



# MANUAL DE PLANTACIÓN DE ÁRBOLES EN ÁREAS URBANAS

Andrea Alvarado Ojeda  
Felipe Guajardo Becchi  
Simón Devia Cartes

**Andrea J. Alvarado Ojeda**, es Ingeniero Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Diplomado en Agricultura Urbana de la misma casa de estudios. Actualmente se desempeña en la Corporación Nacional Forestal como Jefa del Departamento de Arborización, donde se ha destacado por promover el manejo y cuidado del arbolado urbano. Además, cuenta con experiencia en muestreo de arbolado urbano, con énfasis en la protección fitosanitaria.

**Felipe G. Guajardo Becchi**, es Ingeniero Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente se desempeña en la Corporación Nacional Forestal, trabajando en el Departamento de Arborización como Jefe de la Sección de Establecimiento, donde se ha destacado en la gestión y selección de especies para arbolado urbano. Cuenta con experiencia en muestreo de arbolado urbano, con énfasis en la protección fitosanitaria y generación de sistemas de información geográfica.



# MANUAL DE PLANTACIÓN DE ÁRBOLES EN ÁREAS URBANAS

Andrea Alvarado Ojeda  
Felipe Guajardo Becchi  
Simón Devia Cartes

## MANUAL DE PLANTACIÓN DE ÁRBOLES EN ÁREAS URBANAS

Corporación Nacional Forestal  
Gerencia Forestal  
Departamento de Arborización

© 2014. Santiago de Chile.  
Inscripción N° 239.199

ISBN: 978-956-7669-41-7

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo con fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente.

Se prohíbe la reproducción y difusión total o parcial del material contenido en este producto informativo con fines comerciales o lucrativos sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor.

### PRIMERA EDICIÓN

1.000 ejemplares. Enero de 2014.

### AUTORES

Andrea Alvarado Ojeda  
Felipe Guajardo Becchi  
Simón Devia Cartes

### IMÁGENES

Andrea Alvarado Ojeda  
Felipe Guajardo Becchi  
Simón Devia Cartes  
Omar Levet Cuminao  
Fernando Stamna Cepeda

### DISEÑO

Andrea Alvarado Ojeda  
Pedro Molina Urrutia

### DIAGRAMACIÓN E ILUSTRACIONES

Pedro Molina Urrutia

### IMPRESIÓN

Editorial e Imprenta Maval Ltda.



# Carta Director



Para la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el árbol es fuente de vida y de trabajo, siendo el forestal un sector productivo de prioridad para nuestro país. Sin embargo, y pese a que en Chile se plantan más árboles de los que se cosechan, teníamos una deuda enorme con nuestras ciudades y pueblos, cuyos residentes veían con asombro como las bondades de la urbanización muchas veces no contemplaban la instalación de los árboles y las áreas verdes, dejando sectores desprovistos de vegetación, especialmente en los sectores de escasos recursos.

Por esta razón, el Gobierno de Chile encomendó al Ministerio de Agricultura mediante la CONAF, la implementación del Programa de Arborización, que busca mejorar las condiciones ambientales en el entorno a través del aumento de la cobertura arbórea e incremento de su distribución en las ciudades, centros poblados y zonas periurbanas del territorio, y en consecuencia mejorar la calidad de vida de todos sus habitantes. Cumplir este objetivo implica que el programa cuente con el apoyo de la ciudadanía, municipalidades, empresas privadas y/o comunidades escolares, entre otros actores sociales, en la recepción, plantación y cuidados de los árboles y arbustos entregados.

Dentro del Programa de Arborización figura como labor imprescindible la entrega de asistencia técnica efectiva a los vecinos de cada barrio o sector a arborizar, a través del establecimiento de lineamientos y criterios técnicos básicos que permitan intervenir eficazmente en el entorno. De ésta forma, el programa se desarrolla adecuadamente en función de las exigencias de los ciudadanos y las características de los árboles en los medios urbanos y periurbanos, de tal modo de asegurar el correcto establecimiento y mantención del arbolado en el mediano y largo plazo.

Es así como nace del compromiso de nuestros profesionales, la confección de este "Manual de Plantación de Árboles en Áreas Urbanas", inspirado en asesorar técnicamente a todos los beneficiarios del programa, desde profesionales y técnicos de organismos públicos, privados y especialmente los ciudadanos, que han confiado en nosotros y se han comprometido en plantar y cuidar los árboles entregados por CONAF, con el objetivo conjunto de mejorar la calidad de vida de su familia, la de sus vecinos y del entorno.

Eduardo Vial Ruiz-Tagle  
**Director Ejecutivo**  
**Corporación Nacional Forestal**



# Agradecimientos

Los autores de este libro agradecen a las autoridades de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) quienes promovieron la confección de este manual. Especialmente al señor Eduardo Vial Ruiz-Tagle, Director Ejecutivo de CONAF y a la señora Aida Baldini Urrutia, Gerente Forestal de CONAF, que facilitaron en todo momento la realización de este trabajo, sin cuyo respaldo, no habría sido posible la publicación de este documento.

Además, quisieramos agradecer indistintivamente a los profesionales Fernando Stamna Cepeda, María Fernanda Duarte Cáceres, Juan Gamin Muñoz, Tomás Bennett Manzano, Omar Levet Cuminao y Gema Rudolph Navarro, quienes colaboraron en la revisión de los textos.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PAG.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>2. ACTIVIDADES PRE PLANTACIÓN</b>	<b>16</b>
2.1. PLANIFICACIÓN DE UNA ARBORIZACIÓN	19
2.2. FACTORES QUE DETERMINAN EL ÉXITO DE UNA PLANTACIÓN	21
2.2.1. Espaciamiento y normativa vigente	21
2.2.2. Suelo	36
2.2.3. Ecofisiología	41
2.2.4. Producción y comercialización de plantas de viveros	43
2.2.5. Selección de la calidad de la planta en vivero	46
2.2.6. Transporte	47
2.2.7. Otras consideraciones.	48
<b>3. ACTIVIDADES DE PLANTACIÓN</b>	<b>50</b>
3.1. UBICAR EL ÁRBOL EN EL SITIO DEFINITIVO DE PLANTACIÓN	52
3.2. REMOVER EL EMBALAJE DE PROTECCIÓN DEL TRONCO Y LAS RAMAS	53
3.3. PODAR LAS RAMAS SECAS Y/O DAÑADAS Y CORRECCIÓN DE FORMA	53
3.4. IDENTIFICAR EL SISTEMA RADICAL PRINCIPAL Y DESPEJAR EL CUELLO DE LA RAÍZ	54
3.5. ELIMINAR LAS RAÍCES PROBLEMÁTICAS	55
3.6. HOYADURA	56
3.7. TUTORADO	59
3.8. INSTALACIÓN DEL ÁRBOL Y RELLENO DE HOYADURA	61

#### **4. ACTIVIDADES POST PLANTACIÓN**

4.1. RIEGO

4.2. FERTILIZACIÓN

4.3. MANTENIMIENTO DEL TUTORADO Y PROTECCIÓN

4.4. MULCH

4.5. OTRAS CONSIDERACIONES

#### **5. GLOSARIO**

#### **6. BIBLIOGRAFÍA**

PAG.
<b>64</b>
<b>65</b>
<b>68</b>
<b>68</b>
<b>73</b>
<b>74</b>
<b>78</b>
<b>84</b>





# INTRODUCCIÓN

El establecimiento exitoso de nuevos árboles en ambientes urbanos se está convirtiendo cada vez más en un difícil desafío debido a la creciente presión de construir más viviendas en menos espacio (Barrell, 2006), aun cuando los árboles plantados, ya sea en calles, plazas o parques proporcionan importantes beneficios a la población.

En el pasado los árboles en zonas urbanas eran considerados principalmente por el beneficio estético u ornamental. Hoy en día los árboles se consideran como elementos que presentan múltiples beneficios, tales como, la absorción de contaminantes, reducción del ruido del tráfico, barreras cortaviento, refugio de fauna, reducción de la radiación solar a través de la sombra y la evapotranspiración, entre otros (ver Figura 1).

El gran desafío de toda ciudad es lograr la adecuada convivencia entre el desarrollo urbano y la naturaleza. Ello

implica planificar el crecimiento de las urbes de tal modo que las especies vegetales cuenten con el espacio adecuado para establecerse y lograr un correcto desarrollo. Sin embargo, en muchas ciudades de Chile, el crecimiento ha significado la eliminación de la naturaleza para luego incorporarla artificialmente en los espacios y condiciones generados por el hombre sin considerar sus verdaderas necesidades de luz, agua, sustrato, temperatura y espacio (Fernández y Vargas, 2011).

El resultado de lo anterior queda de manifiesto en ciudades como Santiago. La degradación del suelo producto de la compactación y escombros que generan las construcciones dejan los espacios disponibles para las plantas empobrecidas y sin estructura, sin considerar aun las restricciones físicas impuestas por la infraestructura (cables, aceras, alcantarillados, etc.), tanto a su parte aérea como a su sistema radicular (Fernández y Vargas, 2011).



Otra dificultad característica del medio ambiente urbano que enfrentan las plantas son las denominadas islas de calor. De acuerdo a Romero y Molina (2008), las islas de calor resultan de la sustitución de usos y coberturas de suelos naturales por superficies urbanas, capaces de absorber, almacenar y emitir mayor calor que las áreas rurales

que circundan a las ciudades. Un estudio presentado a la *American Geophysical Union* (AGU) documenta que la concentración de concreto, grandes edificios de vidrio y otras actividades humanas elevan artificialmente la temperatura de grandes ciudades como Atlanta y Houston en un promedio de 10° C en días de verano (Taylor, 2004).

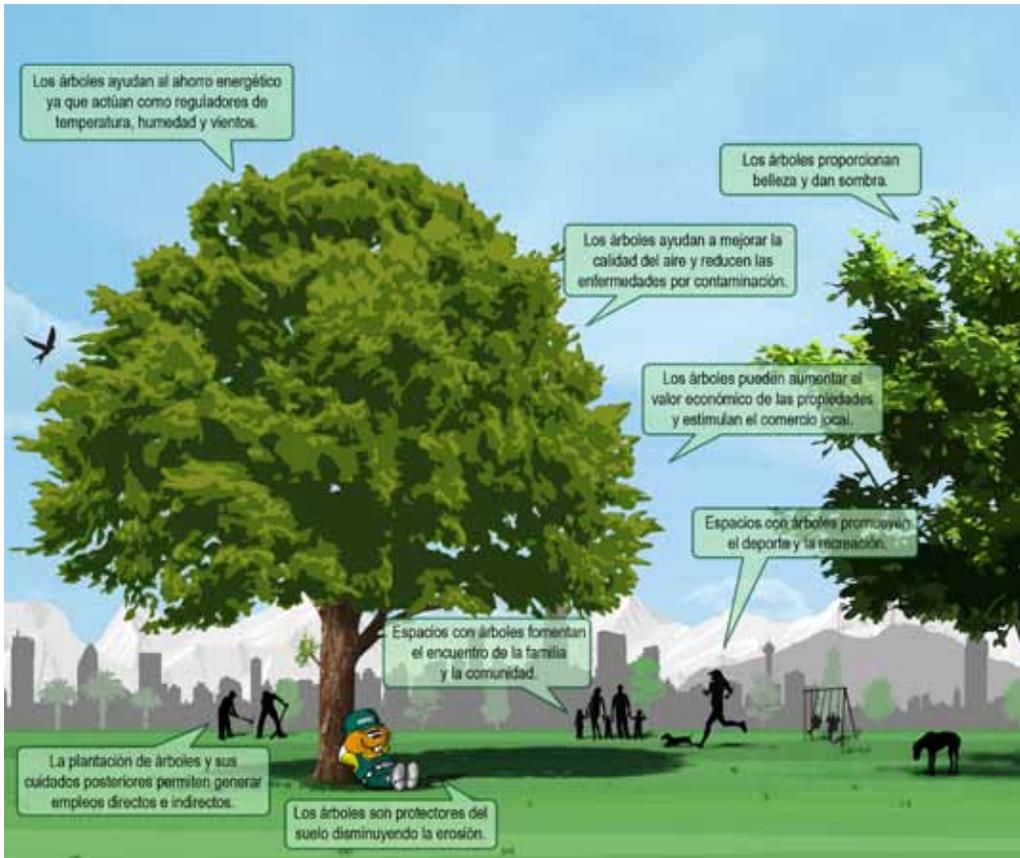


Figura 1. Principales beneficios de los árboles urbanos.

El daño causado por las altas temperaturas está comúnmente asociado con el estrés hídrico, por lo que el manejo del agua pasa a ser una actividad crítica. En la medida en que las plantas puedan transpirar libremente también podrán hacer frente a las altas temperaturas. De acuerdo a Rawson y Macpherson (2001), si el agua es el factor limitante, las hojas

pueden comenzar a verse afectadas a temperaturas elevadas, ya que las plantas estresadas intentan conservar agua cerrando sus estomas y reduciendo así el enfriamiento producido por la transpiración.

Las plantas en suelos muy calientes y secos pueden alcanzar fácilmente temperaturas críticas (Rawson y Macpherson, 2001). Asimismo, las malas prácticas de plantación pueden dar lugar a la muerte de las plantas, debilitamiento, paralización o decaimiento de su desarrollo. La plantación, aun cuando se realice correctamente, causa un serio desajuste fisiológico por el cambio de medio (de un vivero con cuidados intensivos a un establecimiento en terrenos con diferentes condiciones). Las pérdidas de masa radicular, el desecamiento e insolación de las raíces, la inadecuada posición en la colocación, las heridas mecánicas, contacto imperfecto raíces-suelo, falta de riego, descalce, etc., son algunas de las múltiples y eventualmente concurrentes causas que afectan el desarrollo de las plantas durante los primeros dos años, donde por regla ge-





neral, las plantas culminan su arraigue. Semejante desajuste significa un enorme desequilibrio fisiológico de la raíz con la parte aérea que la planta debe reestablecer (Lell, 2006).

Es así como, en el marco del Programa de Arborización y motivados por el deseo que las plantas entregadas se establezcan y sobrevivan en el largo plazo, el Departamento de Arborización de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha elaborado el "Manual de Plantación de Árboles en Áreas Urbanas".

El presente documento es producto de la revisión bibliográfica de material técnico desarrollado por profesionales, investigadores e instituciones, ya sean nacionales o internacionales, encargados del arbolado urbano, y está enfocado principalmente a técnicos y profesionales involucrados en arborizar ciudades y centros poblados de todo el país, que requieren conocer una metodología de plantación de árboles en áreas urbanas, los principales factores que determinan el éxito de una plantación en áreas urbanas, así como

también los principales cuidados necesarios post plantación de árboles en áreas urbanas.





## 1. INTRODUCCIÓN



# ACTIVIDADES DE PRE PLANTACIÓN

La clave que determina el éxito que pueda tener un árbol en la plantación y posterior establecimiento es una buena selección del mismo.

Toda buena selección debe considerar al menos tres grandes variables; objetivos, características del sitio y características de la especie, de manera que la plantación que se proponga sea sustentable en el tiempo.

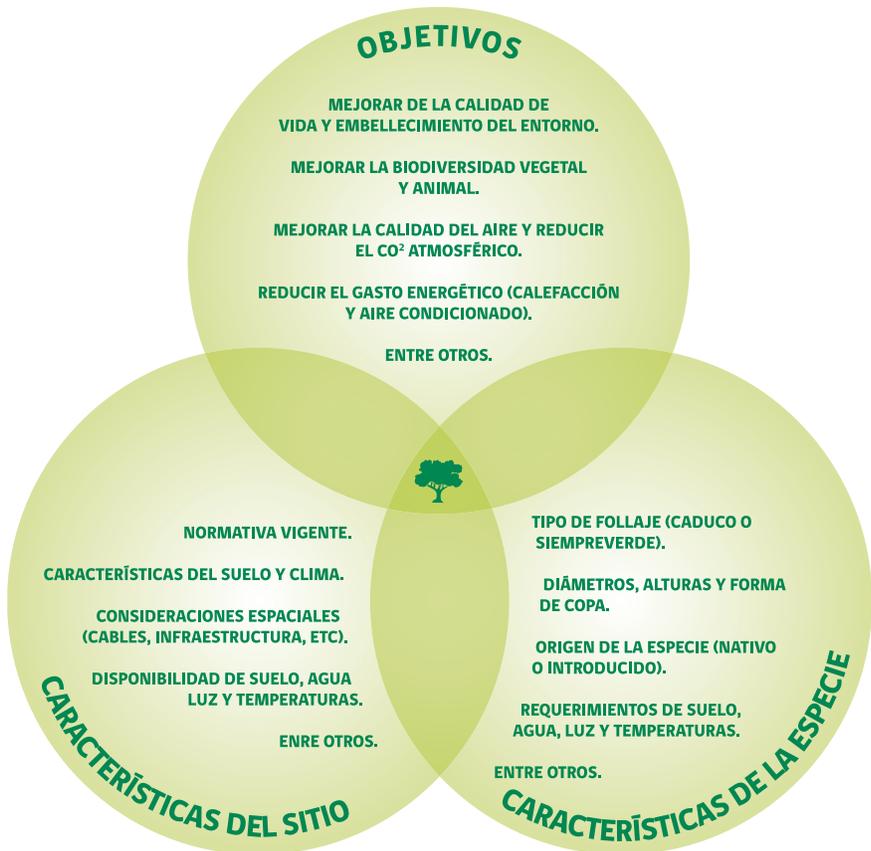
La primera variable es la determinación del por qué se está plantando el árbol, lo que apunta a cuál es el objetivo de la plantación; para qué quiero la(s) planta(s). El objetivo puede ser sólo uno o múltiple, y esto nos empieza a dar los primeros lineamientos de una buena selección.

La segunda variable hace referencia al sitio de plantación, a cuáles son las ca-

racterísticas del lugar de plantación, ya sea suelo, disponibilidad de agua, clima, presencia de cables u otros objetos de un ecosistema urbano, normativa, etc.

Mientras la tercera variable hace referencia a la planta y sus características y requerimientos; qué condiciones poseen las plantas que dispongo o debería seleccionar, ya sea los requerimientos de la planta (agua, nutrientes, etc.), altura en estado adulto, presencia de espinas, etc.

Al analizar las tres variables se desprende el proceso de selección que se resume en un gran pregunta que es: ¿Qué planta posee las característica que cumpla con los objetivo y que adapte las características del lugar de plantación?, es decir, la selección del árbol apropiado para el sitio apropiado respetando los objetivos propuestos (ver Figura 2).



**Figura 2.** Esquema general para una buena selección de especie.

Por otra parte, teniendo en consideración la importancia de una buena selección de la especie y antes de comenzar las actividades de plantación – incluso previo de la adquisición las plantas – hay ciertos factores necesarios de considerar para aumentar la probabilidad de establecimiento de una arborización.

En primer lugar es necesario planificar la arborización en términos de ordenar las actividades, y los recursos en el tiempo y en el espacio para alcanzar los objetivos propuestos, los cuales están en relación a las potencialidades y limitaciones de un área determinada.

Luego se deben identificar y evaluar los factores limitantes que determinan el éxito de una plantación, tales como el espacio disponible y la normativa vigente, el sustrato, la ecofisiología de

la planta, el tipo de contenedor y la calidad de la planta, así como también el transporte y prácticas o técnicas de plantación y cuidados post plantación.

## 2.1. PLANIFICACIÓN DE UNA ARBORIZACIÓN



Para asegurar el éxito de cualquier proyecto es necesario conocer las actividades y los recursos involucrados, tanto materiales como financieros, de manera de organizar en forma lógica estos elementos, más aun cuando estamos trabajando con seres vivos.

Cada especie tiene distintos requerimientos de agua, suelo, luz, temperatura y espacio, por lo tanto el lugar que ésta ocupará en terreno, así como también la época, los materiales y herramientas necesarias para realizar una buena plantación deben ser considerados antes de adquirir las plantas.

Consideremos que en este contexto lo más probable es que el espacio disponible (sitio) nos oriente la especie a seleccionar, es decir, analizar las

distintas especies que se ajustan a los objetivos y al lugar, para luego tomar una decisión respecto de cuál es la más adecuada. De acuerdo a Benedetti y Perret (1995), para conseguirlo se puede recurrir a la “planificación”, proceso que permite ordenar las actividades y los recursos en el tiempo y en el espacio para así alcanzar los objetivos propuestos, los cuales son fijados de acuerdo a las potencialidades y limitaciones, tanto técnicas como culturales presentes en un área determinada.

A continuación en la Figura 3 se especifican los seis pasos involucrados en la planificación, y ejemplifica en cada uno de ellos los diferentes factores a considerar para lograr los objetivos propuestos. El énfasis que se dedique a cada etapa va a depender del nivel del proyecto.

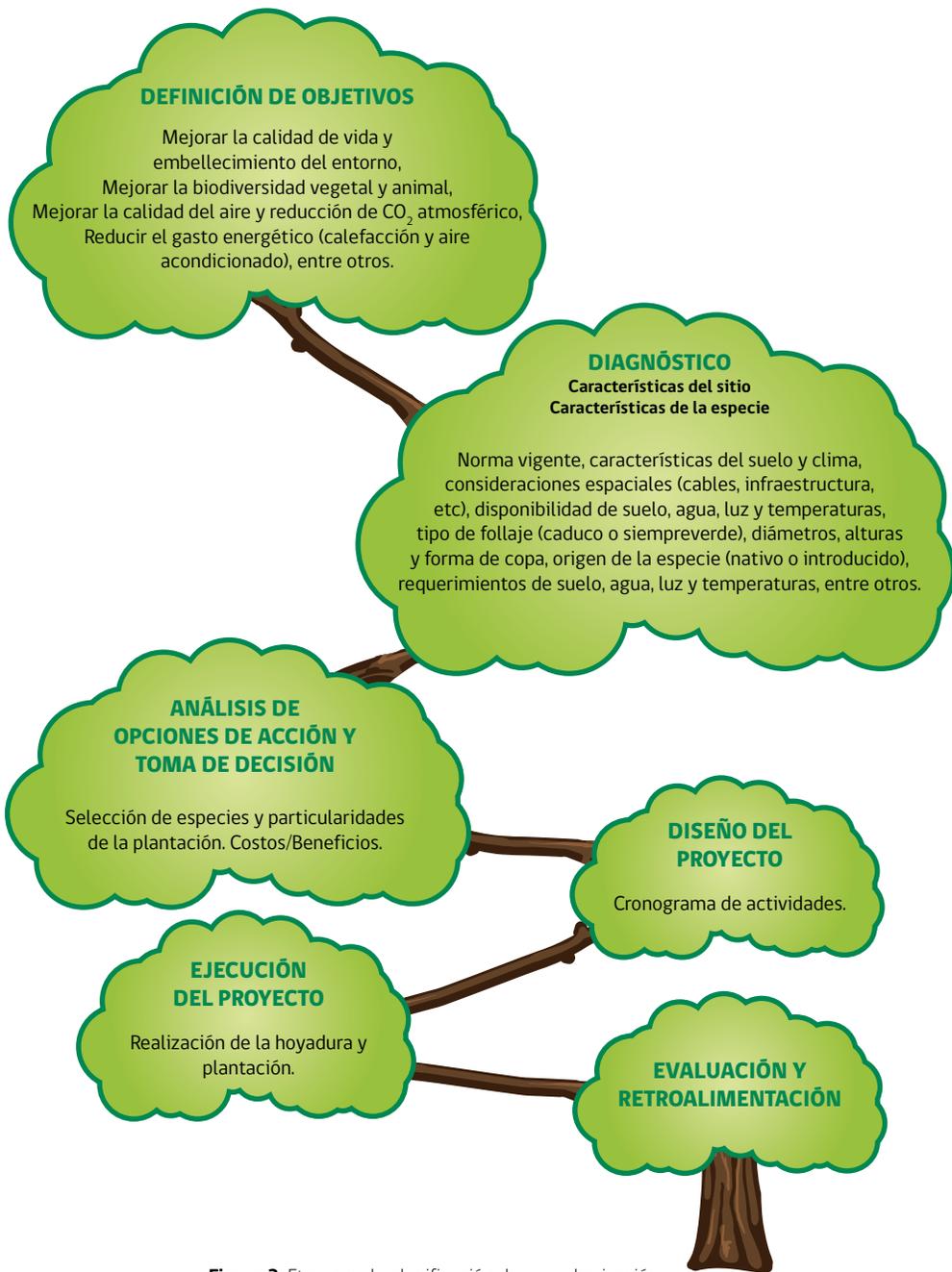


Figura 3. Etapas en la planificación de una arborización.

## 2.2. FACTORES QUE DETERMINAN EL ÉXITO DE UNA PLANTACIÓN



Para llevar a cabo una buena plantación es necesario conocer los principales factores que pueden determinar su éxito, también llamados factores limitantes.

Por su parte, Johnston y Percival (2012) describen como los factores limitantes la ecofisiología del árbol, la calidad de la planta, el suelo y las adecuadas prácticas de plantación como determinantes del éxito de la plantación.

Otros factores a considerar son: el espaciamiento, la normativa vigente, la producción y comercialización de la planta en vivero, y el transporte.

A continuación se describe cada uno de ellos en orden lógico de planificación. En primer lugar se deben observar las restricciones espaciales y la normativa vigente, en conjunto con un análisis del suelo para luego, de acuerdo a las características micro climáticas del sitio y potencial genético de la planta, seleccionar la especie y forma de producción que mejor se adapte al sitio y cumpla con los objetivos propuestos, considerando que un mal transporte debilita, e incluso causa la muerte de las plantas.

Finalmente, es necesario abordar las técnicas adecuadas de plantación y cuidados posteriores de los árboles.

### 2.2.1 Espaciamiento y normativa vigente



La naturaleza construida del paisaje urbano presenta desafíos únicos para plantar el árbol correcto en el lugar adecuado, y así mantener y aumentar la cobertura arbórea, minimizando los daños a la infraestructura adyacente

como al pavimento e inmuebles (Cappiella *et al.*, 2006).

Según Beytía *et al.* (2012) cuando se proyecta plantar árboles es conveniente plantearse las siguientes preguntas:

- 🌿 ¿Qué beneficios principales o función se espera obtener de éstos?
- 🌿 ¿Cuáles son las características espaciales disponibles para los árboles?
- 🌿 ¿Existe un espacio mínimo para acoger árboles y cómo es?

Es muy importante evaluar la existencia del espacio mínimo y las características espaciales del mismo para el desarrollo de uno o más árboles. En este contexto Beytía *et al.* (2012) afirma que hay situaciones en que, por motivos de seguridad, es preferible no plantar árboles en lugares donde se necesita una buena visibilidad, tales como áreas cercanas a semáforos, luminarias, señaléticas, postes de luz o teléfono, cruces o esquinas. Además, comenta que lo ideal es no ubicar árboles bajo cables, o asegurarse de que la altura máxima del árbol sea menor que la del cableado. Si aun así se decide plantar una especie de gran tamaño bajo el tendido eléctrico, habría que considerar un individuo que mediante poda presente posibilidades de conducción de la forma de la copa.

Finalmente recomienda no utilizar por ningún motivo especies de crecimiento piramidal o columnar en dichos lugares (ver Figura 17 con tipos de copas de árboles).

La Figura 4 muestra un árbol de la especie *Melia azedarach* (melia) mal emplazado respecto al semáforo debido a que cuando el árbol alcance una mayor altura dificultará la vista del conductor del vehículo y para solucionar este problema se deberá realizar constantes podas al árbol.

Por su parte, en la Figura 5 se muestra un árbol de la especie *Liriodendron tulipifera* (tulipero) bien emplazado respecto al tendido eléctrico ya que este no se encuentra inmediatamente bajo el cableado.



**Figura 4.** Árbol (*Melia azedarach*) mal emplazado respecto al semáforo.



**Figura 5.** Árbol (*Liriodendron tulipifera*) bien emplazado respecto al tendido eléctrico.

Ahora bien, Beytía *et al.* (2012) reconoce que para el caso de árboles de alineación es necesario considerar ciertas restricciones espaciales propias del modelo, destacando por una parte la importancia de la relación ancho de la platabanda con el diámetro a la altura del cuello (DAC), y por otra, la distancia de plantación.

Considerar el ancho de la platabanda, maceta o alcorque respecto del DAC de un árbol adulto permite asegurar el espacio suficiente para un normal engrosamiento del tronco, mientras que la distancia de plantación determina el desarrollo de la copa.

En la Figura 6 se muestran individuos arbóreos en la Región Metropolitana de Santiago, en un alcorque de dimensiones pequeñas en relación al DAC que poseerá el árbol en su estado adulto.

Beytía *et al.* (2012) recomienda que los árboles pequeños (menos de 6 m de altura y especies de crecimiento vertical) se distancien entre 4 y 6 m; para árboles medianos (6 a 15 m de altura) recomien-

da de 6 a 8 m de distancia; y para árboles grandes (más de 15 m de altura) recomiendan de 8 a 12 m de distancia. La Figura 7 muestra una plantación en un bandejón central de la Región de Antofagasta con individuos de *Myoporum laetum* (mioporo) con un buen distanciamiento en relación a la altura que alcanzarán en estado adulto estas plantas.

En este contexto, Lell (2006) comenta que también puede emplearse el diámetro de copa como regla general para determinar la distancia entre árboles. Si la distancia entre individuos es menor al diámetro que adquirirán las copas, éstas se entrecruzarán; si es igual, se tocarán, y si la distancia es dos veces el diámetro de copa, quedará un espacio vacío igual al diámetro de copa de cada árbol entre los que integran el arbolado.

La Figura 8 muestra una plantación en un bandejón central con individuos de *Araucaria araucana* (araucaria), en la Región de Los Ríos con un buen distanciamiento en relación al diámetro de copa que alcanzarán estos árboles.



**Figura 6.** Árboles mal emplazados en relación DAC y alcorque.



**Figura 7.** Árboles (*Myoporum laetum*) con buen distanciamiento en relación a la altura.



**Figura 8.** Árboles (*Araucaria araucana*) con buen distanciamiento en relación al diámetro de copa.

Cabe destacar que al colocar ejemplares jóvenes las distancias podrían parecer excesivas, pero hay que considerar que con el paso del tiempo irán ocupando el espacio hasta adquirir su tamaño pleno. Las plantas al crecer más distanciadas entre sí crecerán más vigorosas, alcanzando rápidamente su tamaño adulto (Lell, 2006).

Conforme a lo anterior, la disposición de los árboles y arbustos en el sitio de plantación dependerá del objetivo y del espacio disponible (plantación de árboles en las calles, plazas, parques, bosques, etc.). Para los árboles ubicados a lo largo de las calles u otros sitios con poco espacio debido a la infraestructura, el espaciamiento de las plantas está determinado por la proximidad a las construcciones y el tamaño final de la copa del árbol (Cappiella *et al.*, 2006). El diámetro de copa que alcance una especie particular en estado adulto determinará la distancia mínima entre el tronco y la edificación, la cual corresponde a la mitad del diámetro de la copa (Beytía *et al.*, 2012).

En la Figura 9 destacan algunos individuos de *Brachychiton discolor* (sterculea rosada) bien emplazados respecto al edificio; estos árboles están a una distancia acorde al diámetro de copa que poseerán en su estado adulto. Otro aspecto a destacar es la copa piramidal que posee la especie.



**Figura 9.** Árboles (*Brachychiton discolor*) bien emplazados respecto a la edificación.

La Figura 10 destacan algunos individuos de *Quillaja saponaria* (quillay) mal emplazados respecto a la edificación ya que se encuentra inmediatamente

bajo una construcción urbana sin considerar las implicancias negativas debido al desarrollo de la copa del árbol en su estado adulto.



**Figura 10.** Árboles (*Quillaja saponaria*) mal emplazado respecto a la edificación.

La normativa vigente en Chile que regula el arbolado urbano (estructura jurídica, política e institucional) hoy en día es insuficiente. Ésta es débil y desigual,

y depende mucho del lugar en donde estén ubicados los árboles o se pretenda plantar.

La norma jurídica que puede afectar el arbolado de manera directa o indirectamente, va desde la Constitución Política de la República de Chile hasta las ordenanzas municipales que son mucho más específicas. Entre ellos se encuentran normas para especies particulares y lugares acotados, tales como: Decreto 43 que declara Monumento Natural a la *Araucaria araucana*, Código Civil, Ley General de Urbanismo y Construcciones, Planes Regionales de Desarrollo Urbano, Planes Reguladores Intercomunales o Metropolitanos, entre otros.

A continuación se presentan algunas normativas vigentes que dicen relación a los árboles, siendo éste un resumen de los aspectos más importantes.

En el artículo 941, del Código Civil, se establece que el dueño de casa tiene derecho para impedir que se planten árboles a menos distancia que la de quince decímetros (1,5 metros), ni hortalizas o flores a menos distancia que la de cinco decímetros (0,5 metros). Si los árboles fueren de aquellos que

extienden a gran distancia sus raíces, podrá el juez ordenar que se planten a la que convenga para que no dañen a los edificios vecinos: el máximo de la distancia señalada por el juez será de cinco metros. Los derechos concedidos en este artículo subsistirán contra los árboles, flores u hortalizas plantadas, a menos que la plantación haya precedido a la construcción de las paredes. Asimismo, el artículo 942 establece que si un árbol extiende sus ramas sobre suelo ajeno, o penetra en él con sus raíces, podrá el dueño del suelo exigir que se corte la parte excedente de las ramas, y cortar él mismo las raíces, lo cual se entiende aun cuando el árbol esté plantado a la distancia debida (Ministerio de Justicia, 2000).

La Figura 11 muestra dos individuos utilizados en arbolado urbano que poseen un sistema radicular con raíces horizontales poco profundas que pueden afectar las construcciones urbanas.



**Figura 11.** Individuos utilizados en arbolado urbano que poseen un sistema radicular con raíces horizontales poco profundas.

Existen también otras normas de carácter administrativo, como son las Ordenanzas Municipales. De acuerdo a lo señalado por la Ley Orgánica Constitucional de municipalidades (Ley Nº 18.695), la regulación de los arbolados públicos urbanos más cercana y directa se realiza por la Municipalidad a través de ordenanzas, siendo ella la unidad encargada de la función de medio ambiente, aseo y ornato a quien corresponde regular de forma directa los temas relacionados con los arbolados públicos urbanos (Ministerio del Interior, 2006). En ellas se pueden especificar elementos como la especie a plantar, el sector,

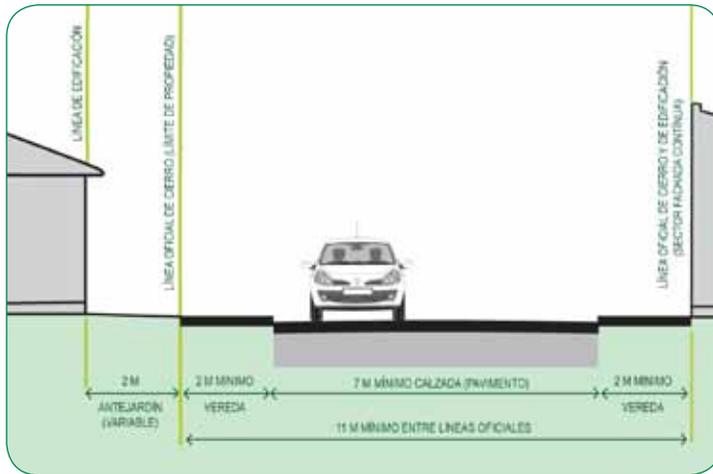
la época de plantación, diámetro, tamaños, altura del follaje, distancias que deben mantener los árboles respecto a las fachadas, estacionamientos, señales del tránsito, viviendas, etc.

Cabe mencionar que las ordenanzas varían de comuna en comuna y que muchas de ellas cuentan con muy pocas, o simplemente no cuentan con legislación al respecto.

En nuestro país aún falta camino por recorrer para generar una legislación que considere al árbol como parte integral de la ciudad. Es más, según Beytía *et al.*

(2012) el diálogo entre la normativa de planificación territorial con la necesidad de arborización es tan precario que en la Ordenanza General de Urbanismo y

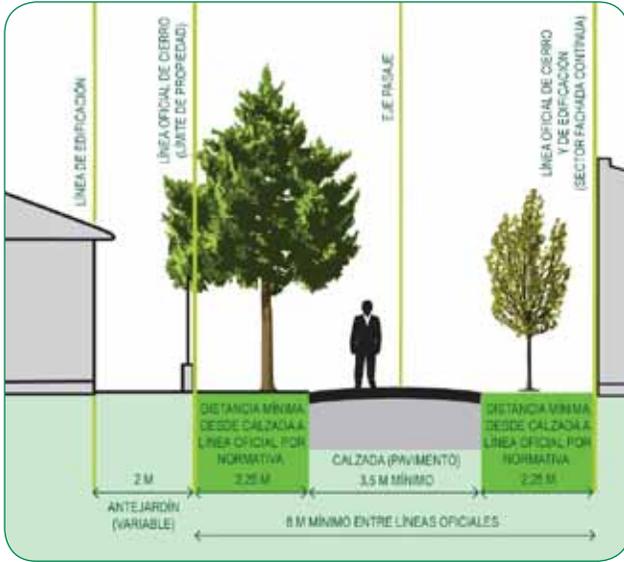
Construcción vigente define la Vía Local, con 7,0 m de calzada y veredas de 2,0 m a cada lado, sin considerar espacio para arborización (ver Figura 12).



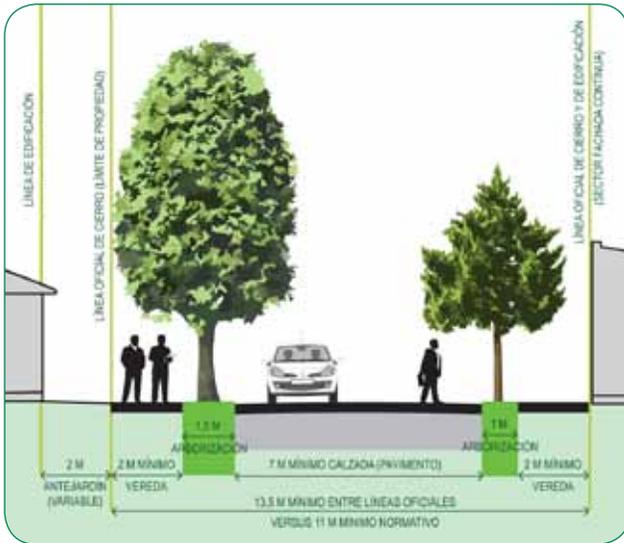
**Figura 12.** Esquema mínimo actual para calles según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Adaptación de Beytía *et al.* (2012).

Beytía *et al.* (2012) presenta algunos esquemas que sirven de referencia para dimensionar qué espacio se entiende por pasaje, calle, avenida y bandejones (en base a la normativa urbana vigente),

y en dichos esquemas se puede ver cuáles son los espacios mínimos requeridos para los árboles cuando la normativa lo exige (ver Figuras 13, 14 y 15).



**Figura 13.** Esquema mínimo actual para pasajes según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción donde existe cabida para especies menores y medianas sólo si se cuenta con espacio aledaño extra. Adaptación de Beytía *et al.* (2012).



**Figura 14.** Esquema mínimo recomendado para calles (vías locales), agregando 2,5 m para arborización. Adaptación de Beytía *et al.* (2012).



**Figura 15.** Esquema actual para avenidas según la ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Adaptación de Beytía *et al.* (2012).

En las áreas verdes el escenario es diferente, el espacio existente permite que la distancia entre los árboles responda a los lineamientos planteados por el

diseñador (ver Figura 16). Dependiendo del área verde no existirían mayores restricciones de espacio para arborizar.



**Figura 16.** Área verde con buen diseño y espaciamiento que responde a los lineamientos del diseñador.

Luego, habiendo evaluado el espacio y definido el objetivo de la plantación, es posible identificar la forma de la copa o silueta más recomendable para alcanzar los objetivos propuestos en el espacio disponible. Para ello se muestran en la Figura 17 las principales formas de copa que puede presentar un árbol

en condiciones normales.

La poda, cables, edificios, paso de vehículos y agentes climáticos como el viento modifican la forma original de la copa (Beytía *et al.*, 2012).



**Figura 17.** Tipos y siluetas de los árboles y sus copas.

### 2.2.2. Suelo



El suelo es el medio desde donde la planta obtiene casi todo lo que necesita: agua, aire para las raíces y nutrientes. Mantener un ambiente saludable para las raíces es otro aspecto a considerar y que tiene directa relación con la textura, estructura y ecología del suelo.

El problema de los suelos urbanos es que producto de la influencia antrópica y sus prácticas de manejo, su calidad se ve afectada frecuentemente. Scharenbroch y Catania (2012) identifican que dichos suelos tienen como características el ser muy densos y poseer poco espacio poroso (pobres en estructura), lo que repercute en la capacidad de conducir y retener el agua, aire y nutrientes; poseen un pH elevado y alta salinidad; presencia de contaminantes ambientales y un bajo contenido de materia orgánica. Señalan, además, que la condición degradada del suelo limita el crecimiento y salud del arbolado urbano, y que por esta razón la evaluación y mejoramiento del suelo urbano es imperativo para el estable-

cimiento, crecimiento y longevidad de los árboles en las ciudades.

La mayoría de las personas piensa en el suelo como una mezcla de elementos sólidos, tales como minerales y materia orgánica. Sin embargo, los espacios abiertos en el suelo, llamados poros, son igual de importantes. Su tamaño y distribución afectan el movimiento y disponibilidad de aire, y humedad a través del perfil del suelo (Morgan, 1993). La composición ideal de un suelo es de un 25,0% de aire, 25,0% de agua, 45,0% de minerales y un 5,0% de materia orgánica. La adecuada proporción de dichos componentes guardan relación con la textura y estructura del suelo. En ella queda de manifiesto la importancia de la relación agua-aire, ya que en conjunto conforman el 50,0% de los componentes del suelo.

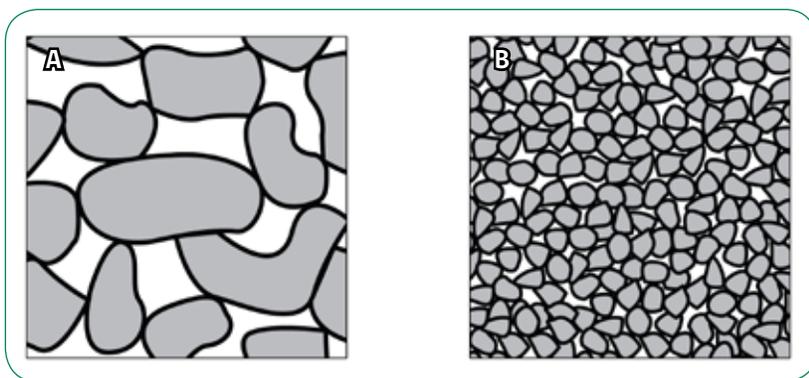
El Laboratorio de Relación Suelo-Agua-Planta de la Universidad de Chile (SAP, 2012) define como textura a la composición mineral de una muestra de suelo,

descrita a las proporciones relativas de sus separados individuales en base a masa, pudiendo los suelos ser clasificados de arcillosos, limosos y arenosos. Morgan (1993) documenta que la arena, con su estructura "abierta", es la responsable de generar los macroporos, los cuales son muy buenos en almacenar aire, pero malos a la hora de retener el agua. De igual manera explica que, gracias a sus pequeños poros, los suelos arcillosos tienen un drenaje muy pobre, pero son capaces de retener en el tiempo grandes cantidades de agua (microporos).

También destaca el hecho de los microporos pueden llegar a ser tan pequeños y retener el agua con tanta fuerza que no queda disponible para las raíces.

Por su parte, un suelo limoso se encuentra en el centro del triángulo de texturas, siendo el tamaño de sus poros la media en relación a los otros dos.

La Figura 18 muestra un esquema básico de las estructuras microscópicas de las partículas del suelo y sus poros. Destacando los macroporos (A) de dimensiones mayor a 0,10 mm y los microporos (B) de dimensiones menores a 0,10 mm.



**Figura 18.** Esquema básico de las estructuras microscópicas de las partículas del suelo y sus poros. Macroporos (A) y Microporos (B).

Para determinar la textura del suelo existe un método muy sencillo que utiliza solamente el tacto y las siguientes consideraciones (SAP, 2012):

Un suelo arcilloso se adhiere bastante a los dedos, es fácilmente moldeable, las partículas no son visibles y la superficie brilla levemente. El suelo es capaz de formar un anillo.

Un suelo limoso se adhiere a los dedos, se moldea con dificultad, las manos quedan con una apariencia grasosa y las partículas son brillantes. El suelo puede enrollarse en un cilindro de 15 cm de longitud.

Un suelo arenoso no se pega en los dedos y no se moldea como una masa. El suelo permanece suelto y partículas se advierten individualmente, pudiendo sólo ser amontonados en forma de una pirámide.

De acuerdo al SAP (2012), la estructura es definida como la forma en que se agrupan las partículas de suelo (arena, limo y arcilla) en agregados. La de-

gradación de la estructura del suelo o compactación implica la reducción del espacio poroso, siendo mayor el efecto sobre los macroporos, impidiendo el libre movimiento del aire, del agua y de las raíces. Lo anterior, además de ser una restricción física para el desarrollo de las raíces, limita su crecimiento producto de la falta de oxígeno.

Se debe considerar que los suelos urbanos se pueden saturar rápidamente, no dejando oxígeno para la respiración del sistema radicular, lo que en poco tiempo puede provocar la muerte del árbol. Al respecto Lell (2006) documenta que bajo del 15,0% de oxígeno la absorción mineral decrece, con niveles inferiores al 12,0% no desarrolla nuevas raicillas y bajo el 5,0% se detiene el crecimiento radicular, cuando el porcentaje desciende del 1,0% las raíces pierden peso y mueren. Lell (2006) concluye que la importancia de la micro y macro porosidad a cierta profundidad para el sistema radicular es significativa.

La Figura 19 muestra un suelo inundado debido a la mala estructura.



**Figura 19.** Suelo urbano inundado debido a la mala estructura.

De ser necesario, los suelos pueden ser intervenidos a través de la aplicación de enmiendas y manejos antes de la plantación para mejorar el pH, la disponibilidad de nutrientes, el contenido de materia orgánica y la estructura (Ingram *et al.*, 1991). Sin embargo, hay que tener mucho cuidado porque si se está frente a un suelo arcilloso con mal drenaje, la lógica dicta que se debe enmendar con arena, no obstante, si agregamos una cantidad menor al 50,0% del total de suelo no habrá efecto alguno sobre la porosidad.

Si deseamos determinar la calidad del suelo, Scharenbroch y Catania (2012) afirman que el contenido de materia orgánica, el pH y la textura del suelo parecen ser los factores principales de calidad del suelo y, por lo tanto, del desempeño del árbol urbano.

La materia orgánica en el suelo afecta tanto las propiedades físicas como químicas del suelo. Se podría decir que un suelo fértil, rico en materia orgánica, está vivo. Lombrices y chanchitos de tierra son los habitantes

más evidentes, pero los microorganismos como las bacterias y los hongos como las micorrizas tienen, en términos porcentuales, mayor peso que los anteriores. Dentro de sus principales beneficios se encuentran mejorar la aireación, capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes (Morgan, 1993). Además, la materia orgánica tiene un efecto regulador sobre el pH del suelo, volviéndolo a niveles cercano a la normalidad (pH cercano a 7).

Los suelos de Chile son extraordinariamente diversos debido a la gran cantidad de procesos que han intervenido en su origen. Las grandes ciudades del norte de Chile (desde la Región de Arica y Parinacota hasta Región de Atacama) están asociadas a la actividad minera y/o en las zonas costeras lo que por regla general nos lleva a suelos arenosos con escases hídrica por bajas precipitaciones, bajo contenido de materia orgánica, con exceso de salinidad y, en algunos casos, con presencia de polimetálicos.

Mientras que en los suelos de la zona centro de Chile (desde la Región de Coquimbo hasta la Región de la Araucanía) poseen muy variada características debido principalmente al origen y a los procesos que los han afectado en su evolución. En los suelos en las zonas propiamente urbanas es muy probable que estos posean materiales de relleno y que estén con algún grado de compactación. Caso especial es el suelo de la Isla de Pascua que es de origen volcánico, derivados ya sea de cenizas o lavas descompuestas. Por lo general, son arcillosos con deficiencias de potasio y escases de fósforo soluble.

Por su parte, los suelos de la zona sur y austral de Chile (Región de Los Ríos hasta Región de Magallanes y de La Antártica Chilena) presentan la influencia de los volcanes, las lluvias y las nieves. Los elementos limitantes relacionados al suelo son el exceso de humedad y el hielo.

Dada las características de los suelos urbanos de Chile las especies arbóreas pueden ver restringido su desarrollo, la

clave será la buena selección de la especie y mejorar la calidad del suelo en la medida de lo posible.

Finalmente, hay que destacar que a pesar de que cada una de las diferentes especies de árboles requieren con-

diciones óptimas específicas de crecimiento, una buena preparación del terreno antes de la plantación puede mejorar el éxito en el establecimiento y reducir la necesidad de mantenimiento, y reemplazo en el tiempo (Woodland Trust, 2011).

### 2.2.3. Ecofisiología



La ecofisiología es una rama de la biología que estudia los procesos e interacciones entre organismos, a nivel de comunidades y ecosistemas, así como de las interrelaciones entre los sistemas vivos y los inertes. La ecofisiología considera el potencial genético de la especie para establecerse en un ambiente determinado y depende de la "tolerancia del árbol", del "clima local" y de la "fenología".

**a) Tolerancia del árbol:** Está referida principalmente a la tolerancia al trasplante, varía de acuerdo a la especie y depende esencialmente de la morfología y capacidad de regeneración del sistema radicular.

Especies con sistemas radiculares fibrosos, es decir, profusamente ramificados, se establecen más rápidamente que especies con sistemas radiculares gruesos y poco ramificados.

**b) Clima local:** Es sabido que la selección de la especie va de acuerdo a las características del sitio, tales como la temperatura y la disponibilidad hídrica, ambas dependientes del clima local. En el contexto urbano aparecen distintos microclimas, unos muy cerca de otros, necesarios de analizar a la hora de seleccionar la especie adecuada para un sitio específico.

**c) Fenología:** Es la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos. En línea general, se recomienda plantar en invierno ya que aumentan las probabilidades de establecimiento y supervivencia de las plantas. Sin embargo, lo anterior varía según la especie, ya que algunas pueden tener mejores tasas de supervivencia si son plantadas en primavera. Otro factor de importancia será la ubicación geográfica donde se plantará pudiendo encontrarse factores limitantes en el suelo.

Existe la idea de que las plantas nativas, gracias a su potencial genético, se establecen mejor que las exóticas en ambientes urbanos. No obstante lo anterior no es del todo cierto. Bassuk y Sutton (2012) comentan que nadie puede discutir la importancia de las plantas nativas en los paisajes urbanos respecto de la identidad y diversidad que su utilización implica, pero ¿siempre se deben utilizar plantas nativas?. Dichos autores señalan que existe la creencia que son más fáciles de cuidar, ya que han evolucionado

para resistir climas extremos, insectos, patógenos, y otras restricciones del ambiente local, sin embargo, las plantas nativas no son mejores que las exóticas si no se tiene cuidado al escoger la especie correcta para el lugar de plantación.

De hecho, muchas plantas exóticas funcionan mejor en nuestro perturbado ambiente urbano, puesto que las condiciones ambientales son parecidas a las encontradas en sus paisajes nativos, y porque frecuentemente no presentan problemas con insectos y enfermedades. Dicho de otra manera, es necesario considerar que en la ciudad estamos lidiando con un ambiente decididamente perturbado que no tiene relación con los requerimientos ambientales de las plantas locales. Por ello, lo más importante es elegir y usar la planta nativa o exótica más apropiada para el lugar de plantación (Bassuk y Sutton, 2012).

La Figura 20 representa claramente un árbol mal emplazado respecto de la ecofisiología de la especie. Como la especie *Crinodendron patagua* (patagua) prefiere sitios húmedos cercanos a cursos de

agua, emplazarla en el bandejón central de una avenida principal de la Región Metropolitana de Santiago, no es adecuado, ya que la temperatura y falta de

humedad en verano es demasiado para esta especie, siendo reflejo de aquello el poco vigor y envejecimiento prematuro presente en la fotografía.



Figura 20. Árbol nativo *Crinodendron patagua* (patagua) mal emplazado.

#### 2.2.4. Producción y comercialización de plantas de viveros



Los árboles que se utilizan en las plantaciones urbanas provienen de viveros donde generalmente se han producido bajo alguna de las siguientes modalidades: plantas a raíz desnuda, plantas en cepellón o plantas en contenedores (bolsas o macetas).

Los árboles a raíz desnuda, se siembran directamente al suelo y se caracterizan por

no presentar sustrato unido a las raíces. Debido a su tamaño son muy fáciles de plantar y esta actividad se realiza preferentemente en el período de receso vegetativo. Se debe tener especial cuidado de mantener las raíces húmedas para evitar que se sequen (Cappiella *et al.*, 2006).

Los árboles que se producen en cepellón, al igual que los producidos a raíz desnuda,

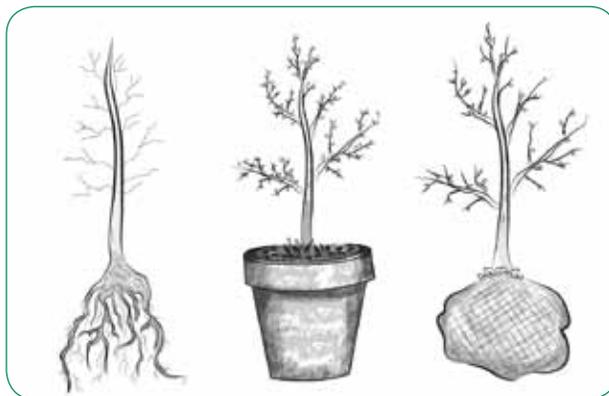
son plantados en el suelo para luego ser excavados y traspasados a una arpillera en la cual permanece un período adicional en vivero. Generalmente son árboles que tienen más de tres metros de alto, por lo tanto son difíciles de transportar y plantar sin el equipo adecuado (Cappiella *et al.*, 2006). Se debe considerar que este tipo de árboles pierde alrededor del 90,0% de sus raíces cuando son extraídos del campo, mientras que el 10,0% puede no ser capaz de absorber agua suficiente para satisfacer las necesidades del árbol (Watson, 2000; Lell, 2006), razón por la que es imperativo que este tipo de planta restituya rápidamente su sistema radical.

Los árboles producidos en contenedor generalmente tienen más de una temporada

de crecimiento y pueden llegar a medir tres metros de altura o más, dependiendo del tamaño del contenedor.

El transporte y la plantación es relativamente fácil y puede realizarse casi en cualquier época del año, siempre que se cuente con riego (Cappiella *et al.*, 2006).

Las plantas que se venden en este formato tienen un alto requerimiento hídrico. Generalmente poseen sustratos livianos, lo que provoca pérdida de agua desde el pan de raíces hacia el suelo circundante, además de estar acostumbradas a riegos frecuentes dentro del vivero (Watson, 2000). Este modo de producción es más propenso a desarrollar deformaciones en las raíces producto del espacio limitado.



**Figura 21.** Tipos de productos a adquirir en vivero según el modo de producción.

El Cuadro 1 muestra las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas de producción y comercialización de plantas de viveros descritos anteriormente.

**Cuadro 1.** Ventajas y desventajas de los sistemas de producción y comercialización de plantas de viveros.

Sistema de Producción	Ventajas	Desventajas
<b>Raíz Desnuda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo de la planta.</li> <li>• Fácil de plantar y transportar.</li> <li>• Fácil evaluación de la condición de la raíz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Época de plantación limitada.</li> <li>• Sistema de producción no apropiado para todas las especies.</li> <li>• Requiere cuidados especiales en el transporte y almacenamiento.</li> <li>• Una vez plantados son más propensos a daños mecánicos por maquinaria y personas.</li> </ul>
<b>Cepellón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Época de plantación más amplia que las plantas producidas a raíz desnuda.</li> <li>• El gran tamaño de las plantas las hace más resistentes a los daños mecánicos.</li> <li>• Debido al tamaño presentan muy poca competencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de la planta.</li> <li>• Difíciles de plantar sin maquinaria.</li> <li>• Imposible ver en qué condiciones se encuentran las raíces.</li> </ul>
<b>Contenedor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplia época de plantación.</li> <li>• Se pueden plantar inmediatamente.</li> <li>• Son más visibles, por lo tanto más difíciles de dañar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo de la planta de moderados a altos.</li> <li>• Puede presentar defectos en las raíces.</li> <li>• Requieren más riego después de la plantación.</li> </ul>

Fuente: Adaptado de Cappiella *et al.* (2006).

### 2.2.5. Selección de la calidad de la planta en vivero



Seleccionar la calidad de la planta al momento de adquirirla es de vital importancia para mejorar el éxito de la plantación. Asumiendo que la selección de la especie se realizó de manera correcta, corresponde realizar la elección del individuo a ser utilizado.

La importancia en la selección del indi-

viduo a utilizar reside en la observación y elección de las características morfológicas más adecuadas de la planta (individuo de la especie).

En el Cuadro 2 se muestran algunos de los criterios de calidad a considerar al momento de la selección de la planta en vivero.

**Cuadro 2.** Criterios de calidad de las plantas en vivero.

Bajo el suelo	Sobre el suelo
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema radicular fibroso con gran cantidad de raicillas.</li> <li>▪ Sin defectos o raíces enrolladas.</li> <li>▪ Raíces creciendo en todas direcciones.</li> <li>▪ Libre de plagas, enfermedades y/o daños abióticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Individuo representativo de las características de la especie (forma, tamaño, coloración del follaje, etc.).</li> <li>▪ Planta de aspecto vigoroso y saludable.</li> <li>▪ Libre de plagas, enfermedades y/o daños abióticos.</li> <li>▪ Libre de daño mecánico.</li> <li>▪ Tallo fuerte y vigoroso capaz de mantenerse por sí solo.</li> </ul>



**Figura 22.** Plantas de buena calidad seleccionadas para uso en áreas urbanas.

### 2.2.6. Transporte



Realizar un buen transporte de las plantas es crítico para asegurar su posterior establecimiento. El objetivo de aplicar las siguientes recomendaciones es minimizar el estrés hídrico que sufre la planta en el transporte y asegurar que las hojas, tallo y raíz no sufran daños mecánicos (Bassuk *et al.*, 2009):

- Proteger las plantas con una malla respirable antes del transporte (malla raschel).

- Humedecer el pan de raíces antes del transporte (sin excederse).

- Proporcionar protección y soporte al tallo o tronco.

- Prevenir daño en las raíces evitando levantar la planta desde el tallo. La mejor manera es tomarla del contenedor (para plantas en cepellón o macetas).

- Para plantas caducifolias manejadas a raíz desnuda se recomienda trans-

portarlas durante el período de receso vegetativo (invierno), antes que comiencen a activarse nuevamente las yemas, procurando minimizar el tiempo de traslado, brindándole al sistema radicular toda la protección posible para evitar la exposición al desecamiento, heladas, sol y aire (Lell, 2006).

- Para plantas caducifolias manejadas en contenedor o cepellón no habría problema de transportar durante el período de actividad vegetativa (cuando la planta presenta follaje). En este caso se recomienda tener especial cuidado en proteger el follaje del calor y el viento durante el viaje, manteniendo el pan de tierra con humedad adecuada (Lell, 2006).

- Para plantas perennifolias se recomienda, salvo excepciones, el empleo de plantas en contenedor o cepellón, y transportarlas protegiendo el follaje del calor y el viento, manteniendo el pan de tierra con humedad adecuada (Lell, 2006). El período de traslado pue-

de ser durante todo el año considerando las protecciones recomendadas.

🌿 Cargado y descargado debe realizarse de manera cuidadosa para no dañar el árbol. La velocidad de los vehículos de carga debe ser moderada (menor a 70 kilómetros por hora). Se recomienda recorrer grandes distancias durante la

noche para prevenir la pérdida excesiva de humedad y follaje. Durante el traslado se debe evitar heridas en el tallo, quebradura de ramas, daño a las raíces del árbol y la deshidratación (Gobierno del Distrito Federal, 2000).

En la Figura 23 se muestra el adecuado transporte de plantas.



**Figura 23.** Transporte de plantas.

### 2.2.7. Otras consideraciones



Existen muchos otros factores relacionados a las actividades previas a la plantación que pueden favorecer el establecimiento y la sobrevivencia de los árboles. Entre ellos destacan la socialización de las características de los árboles y la determinación del período

de plantación.

Una comunidad informada respecto a las características y beneficios relacionados a los árboles puede lograr un empoderamiento del proceso de plantación y cuidados posteriores im-

pulsando cambios positivos al entorno.

La determinación del período de plantación es un proceso que traspasa a muchos de los factores limitantes enunciados en el presente documento y puede llegar a ser vital para aumentar las probabilidades de establecimiento y sobrevivencia de los árboles.

## 2. ACTIVIDADES DE PRE PLANTACIÓN



# ACTIVIDADES DE PLANTACIÓN

La mayoría de los árboles recién plantados están sujetos a problemas relacionados con el estrés debido a la pérdida de raíces y al brusco cambio de medio desde el vivero al lugar donde deberán establecerse. Esta condición llamada comúnmente "shock de trasplante" provoca que las plantas sean más vulnerables principalmente a la sequía, plagas y enfermedades. El shock dura hasta que la planta reestablezca el equilibrio entre la parte aérea y su raíz. En general, los árboles mueren durante este período de reajuste, por lo tanto la sobrevivencia aumenta drásticamente a través de prácticas que favorezcan el establecimiento del sistema radical durante los primeros dos a tres años luego de la plantación (Ham y Nelson, 2013).

Independiente del sistema de producción, lo que se desea lograr con las plantas

recién plantadas es que restituyan o formen su sistema radical lo más rápido posible para reducir el estrés post plantación, principalmente relacionado a la poca absorción o falta de agua (Watson, 2000).

La plantación o arborización se puede realizar con plantas a raíz desnuda, en cepellón o en contenedor, antes de comenzar es necesario disponer de los materiales mínimos para realizar dicha actividad. Básicamente se necesita una pala, una huincha de medir, cuchillo, tijeras, tijeras de podar, entre otras herramientas. También deben considerarse de ser necesario tutores, protección, amarras, mulch, compost u otro tipo de enmienda.

La plantación de plantas a raíz desnuda es utilizada principalmente para especies caducas y se recomienda realizar

en el período de receso vegetativo e inmediatamente después de extraídas desde el vivero, evitando así la desecación de las raíces. Mientras, las plantas en cepellón o en contenedor se emplean mayoritariamente para especies

de hojas perennes o para especies caducas en época de actividad vegetativa. Al emplear plantas con un “pan de tierra” se amplía el período de plantación a prácticamente todo el año.

### 3.1. UBICAR EL ÁRBOL EN EL SITIO DEFINITIVO DE PLANTACIÓN



Para trasladar una planta hay que considerar ciertas recomendaciones. En primer lugar, siempre sostenga su árbol desde el contenedor o cepellón y NO desde el eje o tronco, así se evita un daño innecesario a las raíces. En el caso de una planta en contenedor o bolsa relativamente grande, es aconsejable trasladarlos inclinándolos hacia el

borde inferior para hacerlos rodar. Para árboles en arpillera (cepellón), puede ser bueno trasladarlos con una lona o cabestrillo (Johnson *et al.*, 2008).

La Figura 24 muestra una planta de *Prunus ilicifolia* (ciruelo hojas de acebo) en contenedor como se debe tomar (A) y como no se debe tomar (B).



**Figura 24.** Como se debe (A) y como no se debe (B) tomar una planta en contenedor.

### 3.2. REMOVER EL EMBALAJE DE PROTECCIÓN DEL TRONCO Y LAS RAMAS



Para evitar el daño de las plantas en la copa y el tronco, la deshidratación o efectos mecánicos del traslado, algunas veces los árboles se adquieren con algún tipo de protección o embalaje. Para estos casos, se debe proceder a la extracción de la protección o embalaje presente en la planta pero aún no se debe eliminar la protección del sistema radicular, ya sea arpillera o maceta (Johnson *et al.*, 2008).

La Figura 25 muestra un *Peumus boldus* (boldo) con protección o embalaje, la cual deberá ser extraída antes de la plantación.



**Figura 25.** *Peumus boldus* (boldo) en maceta con embalaje de protección para la sección aérea.

### 3.3. PODAR RAMAS SECAS, DAÑADAS Y CORRECCIÓN DE FORMA

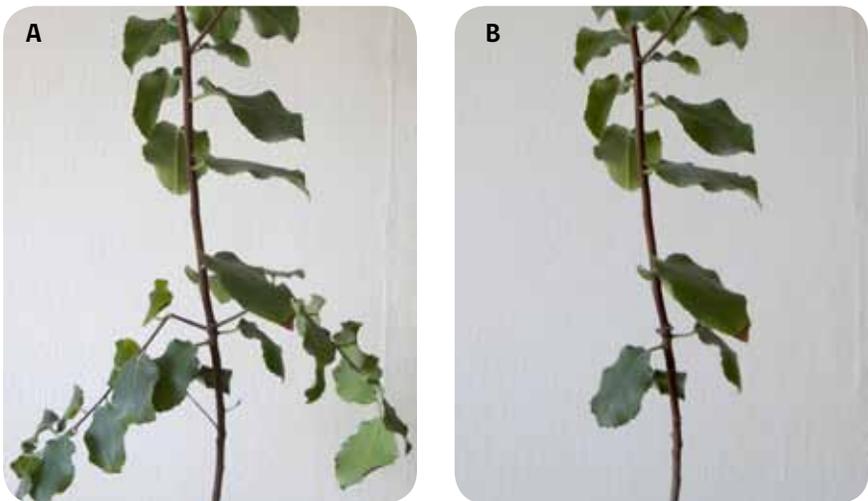


Producto del transporte u otros factores, el árbol puede presentar ramas quebradas o secas, es en este momento

cuando se debe eliminar aquellas ramas siempre considerando no afectar al resto de las ramas (Johnson *et al.*, 2008).

Existen árboles que por un mal manejo en el vivero presentan doble flecha o eje. Dependiendo de los objetivos y el espacio disponible se debe evaluar la necesidad de eliminarlos, procurando dejar el más vigoroso como único eje principal.

La Figura 26 muestra una planta de *Prunus ilicifolia* (ciruelo hojas de acebo) en contenedor con algunas de sus ramas dañadas producto de la manipulación en el transporte.



**Figura 26.** Planta en maceta con ramas dañadas (A) y Planta con poda de formación (B).

### 3.4. IDENTIFICAR EL SISTEMA RADICAL PRINCIPAL Y DESPEJAR EL CUELLO DE LA PLANTA



Muchas veces las plantas provenientes en arpillera o en contenedor poseen cubierto el cuello de la planta con sustrato. Lo primero que se debe hacer es eliminar el exceso y dejar al descubierto el cuello, y las primeras raíces del sistema

radical principal. Para ello será necesario remover los primeros 5 a 10 cm de sustrato, procurando no dañar la planta en la extracción de sustrato (Johnson *et al.*, 2008).

En el caso de las plantas en contenedor, remueva el contenedor y realice lo descrito anteriormente. Para realizar el procedimiento en plantas contenidas en arpillera, remueva sólo lo necesario de la arpillera.

La Figura 27 muestra dos plantas, una de *Aextoxicon punctatum* (olivillo) y *Prunus ilicifolia* (ciruelo hojas de acebo), con exceso de sustrato (A) y con la eliminación del exceso de sustrato (B). Ambas plantas en maceta poseían aproximadamente 3 cm de sustrato sobre el cuello de la planta.



**Figura 27.** Plantas de *Aextoxicon punctatum* y *Prunus ilicifolia* con exceso de sustrato (A) y sin exceso (B).

### 3.5. ELIMINAR RAÍCES PROBLEMÁTICAS

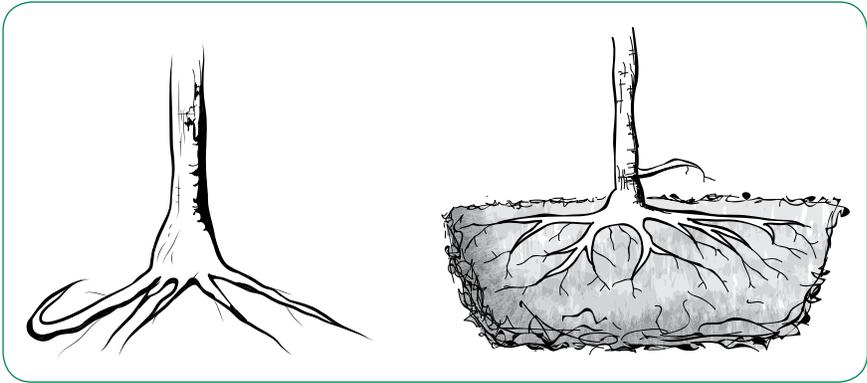


Con respecto a la eliminación de raíces problemáticas, se recomienda remover las raíces pequeñas sobre el sistema radical principal, cercanas o provenientes del cuello, con una tijera de podar (Johnson *et al.*, 2008).

Es probable que árboles producidos en contenedor o arpillera posean raíces que se extienden fuera del pan y que se enrollan hacia el interior. Pódelas en el punto en que se vuelven hacia dentro (Johnson *et al.*, 2008).

En la Figura 28 se observa un esquema de plantas con el sistema radicular de-

fectuoso y bajo desarrollo de las raíces secundarias.



**Figura 28.** Plantas con sistema radicular defectuoso.

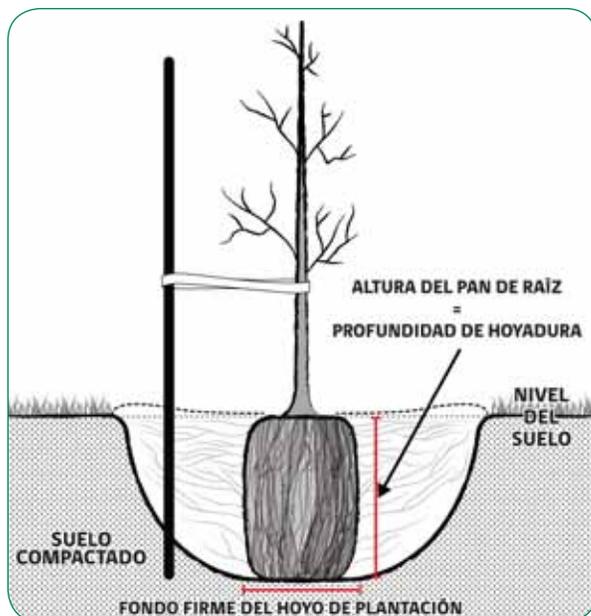
### 3.6. HOYADURA



Para determinar la profundidad de la hoyadura es necesario medir la altura del pan de raíces. Esta debe ser exactamente la profundidad que deberá tener la hoyadura (Johnson *et al.*, 2008). Morgan (1993) explica que para lograr el asentamiento del árbol hay que asegurar que el fondo del hoyo de plantación esté firme, sobre todo en suelos arenosos. Al respecto Watson (2000) comenta que la mayoría de las nuevas raíces se desarrollarán en sentido horizontal, por lo que un suelo compactado

en el fondo de la hoyadura no afectará sustancialmente el crecimiento total de las raíces.

En la Figura 29 destacan dos aspectos de relevancia en la hoyadura que son la profundidad y un fondo firme en el suelo para la plantación.

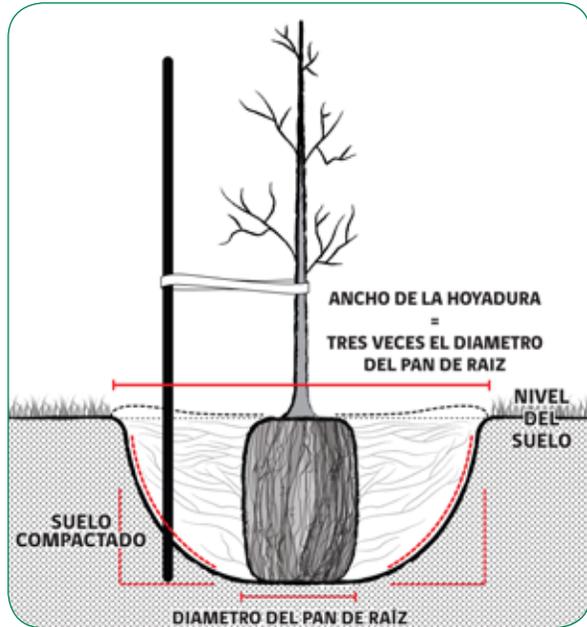


**Figura 29.** Profundidad del hoyo de plantación y fondo firme en el suelo.

El ancho de la hoyadura es determinado a través del diámetro del pan de raíces. Johnson *et al.* (2008) recomienda que debe ser de dos a tres veces el diámetro del pan de raíz dependiendo del nivel de compactación del suelo (ver Figura 30).

Watson (2000) explica que si se desea aumentar el tamaño del hoyo de plantación será necesario hacerlo más ancho y no más profundo. En suelos compactados las raíces se concentra-

rán principalmente en la primera mitad del pan de raíces (de 15 a 20 cm de suelo), quedando inhibido el crecimiento de la mitad inferior por la falta de oxígeno debido a la compactación y mal drenaje. El autor afirma que en estas condiciones de suelo una hoyadura igual de amplia en toda su profundidad puede no ser tan útil como un agujero con pendiente. Además señala que este tipo de configuración permite que las raíces rápidamente se expandan de manera horizontal (ver Figura 30).



**Figura 30.** Ancho de la hoyadura determinado por el tamaño de la maceta.

Antes de cavar el hoyo de plantación hay que eliminar la mayor cantidad de pasto o malezas que se encuentren en el sitio para evitar competencia por agua, nutrientes o luz, sobre todo si las plantas miden menos de 40 cm (Cappiella *et al.*, 2006).

Luego, siguiendo las recomendaciones anteriormente descritas para realizar la hoyadura, se debe evitar realizar dicha actividad cuando el suelo este saturado de agua para impedir su compactación (Bassuk *et al.*, 2009).

En suelos urbanos compactados puede ser necesario mejorar el drenaje. Taylor (2012a) asegura que mueren más árboles urbanos a causa del exceso de agua que por falta de ella. Explica que para probar el drenaje del suelo es necesario verter unos cuantos litros de agua en la hoyadura antes de plantar el árbol, y si luego de una hora, si el agua no se ha ido, puede existir problemas de drenaje.

Una forma de solucionar los problemas de drenaje que pueda presentar el suelo es elevando el nivel de plantación, en aproximadamente un tercio del tamaño de la maceta, dejando la planta sobre el nivel del suelo (ver Figura 31).

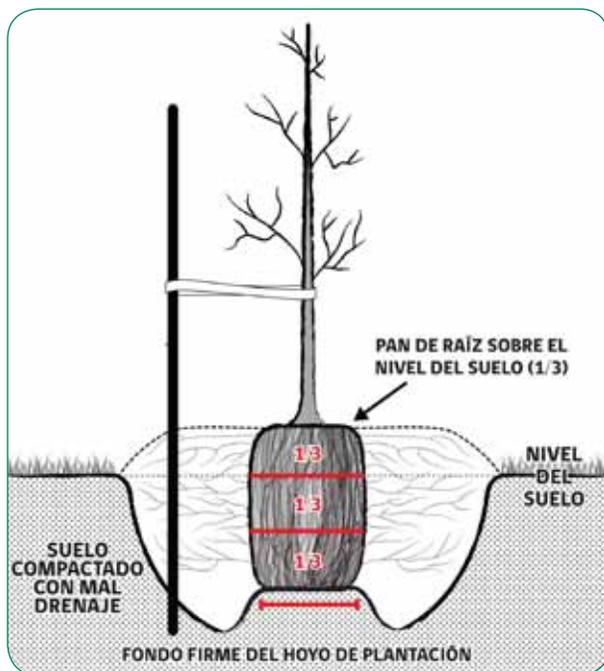


Figura 31. Una de las soluciones para evitar o minimizar el efecto de un suelo con mal drenaje.

### 3.7. TUTORADO



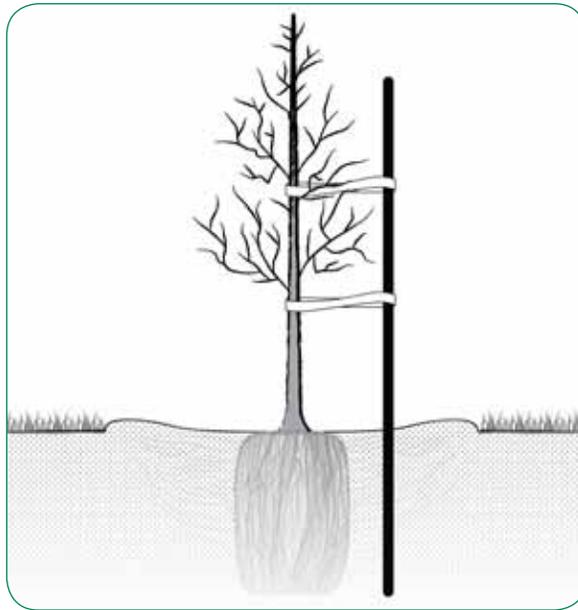
En las etapas juveniles, para evitar que los tallos de los árboles se rompan o eventualmente se desarrollen torcidos, se recomienda tutorarlos. De esta forma, con el transcurso del tiempo, en condiciones normales, los árboles superan estas anomalías equilibrando

naturalmente su desarrollo (Lell, 2006).

Existen diferentes formas de tutorado y de los materiales que los componen, siendo en Chile muy común utilizar varas de eucaliptos o coligues.

Es conveniente colocarlo enterrado entre 60 a 70 cm, conjuntamente, durante la plantación (Lell, 2006) para así evitar daños a las raíces. Esta recomen-

dación es de importancia dependiendo de la cercanía del tutor al pan de la raíz (ver Figura 32).



**Figura 32.** Esquema básico de tutorado.

Se recomienda atar el tronco del árbol al tutor o a una rama suficientemente fuerte de la planta, lo más alto posible, con una banda de tejido tipo arpillera, rafia, tela o plástico de unos 5 a 10 cm de ancho (Lell, 2006).

suele emplearse la atadura llamada bastón, también suele emplearse en tutorado doble o triple aunque estas últimas son recomendadas para la sujeción de plantas más grandes (Lell, 2006), ver Figura 33.

Para evitar el estrangulamiento y/o rozamiento de la planta contra el tutor

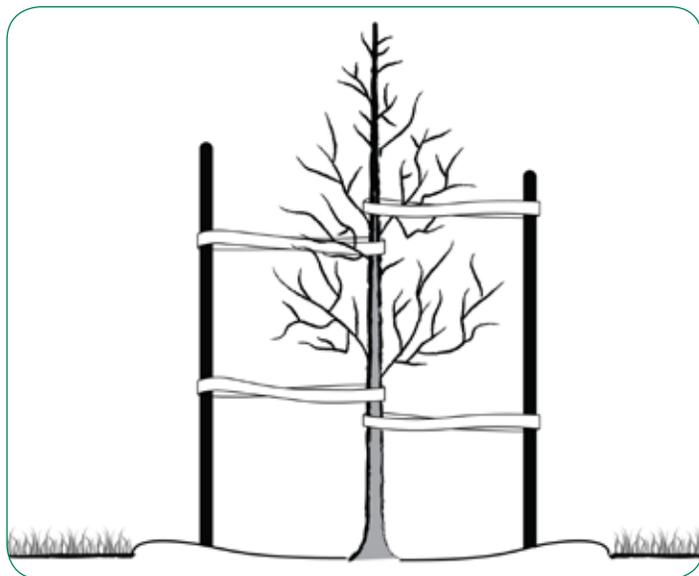


Figura 33. Tutorado doble.

### 3.8. INSTALACIÓN DEL ÁRBOL Y RELLENO DE HOYADURA



En el caso de las plantas producidas en contenedor, si poseen una adecuada mezcla de sustrato no habrá problema al mover el árbol al hoyo de plantación.

Los árboles producidos en arpillera son más problemáticos debido a su tamaño y envoltura. Cabe destacar que no todos los materiales que lucen como una arpillera natural, son realmente naturales y puede que no se degraden, por lo cual siempre se requiere eliminar por

completo todo material no degradable, dejando al menos el tronco descubierto (Bassuk *et al.*, 2009). Otra práctica comúnmente usada es la de rasgar la arpillera a lo largo y ancho cuidando de no dañar las raíces ni el tronco (Morgan, 1993).

Luego, con cuidado coloque la planta en la hoyadura. Recuerde no levantar la planta desde el tallo o tronco. Si la planta es muy pesada, deslícela dentro del

hoyo con precaución de no desagregar el pan de raíces, procurando que el tronco o tallo queden derechos y en el centro (Johnson *et al.*, 2008). Al respecto, Morgan (1993) señala que si la parte superior del árbol no es vertical cuando el pan de raíces o base del tronco lo es, incline el pan de raíces para que el tronco quede derecho.

En relación a la orientación de la planta en terreno, Morgan (1993) explica que el lado del árbol que posea mayor cantidad de ramas no debe quedar expuesto al sol de la tarde. En consecuencia, el lado con menor número de ramas quedará con más horas de luz, lo que propiciará su desarrollo. Además recomienda que los árboles producidos a raíz desnuda orienten la raíz más grande en dirección opuesta a los vientos dominantes.

En áreas de suelos compactados o con mal drenaje se recomienda que la parte superior del pan de raíces quede situada ligeramente por encima de la superficie del suelo (Ingram *et al.*, 1991).

Posteriormente, asegurándose de que el tronco se encuentra derecho, rellene la hoyadura con el suelo original, desmenuzando los grandes panes de tierra con una pala o las manos. Luego apisone delicadamente el suelo mientras llena la hoyadura procurando no compactarlo excesivamente. Cuando termine de rellenar la hoyadura por ningún motivo cubra el cuello de la raíz (Ingram *et al.*, 1991).

Con respecto a la realización de una taza de riego, se recomienda en este momento realizarla de unos 5 a 10 cm de alto, y del ancho de la hoyadura. Además si se desea efectuar fertilización se debe evaluar la planta y fertilidad del suelo antes de hacerlo.

En el caso de contar con suelos muy ácidos, compactados y carentes de toda estructura, la enmienda que ha dado mejores resultados es el compost, ya que aumenta el contenido de materia orgánica, mejora el drenaje y añade nutrientes esenciales. Se recomienda realizar una mezcla de 1/3 de compost y 2/3 de la tierra original para

cada hoyadura (Cappiella *et al.*, 2006). En áreas con césped es preferible que el suelo circundante a la planta quede descubierto, ya que éste es una gran competidor de recursos tanto hídricos como nutricionales puesto que su sistema radicular se ubica justamente en la zona donde el árbol comenzará a desarrollar el suyo.

Una vez concluida la plantación, los árboles deben recibir un riego abundante, sal-

vo condiciones de humedad muy favorables. Este primer riego, también llamado "de asiento" tiene por función favorecer el íntimo contacto raíz-suelo. Para ello es importante el aporte de suficiente agua en la superficie para que el suelo se compacte (Lell, 2006).

La Figura 34 muestra dos plantas de *Fitzroya cupressoides* (alerce) recién plantadas en ambiente urbano.



**Figura 34.** Plantas de *Fitzroya cupressoides* (alerce) recién plantadas.



# ACTIVIDADES POST PLANTACIÓN

Para lograr un buen establecimiento y sobrevivencia del arbolado plantado en ciudades no es tan sólo relevante una buena selección de la especie y como se debe realizar una plantación, también son importantes algunos cuidados mínimos posteriores a la plantación. Estos cuidados son determinantes los primeros dos a tres años post plantación hasta que el sistema radicular logre reajustar sus funciones respecto a los requerimientos de la parte aérea del árbol.

Los cuidados, mantenimientos e ins-

pecciones de las árboles post plantación pueden ayudar a detectar, solucionar y prevenir problemas a su debido tiempo, así como a proveer de los requerimientos mínimos necesarios para mantener la salud y vigor de los árboles plantados.

Dentro de las actividades más comunes en el período post plantación se consideran el riego, fertilización, tutorado y protección, mulch, entre otras consideraciones.

## 4.1. RIEGO

La falta de humedad suficiente es considerada la principal causa de la muerte de los árboles recientemente plantados (Lell, 2006).

El sistema radical tarda alrededor de dos a tres años en desarrollarse por comple-

to en el nuevo suelo. Hasta que esto no ocurra se debe asegurar regularmente la humedad del pan de raíces. Durante los primeros meses después de plantado el árbol, éste obtiene la mayor parte de la humedad directamente del pan de raíces. El problema es que el cepellón se



seca en un par de días, mientras que el suelo circundante se mantiene húmedo. Para lograr humedecer el pan de raíces y sus alrededores es necesario dejar que la manguera riegue con lentitud la base del árbol durante unos cinco a diez minutos (Taylor, 2012a).

La frecuencia de riego recomendada generalmente es cada 2 a 3 veces por semana, considerando 3 a 5 litros de agua en épocas de calor moderado, aumentando esta cantidad en casos de calor excesivo. Los riegos deben ser lentos de preferencia por la tarde o noche para de ésta manera disminuir la evaporación del agua. En zonas con escasez hídrica se pueden reutilizar y aprovechar aguas domésticas con bajo nivel de contaminación (ducha, lavamanos, etc). Esta recomendación se puede ver fuertemente afectada por la locación geográfica y las particularidades climáticas que puede afectar a los distintos lugares.

De cualquier forma es aceptado que, cuando un suelo en la parte superior denota escasa humedad, es conveniente regar, siendo mejor los riegos

abundantes y más espaciado que los frecuentes de escasa cantidad de agua (Lell, 2006).

En los riegos realizados al pie del árbol, el agua desciende por gravedad y profundiza en el suelo, favoreciendo el desarrollo de las raíces en profundidad (Lell, 2006).

Ham y Nelson (2013) explican que es igual de importante evitar el exceso de riego para no reducir el espacio del aire en el suelo, lo cual es tan estresante como la sequía. Por esta razón, antes de regar asegúrese de que su árbol lo necesita. No hay manera de mirar la tierra desde arriba e indicar cuánta humedad hay en ella. Un método sencillo es introducir una barra de metal en el suelo, y dependiendo de la fuerza necesaria para penetrarlo es la humedad presente, teniendo en cuenta que suelos secos son más difíciles de penetrar (Taylor, 2012d).

En la zona norte de Chile es de importancia el constante riego en las plantas ya que las precipitaciones son casi nulas en el año y cualquier arborización debe necesariamente ir asociado a riego.

En el resto de Chile la importancia del riego toma mayor relevancia en el período estival o en los períodos secos del año, no debiéndose descuidar en aquellas regiones del sur del país, donde aun cuando las precipitaciones son abundantes, en el período estival es fundamental el riego, además de la educación que se debe entregar a la ciudadanía sobre este cuidado, principalmente en las primeras temporadas posterior a la plantación de manera de asegurar su establecimiento y sobrevivencia.

Una práctica recomendada para los primeros años de la plantación es la confección y/o mantención de una taza de

riego. Ella permite que el agua no escurra y se concentre en el pan de raíces, que es donde más se necesita durante los primeros años post plantación. Esta consiste en formar un área con borde firme de tierra generalmente de unos 5 a 10 cm de alto y del ancho de la hoyadura, rodeando todo el perímetro de la planta formando una circunferencia.

Además de ayudar a retener el agua, sirve para delimitar el espacio de la planta y así evitar que se dañen con mal uso de orilladoras, cortadoras de pasto u otras herramientas (ver Figura 35).



**Figura 35.** Árboles (*Liriodendron tulipifera* y *Lagerstroemia indica*) con taza de riego.

## 4.2. FERTILIZACIÓN



Con el fin de lograr una aceleración del ritmo de crecimiento de los árboles plantados, se suele aplicar fertilizantes. Es frecuente recomendar una fertilización de base en la cama de plantación o adicionada durante la primavera en el área de desarrollo radicular (Lell, 2006).

Caso contrario es la no recomendación de aplicación de fertilizantes al momento de la plantación. Según Taylor (2012c), es ineficaz hasta que el sistema radical se haya reestablecido por completo, es por esta razón, que recomienda esperar dos o tres años antes de aplicar fertilizantes, pero no sin antes comprobar la fertilidad del suelo y

vigor de la planta.

Sin embargo, la aplicación de fósforo (P) en cantidades adecuadas propicia el crecimiento radicular, la deficiencia puede ocasionar un desarrollo débil, tanto del sistema radicular como de la parte aérea.

Por las implicancias que una medida de estas características tiene, debería determinarse previamente que carencia se requiere enmendar para aplicar el tratamiento adecuadamente y en el momento oportuno (Lell, 2006).

## 4.3. MANTENIMIENTO DEL TUTORADO Y PROTECCIÓN



Uno de los principales propósitos del tutor es evitar que el árbol recién plantado se vuelque con el viento, dándole así la oportunidad al sistema radical de desarrollarse y sujetar el árbol. De hecho, no se recomienda utilizar en todos los casos ya que muchas veces los

árboles mueren porque no se ha retirado el tutor o ha sido mal instalado. Por esta razón, es necesario inspeccionar regularmente que las amarras del tutor no se incrusten en el tronco (ver Figura 36).



**Figura 36.** Tutor y protección dañando el fuste del árbol.



Existen diferentes formas de tutorado, métodos de aplicación y los materiales que los componen, es muy común en Chile utilizar varas de eucaliptos o coligues. Dependiendo del tamaño del árbol se utilizan uno, dos o tres tutores con una o más cintas de amarre por individuo. El material de los tutores tiene que ser lo suficientemente fuerte para proporcionarle soporte a la planta, pero a la vez flexible para permitir cierto movimiento.

Dentro de los métodos que se utilizan para proteger el árbol de fuertes vientos, roedores, orilladoras, cortadoras de pasto, vandalismo u otras causas es el uso de trozos de tubos de PVC. Esta práctica es habitual y consiste en colocar trozos de tubos de PVC que proteja los primeros 30 cm del tronco, teniendo precaución de que en el tiempo no anille el árbol (ver Figura 37).



**Figura 37.** Tubos de PVC en la base del árbol para la protección en sus primeros años de establecimiento.

Otra práctica utilizada frecuentemente en las regiones australes de Chile (Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Región de Magallanes y de La Antártica Chilena) es la protección del árbol a través de un sistema de es-

tacas unidas y rodeado de malla raschel (ver Figura 38). Donde la función principal es evitar los fuertes vientos y prevenir la excesiva desecación del suelo y el árbol.



**Figura 38.** Sistema de protección a través de estacas unidas y rodeado de malla raschel.

También existen métodos de protección como los cercos de diferentes materiales que rodean los árboles donde la

principal función es la de aislar la planta de los agentes de daño y principalmente del vandalismo (ver Figura 39).



**Figura 39.** Cercos de protección de árboles.

Indiferente del sistema de tutorado o protección que se utilice en la planta siempre es necesario en monitoreo de

las mismas para evitar que las estructuras termine afectando negativamente al árbol.

#### 4.4. MULCH



Con respecto a la aplicación de mulch, se recomienda agregar una capa de ocho a diez centímetros de viruta de madera, hojas o corteza de pino ayuda a conservar la humedad y a regular la temperatura del suelo, además de inhibir el crecimiento de malezas. Taylor (2012b) explica que es necesario agregar mulch desde la base de la plan-

ta hasta más allá de la línea de goteo (final de las ramas) con la precaución de que la capa protectora no cubra el cuello de la raíz.

La Figura 40 muestra tres plantas de *Nothofagus dombeyi* (coihue) con una pequeña capa de mulch en ambiente urbano.



**Figura 40.** Planta de *Nothofagus dombeyi* (coihue) con mulch en ambiente urbanos.

Sin embargo existen algunos problemas asociados al mal uso del mulch. Si se decide utilizar un mulch plástico, se debe tener especial precaución de que este sea poroso para permitir la entrada de agua y aire; el musgo, la hierba cortada y el aserrín son de textura muy fina y retienen demasiada humedad lo cual puede ser perjudicial.

Por su parte, mulch muy oscuros absorben el calor durante el día para luego liberarlo durante la noche, pu-

diendo ser perjudicial para ciertas plantas.

En cuanto a plagas y enfermedades pueden afectar el cuello de la raíz si este es cubierto.

Finalmente, se recomienda aplicar luego de la última helada de primavera para no inhibir el crecimiento de las raíces producto de la falta de temperatura (Taylor, 2012a).

#### 4.5. OTRAS CONSIDERACIONES



Existen muchos otros factores relacionados a las actividades posteriores a la plantación que pueden favorecer el establecimiento y la sobrevivencia de los árboles. Entre ellos destacan la educación, podas, sustitución y monitoreo de la plantación.

Una comunidad educada en los beneficios de los árboles plantados puede lograr un empoderamiento y mejorar

las probabilidades de establecimiento y sobrevivencia, ya que pueden disminuir los daños por descuidos y el vandalismo.

En la Figura 41 se destaca el daño causado por vehículos a unos árboles jóvenes, mientras en la Figura 42 se observan árboles de *Quercus robur* (roble europeo), afectados por vandalismo.



Figura 41. Daño causado por vehículos a los árboles jóvenes.



Figura 42. Árboles *Quercus robur* afectados por vandalismo.

Las podas y las sustituciones (o reposición de árboles), en los primeros años pueden favorecer una mejor arborización. Las podas pueden servir para mejorar la forma del árbol y para despejar las vías de circulación.

Para disponer de una mejor plantación urbana siempre hay que considerar la sustitución o reposición como una herramienta, ya sea para sustituir los ár-

boles muertos o reponer a aquellos que se encuentre en una muy mala condición de vitalidad y sanidad.

El monitoreo de la plantación es necesario considerarlo para detectar cualquier anomalía ya sea de forma, vitalidad o sanidad. Las Figuras 43 y 44 muestran agentes de daño en arbolado urbano que se pueden detectar en los monitoreos de las plantas.



**Figura 43.** Insectos en arbolado urbano.



**Figura 44.** Insectos en arbolado urbano.



# GLOSARIO

## ALCORQUE:

Es el espacio alrededor del tronco de un árbol, habitualmente se usa este término al área limitada que acompaña al árbol en lugares asfaltado o enlosado, por ejemplo en un pasaje, calle o avenida, este espacio se deja sin asfalto o enlosado.

## ARCILLOSO:

Se entenderá por un suelo arcilloso a aquellos donde las partículas más pequeñas son las de arcilla y que poseen diámetros menores de 0,002 mm según la clasificación del *United States Department of Agriculture*, USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). La arcilla comprende a la parte coloidal mineral del suelo y representa la fracción más activa, desde el punto de vista físico y químico, participando en el intercambio iónico y en la presencia del agua.

## ARENOSO:

Se entenderá por un suelo arenoso a aquellos donde las partículas poseen un diámetro mayor a 0,05 mm según la clasificación del USDA. Los suelos arenosos pueden dividirse en gruesos, medios y finos. Las arenas representan la parte inerte del suelo y tienen funciones principalmente mecánicas, constituyen el almacén interno del suelo donde se apoyan las otras fracciones más finas, facilitando la circulación del agua y del aire.

## ARPILLERA:

Pieza textil o tejido fuerte, grueso y áspero fabricado generalmente con diversos tipos de estopa, que suele utilizarse como elemento cobertor y en la fabricación de sacos y piezas de embalaje.

### ARRAIGAR:

Acción de echar o criar raíces.

### CADUCIFOLIA:

Referente a caduco o caedizo relativo a los árboles o arbustos que pierden su hojas durante una parte del año, la cual coincide en la mayoría de los casos con la llegada de la época desfavorable (la estación más fría, invierno) en los climas templados.

### COMPOST:

Producto del proceso de compostaje que consiste en el tratamiento de desechos orgánicos (restos de comida, frutas, verduras, cáscaras de huevo, trozos de madera, aserrín, restos de poda de jardín entre otros desechos) a través de la degradación o descomposición de la materia por métodos aeróbico (con alta presencia de oxígeno) o por vía anaeróbico (con nula o muy poca presencia de oxígeno).

### CUELLO DE LA PLANTA:

Es la separación más o menos evidente entre la parte aérea (desde el tallo hacia arriba) y las raíces.

### DIAMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (DAC):

Es el diámetro medido en centímetros (cm) en el cuello de la planta.

### ENMIENDAS:

Es el aporte de productos fertilizantes o de materiales destinados a mejorar la calidad de los suelos en términos de estructura y composición para ajustar sus niveles de nutrientes, su pH (acidez o basicidad) entre otros.

### ESTOMAS:

En Botánica, se denominan estomas a los orificios o poros de las plantas, localiza-

dos en el envés de sus hojas que constan de dos grandes células de guarda y oclusivas rodeadas de células acompañantes. La estoma es la estructura que permite el intercambio gaseoso, regulando la transpiración y el cambio de gases, es decir, es el participante principal en la fotosíntesis cuya acción se resume en la salida de oxígeno ( $O_2$ ) y entrada dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

#### LIMOSO:

Se entenderá por un suelo limoso a aquellos donde las partículas poseen un diámetro entre 0,002 y 0,05 mm según la clasificación del USDA. Las partículas de limo participa en forma limitada en las actividades química del suelo, cumplen un rol intermedio entre las propiedades de las arcillas y las arenas, la influencia en la relación agua-suelo no es insignificante, y se incrementa con el aumento de los diámetros menores las partículas que la componen.

#### MACETA:

Es un contenedor con agujeros o perforaciones de diferentes materiales normalmente con forma de cono truncado utilizado para cultivar y contener plantas. En general, son de plástico (esto incluye también las bolsas) pero los hay de fibra de vidrio, madera, piedra, cemento, e incluso materiales biodegradables.

#### MACROPOROS:

Los macroporos son los poros en el suelo que tienen un diámetro mayor a 0,10 mm (regla general) y están asociados a la aireación del suelo y también se conocen como poros no capilares. Los macroporos son extremadamente importantes en el movimiento del agua (infiltración, percolación y drenaje), intercambio gaseoso (oxígeno y dióxido de carbono) y además proveen espacio para el crecimiento de las raíces (canales).

### MICROPOROS:

Los microporos son los poros en el suelo que tienen un diámetro menor a 0,10 mm (regla general), también denominados poros capilares y están asociados con la retención de humedad.

### MORFOLOGÍA:

Es la rama de la biología que estudia la forma de los seres vivos y las modificaciones o transformaciones que experimenta en un contexto comparativo.

### MULCH:

Es una cubierta protectora del suelo, no incluye fertilizantes ni una enmienda, por lo que no debe mezclarse con el suelo. Existen muchos tipos de mulch tales como restos de cortezas, compost parcialmente descompuesto, piedras pequeñas, virutas de madera, paja, conchas, hojas, cascarilla de arroz entre otros. La función general es la de cubrir el suelo desnudo, conservar la humedad, impedir la escorrentía superficial, regular la temperatura del suelo, evitar el crecimiento de malas hierbas por falta de luz entre otros.

### PERENNIFOLIA:

Referente a duradero o perenne referido a los árboles o arbustos no pierden su hojas durante el año. En general, las hojas persisten por más de dos años. Sinónimo siempreverde.

### PLATABANDA:

Espacio delimitado destinado a las plantas en las vías de circulación urbanas (pasajes, calles, avenidas, etc.) o espacios urbanos (jardines, plazas, parques, etc.), ver Figura 45.



**Figura 45.** Platabandas.

#### RIZÓSFERA:

Es la parte del suelo o zona de interacción única y dinámica entre las raíces y los factores bióticos y abióticos del suelo.

#### SISTEMA RADICULAR FIBROSO:

Se denomina sistema radical fibroso o sistema radicular fibroso a aquel que está formado por un conjunto de raíces adventicias y que se halla bien ramificado.

#### SUSTRATO:

En biología (relacionado a las plantas), el sustrato es el elemento o conjunto de elementos sobre los cuales las plantas sitúan sus raíces sirviendo de anclaje, almacén de nutrientes y elemento estabilizador, este incluye elementos bióticos y abióticos. El sustrato puede ser muy variado desde su origen hasta las propiedades y materiales que este posee. En la naturaleza el sustrato correspondería normalmente a la tierra del suelo.



# BIBLIOGRAFÍA

**BARRELL, J.** 2006. Traditional urban tree planting strategies: time for change? Article for essential RB Issue 17. 6 pp. Barrel Tree Consultancy. United Kingdom.

**BASSUK, N., CURTIS, D., MARRANCA, B. y NEAL, B.** 2009. Recommended Urban Trees: Site Assessment and Tree Selection for Stress Tolerance. Urban Horticulture Institute. Department of Horticulture. Cornell University. Ithaca, New York. 128 pp. New York, USA.

**BASSUK, N. y SUTTON, M.** 2012. Moving Beyond the Natives/Exotics Debate. Urban Habitats an Electronic Journal on the Biology of Urban Areas Around the World. New York, USA. Disponible en: [http://www.urbanhabitats.org/v07n01/nativesdebate\\_full.html](http://www.urbanhabitats.org/v07n01/nativesdebate_full.html) Visitado: 19/08/13.

**BEYTÍA, A., HERNÁNDEZ, C., MUSALÉM, M., PRIETO, F. y SALDÍAS, M.** 2012. Guía de Arborización Urbana. Especies para la Región Metropolitana, Santiago de Chile. Asociación Chilena de Profesionales del Paisaje AG. Corporación de Investigación, Estudio y Desarrollo de la Seguridad Social (CIEDESS). 128 pp. Santiago, Chile.

**BENEDETTI, S. y PERRET, S.** 1995. Manual de forestación zonas áridas y semiáridas. Instituto Forestal. 135 pp. Santiago, Chile.

**CAPPIELLA, K., SCHUELER, T., TOMLINSON, J. y WRIGHT, T.** 2006. Urban Watershed Forestry Manual. Part 3: Urban tree planting guide. Center for Watershed Protection. 146 pp. Ellicott City, USA.

**FERNÁNDEZ, P. y VARGAS, A.** 2011. Conflicto entre arbolado e infraestructura. Revista Agronomía y Forestal UC N° 43. Pontificia Universidad Católica de Chile. 44 pp. Santiago, Chile.

**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.** 2000. Manual Técnico para la Poda, Derribo y Transplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México. 166 pp. Ciudad de México, México.

**HAM, D. y NELSON, L.** 2013. Newly Planted Trees. Department of Forest Resources Clemson University. South Carolina, USA. Disponible en: <http://www.state.sc.us/forest/urbsurv.htm> Visitado: 09/09/2013.

**INGRAM, D., BLACK, R. y GILMAN, E.** 1991. Selecting and Planting Trees and Shrubs. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida. Circular 858 February 1991. 10 pp. Florida, USA.

**JOHNSON, J., JOHNSON, G., MCDONOUGH, M., BURBAN, L. y MONEAR, J.** 2008. Tree Owner's Manual for the Northeastern and Midwestern United States. United States Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry. 39 pp. Newtown Square, USA.

**JOHNSTON, M. y PERCIVAL, G.** 2012. Trees, people and the built environment. Proceeding of the Urban Trees Research Conference 13-14 April 2011. Forestry Commission Research Report. Institute of Chartered Foresters. 268 pp. Edinburgh, United Kingdom.

**LELL, J.** 2006. Arbolado urbano. Implantación y cuidados de árboles para veredas. Orientación Gráfica Editora. 183 pp. Buenos Aires, Argentina.

**MINISTERIO DE JUSTICIA.** 2000. Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistemático del Código Civil; de la Ley N° 4.808, sobre Registro Civil; de la Ley N° 17.344, que Autoriza Cambio de Nombres y Apellidos; de la Ley N° 16.618, Ley de Menores; de la Ley N° 14.908, sobre Abandono de Familia y Pago de Pensiones Alimenticias, y de la Ley N° 16.271, de Impuesto a las Herencias, Asignaciones y Donaciones. Santiago, Chile.

**MINISTERIO DEL INTERIOR.** 2006. Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistemático de la Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. Santiago, Chile.

**MORGAN, R.** 1993. A Technical Guide to Urban and Community Forestry. Urban and community Forestry: Improving Our Quality of Life. World Forestry Center in Portland, Oregon and Robin Morgan, Urban Forestry Consultant. Portland, USA. Disponible en: <http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/uf/techguide/toc.htm> Visitado: 04/09/13.

**RAWSON, H. y MACPHERSON, H.** 2001. Trigo regado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, Italia. 2001. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s08.htm> Visitado el 22/08/13.

**ROMERO, H. y MOLINA, M.** 2008. Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile. Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas. 7 pp. Santiago, Chile.

**SAP.** 2012. Propiedades Físicas del Suelo. Laboratorio de Relación Suelo-Agua-Planta (SAP). Universidad de Chile. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.sap.uchile.cl/descargas/suelos/> Visitado: 04/09/13.

**SCHARENBRUCH, B. y CATANIA, M.** 2012. Soil Quality Attributes as Indicators of

Urban Tree Performance. Arboriculture and Urban Forestry Volume 38 (5), 214-228. Illinois, USA.

**TAYLOR, D.** 2012a. Planting trees and shrubs. Trees and Plant Care. The Morton Arboretum. Illinois, USA. Disponible en: <http://www.mortonarb.org/tree-plant-advice/article/713/planting-trees-and-shrubs.html> Visitado: 09/09/2013.

**TAYLOR, D.** 2012b. Mulching trees and shrubs. Trees and Plant Care. The Morton Arboretum. Illinois, USA. Disponible en: <http://www.mortonarb.org/tree-plant-advice/article/700/mulching-trees-and-shrubs.html> Visitado: 09/09/2013.

**TAYLOR, D.** 2012c. Caring For Newly Planted Trees and Shrubs. Trees and Plant Care. The Morton Arboretum. Illinois, USA. Disponible en: <http://www.mortonarb.org/tree-plant-advice/article/16912/caring-for-newly-planted-trees-and-shrubs.html> Visitado: 09/09/2013.

**TAYLOR, D.** 2012d. Watering trees and shrubs. Trees and Plant Care. The Morton Arboretum. Illinois, USA. Disponible en: <http://www.mortonarb.org/tree-plant-advice/article/697/watering-trees-and-shrubs.html> Visitado: 09/09/2013.

**TAYLOR, J.** 2004. Environmental and climate news. The heartland institute. The Monthly Newspaper For Common-Sense Environmentalists. Vol 7 No 2, February. Illinois, USA.

**WATSON, G.** 2000. Tree Transplanting and Establishment. Arborist News 9 (3): 33-38. USA.

**WOODLAND TRUST.** 2011. Urban Woodland. Management Guide 4. Tree Planting and Woodland Creation. 26 pp. Lincolnshire, United Kingdom.



## 6. BIBLIOGRAFÍA



**CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL**

Gerencia Forestal

Departamento de Arborización

**Simón A. Devia Cartes**, es Ingeniero Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente se desempeña en la Corporación Nacional Forestal, trabajando en el Departamento de Arborización como Profesional de Apoyo de la Sección de Establecimiento.



El “Manual de Plantación de Árboles en Áreas Urbanas”, describe los principales factores que determinan el éxito de una plantación en ambientes urbanos. Este tiene como objetivo aportar conocimientos técnicos y teóricos previos a la plantación, la plantación misma y las actividades post plantación. El manual está dirigido principalmente a técnicos y profesionales involucrados en arborizar ciudades y centros poblados de todo el país.

ISBN: 978-956-7669-41-7



9 789567 669417