

Hacer bien las cosas: la ejecución

Capítulo 6

«Vemos el alma de los árboles en invierno»

Christian Slater (2014)

Si queremos evitar problemas durante los trabajos de plantación, es necesario establecer unos puntos de partida. Para ello deberemos definir correctamente nuestras plantaciones, establecer unos claros criterios de los materiales empleados y cómo han de realizarse las diferentes labores. Una deficiente calidad en alguno de estos momentos iniciales, condicionará la viabilidad de la obra ejecutada y comprometerá el futuro del árbol. Toda esta información deberá quedar recogida fielmente en los diferentes documentos del proyecto: Planos de plantación, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de Jardinería y Paisajismo, Pliego de Prescripciones Técnicas de Conservación, Detalles constructivos, etc. Documentos, que serán de obligado cumplimiento para cualquier profesional que intervenga en el desarrollo de estos trabajos.

Figura 89. Acopio de árboles recién extraídos del campo de cultivo. Girona.



La correcta definición: códigos y normas

Siempre que podamos deberemos basarnos en los códigos y normas que puedan estar a nuestro alcance. Esta será la mejor garantía de no errar en el desarrollo del trabajo. Es habitual que trabajemos con un equipo multidisciplinar, con sus diferentes sensibilidades y criterios. Si nos apoyamos en una normativa clara y suficientemente acreditada no será puesta en duda. Todos los profesionales que colaboran en estos trabajos (arboristas, paisajistas, técnicos municipales, empresas de jardinería, viveristas, etc.) debemos dialogar y entendernos. Cada disciplina enriquecerá el proyecto, pero para ello todos debemos hablar el mismo idioma y cumplir con los mismos criterios de calidad.

La nomenclatura de las plantas cultivadas

El constante aumento de especies empleadas y la aparición de nuevos cultivares anualmente en el mundo de la jardinería y el paisajismo¹, consecuencia de un proceso continuo de investigación, hace imprescindible el uso de los nombres científicos y su correcta denominación.

Por lo tanto, todos los profesionales relacionados con la horticultura ornamental, la jardinería o el paisajismo deben hacer uso de una correcta terminología científica que designe correctamente a las especies y sus cultivares.

Para evitar problemas de imprecisión es necesario el uso de la nomenclatura botánica universalmente aceptada. Hechos que hacen imprescindible que cualquier profesional que trabaje con los árboles conozca las normas básicas de escritura de acuerdo con el *Código de Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas* (IAPT, 2018) y, en especial, con el *Código Internacional de Nomenclatura de las Plantas Cultivadas* (ISHS, 2016). Y a pesar de ello, es habitual observar numerosos errores en todo tipo de documentos. Estas incorrecciones, además de afectar

negativamente a la credibilidad del redactor, pueden dar lugar a importantes indefiniciones y errores.

Los motivos para el empleo de los nombres científicos en cualquier documento que implique la definición y manejo de los árboles es sobre todo su precisión. Los nombres vernáculos, aunque de gran interés etnobotánico y cultural, no aportan la precisa definición requerida para estos desarrollos. Destacamos 5 ventajas del empleo de la nomenclatura científica:

- Se trata de un código universalmente aceptado que permite definir con precisión la especie o cultivar, independientemente del idioma y lugar de origen.
- Numerosas especies empleadas en jardinería y paisajismo carecen de nombres comunes o se desconocen en castellano, al localizarse sus áreas de origen fuera de la península Ibérica.
- La mayor parte de los cultivares, híbridos y quimeras no poseen nombres vulgares debido a su reciente creación.
- Es habitual que algunas especies vegetales compartan un mismo nombre vernáculo, hecho que pueden provocar confusiones.
- Una especie, incluso dentro de un ámbito geográfico reducido, puede tener numerosas denominaciones comunes.

Carl Linneo (1707-778) en 1753 en su libro *Species Plantarum* revolucionó la sistemática al proponer un nuevo sistema de clasificación con sólo dos términos, que carecía de función descriptiva². Este método, que se conoce como sistema binomial, sigue vigente en la actualidad. Sin embargo, han surgido categorías

2. En épocas prelinneanas se empleaba el sistema polinominal. Para ello el nombre científico describía los caracteres de las especies. Sin embargo, a medida que se fueron conociendo nuevas especies, los nombres fueron haciéndose cada vez más largos y complejos. Una larga frase en latín describía en ocasiones sus características. El madroño se conocía 1623 como: "Arbutus folio serrato" (Madroño de hojas aserradas)

Sin embargo, 130 años después pasó a denominarse: "Arbutus caule erecto, foliis glabris serratis, baccis polyspermis" (Madroño con tallo erecto, hojas sin pelos y aserradas, frutos con muchas semillas). Finalmente, Linneo lo denominaría *Arbutus unedo*.

1. El directorio anual de plantas *Plant Finder* publicado por la *Royal Horticultural Society* recoge en su edición de 2017 alrededor de 76.000 especies y cultivares empleadas en jardinería y paisajismo (Cubey, 2017).

Lo más habitual es que se trate de una quimera intergenérica, entre dos especies de diferentes géneros. El nombre genérico suele ser una combinación de los dos géneros progenitores. La correcta denominación de una quimera debe cumplir todo lo expuesto anteriormente para cualquier nombre científico. El nombre científico estará precedido por el signo más (+).



Catalpa bignonioides
Resistencia al frío



Chilopsis linearis
Resistencia a la sequía



x *Chitalpa tashkentensis*
Mayor resistencia al frío y la sequía
Alto valor ornamental

En algunos casos el resultado puede ser muy diferente, si cruzamos las mismas especies por vía sexual o a través de una quimera.



Cytisus purpureus



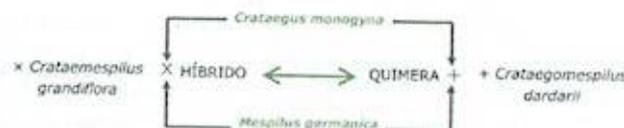
Laburnum anagyroides



+ + *Laburnocytisus adamii*

En la actualidad se conocen entre 250.000 y 270.000 especies de plantas (Devesa, 2012). Sin embargo, el número de nombres científicos supera el 1.000.000 debido a que muchas especies han variado sus denominaciones. Gran número han sido renombradas

por los botánicos en varias ocasiones creando cierta confusión al surgir nuevos géneros y especies. El nombre anterior (sinónimo) deja de tener validez científica lo que obliga a una sustitución gradual por la nueva denominación. Un buen profesional tiene la obligación de actualizarse y dejar de emplear las denominaciones obsoletas cuando el nuevo nombre se encuentre suficientemente consolidado.



Así mismo, los nombres científicos deben presentar una correcta ortografía cumpliendo con una serie de normas recogidas en el citado *Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas*.

Todos los profesionales relacionados con la horticultura ornamental, la jardinería o el paisajismo deben hacer uso de una correcta terminología científica.

A continuación, citamos las normas básicas de escritura de los nombres científicos:

- Todas las plantas escritas en latín que compongan el nombre científico (incluidos los nombres de subespecies, variedades o formas) deben estar siempre escritas preferentemente en itálica (cursiva) o en negrita. Si esto no fuera posible deberán ir subrayadas. Ejemplo: *Populus nigra*, **Populus nigra**, Populus nigra.
- La primera letra del nombre genérico debe ir siempre en mayúsculas. Ejemplo: *Styphnolobium japonicum*.
- El resto del nombre científico irá siempre en minúscula (incluidos los nombres de subespecies, variedades o formas), excluyendo los nombres de

Y reserva de las plantas. En dichas cartas se citará mayor brevedad posible de las cartas de compromiso todas las partidas el vivero deberá hacer entrega a la planta. Una vez seleccionadas, reservadas y marcadas antes del comienzo de la campaña de extracción de época será a finales del verano o principios de otoño, el arbolado en los viveros de origen. Para ello, la mejor planta requerida se hace casi imprescindible aprobar Pero, a pesar de definir correctamente la tipología de

El arbolado procedente de los viveros suministradores deberá cumplir unos requisitos de calidad establecidos previamente. A continuación, se describen cuáles deben ser esos criterios para el caso del arbolado.

- Los nombres científicos nunca llevan tildes.
- No se emplearán artículos delante de los nombres científicos. Ejemplo: el *Celtis australis*, la *Magnolia grandiflora*.

Normas de calidad del árbol en vivero

Tras la correcta definición de los nombres científicos debemos apoyarnos en otras normas que establezcan la calidad de la planta que se adquiera en los viveros comerciales.

En ocasiones a lo largo de la historia diferentes botánicos han denominado a una especie con distintos nombres científicos, son los denominados sinónimos. Para evitar confusiones los nombres científicos se acompañan del autor que originalmente le dio nombre. En horticultura ornamental no suele emplearse relegando su uso a las publicaciones científicas. En caso de emplearlos se escribirán siempre en redondilla. Ejemplo: *Quercus robur* L. (syn. *Quercus pedunculata* Ehrh.).

Los nombres de los cultivos irán siempre entre comillas simples, con la primera letra mayúscula y nunca en cursiva o subrayada. El uso de comillas dobles supone una incorrección. Ejemplo: *Prunus serrulata* 'Kanzan'

Las categorías inferiores, como subespecie (subsp.), variedad (var.) y forma (f.), son subdivisiones de especie y, por lo tanto, deben colocarse a continuación del epíteto específico con su abreviatura correspondiente en redondilla. Ejemplo: *Ficus carica* var. *caprificus*.

los cultivos. Ejemplo: *Picea glauca* var. *alberrimana* 'Conica'.

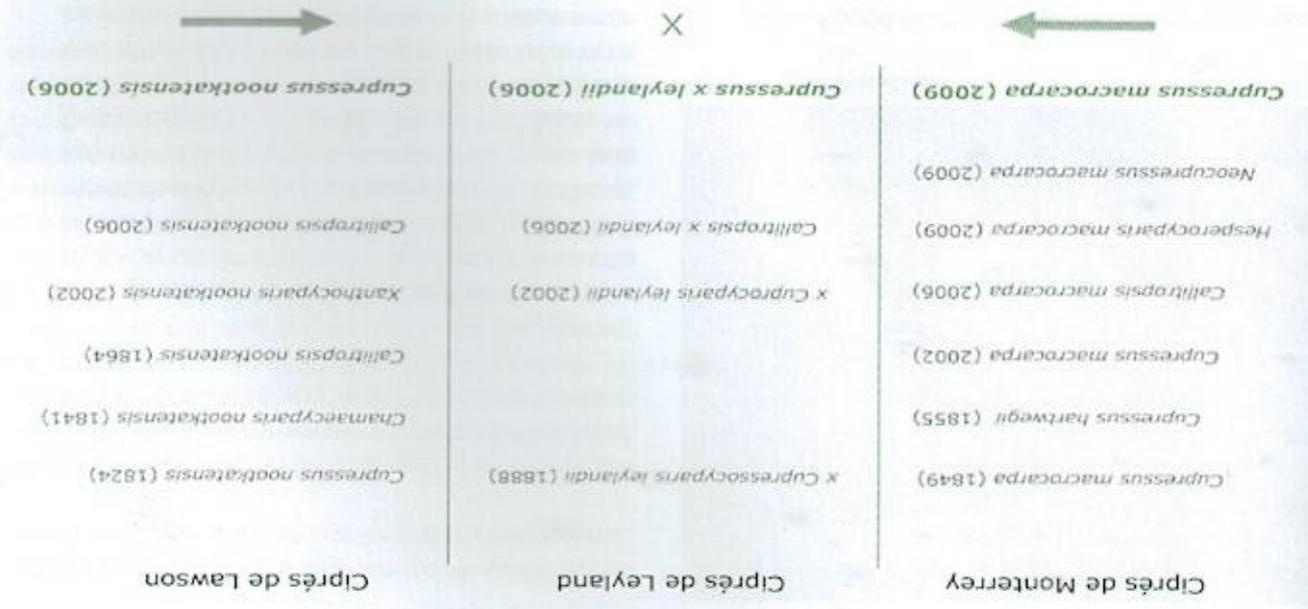


Figura 50. Obsérvese la evolución taxonómica de *Cupressus macrocarpa* y *C. nootkatensis* desde finales del siglo XIX. Como consecuencia del cambio de la denominación de los progenitores, se ha ido alterando el nombre el híbrido (Eckenkwalder, 2009).

el nombre científico y cultivar, unidades y fecha aproximada de suministro de las plantas reservadas.

Con objeto de seguir la trazabilidad de los ejemplares seleccionados y asegurarnos que mantienen su calidad, se establecerán 3 recepciones provisionales o controles de calidad:

- **En origen:** Tal y como se ha mencionado, siempre que sea posible, se deberá aprobar la planta en los viveros de procedencia. El arbolado será marcado uno por uno con etiquetas antivandálicas, identificativas y con un número de referencia único. Estas etiquetas deberán permanecer en los ejemplares hasta la recepción final de la obra. Este número de referencia irá referido a un lugar concreto del proyecto. Dichas partidas serán fotografiadas con el fin de recordar su origen y características.
- **A pie de obra:** la segunda recepción provisional se realizará a la llegada al área de plantación, donde se comprobarán los números de referencia de la planta y si cumple las prescripciones de calidad. Así mismo, se observará si la planta ha sido dañada durante el transporte, la carga o la descarga. De existir alguna reducción severa de la calidad no serán admitidas las partidas o unidades que no presenten las características solicitadas y acordadas en los viveros de procedencia. La ausencia del marcaje o aquellos ejemplares en los



Figura 91. Etiqueta de marcaje.

que se hayan producido daños durante la carga, transporte o descarga serán descartados.

- **Periodo de mantenimiento:** Serán rechazados todos los ejemplares que no guarden la calidad exigida ya sea durante el periodo de acopio en obra previo a la plantación, durante la plantación o en el proceso de conservación, una vez plantados hasta la definitiva recepción de la obra por parte de la propiedad.

La calidad y definición de la planta ornamental en vivero se establece principalmente a través de las *Normas Tecnológicas de Jardinería* (Arximón/Bosh, 1994), desarrolladas por el Colegio Oficial de Ingenieros



Figura 92. Selección y marcaje de árboles en vivero de origen, Bélgica.

Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña. Sin embargo, existen otras normas más específicas como las *European technical & quality standards for nursery stock*, redactadas por *European Nurserystock Association* (ENSA, 2010) y la *Normativa de Calidad de la Planta Ornamental de Galicia* (López, 2013) que también se deberán tener en consideración.

Independiente de que la planta sea marcado individualmente, durante los trabajos previos a la selección, el suministrador del arbolado deberá garantizar las siguientes características:

- **Autenticidad específica y varietal.** Han de responder a las características de la especie o del cultivar.
- Árboles con una **adecuada proporción** entre altura-tronco/cilindra-maceta.
- **Estructura adecuada.** La altura, desarrollo de copa, longitud de las ramas, ramificaciones y el follaje han de corresponder a la edad del individuo según la especie.

• **Veracidad de lo solicitado.** El porte, el calibre y la presentación deberán corresponder a lo demandado.

• **Buen sistema radicular.** Las raíces han de estar correctamente desarrolladas y proporcionadas de acuerdo con la especie y/o cultivar, la edad y el crecimiento. Deben carecer de problemas de espiralización radicular.

• Se podrá solicitar que aquellos árboles de una misma especie, destinados a una misma ubicación y función sean **partidas homogéneas.**

• Los injertos **deben ser correctos** han de estar adecuadamente consolidados y no deben afectar a la estética de la planta.

• Las plantas deberán mostrarse **sin defectos fitosanitarios**, producidos por haber padecido enfermedades, plagas o métodos de cultivo que reduzcan su calidad.

• Tanto los sustratos como los cepellones han de estar **libres de hierbas.**

• Se solicitará **pasaporte fitosanitario**⁴, a todas aquellas especies que la legislación lo exija.

Se recomienda, en especial para las frondosas de paseo, que los ejemplares posean el tronco recto y una copa bien estructurada. No deberá admitirse en ningún caso planta mal formada, grandes cortes, tercetos, desmoches o cualquier otra intervención que pueda poner en riesgo su desarrollo, su arquitectura o belleza de la planta. La planta no presentará madera seca, corteza incluida, codominancia ni ramificaciones anómalas. Así mismo, no se deberán admitir ejemplares con síntomas de estrés (presencia de brotaciones de emergencia, brotes epicórmicos, etc.).

Todas las plantas, independientemente de su presentación deberán poseer un claro ensanchamiento basal. Los ejemplares seleccionados no deberán ser podados, a no ser que se solicite expresamente. Es sabida, la importancia de disponer de yemas productoras de auxinas, hormonas que estimulan la rizogénesis (Passola, 2006).

Es conveniente que los ejemplares que se vayan a emplear en aparcamientos y viarios presenten una altura de la cruz de al menos 2,5 m.

En la definición de los tamaños de los árboles de vivero, existe una normativa que deberá cumplirse, diferente para frondosas y coníferas.

Frondosas

Las frondosas se definen siempre según el perímetro del tronco medido a 1 m de altura (calibre), medida tomada desde la base del tronco. Las medidas se

4. El Pasaporte fitosanitario es el documento que garantiza que los vegetales, productos vegetales y otros objetos que los acompañan, han sido sometidos a los controles y/o tratamientos fitosanitarios que exige la normativa vigente. Y por lo tanto, se encuentran libres de plagas de cuarentena (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). El Real Decreto 58/2005 de 21 de enero establece, en su Anexo V a los vegetales, productos vegetales y otros objetos, que por ser portadores de determinados organismos nocivos, deben ir acompañados de un Pasaporte fitosanitario. Bien para todo el territorio de la Comunidad (Sección I) o bien para determinados Zonas Protegidas (Sección II).

darán siempre en cm. En este grupo de árboles, nunca se define la altura, el perímetro del tronco nos dará una orientación aproximada de la altura de la planta (véase tabla 1 y figura 96).

Se comenzará a medir a partir de un calibre mínimo de 6 cm de perímetro; todo aquel árbol de medidas inferiores será considerado plantel⁵.

Dentro de las frondosas existen diferentes tipologías según su estructura que pueden ser de interés dependiendo del uso al que vayan destinados. En ocasiones será la especie o el cultivar el que determine la forma, al ser su organización típica. Si bien también puede tratarse de la formación dada por el vivero productor. No todas las especies admiten todas las formas, algunas se adaptarán mejor a un tipo de arquitectura que otras. Nos podemos encontrar las siguientes estructuras (Gilling *et al.*, 2008):

Copa

Se trata de la forma más común de un árbol. Un único tronco derecho y una cruz (ramificación) a 2–2,5 m de altura que forma la copa. Muy adecuada para alineaciones de viario al permitir el tránsito de peatones y vehículos.

Es práctica habitual en los viveros productores, en especial en especies de crecimiento rápido, recurrir a un corte drástico del tronco desde la base. La eliminación total del tronco (recepado) provoca la emisión de uno o varios troncos muy rectos. Sin embargo, esta labor puede generar un punto débil en la estructura del árbol y un "talón" antiestético. Algunos países europeos rechazan este tipo de prácticas.

"Vestido" desde la base

Este tipo de árboles destaca por poseer un tronco principal y una ramificación lateral más corta. Suelen tratarse de especies o cultivares de porte

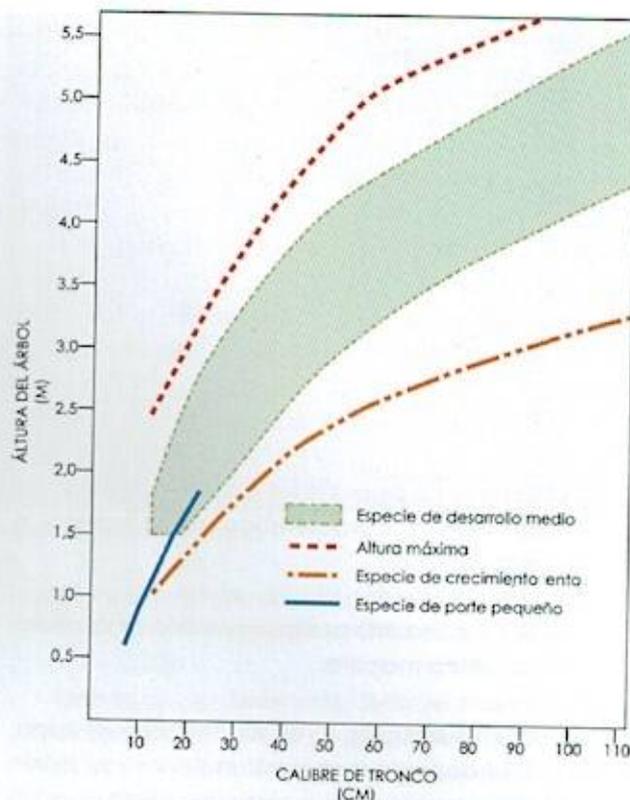


Figura 93. Relación entre el perímetro de tronco y la altura de crecimiento. Adaptado de Harris 2004.

erguido o piramidal. Puede ser de interés su uso en amplias medianas o como hilo.

Ramificación baja

Planta que presenta un conjunto de al menos 3 ramas gruesas. Poco adecuados para su empleo en arbolado urbano. Muy ornamentales. Se recomienda su uso en grupos desiguales o aislados.

Multitronco

Son aquellas formas que poseen de 3 a 7 troncos desde la base, no pudiendo estar alineados. Su altura máxima de ramificación, medida desde la base del cuello, será de 0,50 m. Siempre se tratará de árboles flechados (López Pérez, 2013). En ocasiones, pueden existir problemas de corteza incluida, comprometiendo su desarrollo en el futuro.

En el caso de que se trate de árboles multitronco la medida se referirá al menor perímetro de uno de

⁵ Jóvenes plantas procedentes de semilla o de la multiplicación vegetativa de plantas leñosas, son normalmente el material inicial para el cultivo de plantas leñosas (ENA 2003).

Cálculos (Ø en cm)	Altura (cm)	Nº mín. de trasplantes/replicados	Tamaño mínimo del cepellón (cm)	Código cromático
6/8	250-300	3	25	azul
8/10	250-300	3	30	amarillo
8/10	300-350	3	30	rojo
10/12	350-400	3	40	blanco
12/14	350-400	3	45	azul
14/16	400-450	3	50	amarillo
16/18	450-500	3	55	rojo
18/20	450-500	3	60	blanco
20/25	500-550	4	70	azul
25/30	600-650	4	80	amarillo
30/35	600-650	4	90	rojo
35/40	700-750	5	100	blanco
40/45	700-750	5	120	azul
45/50	750-800	5	130	amarillo
50/60	750-800	6		

Aadaptado de Goodwin, 2017/European technical & quality standards for nurseries, 2010.

los troncos, que se tomará a 1 m de altura medio desde el cuello de la planta. La diferencia máxima de permetro entre los troncos en una misma planta no puede exceder dos rangos (López Pérez, 2013).

Es común que con el objetivo de conseguir un efecto inmediato, se empleen ejemplares de mayor tamaño del habitual. Sin embargo, la realidad es que un árbol de gran tamaño, sufrirá más estrés y poseerá una menor capacidad de resiliencia. Es lo que en ocasiones se ha denominado "factor de juventud". Los individuos más jóvenes poseerán una mayor capacidad de adaptación. La rápida recuperación de un árbol joven hará que supere

Velocidad de crecimiento medio-lento	
Altura mín. (cm)	450
Cálculos mín y max (Ø en cm)	6/8 a 10/12
Nº mín. de ramas exteriores por metro	8/10 a 12/14
3 por metro en cada tronco, a partir de 50 cm.	10/12 a 14/16
	12/14 a 16/18
	14/16 a 18/20
	16/18 a 20/25
	>18/20

con el tiempo al de mayor tamaño. Un calibre adecuado para una frondosa podría ser 18/20.

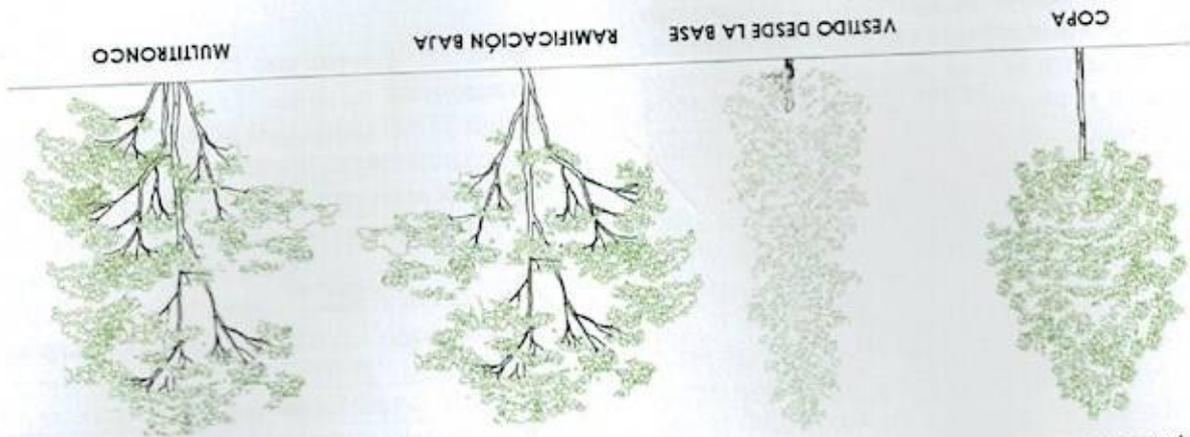


Figura 94. Estructuras más comunes de los árboles.

Velocidad de crecimiento rápido		
Altura mín. (cm)	Calibres mín y max (Ø en cm)	Nº mín. de marras exteriores por metro
200	6/8 a 10/12	4 por metro en cada tronco, a partir de 50 cm.
250	8/10 a 12/14	
300	10/12 a 16/18	
350	12/14 a 16/18	
400	14/16 a 18/20	
450	16/18 a 20/25	
>450	>18/20	

Especificaciones de calidad para árboles latifolios en formato multitronco en función de la velocidad de crecimiento y perímetro medido a 100 cm desde el nivel del suelo.

Coníferas

A diferencia de las frondosas, la definición del tamaño de las coníferas vendrá dada por la altura, medida que será tomada desde el cuello al ápice terminal.

Estas especies poseen, por lo general, ramas hasta la base, a no ser que su forma natural lo impida. En la mayoría de los casos las coníferas se comercializarán en contenedor. Por lo tanto, se tendrá especial control en que lleven al menos un año cultivados en el recipiente. No deberán presentar síntomas de reviramiento radicular al que son especialmente sensibles. Y mantendrán un razonable equilibrio entre el volumen aéreo y el cepellón.

Intervalos de clasificación de árbol	Altura	Código cromático
De 20 en 20	40-60 cm	azul
	60-80 cm	amarillo
	80-100 cm	rojo
De 25 en 25	100-125 cm	blanco
	125-150 cm	azul
	150-175 cm	amarillo
	175-200 cm	rojo
De 50 en 50	200-250 cm	blanco
	250-300 cm	azul
	300-350 cm	amarillo
	350-400 cm	rojo
	400-450 cm	blanco
	450-500 cm	azul

La presentación

En relación con la adaptación de la especie y el tipo de cultivo, los árboles se comercializan en diferentes tipos de presentación:

Raíz desnuda

Un formato en el que la planta se entrega sin sustrato alrededor de la raíz. Este sistema elimina el 90% de la raíz del árbol (Iguiniz, 2005). Esta pérdida de raíces supone la ausencia o reducción de citoquininas⁶. Por lo tanto, no existe estimulación de desarrollo de las yemas de la copa (Passola, 2006). Se limita su capacidad de absorción de agua, nutrientes y oxígeno. Y desaparece buena parte de las reservas de la planta.

Esta presentación es sin duda la más económica, pero supone un importante estrés para la planta, existiendo un porcentaje más elevado de marras si lo comparamos con otras presentaciones. Requerirá de un periodo de establecimiento más prolongado. Motivos más que suficientes como para considerarlo un sistema poco deseable. En pocas ocasiones se justificará su uso en jardinería y paisajismo, dado el trauma que supone para los ejemplares.

Cepellón

Presentación que consiste en presentar las raíces protegidas por el sustrato de cultivo. Es común



Figura 95. Presentación a raíz desnuda.

⁶ Las citoquininas son hormonas que se generan en las yemas terminales de las raíces, estimulan el crecimiento de los brotes (Passola, 2006).

que se encuentre protegido por una arpillera (que evita su deshidratación) y una malla metálica no galvanizada (que refuerza su estructura). Los cepellones serán planos en la parte superior y deberán estar perfectamente consolidados. No existirán raíces rotas o desgarradas. Los cortes de las raíces nunca serán superiores a 2 cm. Y su diámetro corresponderá como mínimo a 3 veces el perímetro del tronco. Su profundidad será el diámetro x 0,7 m.

Es, sin duda, la presentación más habitual. Para formar correctamente los cepellones se requiere de diferentes "repicados". Estos cortes de raíz favorecen la ramificación del sistema radicular y lo mantiene relativamente cerca del árbol, evitando una pérdida severa de raíces. Sin embargo, un abuso de esta práctica hace que el árbol pierda la capacidad de reconstruir un sistema jerarquizado, lo que podría mermar su capacidad de anclaje y de suministro (Iguiniz, 2005). Observar los hoyos de extracción en los campos de cultivo, ayuda a valorar la estructura radicular de los árboles cultivados y si se han realizado los repicados con la frecuencia recomendada. Las diferentes normativas establecen, en relación con el tamaño

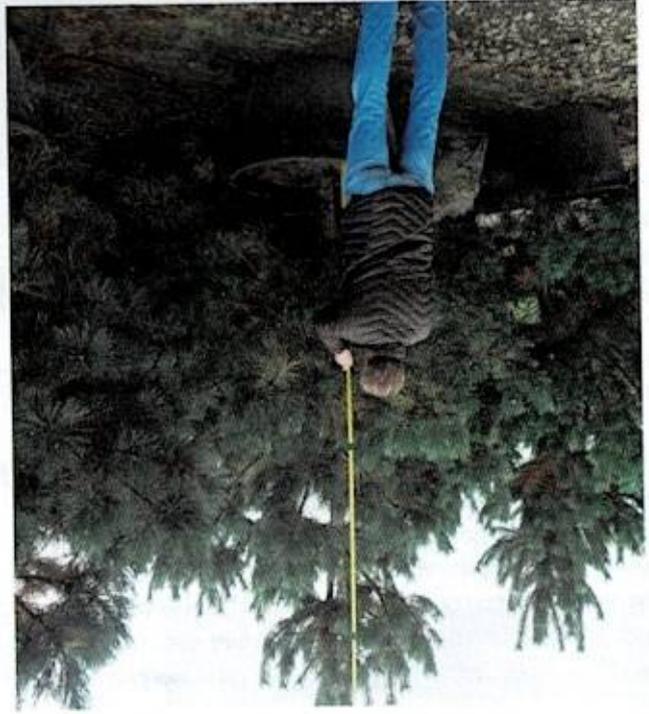


Figura 96. La definición de las conteras, vendrá dada por su altura.

de la planta, el número de repicados necesarios para garantizar que un ejemplar cumple con los estándares de calidad y supervivencia.

Si en la entrega de la planta, existieran dudas razonables se deberá solicitar la apertura del cepellón. Será motivo de no aceptación de la planta si el cepellón una vez desprovisto de la rejilla se desmorona o presenta un sistema radicular reducido, dañado o deficiente.

Contenedor

En el caso de tratarse de planta cultivada en maceta se añadirá en la descripción su volumen en litros. Las especies cultivadas en recipientes, deben llevar al menos un año de cultivo antes de ser comercializadas. Sin embargo, no deberían superar los 18 meses sin ser trasplantados a una maceta de mayor tamaño, reduciendo los problemas de espesificación radicular. Un marcado reviramiento radicular no debe ser admitido. Se mantendrá un proporcionado equilibrio entre el volumen de la planta y el recipiente, recomendándose el diámetro de la maceta 3 veces el perímetro de tronco.

Existen algunas presentaciones más modernas que están dando muy buen resultado como el sistema Air-pot®. Este recipiente flexible realiza el repicado radicular a través del contacto con el aire que deshidrata el extremo de la raíz. La planta desarrolla un denso sistema radicular y evita la espesificación de las raíces. Otorga una alta fiabilidad y reduce considerablemente las mermas, dado que no hay pérdida de raíces. Sin embargo, actualmente no existe suficiente stock en el mercado y los precios son elevados.

Otro sistema cada vez más empleado son los sacos, de los que destaca Smart Pot® PRC una alternativa a los recipientes de plástico tradicionales para su cultivo en superficie. Al igual que el sistema anterior la raíz es repicada por la elevada permeabilidad al aire de la tela envolvente. No es habitual su comercialización en España. Es un sistema muy empleado por algunos viveros británicos.

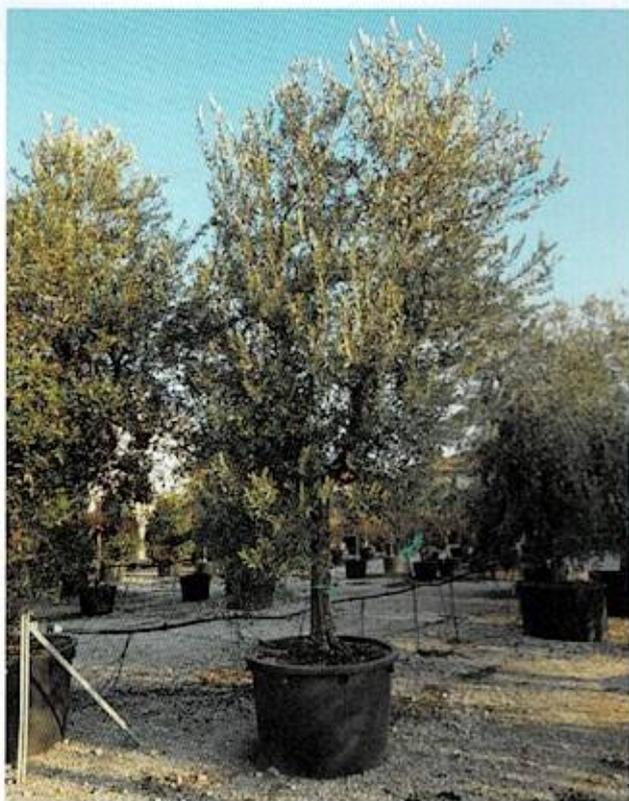


Figura 97. Presentación en contenedor.

Preparación

Todas las plantas suministradas deberán encontrarse en perfecto estado sanitario y fisiológico en el momento de salida del vivero.

Durante las labores de manejo de las plantas deberán protegerse de posibles daños mecánicos y de la exposición a la insolación, al viento o a las temperaturas extremas, tanto al frío como al calor.

Previo a la carga de las plantas en el camión, las ramas se atarán con cintas o telas anchas (encintado) de forma que estas queden recogidas lo máximo posible. Estas cintas nunca deberán dañar la corteza o fracturar ramas por el exceso de presión. No debe hacerse uso de cuerdas que pudieran provocar heridas en las ramas más débiles.

A la hora de la carga, se deberá hacer de tal manera que no resulten dañadas las plantas situadas en la parte inferior. Para ello, las más robustas deberán ir en la parte más baja y las más frágiles en la superior. En el momento de la carga se deberá tener en cuenta las especies más delicadas (*Morus spp.*, *Styphnolobium spp.*, *Melia spp.*, *Robinia spp.*, *Broussonetia spp.*, etc.). Se recomienda una carga mixta de plantas resistentes y frágiles. Es adecuado entre un 30/40 % de planta dura en las zonas inferiores del camión.

Las especies adaptadas a climas cálidos, referida en ocasiones como "planta caliente" (*Acacia spp.*, *Melia spp.*, etc.), se retrasará todo lo posible para evitar la plantación durante las épocas más frías.



Figura 98. Carga de arbolado en contenedor.



Figura 99. Presentación en cepellón.



Figura 100. Forma t



Figura 101. Emission de nuevas raices favorecidas por el sistema Air-pot®.



Figura 102. Cultivo de árbol en Air-pot®.



Figura 103. Planta preparada para la carga.

Equivalencia de litros a diámetro contenedor:

Ø Contenedor (cm)	Capacidad mínima [litros]
9	0.3
10	0.4
11	0.5
12	0.8
13	1.0
14	1.5
15	2.0
16	2.5
18	3.0
20	5.2
22	7.0
24	9.0
26	12.0
28	15.0
30	18.0
35	25.0
40	35.0
45	45.0
50	60.0
55	70.0
60	85.0
65	110.0
70	135.0
75	165.0
80	230.0
90	350.0
100	500.0
120	700.0
140	1,000.0
155	1,500.0

El transporte de las plantas se deberá realizar siempre en vehículos cerrados, de forma que se eviten deshidrataciones. En épocas calurosas, será necesario el empleo de camiones refrigerados.

En ningún caso podrá excederse la carga máxima del camión (nunca superior a 120-140 uds. (calibre 18/20)/100-120 (calibre 20/25). Los árboles deberán

Transporte

Figura 103. Planta preparada para la carga.





Figura 104. Modo de colocación del arbolado en camión.

entrar en toda su dimensión. Para las plantas más frágiles los caminos no se rellenarán más allá de 90-100 uds. Tal y como se ha mencionado, en ningún caso, se podarán las plantas.

108

No todo vale: control de calidad

Es la hora de la verdad. Previo al comienzo de los trabajos de plantación debemos asegurarnos que el arbolado recibido se encuentra en buen estado y todos los materiales (tierra, agua, etc.) que empleemos cumplen con los unos estándares mínimos de calidad.

Recepción del arbolado

Los camiones deberán descargarse nada más llegar al lugar de destino. En el caso de descargar los árboles con grúas, se cuidará de evitar el uso de bridas o eslingas que sean abrasivas y puedan dañar el tronco. Así mismo, toda la maquinaria empleada en la descarga de la planta deberá cubrirse con telas o mallas de yute, de tal forma que todos los aperos se encuentren convenientemente acolchados para evitar daños en los árboles. Si durante el proceso de descarga se observase una deficiente calidad, ya sea por el incumplimiento de lo establecido o por una deficiente manipulación durante el trayecto, se deberá detener la descarga y rechazar la entrega.

En el lugar de depósito se examinará la calidad de la planta recepcionada y si cumple las condiciones establecidas. Todo el arbolado deberá llegar con su correspondiente etiqueta de marcaje. Una vez hechas todas las verificaciones se hará la segunda recepción.

Se recomienda disponer del 2% de las plantas de cada especie para realizar las verificaciones que se considere oportunas, en el caso de que existiesen sospechas de una inadecuada preparación. Estas inspecciones podrán incluir la apertura de los cepellones y contenedores para comprobar el estado de desarrollo del sistema radicular. Estas verificaciones se realizarán preferentemente durante las labores de descarga y recepción.

En todos los casos, esta segunda recepción será provisional realizándose la recepción definitiva en el momento de la finalización de obra, siempre que hayan mantenido las especificaciones de calidad especificadas.

Lo más adecuado es que el suministro de planta se realice a un ritmo similar a las necesidades de la obra con objeto de evitar la acumulación innecesaria de planta en la zona de acopio.

La tierra vegetal

La tierra vegetal empleada para los hoyos de plantación deberá ser de alta calidad, entendiendo este concepto en sus varias acepciones:

- **Calidad biológica**, referida a la abundancia y actividad de los organismos biológicos que participan en el funcionamiento del suelo.
- **Fertilidad física**, derivada de las propiedades físicas del suelo (textura y estructura): porosidad, densidad aparente y real, capacidad de retención de agua, aireación y permeabilidad.
- **Fertilidad química**, en términos de capacidad de intercambio catiónico, pH, conductividad eléctrica, relación C/N, etc.

La tierra vegetal deberá cumplir con todas las especificaciones técnicas demandadas. Por ello, se aportarán antes de su aceptación, además de las pruebas físicas, los análisis agronómicos correspondientes.

Materia orgánica

La materia orgánica, empleada para la enmienda y mejora de la tierra vegetal deberá ser de calidad. Se demandará un aporte de materia orgánica en la tierra vegetal nunca inferior al 3% y como máximo del 5%. Deberá cumplir las siguientes propiedades:

- Estar adecuadamente fermentado, por lo que no deberá desprender malos olores, ni gases.
- Color oscuro, suelto, untuoso al tacto y con el grado de humedad entre 35-45%.
- Relación carbono/nitrógeno (C/N) no deberá ser superior a 20.
- pH: 6,5 a 7,5.

Principales parámetros que deben contener un análisis edafológico, sus unidades y los valores de referencia. Adaptado de Laboratorios Agronómicos.

PARÁMETRO ANALÍTICO	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Materia orgánica	%	3,0-5,0
Nitrógeno total	%	0,1-0,2
Relación C/N	-	8,5-11,5
Fósforo Olsen	mg/kg	150-300
Fósforo Burtel	mg/kg	35-70
CATIONES DE CAMBIO		
Calcio asimilable	meq/100gr	9-10,5
Magnesio cambiable	meq/100gr	1,5-2,5
Sodio cambiable	meq/100gr	0,40-1,3
Potasio cambiable	meq/100gr	0,5-1,2
EXTRACTO SATUREDO		
pH	unidad pH	6,5-7,5
Conductividad (25°C)	ms/cm	0,0-2,0
S.A.R.	-	1,0-5,0
Cationes	meq/L	5,0-18,0
Nitatos	meq/L	2,0-8,0
Ortofosfatos	meq/L	5,0-35,0
Sulfatos	meq/L	0,10-2,5
Calcio	meq/L	11,0-25,0
Magnesio	meq/L	6,0-14,0
Sodio	meq/L	4,0-17,0
Potasio	meq/L	1,0-5,0
Boro	mg/L	0,5-2,0
Relación Ca/Mg	-	1,5-3,0
Relación K/Ca	-	0,15-0,25
Relación K/Mg	-	0,3-0,8

7 A pesar de lo comúnmente se cree, la presencia de malos olores y altas temperaturas nos indica que la materia orgánica se encuentra en las fases iniciales de fermentación. En estas primeras fases un compost contiene ácidos orgánicos fitotóxicos, una conductividad eléctrica elevada, no siendo asimilable para la planta y llegando a tomar nitrógeno del suelo en lugar de liberarlo (Moreno et al., 2008). Por lo tanto, deberá ser excluido su uso, tanto para enmienda de tierra vegetal como para su empleo directo como abono orgánico.

- Conductividad eléctrica: menor de 1 dS/m.
- Estar libre de hierbas y objetos extraños.
- Exenta de elementos tóxicos.

Acopio y manejo

La tierra vegetal se deberá acopiar de la siguiente manera:

- Se almacenará en caballones nunca superiores a 2 m de altura, con una base inferior a 4 m.
- En caso de acopiarse más allá de los 6 meses, se realizará una hidrosiembra con leguminosas, con el objeto de estabilizar los acopios y mantener sus niveles de fertilidad.

Durante la carga y extendido de la tierra vegetal se evitará la compactación del terreno, tanto en las áreas de plantación como en las áreas de acopio. Para evitar estas acciones negativas no se permitirá tránsito con máquinas ni personas sobre los acopios.

En el extendido de la tierra vegetal se deberá tener especial cuidado con la compactación producida por el paso de maquinaria. Por ello, se deberá aportar la tierra vegetal siempre sin pisar lo aportado.

Nunca se realizarán labores de enmiendas, transporte y extendido de la tierra vegetal si se encuentra mojada o con un nivel de humedad elevado que impida su correcta manipulación y pueda dañar su estructura. Todos los materiales habrán de manejarse en un estado de humedad en que ni se alerrenen, ni se compacten excesivamente (tempero).

Calidad de las aguas de riego

El agua empleada para riego del arbolado viario y las zonas verdes, independientemente de su origen, debe cumplir unos mínimos parámetros de calidad, pues influyen de forma determinante en el futuro desarrollo e implantación de los árboles.

Sin embargo, en la actualidad, desde la implantación del agua regenerada en muchas ciudades las propiedades del agua de riego están generando algunas situaciones que hacen compleja las labores de

conservación del arbolado. En especial, se observan altos niveles de conductividad eléctrica, subidas de pH y, lo que es más relevante, elevados niveles de boro (B), sodio (Na) y cloruros (Cl). En ocasiones estos niveles han llegado a superar hasta 5 veces los valores tolerables por las plantas, lo que está generando serios problemas de mortalidad en las especies más sensibles.

Se ha podido comprobar que el contenido foliar de cloruros (ion más problemático para especies leñosas perennes que el sodio) es mayor que el de sodio, lo cual puede explicarse por dos factores principalmente: por un lado, el cloruro es un elemento muy móvil que no queda fijado en el complejo de cambio del suelo (como sí ocurre con el sodio), permaneciendo en la solución del mismo, por lo que es mayor su disponibilidad para ser tomado por las plantas. Por otro, el ion sodio tiende a quedar retenido en los tejidos leñosos (principalmente tallos y raíces) mientras que los cloruros son transportados a las hojas, proceso íntimamente ligado a la tolerancia de las especies a la salinidad (Sastre et al., 2011). En ocasiones, suele suceder que no poseyendo una alta calidad el agua de riego, es la combinación con la tierra vegetal (con problemas de textura, estructura, pH y un deficiente drenaje) lo que a medio plazo acentúa los valores hasta llegar a niveles que difícilmente pueden soportar algunos árboles.

Por lo tanto, todo ello nos indica la necesidad de realizar análisis de agua que confirmen sus valores agronómicos. Estos análisis, deberán recoger y determinar los siguientes parámetros:

En el caso de que se demuestre con los análisis la existencia de elevados valores de conductividad eléctrica (C.E) (valores superiores a 2.000 microsiemens/cm), será necesario estudiar un aumento en el riego con la intención de provocar una disolución de las sales, siempre y cuando exista un adecuado drenaje.

Por otra parte, en el caso que se emplee agua regenerada según se ha consensado, todos los materiales de riego (emisores, tuberías, arquetas, etc.,) deberán estar cromoseñalizados con el color violeta que identifica el uso de agua regenerada.

Calidad buena

2.32

SAR:

restricciones moderadas

0.96 ds/m

dosis

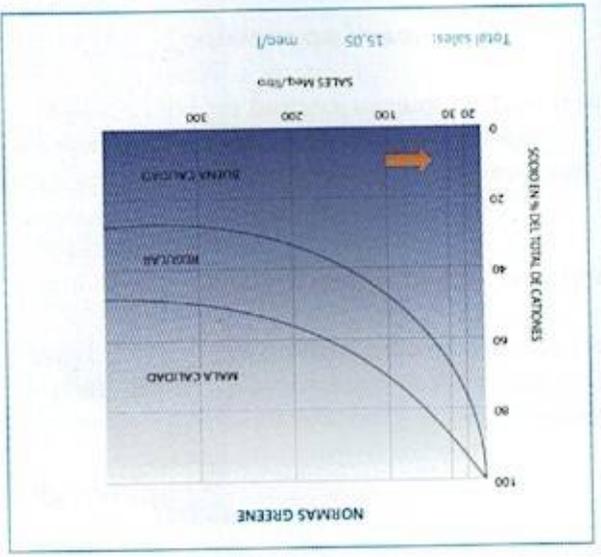
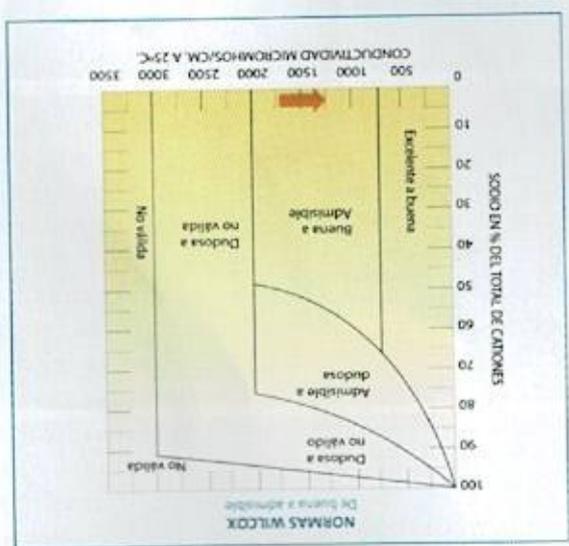
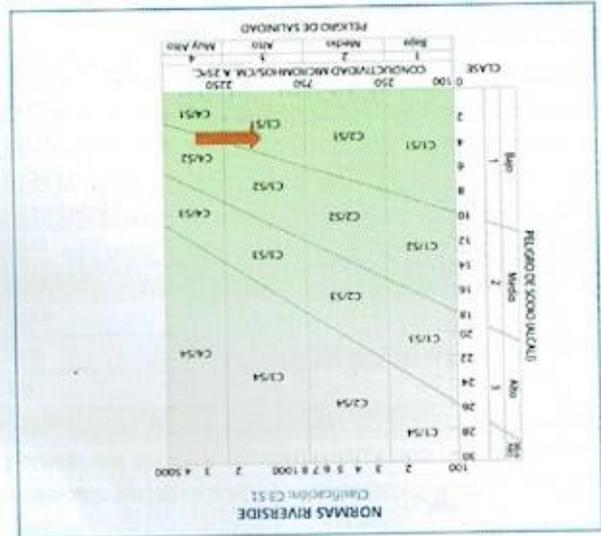
pH: 6.8

CATIONES	
Ca	1.00
Mg	0.27
Na	0.00
K	0.00
Fe	0.00
Mn	0.00
Zn	0.00
Al	0.00
Si	0.00
Cl	0.00
S	0.00
CO ₃	0.00
HCO ₃	0.00
SO ₄	0.00
NO ₃	0.00
PO ₄	0.00
OH	0.00
Other	0.00
Suma cationes	1.27
Unidades ppm	11.1
Unidades meq/l	0.52

ANIONES	
Ca	0.00
Mg	0.00
Na	0.00
K	0.00
Fe	0.00
Mn	0.00
Zn	0.00
Al	0.00
Si	0.00
Cl	0.00
S	0.00
CO ₃	0.00
HCO ₃	0.00
SO ₄	0.00
NO ₃	0.00
PO ₄	0.00
OH	0.00
Other	0.00
Suma aniones	0.00
Unidades ppm	0.00
Unidades meq/l	0.00

Nitratos:	ppm	Presencia relevante
-----------	-----	---------------------

Nitratos:	0.00 meq/l	Presencia relevante
-----------	------------	---------------------



PARAMETRO	VALOR	UNIDADES	INTERPRETACION	VALORES TIPO
Boro	0.06	mg/l		
Saltes totales	15.05	meq/l	Puede acumularse de sales	
Presi3n osm3tica	0.35	atm.	Moderada	
Dureza	9.20	°d	Calidad adecuada	
Permeabilidad	0.96	ds/m	Ningun grado de restricci3n	
Residuo Calcinado	0.61	gr/l	Muy	
Indice de Eaton (CSR)	4.66	meq/l	Buena	
Indice de Kelly	44.39	%	> 35% buena	
Alcalinidad	0.0	meq/l	Muy	

Figura 105. Tabla de interpretaci3n de analisis de agua.



Figura 106. Secuencia de preparación de un árbol en cepellón.

Parámetro	Unidad	Intervalo usual
Salinidad		
Conductividad eléctrica	mS/cm	0-2000
Cationes y aniones		
Cálcio	mg/l	0-400
Magnesio	mg/l	0-60
Sodio	mg/l	0-900
Carbonatos	mg/l	0-3
Bicarbonatos	mg/l	0-600
Cloruros	mg/l	0-1100
Sulfatos	mg/l	0-100
Nutrientes		
Nitratos	mg/l	0-10
Amonio	mg/l	0-5
Fosfatos	mg/l	0-2
Potasio	mg/l	0-2
Otros		
pH	-	6.5-8.5
SAR	-	0-15
Silíce	mg/l	-
Metales		
Boro	mg/l	0-2
Cobre total	mg/l	-
Cobre	mg/l	-
Hierro	mg/l	-
Manganeso	mg/l	-
Zinc total	mg/l	-
Zinc	mg/l	-

Valores admisibles para el agua de riego Adaptado de Mujeriego, 1990.

El acolchado

Una vez rematadas las labores de plantación y riego, puede ser muy recomendable el uso de acolchados de madera. Los beneficios de su empleo son numerosos:

- Actúa como capa protectora de los contrastes climáticos.
- Contribuye a la oxigenación del terreno.
- Reduce la emergencia de hierbas adventicias.
- Mejora estética de las áreas de plantación.
- Aporta de forma gradual materia orgánica al suelo.
- Mantiene la humedad del sustrato.

Se debe crear una capa uniforme de espesor medio, de entre 5 a 10 cm de madera triturada, de calibre de 40 a 20 mm. No deben existir elementos gruesos o extraños.

Protocolo de plantación

Tras detallar las normas que debemos seguir y la calidad de los materiales que emplearemos, el paso siguiente es evitar problemas durante la ejecución que puedan revertir en la viabilidad del arbolado. Para ello, deberemos generar un documento donde se definan detalladamente todas aquellas labores que garanticen la máxima calidad.

Cada vez que plantamos un árbol debemos pensar que estará en ese lugar durante mucho tiempo. ¿Lo hemos tenido todo en cuenta?

La época de plantación

La época más adecuada para plantar un árbol estará muy condicionada por el clima de cada región. Así, en la España húmeda, de clima Atlántico, con abundantes lluvias a lo largo de todo el año y temperaturas moderadas, los condicionantes serán menores. Ello permite disponer de un periodo más amplio para la plantación. En las regiones influenciadas por el clima Mediterráneo, es sin ninguna duda el otoño la mejor época, antes del inicio de la época de lluvias.

Lo adecuado será esperar a que los árboles entren en el periodo de parada vegetativa. En el caso de las especies caducifolias, coincidirá con el desprendimiento de sus hojas. Momento que ocurre en los meses de noviembre y diciembre, periodo que coincide con el comienzo de la campaña de extracción de los árboles cultivados a raíz desnuda y en cepellón. Algunos viveros de producción de árboles, pueden anticipar este periodo provocando la defoliación con medios manuales o químicos (sulfato de cobre). Práctica no muy aconsejable, dado que la planta pierde la oportunidad de aprovechar las reservas que todavía no ha retirado de sus hojas.

Debemos tener claro que cuanto antes se proceda a la plantación más tiempo de adaptación y preparación dispondrá el árbol para enfrentarse a las limitaciones hídricas de la dura época estival mediterránea. Y, sin duda, mejor aspecto tendrá el primer año.

Cada vez que plantamos un árbol
debemos pensar que estará en ese
lugar durante mucho tiempo.

Fuera del periodo de latencia invernal tan solo se pueden realizar plantaciones de árboles en contenedor (o cultivos semejantes como Air-pot®, roots control,

Figura 107. Insuficiente protección del arbolado viario, durante las obras.



etc.) dado que no existe una pérdida de raíces. A pesar de ello, no es recomendable plantar fuera de esta época invernal. De hacerlo la planta sufrirá un marcado decaimiento, defoliación y, en definitiva, una pérdida de calidad difícilmente justificada como para no poder esperar unos meses.

Protección de las zonas de plantación

Una de las primeras labores que se deben realizar antes de comenzar cualquier tipo de nueva actuación es la valoración del arbolado existente. Labor que será más compleja si el árbol no ha estado sometido por un alcorque que haya limitado su desarrollo radicular.

Es común, y lógico, que cuando se realizan excavaciones se generen situaciones de tensión y alarma en el momento en el que se daña cualquier tipo de instalación. Los operarios entran en pánico, la maquinaria detiene cualquier movimiento durante horas, se evalúan los daños y se procede finalmente a su reparación. Y esto ocurre, ya sean las instalaciones de agua, gas, electricidad, telefonía, etc. Comprensiva reacción, si tenemos en cuenta que puede acarrear ciertos inconvenientes a los usuarios, aunque no irá más allá de una hora de interrupción del suministro y poco más. La avería será reparada, se restablecerá el servicio y pronto se habrá quedado todo en una anécdota del día.

La reacción será muy distinta cuando se descubren las raíces de un árbol. Nadie se inmutará, la maquinaria seguirá trabajando como si tal cosa, incluso pasarán desapercibidos los severos estragos que se han hecho en el sistema radicular del árbol y será imposible reparar los graves destrozos. Ni tan siquiera unos cortes limpios que minimicen el daño. Las consecuencias serán una incertidumbre. Todo dependerá del nivel de daños, de la edad, la resistencia de la especie y la vitalidad del árbol. Si la pérdida es severa, afectará en mayor o menor medida al suministro de oxígeno, agua y nutrientes; con el tiempo se producirán problemas de pudriciones y probablemente su anclaje se verá afectado en un futuro no muy lejano. El árbol está ya condenado. Y ello a pesar de la tosca –y bienintencionada– protección de tablones que se ha preparado alrededor del tronco. Finalmente, transcurridos unos años el árbol colapsará.

Y es entonces cuando se hablará del peligro del árbol urbano...

Todo ello, nos demuestra, una vez más, que unas labores inadecuadas alrededor del árbol, afectarán a su porvenir a medio plazo. Es importante reseñar que los daños que sufran los árboles en su sistema radicular tendrán importantes consecuencias, aunque no necesariamente se harán evidentes de inmediato. Lo habitual será que las afecciones se vayan evidenciando en los años venideros.

Con el objetivo de eludir los daños de los árboles por los trabajos de obra, debemos conocer de manera exhaustiva la situación del arbolado, de manera que el conocimiento sea la base de futuras tomas de decisión.

Para ello se deberán establecer las zonas de afección de cada árbol y definir los flujos de tránsito del personal y, especialmente, de la maquinaria. Tras lo cual se procederá a la protección física del arbolado que garantice la mínima afección de sus raíces. Para ello partiremos de la base de que, dado que las raíces tienden a distribuirse de forma radial desde el tronco, la destrucción del sistema radicular y, por tanto, el deterioro del arbolado, será mayor cuanto más cerca se realice la excavación del suelo.

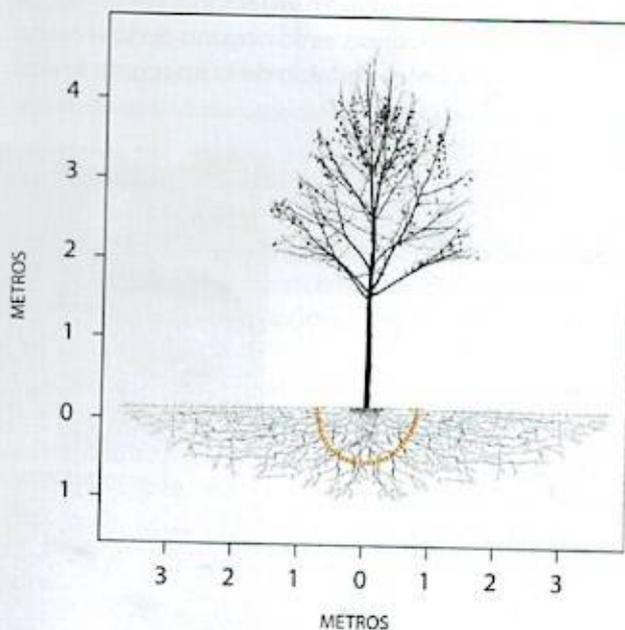


Figura 108. Relación entre la altura y las dimensiones de la raíz. Adaptado de Good/Weir, 2005.

Ø Tronco (cm)	Radio del área de protección (m)	Superficie del área de protección (m²)
7,5	0,90	3
10,0	1,20	5
12,5	1,50	7
15,0	1,80	10
17,5	2,10	14
20,0	2,40	18
22,5	2,70	23
25,0	3,00	28
27,5	3,30	34
30,0	3,60	41
32,5	3,90	48
35,0	4,20	55
37,5	4,50	64
40,0	4,80	72
42,5	5,10	81
45,0	5,40	92
47,5	5,70	102
50,0	6,00	113
52,5	6,30	124
55,0	6,60	137
57,5	6,90	150
60,0	7,20	163
62,5	7,50	177
65,0	7,80	191
70,0	8,40	206
72,5	8,70	238
75,0	9,00	255
77,5	9,30	272
80,0	9,60	290
82,5	9,90	308
85,0	10,20	327
87,5	10,50	346
90,0	10,80	366
92,5	11,10	388
95,0	11,40	408
97,5	11,70	430
100,0	12,00	452
102,5	12,30	475
105,0	12,60	499
107,5	12,90	519
110,0	13,20	547
112,5	13,50	573
115,0	13,80	598
117,5	14,10	625
120,0	14,40	652
122,5	14,70	679
150,0	15,00	707

Calculo del área de protección de las raíces.

Existen varios métodos para calcular el área de protección del arbolado. En España las conocidas Normas Tecnológicas de Jardinería y Paisajismo establecen que se debe proteger la proyección de la copa +2 m para árboles, en general, y 4 m, para aquellos que posean un porte columnar (Arximon/Bosh, 2000).

Otro método de cálculo del área de protección es el establecido por la Norma alemana DIN 18920: Vegetationstechnik im Landschaftsbau; Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen (Tecnología de vegetación en paisajismo: Protección de árboles, plantaciones y áreas de vegetación durante el trabajo de construcción). Esta norma, similar a la española, aunque algo menos restrictiva, recomienda delimitar la zona de protección tomando como referencia: la proyección de la copa del árbol +1,5 m (DIN 2002).

Los británicos establecen métodos diferentes de cálculo. Es el caso de la normativa inglesa British



Figura 109. Las aperturas de zanjas pueden causar graves daños al sistema radicular del arbolado viario.

Standards Institute (BSI) nº 5837: Trees in relation to design, demolition and construction (2012). Esta norma



Figura 110. Cálculo del área de protección de las raíces. Según *British Standards Institute (BSI)*.

establece que el cálculo del "área de protección de la raíz"⁸, se dimensionará fijando un área equivalente a un círculo con un radio de 12 veces el diámetro del tallo (véase tabla).

El organismo también británico National Joint Utilities Group (NJUG) propone un método muy distinto (y algo escaso) en su norma *Guidelines for the planning, installation and maintenance of utility apparatus in proximity to trees* (2007). Para calcular lo que denomina "zonas de precaución"⁹ establece la siguiente fórmula:

⁸ Es el área mínima de un árbol en la que se considera que contiene suficientes raíces y volumen de enraizamiento como para mantener su viabilidad, y donde la protección de sistema radicular y la estructura del suelo es tratada como una prioridad (*British Standards Institute, 2012*).

⁹ Cuando las excavaciones se lleven a cabo dentro de esta zona protegida, deberá prohibirse el uso de maquinaria, haciéndose con medios manuales. Así mismo, se deberán tomar precauciones para proteger las raíces expuestas (*National Joint Utilities Group, 2007*).

perímetro del tronco x4. Lo que ofrece unos valores muy inferiores a las normas anteriores.

Como se puede ver, independientemente del método de cálculo, la protección del árbol va más allá de cubrir simplemente su tronco con unos tablones.

Una vez establecidas estas áreas de protección deben acotarse, limitar el paso y prohibir actividades como:

- Acopio de materiales y maquinaria.
- Instalación de casetas de obra.
- Acumulación de materiales residuales y tóxicos.
- Hacer fuego.
- Tránsito de maquinaria.
- Alterar el nivel del suelo

Drenaje del hoyo

Aunque ya se ha mencionado en anteriores capítulos, dada su importancia insistimos una vez más en la necesidad de que todos los hoyos de plantación posean una correcta infiltración. Es habitual, que el

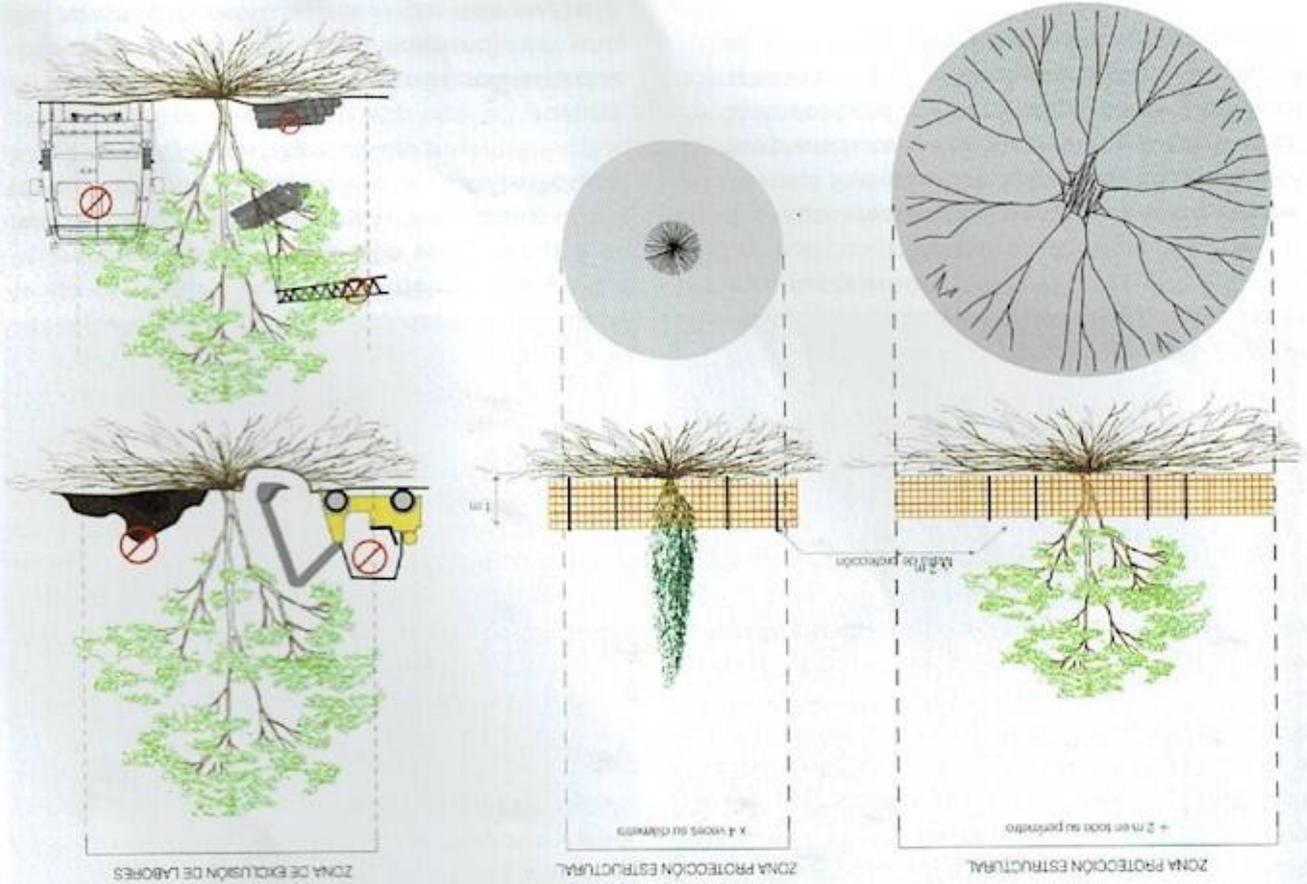
Así mismo, en aquellas zonas donde no existan árboles pero se vayan a plantar, la limitación de actividades deberán ser similares. Especial cuidado se tendrá con el tránsito de maquinaria que deberá estar restringido en lo posible, incluso antes del aporte de la tierra vegetal. A partir de ese momento estará completamente prohibido el paso de cualquier tipo de maquinaria y tan solo se podrá transitar por la tierra vegetal para realizar las labores propias de la plantación y la conservación.

Cualquier labor que por fuerza mayor se deba llevar a cabo dentro de esta zona acotada siempre se realizará con medios manuales.

Figura 111. Medidas de protección del arbolado existente durante las obras.

Se instalará, previo al aporte de la tierra vegetal, un sistema de drenaje. Este consistirá en una capa, en la base del fondo del hoyo, de grava (20-40 mm) de 30-40 cm de espesor. Sellada con una capa de 10-15 cm de gravilla machacada (6-12 mm). Se evitará emplear geotextiles que pueden llegar a colmatarse y ralentizar la salida del agua. Si existieran problemas de evacuación se incluirá un tubo dren de 50 mm

sub suelo urbano se encuentre con un alto grado de compactación traduciéndose en dificultades para la evacuación del agua. A esto debemos añadir, en el caso de tratarse de un área compartida con otras plantaciones, que las excavaciones de los árboles serán el punto más bajo. Estos hoyos pueden entonces convertirse en una zona permanentemente anegada. Esta situación derivaría en un fracaso de la plantación. Por ello, independientemente de dónde se establezca el árbol, este deberá disponer de una red de drenaje que evacúe al agua sobrante rápidamente.



de diámetro, en este caso, envuelto en geotextil¹⁰. El citado tubo de drenaje deberá ser ranurado y estar conectado a la red de pluviales con una pendiente mínima del 2 %.

Previo a la plantación de cada árbol se realizará una prueba de infiltración que confirme la capacidad drenante del hoyo. En el caso de que esta prueba diera resultados negativos se deberán aplicar todas las medidas correctoras que se consideren oportunas hasta la subsanación del problema de evacuación. Si finalmente esto no fuese posible, se deberá abstenerse de plantar el árbol (véase capítulo 3).

Las dimensiones de la excavación

Se recomienda que el hoyo de plantación de un árbol tenga al menos 3 veces el diámetro del cepellón. Así mismo, es aconsejable que sus paredes sean inclinadas lo que favorecerá el crecimiento de las raíces horizontalmente (Watson/Himelick, 1997) (Watson/Himelick, 1999) (Good/Weir, 2005).

Sin embargo, cuando nos referimos a su profundidad no deberemos hablar de medidas, independientemente del tamaño o de la especie de que se trate. Evidentemente, un hoyo profundo proporcionará un mejor drenaje y un mayor volumen de tierra vegetal. Sin embargo, como ya se ha tratado anteriormente, el desarrollo del sistema radicular es sobre todo horizontal. Una capa de tierra vegetal de más allá de 0,80 cm será innecesaria. A esa excavación habrá que añadir lo correspondiente al sistema de drenaje. Por otra parte, es importante tener en consideración el esponjamiento de la tierra vegetal, pues tras la plantación y el riego, podría deprimirse hasta un 20-30 % debido a su asentamiento. Para evitarlo será conveniente compactar ligeramente la tierra que dispongamos en la base del cepellón.

Por lo tanto, debemos tener claro que la profundidad del hoyo de plantación siempre estará condicionada por el cuello del árbol, ni más ni menos. Errar en esta medida puede afectar negativamente al desarrollo

del ejemplar recién plantado. El principal motivo que ocasiona estos efectos negativos está relacionado con la deficiente oxigenación de su sistema radicular. Esta situación de hipoxia impedirá el consumo suficiente de energía (glucosa), dando como consecuencia la muerte parcial o total de su raíz causando una debilidad generalizada del árbol, un importante deterioro estructural e, incluso (dependiendo del grado de afección y especie), su muerte. Los efectos de esta mala práctica son fácilmente reconocibles:

- Daños en el sistema radicular, afectando muy negativamente al proceso de rizogénesis (creación de nuevas raíces).
- Esta pérdida parcial de raíces limita la asimilación de agua y los nutrientes necesarios para su correcto establecimiento.
- Como consecuencia de esta situación de estrés, se crea una situación de carencia. Los puntos meristemáticos epicórmicos (yemas superficiales) de las zonas basales emitirán rebrotes que intentarán subsanar el gasto de energía que supone rehacer su sistema radicular parcialmente perdido.
- Se produce una pérdida de vitalidad generalizada, lo que ocasiona la emisión de brotes epicórmicos (brotes de emergencia). En esta ocasión por toda la parte aérea (en especial, en su estructura principal), que indican con claridad un severo estado de inanición.
- Como consecuencia de la situación anterior, se produce un caos estructural que será difícil de corregir, alterando la arquitectura natural propia de la especie.
- En caso de superar esta situación el árbol puede verse afectado a medio plazo por situaciones tales como: anclaje deficiente, pérdida de la guía principal, menor volumen de copa, aparición de fendas en la corteza, etc.

Tubo de aireación

En ocasiones, cuando el espacio es limitado (como en el caso de los árboles en alcorque) o la textura de

¹⁰ El geotextil estará compuesto de un 100% de fibras de polipropileno no tejidas. Con un gramaje de 125 gr/m², alta resistencia al punzamiento y a la tracción, y una permeabilidad de 100-130 litro/seg.

Este sistema de anclaje se debe situar cuanto más cerca de la base mejor, lo que se acercará más a su sujeción natural. Un desproporcionado entutorado puede "engañar" al árbol y producir un crecimiento anómalo. Siempre que lo podamos evitar, será mejor, dado que el árbol se fortalecerá con más prontitud. Un árbol, sin bastones y muletas artificiales, con su silueta natural será siempre mucho más hermoso. En cualquier caso, se deberá plantear con un carácter

se podrá instalar algún tipo de sujeción, complementario por carecer de suficiente estabilidad, que, tras la plantación, el árbol requiere de un apoyo se consolidará al sustrato de cultivo. Si se considera de su sistema de fijación natural (sus raíces), el que La tierra no debe anclar al árbol. Es el árbol, a través

Anclajes

de gases. Será más efectivo que los dos extremos del tubo de aireación salgan al exterior, pues mejora el intercambio y fomenta el proceso de rizogénesis. lo que facilita la oxigenación alrededor del cepellón tienen la finalidad de servir de "circuitos de ventilación", perforados en toda su longitud y envueltos en geotextil, de aireación alrededor del cepellón. Estos tubos, ser conveniente durante la plantación instalar tubos la tierra vegetal es excesivamente arcillosa, puede

Figura 112. Sistema de anclaje subterráneo.



Son de gran interés los sistemas de fijación subterránea. Entre otras cuestiones por que no afectan a la estética del árbol, no son vandalizables y, sobre todo, porque simulan el anclaje natural. En caso de emplearse estos sistemas se evitará el uso de cables de acero. En especial, cerca del cuello de la planta, que con el tiempo podrían dañar al árbol. Una vez consolidado el ejemplar es conveniente cortar todo tipo de sujeciones.

Aunque resulte obvio decirlo, el entutorado es una práctica que debe ayudar al árbol. Nunca dañará el cepellón o producirá heridas en la corteza. Y, sin embargo, es demasiado común observar esos daños, ya sea por una inadecuada instalación o por la falta de mantenimiento. Para evitarlo, las fijaciones se realizarán con materiales anchos, nunca con cuerdas u otros materiales abrasivos. Lo más conveniente es emplear elastómeros que permitan una ligera flexibilidad. Estos materiales otorgan al tronco cierta holgura de movimiento, permitiendo el desplazamiento natural del árbol.

temporal, aún aquellos que su misión sea también evitar el vandalismo. Una vez que el árbol se encuentre suficientemente consolidado se retirarán todos los apoyos. Período que suele oscilar entre uno y dos años, nunca más allá.

Figura 113. Daños por una mala instalación del entutorado.

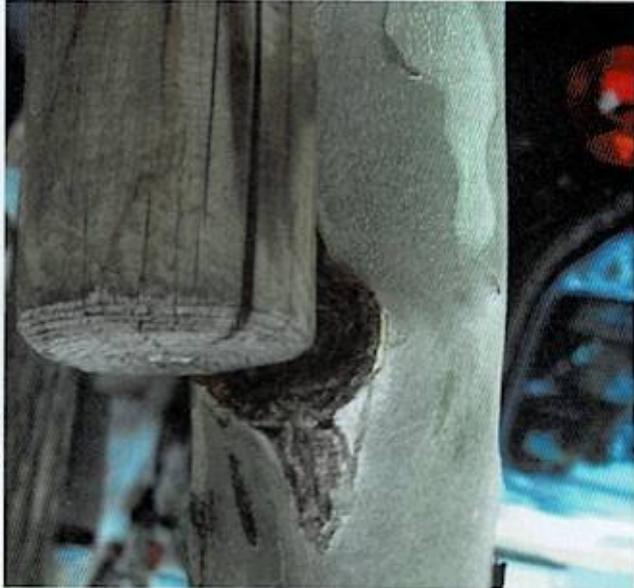




Figura 114. Alcorque temporal de riego en arbolado recién plantado. Árbol del hierro (*Parrótia persica*)

Riego

Rematada la plantación del árbol e independientemente de la existencia de algún tipo de riego automático, se deberá realizar un alcorque temporal. Éste se preparará con la propia tierra empleada en la plantación, para ello se formará un caballón circular sobre el cepellón. Su finalidad será recoger una gran cantidad de agua durante los primeros meses.

La existencia de un sistema de riego automático¹¹, en especial si se trata de riego por goteo, puede llegar a ser un inconveniente para el árbol. Debemos tener en cuenta que el uso de estos sistemas puede producir una saturación continua del terreno, favoreciendo la aparición de enfermedades criptogámicas o problemas de hipoxia ya descritos. Es especialmente importante que exista una buena aireación del terreno, ya que limitará estos problemas fitosanitarios, vinculados al aporte artificial de humedad en periodos cálidos (Filippi, 2008). Especialmente sensibles a este factor son las especies mediterráneas, incapaces de soportar estas condiciones ambientales.

El árbol ha de habituarse a no depender del aporte extra de agua, para lo cual su raíz deberá buscar su sustento en el entorno. De tal forma que los riegos espaciados (aunque abundantes) fomentarán que las raíces alcancen las capas inferiores del suelo. Que la planta padezca un leve y corto estrés hídrico puede ser muy favorable para fomentar que el árbol no se

vuelva "dependiente". En definitiva, deberá ser capaz, al menos en buena medida, de hidratarse con sus propios medios.

Trabajos postplantación

Pero tras la plantación no terminan las labores. Ahora, probablemente llega el momento más crítico de la vida del árbol recién plantado. Cada ejemplar deberá conseguir, a través de sus mermadas reservas, regenerar buena parte de su sistema radicular perdido. Pero además deberá regenerar con estos escasos recursos una mínima superficie foliar que le permita generar su propia energía, lo que le crea ciertos dilemas. Un exceso de hojas podría provocar una situación de estrés hídrico dado que las raíces que deberían abastecerle se encuentran muy mermadas. Por lo tanto, en estos primeros momentos emitirá unas hojas más reducidas y escasas. Por si fuera poco, esta situación de debilidad es probable que atraiga a determinadas plagas y enfermedades oportunistas.

Un árbol, sin bastones y muletas artificiales, con su silueta natural será siempre mucho más hermoso.

La dotación justa

El riego más adecuado será el que aporte una gran cantidad de agua en poco tiempo, tras el cual se debe permitir que el sustrato recupere su tempero hasta el siguiente riego. Es conveniente al realizar aportes de agua, que exista un espaciamiento en el tiempo, hasta llegar a unos pocos riegos durante la época estival. Eso sí, cada uno de esos riegos de apoyo deberán ser copioso, entre 50 a 200 litros (Aiximon/Bosh, 2001). Si el riego es excesivo, puede ocurrir que algunos ejemplares se vean abocados a un marcado decaimiento e incluso a su pérdida.

¹¹ Los sistemas de riego automático son una herramienta de gran utilidad. Es su gestión (o quien lo gestiona), lo que puede causar grandes perjuicios al arbolado al exponerlos a riegos diarios que mantienen el sustrato de plantación permanentemente saturado.

La formación definitiva

procesos naturales del metabolismo de las plantas, incrementan la actividad enzimática y favorecen la síntesis de las proteínas y de los hidratos de carbono. De esta forma se reduce notablemente el estrés acelerando su consolidación y arraigo. Otros productos recomendables, siempre y cuando se encuentre ya en proceso de estabilización, son los estimuladores de crecimiento. Productos a base de aminoácidos que contribuyen al desarrollo radicular y mejoran la absorción y el transporte de los nutrientes.

Como ya se desarrolló en anteriores capítulos, debemos diseñar las plantaciones de las ciudades con el criterio de "no intervención". Entendiendo que estos árboles, dada su correcta elección, no requerirán de grandes operaciones de poda, al no afectar a las servidumbres de la ciudad. Sin embargo, es especialmente relevante que durante los primeros años se realice un seguimiento de estas plantas. E, incluso, puede ser conveniente intervenir en su joven estructura temporal.

La corrección estructural persigue corregir los posibles defectos del árbol, ya sea aquellos que vayan surgiendo o los que ya portaba en el momento de la plantación. En otros casos puede ser conveniente elevar la cruz de la copa por afectar a las zonas de tránsito peatonal o de vehículos. Una vez consolidada la arquitectura adulta, desaparecida la copa temporal, el árbol debería tener una forma acorde con el entorno donde ha sido ubicado. Tal y como indican algunos autores, en ese proceso de cambio de copa, el árbol debe desprenderse de las ramas que han perdido utilidad y, por lo tanto, deberemos prestar atención en la detección y eliminación preventiva de esas ramas que el árbol va retirando (Iguiniz, 2005).

Por último, solo quedará estar atentos a la aparición de posibles problemas fitopatológicos y retirar, cuando ya no sean útiles, los anclajes.

Será a partir de ese momento, cuando el árbol deba "independizarse" y, si las cosas las hemos hecho correctamente, comenzará a embellecer nuestras ciudades. Pero esta vez sin limitaciones, o eso esperamos...

Sin ninguna duda, el mejor riego para un árbol es la personal de mantenimiento. Como se ha mencionado ya, no son adecuados los emisores con un bajo caudal y prolongados tiempos. Como alternativa al uso de los comunes anillos de riego por goteo, sería más recomendable el empleo de otro tipo de emisores con un mayor caudal. El empleo de borbotadores o inundadores, puede ser muy recomendable. Para eludir el vandalismo podrían ser escamoteables. Siempre pensando que en algún momento deberán ser anulados.

Reduciendo el estrés

Durante esta fase no es conveniente el aporte de nitrógeno (N), dado que puede llegar a ser contraproducente. Una vez ha comenzado el proceso de enraizamiento podría ser recomendable aplicar un primer abonado a base de Fostato Monopotásico (56 P-42 K). Esta fertilización tiene como objeto acelerar la formación de raíces y endurecer los tejidos, evitando un exceso de transpiración.

Así mismo, en el momento que comienza la actividad vegetativa y parcialmente desarrollada su masa foliar (principios de primavera) se recomienda utilizar un bioestimulante. Estas sustancias estimulan los



Figura 115. Los problemas estructurales deben corregirse preventivamente. (*Brachychiton* sp.).