rama de la cual provienen. Estos crecimientos se deben eliminar porque son peligrosos, si se los deja crecer alcanzan mucho peso lo que aumenta el riesgo de desganche y caída.



Figura 36: Brotes adventicios.

2.3 Poda de prevención de plagas y enfermedades

Para disminuir la posibilidad de que los árboles sean atacados por plagas y enfermedades, se recomienda hacer una poda que favorezca la ventilación y la entrada de luz al interior de la copa. La circulación del aire y la luz favorece la sanidad de las especies vegetales, porque las plagas y enfermedades disminuyen su incidencia

frente a estas condiciones. Este tipo de poda corresponde a una intervención en la cual se eliminan algunas ramas interiores para reducir el volumen de la copa, se eligen ramas de crecimiento vertical, ramas que están muy juntas entre sí o ramas que se cruzan, realizando una poda de remoción. Se puede eliminar como máximo un 30% del volumen de hojas del árbol, para no afectar el vigor de la especie² (Figura 37).

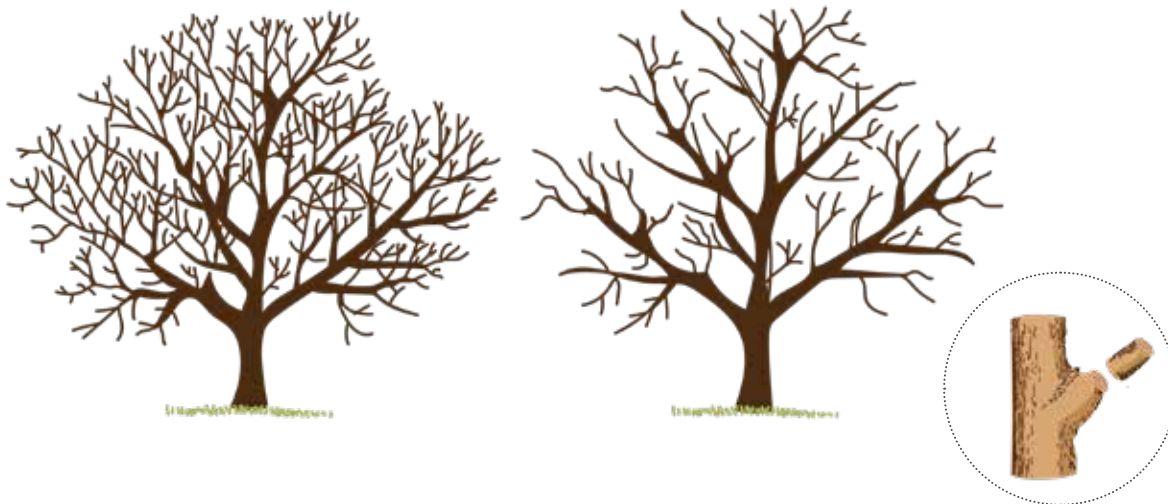


Figura 37: Poda de prevención de plagas y enfermedades.

2.4 Poda de adecuación al tendido eléctrico

Los árboles que se ubican bajo el tendido eléctrico constituyen un potencial peligro, debido a que el contacto de sus ramas con los cables puede producir incendios, o bien, las ramas pueden botar las líneas produciendo la combustión de otras estructuras y la pérdida del suministro eléctrico que llega a tantos lugares.

Es por esto que 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.

Los árboles que se ubican bajo el tendido eléctrico constituyen un potencial peligro, debido a que el contacto de sus ramas con los cables puede producir incendios.



Sin embargo, la realidad es diferente, hoy tenemos muchos árboles que se ubican bajo los cables, y para conservarlos, es necesario la intervención para evitar situaciones de riesgo.

Las podas que adecúan la forma de los árboles para lograr la convivencia con los cables no favorecen a las especies, pero si estas se ejecutan desde que los árboles son jóvenes y en un proceso gradual, el arbolado puede soportarlas y adecuarse a ellas sin perder vigor ni comprometer su longevidad.

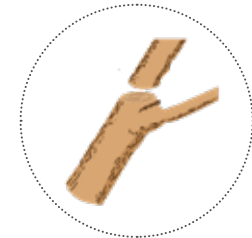
Para lograr una buena convivencia entre los árboles y las redes eléctricas es importante seleccionar árboles de acuerdo con dos factores esenciales: (i) el tamaño de la especie, la cual debe ser de baja altura para evitar hacer podas drásticas que reduzcan su crecimiento; y (ii) el crecimiento apical del árbol (revisar punto 2.1), privilegiando aquellas especies de bajo control apical en las cuales se pueden hacer podas de formación sin alterar su estructura.

2.4.1 Poda de árboles bajo el tendido eléctrico

Los árboles que crecen bajo el tendido eléctrico requieren de una poda que desarrolle en ellos un crecimiento lateral. El objetivo es formar al árbol para que sus ramas crezcan alejándose de los cables, evitando así el crecimiento vertical de las ramas, las que constituirían el peligro si se ponen en contacto con la red (Figura 38).



Tipo de poda:
remoción de ramas.



Tipo de poda:
reducción de ramas.

Figura 38: Árbol podado para desarrollar crecimiento lateral bajo el tendido eléctrico.

Para realizar esta intervención se debe considerar **cortes de remoción y de reducción de ramas**. Los cortes inadecuados, como los de decapitación, van a producir el desarrollo de brotes adventicios que crecerán verticales, y en un corto período de tiempo, estarán en contacto con los cables generando situaciones de riesgo³ (Figura 39).

Figura 39: Árbol decapitado que generó brotes adventicios que van a interferir con la red eléctrica.



2.4.2 Poda de árboles cercanos al tendido eléctrico

Los árboles que crecen a un costado del tendido eléctrico requieren de una poda que elimine las ramas laterales que podrían ponerse en contacto con los cables.

La intervención se realiza haciendo principalmente una reducción de ramas. La remoción también es posible de realizar, siempre y cuando no comprometa el equilibrio de la copa ni afecte la salud y vigor de la especie. (Figura 40).

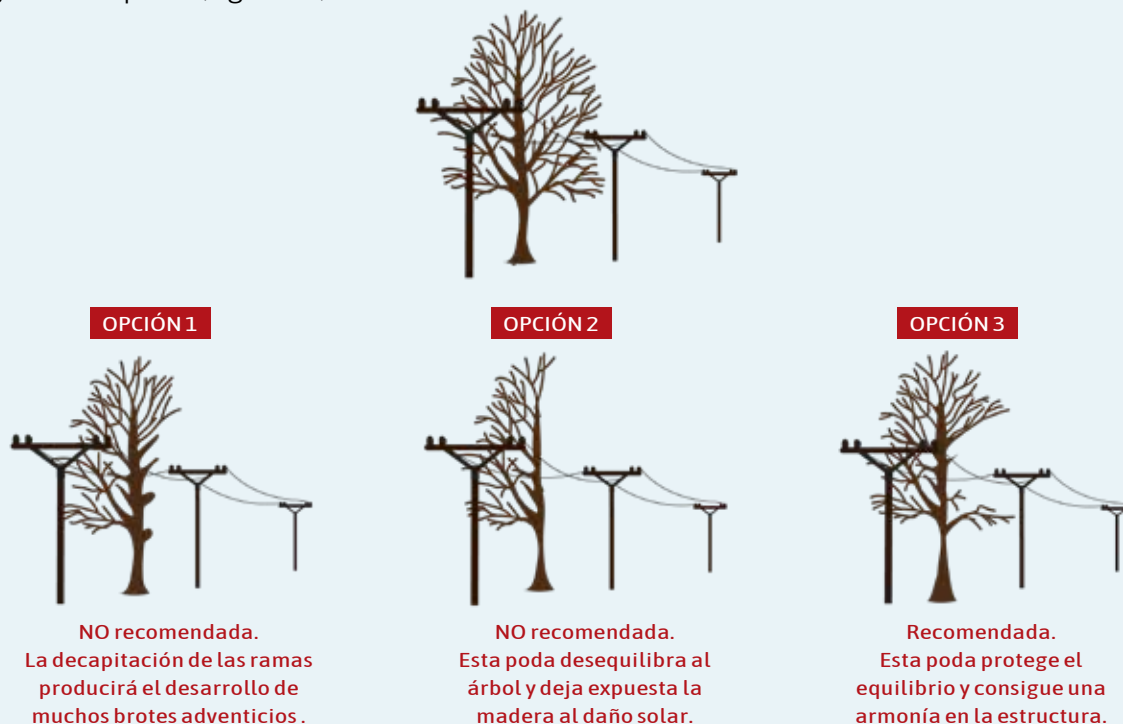


Figura 40: Tipos de intervenciones en árboles ubicados al costado del tendido eléctrico.



En la **opción 1** las ramas se cortan decapitándolas, esto favorece la aparición de brotes adventicios, que en el corto plazo volverán a intervenir con los cables. La situación futura se vuelve aún más peligrosa, porque los brotes adventicios se desganchan fácilmente, pudiendo cortar el suministro eléctrico.

En la **opción 2** se produce un serio desequilibrio de la copa, los árboles pierden belleza y quedan expuestos a los daños del sol, al resquebrajamiento de la madera y al deterioro de la estructura, que puede producir que algunas ramas se sequen, se dañe el tronco y las raíces³.

La **opción 3** es la más aceptada. Si bien no favorece al árbol, este puede tolerar la intervención sin deteriorarse, siempre y cuando la intervención se realice de forma gradual en el tiempo.

3 Intervenciones perjudiciales para los árboles

Los árboles plantados en la ciudad necesitan convivir con la infraestructura urbana. Sin embargo, en varias ocasiones la convivencia puede ser muy difícil, debido a que la forma y tamaño de las especies interfiere con elementos esenciales de la ciudad, como las calles, veredas, señaléticas, tendido eléctrico, entre otros. Para evitar estos conflictos, la clave está en realizar una correcta selección de los árboles según el espacio que se dispone y el lugar donde habitarán. Por lo que es indispensable conocer la forma y el tamaño que cada individuo alcanza en su etapa adulta, de manera de evaluar si esa estructura podrá ser acomodada en el espacio sin generar un problema en la actividad urbana.

Cuando los árboles no son bien seleccionados, su estructura genera serios problemas de convivencia, y los agentes de mantención toman la decisión de mutilar a los árboles reduciendo drásticamente su tamaño (Figura 41). Esta acción no es una poda, ya que su efecto perjudica seriamente el estado de las especies y su sobrevivencia.



Cuando los árboles no son bien seleccionados, su estructura genera serios problemas de convivencia, y los agentes de mantención toman la decisión de mutilar a los árboles reduciendo drásticamente su tamaño.

Figura 41: Árboles mutilado.



¿Qué efecto tiene la mutilación de los árboles?

La mutilación de los árboles debilita a las especies, porque remueve gran parte de la estructura en donde se almacena la energía. Además, elimina las hojas, que son los órganos productores de dicha energía. Por otra parte, desencadena varios mecanismos de supervivencia, como, por ejemplo, la activación de yemas dormantes (tejido sin actividad que se desarrolla solo por una situación de estrés) que van a desarrollar múltiples brotes adventicios asociados a cada corte (Figura 42). Esta reacción ocurre por la necesidad que tiene el árbol de recuperar sus hojas, sin embargo, debilita a las especies porque consume rápidamente las reservas de energía restantes⁹.



Figura 42: Desarrollo de brotes adventicios después de una mutilación.

Los principales efectos negativos de la mutilación son:

» Vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades

Un árbol al que se le redujo drásticamente la copa se estresa por falta de energía, esta situación, sumada a la gran cantidad de heridas realizadas por los cortes, en donde se exponen a la madera, produce que los árboles se vuelvan vulnerables al ataque de insectos y enfermedades⁹.

La mutilación de los árboles debilita a las especies, porque remueve gran parte de la estructura en donde se almacena la energía.



» Riesgo de desganche de brotes adventicios

Los brotes adventicios que se desarrollan nacen desde yemas superficiales cercanas a los cortes (Figura 43). A diferencia de las ramas normales, estos nuevos brotes están anclados solo en las capas más externas de las ramas madres y débilmente adheridos a ellas. Su crecimiento es muy acelerado, en algunas especies pueden desarrollar hasta 6 metros de longitud en un año. Por el gran tamaño y peso que alcanzan, son muy propensos a caer, lo que aumenta la peligrosidad de los árboles ⁹.



Figura 43: Brotes adventicios que se desarrollan cercanos a los cortes.

» Densificación de la copa

La excesiva aparición de brotes adventicios produce copas densas y muy complejas, estas copas son difíciles de manejar e interfieren en el corto plazo con la infraestructura urbana, volviendo a generar el problema original que motivó la mutilación e incluso aumentando los inconvenientes (Figura 44).

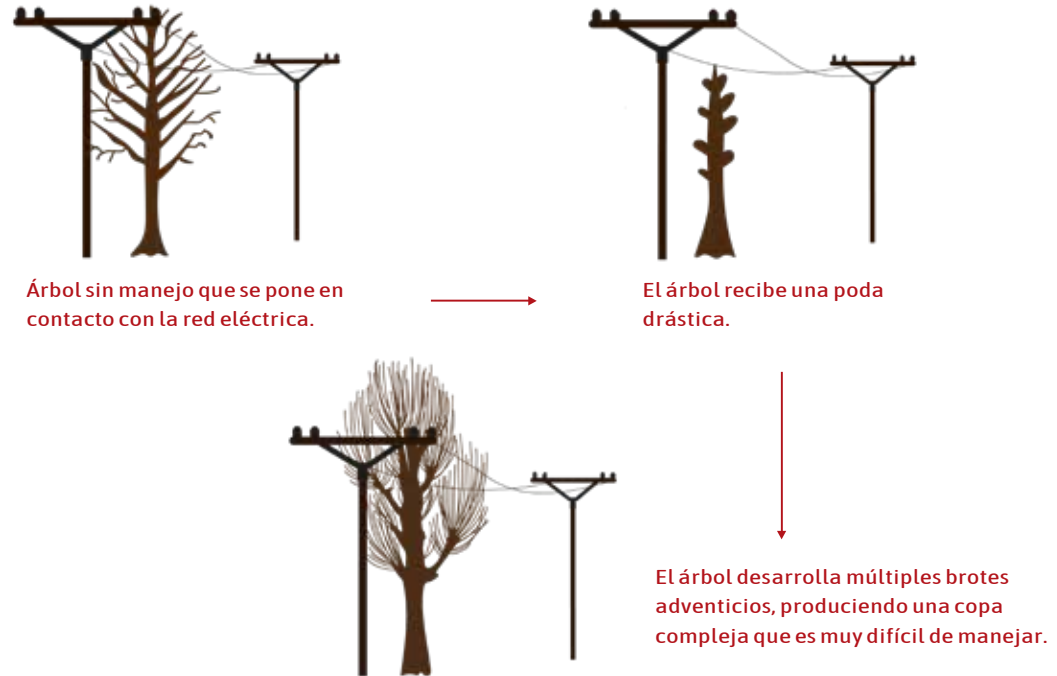


Figura 44: Densificación de la copa después de una mutilación.

IV. EVALUACIÓN de árboles en estado de riesgo

Los árboles son seres vivos que pueden vivir durante muchos años, sin embargo, todos los árboles, sin importar cuán longevos sean, eventualmente morirán y se descompondrán, sin dejar rastro de que alguna vez existieron.

Los árboles mueren por múltiples causas como: enfermedades, ataques de insectos, sequía, quiebres o desganches de ramas, o por una combinación de estos factores. Algunos árboles mueren y luego colapsan, a medida que sus tallos y ramas se descomponen; otros, comienzan a romperse cuando aún están verdes, debido a que parte de su estructura presenta problemas, esto los lleva a un proceso de deterioro que termina con su muerte.

Si bien cualquier árbol grande presenta un riesgo de caída durante una tormenta fuerte, existen situaciones que hacen que los árboles sean mucho más vulnerables a caer o a desgancharse en condiciones climáticas comunes o extremas, causando serios daños en la

infraestructura urbana e incluso poniendo el riesgo la vida de las personas. Por lo anterior, la identificación de los factores que hacen que un árbol sea riesgoso, es muy importante para determinar las labores que se deben realizar.

Existen seis factores que son claves para analizar la peligrosidad de un árbol, estos son:

- 1 Madera en descomposición.
- 2 Grietas en la madera de troncos y ramas.
- 3 Ramas con corteza incluida y grandes brotes adventicios.
- 4 Cancros.
- 5 Inclinación en la estructura de un árbol adulto.
- 6 Árbol, copas o ramas muertas.



1 Madera en descomposición

La descomposición de la madera es un proceso que realiza una serie de hongos durante un largo período de tiempo. Esto puede traducirse en cavidades en el tronco o en las ramas, las cuales disminuyen la resistencia de la madera y volviendo a los árboles estructuralmente inestables⁴.

Cuando empieza un proceso de descomposición, el árbol es capaz de compartimentar la zona dañada, es decir, envuelve la zona afectada con una barrera física y química, para que la nueva madera alrededor del daño se mantenga sana³ (Figura 45).



Figura 45: Compartimentación de un daño en la madera.

La compartimentación puede mantener a una especie segura por muchos años, sin embargo, la descomposición puede seguir su curso dentro de la barrera, o zona de protección, lo que podría generar una zona de descomposición interna que impide la circulación de la savia o produce ahuecamiento ⁷. (Figura 46).



Figura 46: Cavidades al interior de un árbol.

Cuando ocurre un ahuecamiento, el árbol puede perder el soporte interno y caer, es por esto que los ahuecamientos del tronco se deben evaluar y monitorear con regularidad, porque pueden ser un factor importante de riesgo de caída (Figura 47).



Figura 47: Árbol con ahuecamiento en la base.

Cuando ocurre un ahuecamiento, el árbol puede perder el soporte interno y caer.

Los árboles pueden resistir un ahuecamiento sin convertirse en un peligro inminente, si se mantienen con un borde de madera sana que represente como mínimo el 30% del diámetro del tronco¹⁰ (Figura 48).



Figura 48: Borde de madera sana alrededor de un ahuecamiento para asegurar la estabilidad.

2 Grietas en la madera de troncos y ramas

Las grietas en la madera se forman cuando el peso excede lo que el tronco es capaz de soportar. Generalmente ocurren cuando existen uniones débiles entre troncos, o entre rama y tronco, así como también cuando quedan heridas sin cicatrizar.

Las grietas son un factor de riesgo porque los árboles pueden partirse y caer, o bien, una de sus ramas puede desgancharse causando daños.

Un árbol con grietas en la madera del tronco, o en las ramas, reviste un peligro en las siguientes situaciones:

a. Tiene grietas entre los troncos que forman la estructura del árbol (Figura 49).



Figura 49: Grieta en el tronco central.

b. Tiene múltiples grietas a lo largo de la madera del tronco o de la rama (Figura 50).



Figura 50: Grietas en el tronco de un árbol

3 Ramas con corteza incluida y grandes brotes adventicios

Las ramas con corteza incluida y los brotes adventicios no tienen una buena inserción a la estructura interna del árbol, están unidos solo de forma superficial (Ver punto 2.2) En la medida que crecen y se vuelven pesados, revisten un peligro, porque su propio peso los puede hacer caer.

Un árbol reviste un peligro en las siguientes situaciones:

a. Existencia de ramas con corteza incluida que son grandes y pesadas (Figura 51), al tener una unión inestable existe la posibilidad de desganche⁴.



Figura 51: Rama con corteza incluida.

- b. Existencia de grandes y pesados brotes adventicios, que pueden salir de la base del árbol (Figura 52), desde una rama o desde el tronco.



Figura 52: Brote adventicios que salen desde la base del tronco.

4 Cancros

Los cancros son abultamientos redondeados formados en el tronco o en las ramas de un árbol, corresponde a una zona con madera muerta (Figura 53). Estas anomalías se producen por la acción de un hongo, un insecto o por un daño mecánico¹, como, por ejemplo, una herida inferida por la orilladora, un corte mal ejecutado o el quiebre de una rama.



Figura 53: Cancro en el tronco principal.

Los cancros grandes, o varios cancros pequeños muy cerca unos de otros, pueden predisponer a un árbol a caer, porque se pierde la resistencia de la madera en el lugar en donde estos se ubican⁴

Los árboles se vuelven peligrosos cuando presentan un cancro que afecta más del 40% de la circunferencia del tronco o de una rama⁴ (Figura 54). Al ser madera muerta en proceso de descomposición puede producir que la estructura caiga.



Figura 54: Cancro de gran tamaño afectando el tronco principal.

5 **Inclinación en la estructura de un árbol adulto**

Los árboles crecen empleando estrategias que les permita desarrollar estructuras estables y seguras¹. Una estructura inestable se origina cuando ocurren importantes cambios en su entorno, o cuando se genera un daño en su patrón de crecimiento. La principal inestabilidad es la inclinación del tronco principal en un árbol adulto que ha crecido recto⁴.

Cuando un árbol se inclina en su etapa juvenil, el individuo crece compensando la inclinación, generando así una estructura estable donde las raíces se desarrollan anclando adecuadamente a la especie al suelo. De igual forma la copa distribuye el peso sin generar puntos críticos (Figura 55).



**Los árboles crecen
empleando
estrategias que les
permita desarrollar
estructuras
estables y seguras.**

Figura 55: Árbol estable que creció compensando la inclinación de su tronco.

Cuando un individuo adulto que ha crecido recto se inclina inesperadamente, se vuelve una amenaza. Los árboles que experimentan una inclinación pueden presentar daños en las raíces, con lo cual su anclaje al suelo es débil y la posibilidad de desplome aumenta (Figura 56).



Figura 56: Árbol sin raíces de anclaje.

Si a la inclinación del tronco se le suman otros factores como ahuecamientos en la base o canchales, la situación se vuelve aún más peligrosa, porque la resistencia de la madera se ve afectada (Figura 57).



Figura 57: Árbol inclinado que además tiene un ahuecamiento en la base.

Un árbol inclinado reviste un peligro en las siguientes situaciones:

a. El grado de inclinación es superior al 40%⁴.



b. El árbol inclinado tiene canchros, ahuecamientos o zonas de descomposición de la madera en la parte basal del tronco (Figura 58).



Figura 58: Árbol con ahuecamiento profundo y descomposición de madera.

6 Árbol, copa o ramas muertas

Los árboles muertos, o cualquier parte de su estructura que presente madera sin vida, tiene una alta probabilidad de caída. Es muy difícil predecir cuándo ocurrirá el desplome, pero generalmente se ve forzado por condiciones climáticas extremas.

Cuando el árbol tiene ciertas estructuras muertas, las roturas de ramas se producen hasta los tejidos vivos⁴, pero si además cuenta con problemas estructurales, el desprendimiento de la madera puede ser severo y causar grandes problemas.

Un árbol muerto, o con parte de su estructura muerta, reviste un peligro porque:

- a. El árbol muerto puede caer en cualquier momento, es imposible predecir cuándo ocurrirá el desplome.**
- b. Las ramas muertas caerán arrastrando otras ramas del árbol, lo que podría producir un problema mayor.**

REFLEXIÓN FINAL

Los árboles son el patrimonio vegetal de una ciudad, un bosque urbano entregará múltiples beneficios al ambiente y a las personas. Cuidarlos es tarea de todos, desde los ciudadanos, las autoridades, hasta las empresas encargadas de las redes eléctricas.

Capacitarse sobre la biología de los árboles y el desarrollo de su estructura es fundamental para ejercer dicho cuidado, porque no se puede intervenir un árbol desconociendo su naturaleza viva y el efecto que las acciones humanas generan en su salud y estabilidad.

Este manual entregó conocimientos que permiten potenciar el desarrollo de los árboles y adecuarlos a los requerimientos urbanos. Sin embargo, esto se podrá lograr solo si la planificación urbana otorga las condiciones para el buen desarrollo de estos individuos. La incorporación de árboles en la ciudad debe considerar el tamaño que estos ocupan, la necesidad de contar con un suelo donde albergar sus raíces, absorber agua y obtener nutrientes, y la posibilidad de



crecer libremente, ubicándolos en aquellos lugares en donde no se necesite rebajar su estructura ni modelarla.

Frente a las adversas condiciones climáticas que se están presentando, con temperaturas cada vez más extremas, contaminación y sequías, los árboles pasan a ser actores claves, porque ayudan a reducir el calor del verano, son capaces de captar contaminantes y permiten una mejor infiltración del agua. Es por esto que se debe promover la plantación y cuidado de los árboles, trabajando en conjunto para formar una infraestructura verde con especies sanas y longevas que entreguen una mejor calidad de vida a la población.

La incorporación de árboles en la ciudad debe considerar el tamaño que estos ocupan, la necesidad de contar con un suelo donde albergar sus raíces, absorber agua y obtener nutrientes, y la posibilidad de crecer libremente.





BIBLIOGRAFÍA

1. **Harris, Rochard W., Clark, James R., Matheny NP.** *Arboriculture, Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. Tercera ed. Charles Stewart; 1999.

2. **Purcell L.** Tree Pruning Essentials. *Purdue Univ.* Published online 2015:1-20. <http://www.purdue.edu/fnr>

3. **Gilman EF.** *An Illustrated Guide to Pruning*. Tercera. Delmar; 2012.

4. **Pokorny JD, O'brien J, Hauer R, et al.** Urban tree risk management, a community guide to program design and implementation, USDA Forest Service Northeastern Area State and Private Forestry. *USDA For Serv Northeast Area State Priv For 1992 Folwell Ave St Paul, MN 55108*. Published online 2003. <https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/na/NA-TP-03-03.pdf>

5. **Hirons A, Thomas P.** *Applied Tree Biology*. 1st Ed. John Wiley & Sons Ltd.; 2018.

6. **Whiting D, O'Meara C.** Pruning Cuts. *Gard notes, Color Master Gard*. 2006;(613):2-3. www.cmg.colostate.edu

7. **Shigo AL, Marx HG.** Compartmentalization of decay in trees. *Sci Am*. 1977;252(4):73. https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/misc/ne_aib405.pdf

8. **Bedker PJ, Mielke ME, O'Brien JG.** How to prune trees. *How to prune trees*. Published online 2015:1-12. doi:10.5962/bhl.title.98699

9. **International Society of Arboriculture.** Why Topping Hurts Trees. *Int Soc Arboric*. Published online 2011. https://www.treesaregood.org/Portals/0/TreesAreGood_WhyToppingHurts_0321.pdf

10. **Wagener WW.** Judging Hazard From Native Trees in California Recreational Areas: A Guide for Professional Foresters. *Res Pap PSW-P1 USDA For Serv Pacific Southwest For Range Exp Stn*. Published online 1963:29. https://www.fs.usda.gov/psw/publications/documents/psw_rp001/psw_rp001.pdf



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

enel

