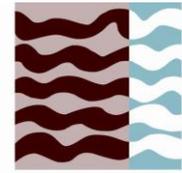




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



ETSia  
Cartagena

It's

Universidad Politécnica de Cartagena  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

# Temario paisajismo

Cartagena 2015

---

Jorge Cerezo Martínez

ghnts



It's p

Ref. CA. 3.06

Historial del documento

Fecha	Descripción	Rtdo.	Rvdo.	Apdo.
13/11/2017	Temario paisajismo	JCM	JCM	JCM
14/11/2017	Bloque 4	JCM	JCM	JCM

yhntf

Jorge Cerezo Martínez

## Índice

1.2. Aspectos esenciales de arboricultura urbana .....	4
1.3. Costes y beneficios .....	4
1.4. Emplazamiento .....	14
1.5. Marco y reglamento.....	15
1.6. Gestión, diseño y valoración.....	16
2. Arbolado urbano .....	20
2.1. Plantación del arbolado urbano.....	20
2.2. Plantación arbolado urbano .....	22
2.3. Adquisición del arbolado urbano .....	27
2.4. Normativa aplicable a arbolado urbano .....	29
3. La poda de los árboles ornamentales I.....	31
3.1. Morfología y funcionamiento del árbol .....	31
3.2. Condiciones y restricciones del medio urbano .....	32
3.3. Realización del corte de la rama lateral .....	36
3.4. Relación formación callo-emplazamiento corte .....	38
3.5. Tipos de cortes.....	39
3.6. Precauciones particulares.....	42
3.7. La seguridad en los trabajos de poda (PRL) .....	43
4. La poda de árboles ornamentales II .....	44
4.1. Poda estructural de árboles jóvenes .....	44
4.2. Poda de formación .....	44
4.3. Formación de las raíces .....	44
4.4. La formación del tronco y la estructura .....	45
4.5. Diferentes podas de formación .....	45
4.6. Formación del tronco.....	46
4.7. Formación de la estructura.....	47
4.8. Terciado y desmochado .....	50
4.9. Podas excepcionales en adultos .....	53
4.10. Herramientas de poda .....	54

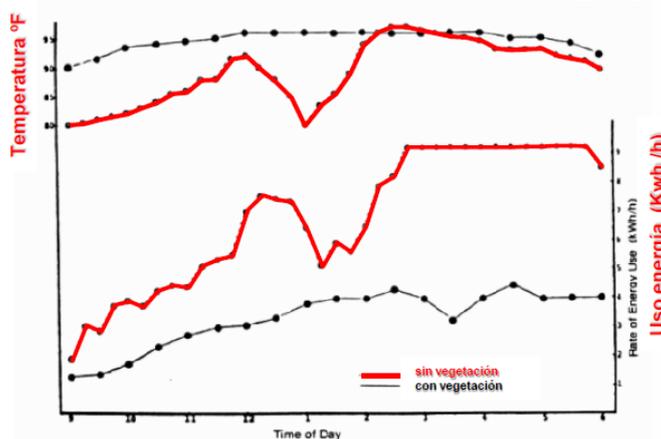
## 1.1. Aspectos esenciales de arboricultura urbana

- **Arboricultura urbana:** Consiste en el tratamiento funcional de los árboles para su contribución al bienestar físico y social, teniendo en cuenta diversos aspectos (problemas, costes, etc.).
- **Arbolado urbano:** Cualquier espécimen vegetal de textura leñosa, porte definido con fuste y copado situado en el suelo urbano o urbanizable de acuerdo a las normas urbanísticas.
- **El recurso árbol:** Es un recurso natural, aislado o en conjunto que se considera bien patrimonial de interés colectivo y no (o muy difícilmente) renovable. Forma parte indispensable de la existencia humana y conecta al hombre con la ciudad.

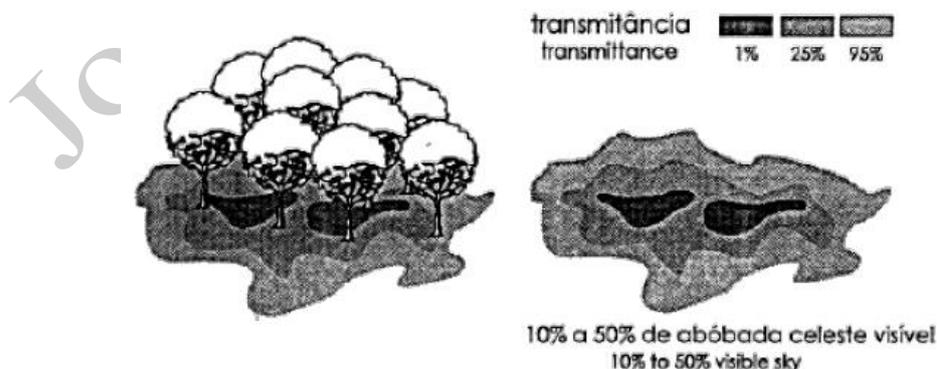
## 1.2. Costes y beneficios

### Ahorro energético

Existen tres aspectos importantes en la reducción energética en las ciudades: el sombreado reduciendo la energía radiante en los elementos de la ciudad; la transpiración disminuyendo la temperatura del aire; y la acción del viento reduciendo la infiltración y las pérdidas por conductividad térmica.



En la figura 1 se puede apreciar la comparación de los promedios de consumo y las temperaturas exteriores de dos días, uno antes del ajardinamiento y otro dos años después del mismo.



Variación de la iluminancia según la posición bajo el árbol o grupo de árboles figura 2

Especies	% Reducción luz solar
<i>Tilia cordata</i>	97
<i>Acer negundo</i>	94
<i>Robinia pseudoacacia</i>	93
<i>Sophora japonica</i>	91
<i>Melia azederach</i>	90
<i>Populus alba</i>	88

La ciudad funciona como un acumulador de calor de diferentes fuentes, vehículos, industrias, calefacciones, etc., los edificios y asfalto poseen elevada conductividad térmica y escasa capacidad térmica y escasa capacidad térmica y escasa capacidad térmica. La radiación infrarroja es elevada en zonas densamente edificadas por efecto recíproco de la absorción y reflexión (Mies, 1979).

Superficie	Conductividad térmica (cal·cm·seg/°C)	Capacidad térmica (cal/cm·°C)
Suelo seco	$6 \cdot 10^{-3}$	80
Suelo mojado	$5 \cdot 10^{-3}$	50
Hormigón	$11 \cdot 10^{-3}$	0.09

Tabla 1. Comparación de constantes físicas de materiales rurales y urbanos

Temperatura máxima de la isla de calor urbano  $^{\circ}\text{C} = 2.01 \cdot \log(\text{población}) - 4.06$ ; considerando una población de 5 millones como en Madrid, la isla de calor urbano máxima sería de unos  $9^{\circ}\text{C}$ .

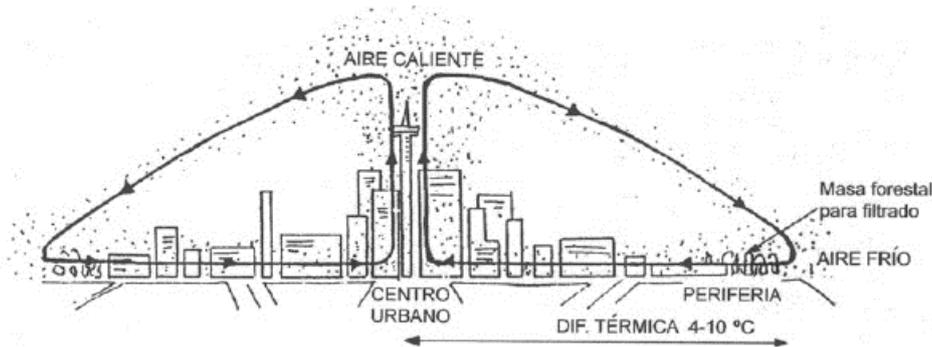
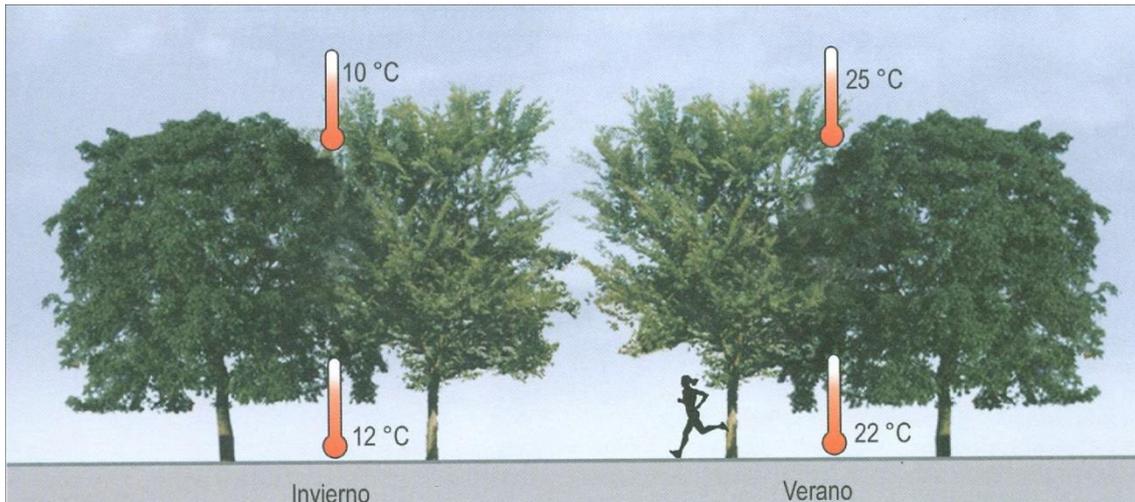


Ilustración 1. Isla de calor urbano. Fuente: Funciones ecológicas del espacio libre y planificación territorial en ámbitos metropolitanos: Perspectivas teóricas y experiencias recientes en el contexto español. Salvador Palomo (2003).

Tipo de superficie	Albedo %	Emisividad %
Suelos		
Húmedo oscuro cultivado	5-15	84-91
Húmedo arenoso	20-30	
Dunas de arena seca	30-70	
Vegetación		
Césped	20-30	90-95
Campos verdes	3-15	
Pastizal	25-30	
Coníferas	5-16	97-98
Bosque pantanoso	12	97-99
Agua		
Altura solar alta	5	92-97
Altura solar baja	95	
Superficies urbanas		
Asfalto	5-15	95
Hormigón	10-50	71-90
Ladrillo	20-50	90-92

Tabla 2. Características radiativas de diferentes superficies encontradas en el paisaje urbano



### Reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico

Secuestro en la biomasa foliar y leñosa, reducción de las emisiones (asociadas a la generación de energía).

### Mejora en la calidad del aire

Acumulación de metales pesados, azufre y nitrógeno, etc. Captación en la superficie foliar de partículas contaminantes y aerosoles.

Tipo de zona	Detalle	Unidades/m <sup>3</sup>
Área urbana de concentración comercial	Grandes almacenes	4.000.000
Áreas residenciales y comerciales	Grandes bulevares	575.000
Jardines públicos urbanos	Campos Elíseos	88.000
Parque urbano de gran dimensión	Parque de Montsouris	1.000
Parque periurbano	Bosque de Fontainebleau	50

Tabla 3. Contenido de microbios en el aire.

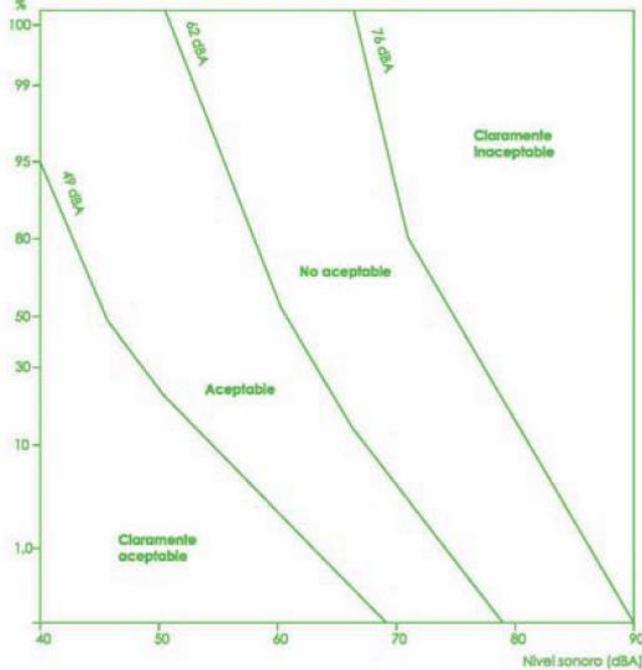
Las zonas verdes contribuyen a reducir considerablemente el contenido de organismos patógenos en el aire. No obstante esta función tiene consecuencias sobre la fotosíntesis, transpiración y eficacia estomática disminuyendo. La reducción de la eficiencia estomática provoca sobrecalentamiento de la planta y alteración del desarrollo normal, afectando a los procesos de crecimiento, productividad, fenología y envejecimiento.

La capacidad de fijación de contaminantes en los tejidos vegetales, logra reducir la contaminación ambiental entre un 10-20% respecto a la situación en ausencia de vegetación.

1 m<sup>2</sup> de superficie foliar asimila unos 1.5 g de CO<sub>2</sub>/h excluyendo las horas nocturnas y el período invernal. 150 m<sup>2</sup> de superficie foliar (equivalentes a un árbol joven) son suficientes para producir el oxígeno que necesita una persona en todo un día.

La Organización Mundial de la Salud considera como umbral de confort 50 dBA aunque es importante revisar la Normativa municipal en materia de ruido de cara a proyecto.

Efectos del ruido pueden ser fisiológicos o psicológicos



Criterio de aceptación de ruido ambiental en zonas residenciales

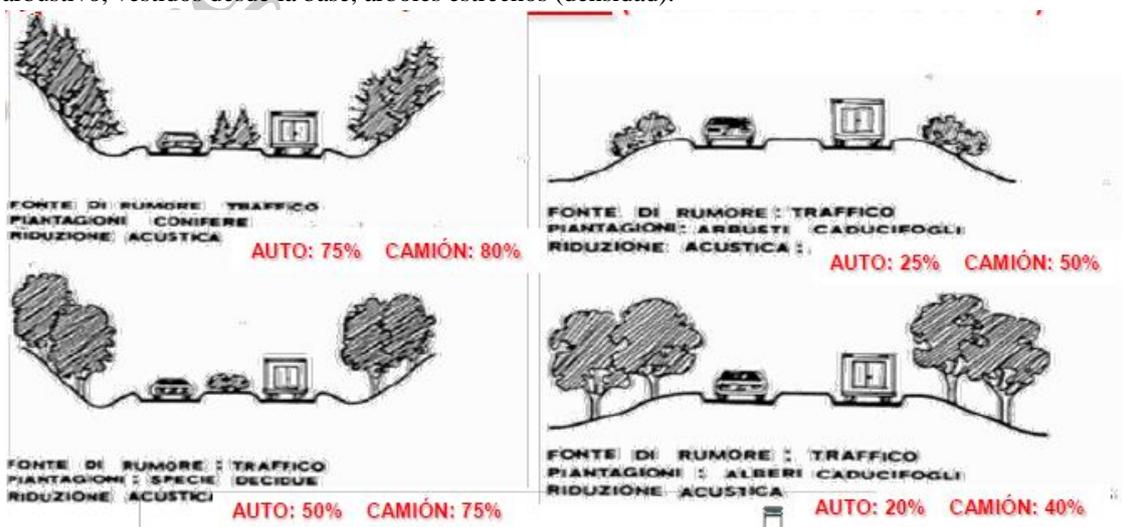
Tipo	Suelo urbanizable		Suelo urbano	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
I	Hasta 50	Hasta 40	Hasta 60	Hasta 50
II	Hasta 55	Hasta 45	Hasta 65	Hasta 55
III	Hasta 65	Hasta 55	Hasta 70	Hasta 60
IV	Hasta 70	Hasta 60	Hasta 75	Hasta 70
V	Sin limitación	Sin limitación	Sin limitación	Sin limitación

\*Se trata de niveles objetivo a alcanzar por la actuación municipal

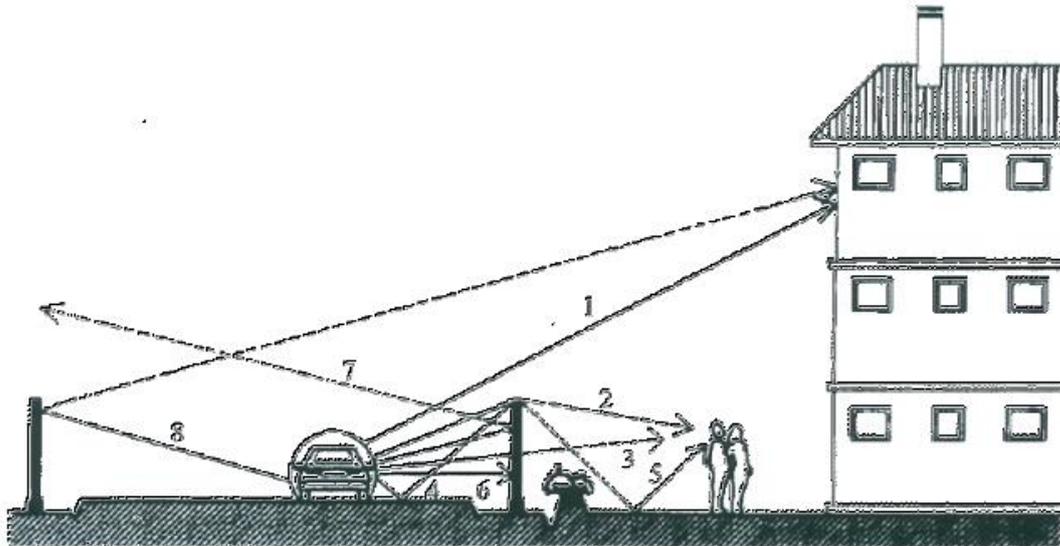
Tabla 4. Niveles máximos sonoros por áreas acústicas

### Control del ruido

La reducción del ruido depende de la altura, profundidad de la barrera y su ubicación (distancia de la fuente sonora). Son más adecuadas (NTJ 01P), hoja persistente, follaje denso y regular, porte piramidal o arbustivo, vestidos desde la base, árboles estrechos (densidad).



Atenuación de 4 a 6 dB	
Juniperus chinensis pfitzeriana	Lonicera maackii
Betula pendula	Crataegus x prunifolia
Alnus icana	Lonicera ledebourii
Cornus sanguinea	Acer negundo
Cornus alba	Populus canadensis
Pterocarya fraxinifolia	Corylus avellana
Forsythia x intermedia	Tilia cordata
Atenuación de 6 a 8 dB	
Philadelphus pubescens	Ilex aquifolium
Carpinus betulus	Ribes divaricatum
Syringa vulgaris	Quercus robur
Fagus sylvatica	Rhododendrum ss. pp.
Atenuación de 8 a 10 dB	
Populus x berolinensis	Viburnum rhytidophyllum
Viburnum lantana	Tilia platyphyllos
Atenuación de 10 a 12 Db	
Acer pseudoplatanus	



- |   |  |
|---|--|
| 1. Onda directa                             | 5. Onda difractada sobre la pantalla y después reflejada en el suelo |
| 2. Onda difractada sobre la pantalla        | 6. Onda absorbida por la pantalla                                    |
| 3. Onda transmitida a través de la pantalla | 7. Onda reflejada en la pantalla                                     |
| 4. Onda reflejada en el suelo               | 8. Onda reflejada en la pantalla del lado opuesto                    |

Reducción del nivel sonoro



Tipo de vegetación	Masa vegetal		
	Densa	Media	Ligera
 Arbustos	15	12	8
 Arboleda mediterránea	6	5	3
 Bosque caducifolio	8	6	4
 Bosque de coníferas templado	10	8	5

Reducción del sonido según el tipo de formación vegetal, partiendo de un espesor de 30 metros de ancho y un sonido ambiente de 65 dB (A).

Plantación	Unidad	Vía	
		a nivel	en zanja
 Arbustos caducifolios	%	20 a 40	30 a 50
 Árboles caducifolios	%	40 a 60	50 a 70
 Coníferas piramidales	%	60 a 70	70 a 80

Reducción del nivel sonoro en cinturones de circulación según el tipo de formación vegetal.

### Eficacia acústica de las pantallas (NT J01P)

La eficacia viene dada por la atenuación acústica sobre la cual influyen las características intrínsecas de los materiales:

- Aislamiento
- Absorción
- Reflexión

Clasificación de las pantallas de carreteras según el índice de aislamiento:

Clase de pantalla	Índice de evaluación del aislamiento $DL_R^1$
A0	No determinado
B1	$DL_R < 15dB$
B2	$15dB < DL_R < 24dB$
B3	$24dB < DL_R$

A mayor valor en el índice de aislamiento, mayor aislamiento

### Eficacia acústica de las pantallas (NT J01P)

Clasificación de las pantallas de carreteras según el índice de absorción:

Clase de pantalla	Índice de evaluación del aislamiento $DL_\alpha^2$
A0	No determinado
A1	$DL_\alpha < 4dB$
A2	$4dB < DL_\alpha < 8dB$
A3	$8dB < DL_\alpha < 11dB$
A4	$11dB < DL_\alpha$

Las distintas pantallas pueden presentar distinto grado de absorción acústica según composición:

- A menor valor en el índice de absorción, mayor reflexión
- La elección de una pantalla absorbente o reflexiva dependerá de la posición del foco de emisión respecto de los posibles focos de recepción
- Paneles modulares metálicos con material absorbente interno  $DL_{\alpha}$  8/10 dB
- Paneles modulares de madera  $DL_{\alpha}$  10/13 dB

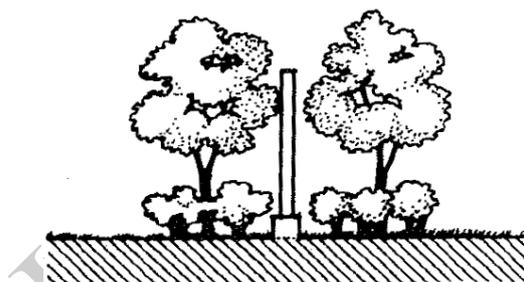
### Tipos de pantallas acústicas (NTJ01P)

Encontramos:

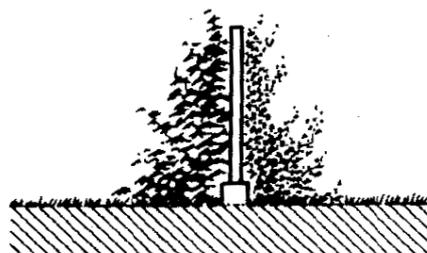
- Artificiales
- Vegetales: Tienen el añadido del efecto psicológico, aunque su utilidad se presenta combinada con diques de tierra. Plantaciones densas de árboles y arbustos presentan una buena eficacia acústica y mejoran la calidad del paisaje.
- Mixtas

Características de las pantallas vegetales y mixtas

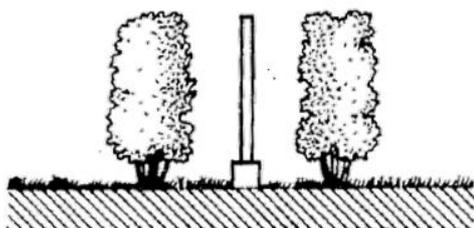
Tipo de pantalla	Componentes	Propiedades acústicas	Necesidad de espacio	Eficacia acústica
Pantalla vegetal	Árboles y arbustos	Absorbente	Muy alta	Baja
Dique de tierra o mota revegetada	Tierra Vegetación	Reflectante y absorbente	Alta	Buena
Dique de tierra con pantalla integrada artificial	Pantalla artificial Tierra Vegetación	Reflectante y absorbente	Alta	Óptima
Muro vegetalizado	Estructura de hormigón, madera o metal Sustrato Vegetación	Reflectante y algo absorbente	Baja	Buena



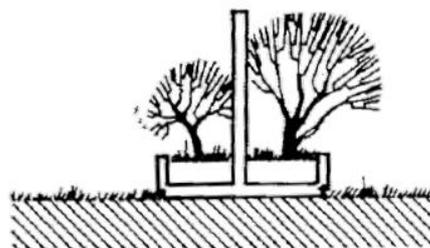
a) Pantalla artificial con plantación de árboles y arbustos



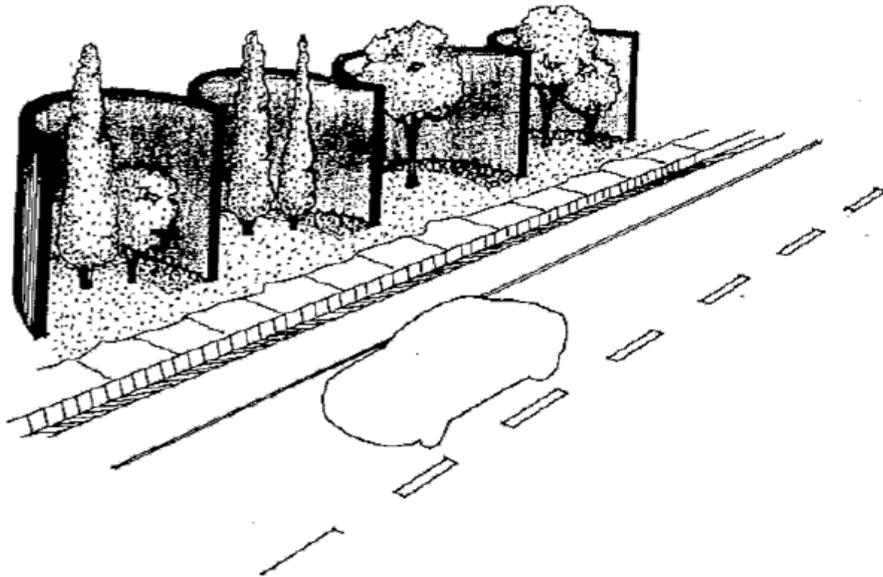
b) Pantalla artificial con plantación de plantas trepadoras



Pantalla artificial con plantación de setos



Pantalla artificial con jardineras integradas

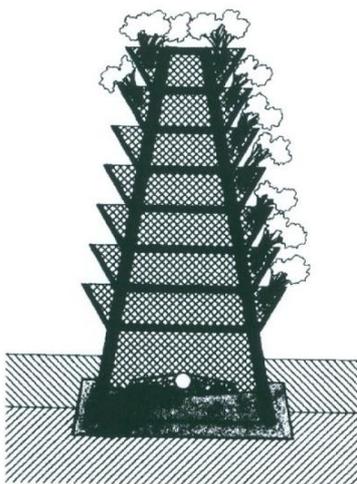


Pantalla artificial con plantación decorativa

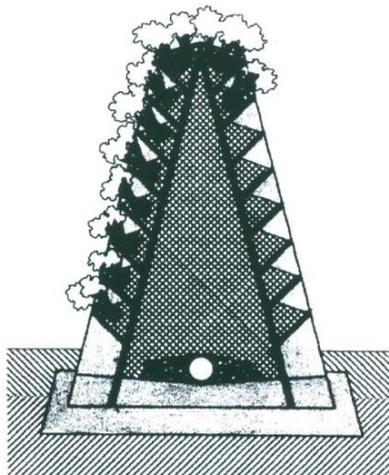
### Características de los muros vegetalizados

Estructuras prefabricadas (hormigón, metal, madera, etc.) con un importante volumen de sustrato y plantas. Equipado con un riego automático. Minimiza el impacto estético de los diques de tierra (especie utilizado). Consigue reducir el ruido de 3 a 5 dB. Encontramos los siguientes tipos:

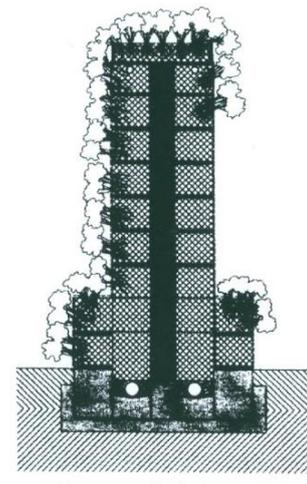
- Cajones de madera, hormigón, etc., tipo jardinera. Arbustos pequeños, plantas tapizantes, trepadoras que cubran la superficie del muro.
- Estructura metálica (acero galvanizado) en forma de jaula. Las hay de 2 secciones, a dos agujas y de lados paralelos verticales.



a) Muro vegetalizado de cajones de hormigón



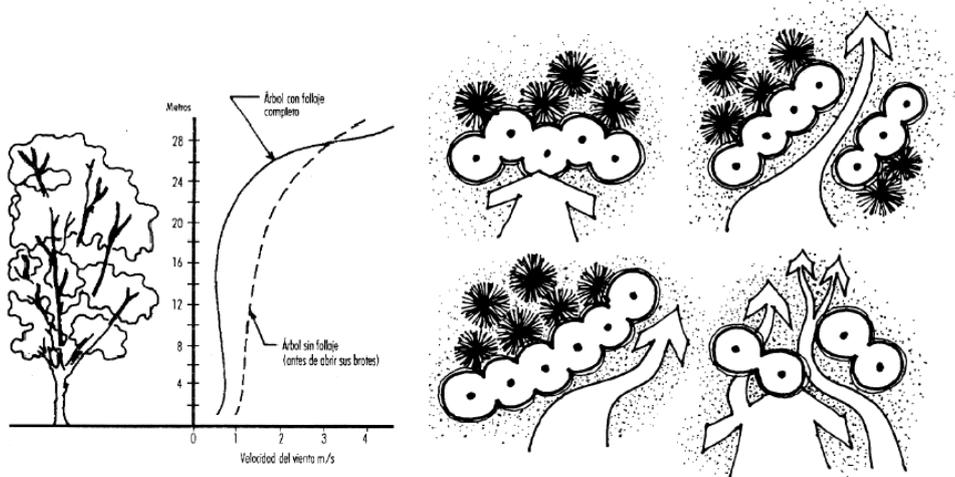
b) Muro vegetalizado de estructura metálica a dos aguas



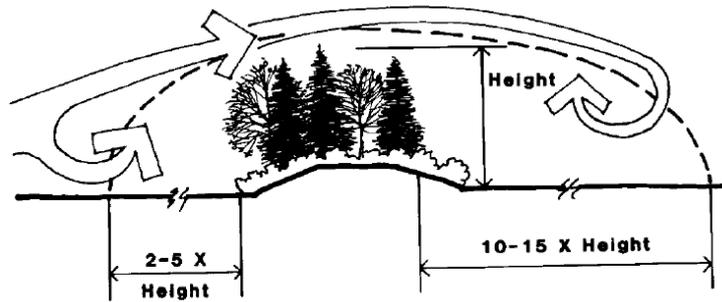
c) Muro vegetalizado de estructura metálica vertical

Control del viento

Control de la dirección del viento



Influencia del follaje en el perfil de la velocidad del viento en un bosque de robles



Cierto grado (60%) de penetrabilidad del viento mejora efecto cortaviento del arbolado. Factores de efectividad de los cortavientos con arbolado:

- Altura
- Densidad de plantación

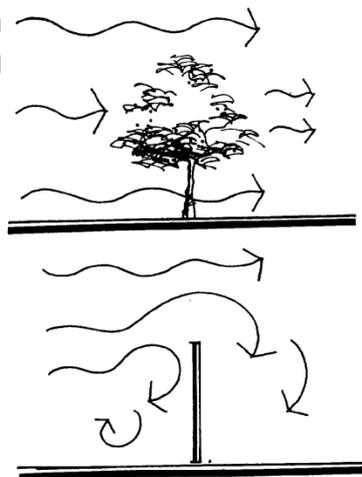


Figure 2-16. Wind turbulence.

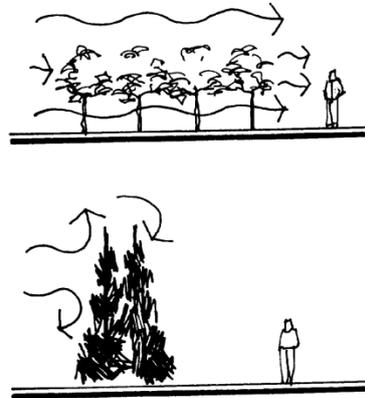
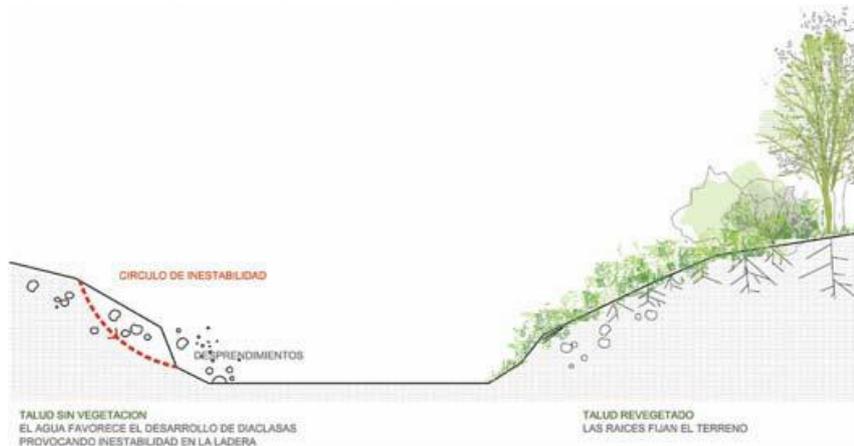


Figure 2-17. Increasing wind protection.

## Mejora hidrológica y prevención de la erosión

Más asociado a jardinería en vías de áreas periurbanas reduciendo las escorrentías entre un 2-7%, un árbol de tamaño medio puede interceptar 9 m<sup>3</sup> anuales. Son importantes los lavados de finos por escorrentía superficial y filtraciones profundas y su consiguiente derrumbe.



## Beneficios socioeconómicos

El color, textura, forma y línea suavizan la dura geometría urbana. En calles comerciales arboladas aumentan la frecuencia y la duración de las visitas de compradores, y éstos están dispuestos a pagar más. Los espacios con árboles son más utilizados, incrementan las interacciones entre los residentes, pueden contribuir a reducir los niveles de violencia doméstica y crear vecindarios más sociales y seguros.

Existe una mayor disposición a pagar más (entre un 3 y un 7%) más por propiedades con árboles en buen estado. Ayuda a mejorar efectos psicológicos como los sentimientos de pérdida, fatiga mental y concentración así como stress y la recuperación de enfermedades.

Experimentalmente ha sido estudiado el efecto Ulrich (Ulrich, 1975), consiste en la disminución del estrés y la inducción de un estado de relajación lúcida, reflejado en la mayor amplitud de las ondas alfa del electroencefalograma del individuo sometido al experimento. El sombra del pavimento prolonga la vida del asfalto.

## Costes

### Plantación y mantenimiento

- Poda
- Plantación
- Retirada
- Tratamientos
- Riegos

### Conflictos con infraestructura

- Bordillos
- Pavimento
- Conducciones de agua, etc.

### Recuperación y reciclado

### 1.3. Emplazamiento

#### Maximización de beneficios climáticos

- Sombreado de zonas comunes, calles, aparcamientos y áreas comerciales
- Árboles grandes: necesidades de espacio aéreo y subterráneo, mayor consumo de CO<sub>2</sub>. Los árboles de crecimiento rápido consumen más CO<sub>2</sub> pero pueden ser menos longevos. Además se les debe proveer de un suelo apropiado (tipo, profundidad, ...), proveer de superficies permeables y crear hábitats diversos en especies y edades.

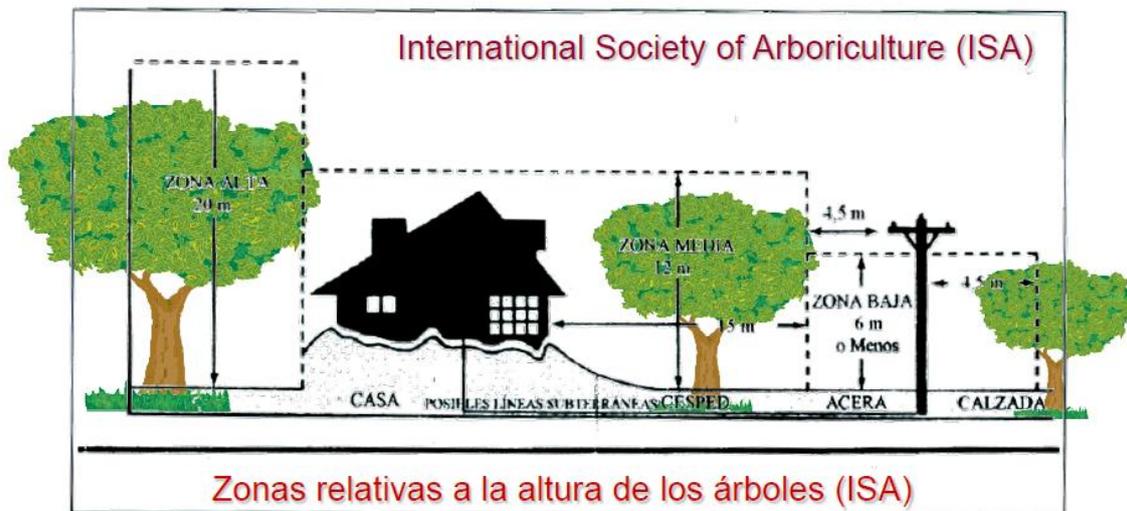
#### Reducción de escorrentías

- Hoja perenne, grande y rugosa. Coníferas interceptan más lluvia y especies con bajas necesidades hídricas.

#### Prestar atención a infraestructuras

- Asegurar la visibilidad (cruces, señales, báculos, farolas, ...)
- Recordar que la base del tronco ensancha
- Observar líneas de conducción aérea y subterráneas (ver zonas de altura)
- Evitar raíces superficiales en aceras, bordillos, ...

Evitar los cambios drásticos en la forma natural del arbolado consecuencia de una mala ubicación (y un mal diseño).



Especies agresivas: Eucaliptos, ficus, castaño de indias, olmo, roble, sauce, álamo, arce, abedul, fresno, falsa acacia, haya, tilo, etc.

## 1.4. Marco y reglamento

### Gestión del arbolado urbano

Calidad a través de la reglamentación: La calidad de los espacios verdes y su arbolado está regulada a través de diferentes normas y reglamentos.

#### Índices de calidad

- Espacios verdes: Extensión, accesibilidad, dotaciones, ...
- Arbolado: Estructura, salud, funcionalidad, belleza, ...

#### Niveles reglamentarios

- **Estatal:** Ley del Suelo - Consejo de Ministros de 14/07/2006
- **Autonómico:** Ordenación del territorio (gobierno regional) y planeamiento municipal (ayuntamiento).
- **Municipal:** Planeamiento General del término (calificación urbanística), planes especiales (construido), y planes parciales (nuevos desarrollos), proyectos de urbanización y ejecución jurídica (distribución de la propiedad) y ordenanzas municipales (Normas urbanísticas del PGOU y Ordenanza de redacción de Proyectos de Urbanización, Control de las Obras y Recepción de las mismas en el T.M. de Cartagena).

Resultados de encuestas sobre los impactos negativos visibles en la conservación de las zonas verdes públicas.

Nº de orden	Impacto	Puntos	%
1º	Limpieza en general	204	28.17
2º	Mobiliario roto	101	13.95
3º	Plantas secas	98	13.53
4º	Césped seco	75	10.35
5º	Excrementos de perros	72	9.94
6º	Caminos en mal estado	62	8.56
7º	Malas hierbas	38	5.24
8º	Setos sin recortar	30	4.14
9º	Riego inadecuado	29	4.05
10º	Elementos de Fábrica rotos	15	2.07

#### Problemas

- Sentimiento, pasión y manipulación (subjetividad y presión en la gestión)
- Divorcio y contradicción entre diseño y mantenimiento
  - Urbanismo, Obras públicas, concejalías...
  - Criterio del Técnico de parques y jardines: Utilización racional de especies de acuerdo al espacio disponible, ubicación y separación correcta de puntos de plantación, viales y edificios, dotaciones presupuestarias adecuadas y exigencia y control de calidad, diseño de pavimentos y alcorques en relación a las especies, exigencia y control de calidad del suelo y subsuelo, convivencia raíces con servicios subterráneos (alcantarillado, luz, etc.)
- Hostilidad y anti-naturalidad del entorno
- Carencias formativas de técnicos
- Contrataciones a la baja e incapacidad de control
- Valoración y ultraconservación
- VI

## 1.5. Gestión, diseño y valoración

### Plan de Gestión

- **El plan del árbol:** Tratamiento a largo plazo de un recurso que funciona a largo plazo y no es un proyecto.
- Se debe valorar desde resultados en ordenación territorial, bienestar y confort del ciudadano.
- Debe resolver:
  - Falta de conocimiento del árbol y sus exigencias
  - Falta de conocimiento de su estado en la ciudad
  - La acertada selección de especies con su consecuente reducción de la mortalidad
  - Conservación y salud del arbolado
  - Protección, sobre todo durante las obras (Ingeniería civil)
  - Falta de formación de los servicios públicos (PyJ)
  - Reglamentación inadecuada e insuficiente
  - Ejecución de trabajos de calidad (expertos arboricultores)
  - Coordinación distintos organismos y servicios municipales implicados
- **Desarrollo de una política del árbol:** debe recoger los siguientes objetivos
  - Oficializar el compromiso del ayuntamiento en la gestión del recurso y obtener el apoyo y participación de los ciudadanos.
  - Analizar la situación presente del arbolado, conociendo mejor el recurso y una mejor gestión
  - Establecer políticas y prioridades de gestión (que lo incluya en la planificación urbana y en reglamentos).
  - Evaluar y dotar de recursos humanos, financieros y técnicos necesarios
  - Proponer medidas concretas de intervención para la protección y desarrollo del recurso árbol
- Etapas primordiales del plan de gestión: Inventario y elaboración del reglamento. Como por ejemplo "Plan de Mejora de la Gestión del Arbolado Viario de la Ciudad de León".

### Características de la ficha del inventario

- Unidad de gestión (adaptación de fichas al tipo de elemento que hay que gestionar)
- La ficha del inventario debe contemplar:
  - Localización, código de mantenimiento según tipología y código de calidad
  - Naturaleza del espacio (jardines históricos, parques, bordes de carreteras, etc.)
  - Situación paisajista actual y evolución de futuro

### Módulos de gestión integrados en INGRID

- Planificación
- Emisión de ordenes de trabajo
- Seguimiento de ejecución según planificación
- Análisis de rendimientos
- Análisis de costes:
  - Labor
  - m<sup>2</sup> de zona verde

Para que no encontremos desperfectos como pavimento roto, árboles mal anclados, separación inadecuada, tamaño inadecuado debemos tener en cuenta las condiciones mínimas del proyecto.

## Condiciones mínimas de proyecto

1. Dimensiones de arbolado viario
  - Diámetro de copa:
    - Estrecha menos de 4 metros de ancho
    - Mediana entre 4 y 6 metros de ancho
    - Grande más de 6 metros de ancho
  - Altura:
    - Baja menos de 6 metros de alto
    - Media de 6 a 15 metros de alto
    - Grande más de 15 metros de alto
  - Considerando su máximo desarrollo
    - Porte pequeño altura baja y copa estrecha o mediana
    - Porte mediano: altura mediana y copa mediana
    - Porte grande: gran altura y copa media o grande
2. Servidumbres
  - **Distancia a edificaciones:** Distancia mínima del eje del árbol a la línea de edificación 2 metros, especies de gran porte un mínimo de 3.5 metros.
  - **Tránsito peatonal:** Copa y tronco no invadirán la acera con una anchura de 2.5 metros y altura de 2.25 metros
  - **Galibo de tránsito rodado:** Ninguna parte del árbol debe invadir la vertical del borde de calzada hasta una altura de 4 metros. No se considera calzada al espacio de aparcamiento. Además, distancia mínima del punto de plantación al borde de la calzada será de 0.5 metros.
  - **Señalización vertical:** Ninguna parte del árbol debe impedir la visibilidad de los elementos de señalización vertical consolidados desde una distancia de 30 metros (desde el punto de vista del conductor).
3. Plantación en aceras: Proyectos de nueva urbanización árbol acera  $\geq 4$  metros. Proyectos de reforma de calles arboladas árbol acera  $\geq 2.6$  metros.
4. Plantaciones bandas de aparcamiento: Arbolado de aceras con árbol  $< 3$  metros. No invade la servidumbre del peatón y precisa de isletas de protección
5. Plantaciones en medianas y rotondas: Dimensiones mínimas medianas = 2 metros, rotondas = 6 metros.
6. Marcos de plantación

Árboles de copa	Marco mínimo (metros)	Marco recomendado (metros)
Estrecha	4	5
Mediana	6	7
Ancha	8	10

7. Elección de especies

Se evitarán especies de elevado consumo hídrico, sensibles a las condiciones urbanas, exigentes en mantenimiento, fructificación o floración molesta, fragilidad de las ramas y baja tolerancia a la poda entre otros.

Género y especie	Medidas orientativas al plantarlo		Medidas orientativas 10-15 años después	
	Altura (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Anchura (m)
<i>Cercis siliquastrum</i>	2.5	1.5	4-4.5	3.5
<i>Acer negundo</i>	2.5-3	1.5-2	5-6	4
<i>Catalpa bignonioides</i>	2.5	2	5-6	4-5
<i>Gleditsia tricanthos</i>	2.5	1.5	5	3-4
<i>Koelreuteria paniculata</i>	2	1.5	4	3
<i>Morus alba</i>	2	1	3-4	2-3
<i>Paulownia tomentosa</i>	2.5	1.5	5	3-4
<i>Populus alba</i>	2-3	1	7-8	4-5
<i>Prunus cerasifera</i>	2.5	1	5	5
<i>Quercus ilex</i>	1.5-2	1	5	2-3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2.5	1	8	5
<i>Tilia platyphyllos</i>	2.5	1	7	6
<i>Platanus hybrida</i>	2.5-4	1	6-8	5-6

PLANTACIÓN DE OBRA NUEVA			
	Acera 2.5 a 3.5 m Arbolado de pequeño porte. Distancia de plantación 7 m	Acera 3.5 a 6 m. Arbolado de porte mediano. Distancia de plantación 9 m	Acera de más de 6 m. Arbolado de porte grande. Distancia de plantación 13 m.
Remodelaciones	<i>Cercis siliquastrum</i> <i>Citrus aurantium</i> <i>Hibiscus syriacus</i> <i>Magnolia grandiflora</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Prunus cerasifera</i> <i>Atropurpurea</i> <i>Prunus serrulata</i> <i>Pyrus communis</i>	<i>Acer saccharinum</i> <i>Albizia julibrissin</i> <i>Brachychiton populneus</i> <i>Catalpa bignonioides</i> <i>Cercis siliquastrum</i> <i>Jacaranda mimosifolia</i> <i>Koelreuteria paniculata</i> <i>Magnolia grandiflora</i> <i>Melia azedarach</i> <i>Populus alba</i> <i>Populus simonii</i> <i>Prunus serrulata</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Sophoro japonica</i> <i>Talia sp.</i>	<i>Ailanthus altissima</i> <i>Greditsia t. Innermis</i> <i>Jacaranda mimosifolia</i> <i>Platanus x hispanica</i> <i>Populus simonii</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Tilia sp.</i> <i>Tipuana tipu</i>
Excepcionalmente	<i>Acacia saligna</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Tamarix gallica</i>	<i>Acacia saligna</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Ginkgo biloba</i> <i>Grevillea robusta</i> <i>Morus alba</i> <i>Populus nigra "Italica"</i> <i>Washingtonia sp.</i>	<i>Eucalyptus sp.</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Pinus pinea</i> <i>Washingtonia sp.</i>

### Estabilidad del arbolado urbano: Análisis del riesgo de rotura

#### Fundamentos de los modelos de trabajo

- Valoración del riesgo de rotura es f (Componentes de la Estática Arbórea)
- Componentes a estudiar en la Estática Arbórea:
  - Propiedades estructurales según tipo de madera (catálogo Stuttgart)

- Geometría (sección a  $\neq$  alturas)
- Cargas soportadas (C. fricción, factor de turbulencia, C. aerodinámico del árbol, ...)
- Espesor pared (t)  $\geq \frac{1}{3}R$  tronco
- Aspecto externo del árbol (el más importante)

#### Limitaciones

- No considera roturas parciales de ramas
- Coste de 1 análisis de tracción (500 €/árbol): Modelo V - Peter Sterken (2004)

## 2. Arbolado urbano

### 2.1. Plantación del arbolado urbano

- Replante o ubicación plantas de cierto porte en el terreno
- Sistemas de ahoyado. Preparación para la plantación

La plantación debe ser "alta" con una profundidad del hoyo de entre unos 1.5 a 2 metros de altura del cepellón. Evaluar el drenaje con modificaciones del  $\phi_{hoyo} = 1.5 \cdot 2 \cdot \phi_{cepellón} \cdot [f(\text{compactación})]$ . Pendiente hacia el fondo y "rascado" con maquinaria. No cubrir la parte alta del cepellón

- Dimensiones de los hoyos según tamaño de las plantas
  - Palmeras y arboles muy grandes: 120x120x120 ó 150x150x150
  - Palmeras jóvenes: 50x50x50 ó 70x70x70
  - Trepadoras: 40x40x40
  - Árboles jóvenes 60x60x60
  - Arbustos: 40x40x40
  - Plantas tropicales: 50x50x50 ó 70x70x70
  - Vivaces de flor: 20x20x20
  - Setos: 40x40x40

#### Formatos de producción

- A raíz desnuda: La plantación a raíz desnuda se realiza colocando un tutor e incorporando tierra superficial para fijarlo, a continuación se introduce la planta quebrando el tutor de la raíz hasta donde sea necesario. Incorporamos toda la tierra superficial y hasta completar la tierra profunda en superficie.
- Cepellón: La plantación por cepellón se incorpora tierra superficial hasta 1/3 aproximadamente donde se coloca el cepellón y se completa con tierra.
- Contenedor

#### Época de plantación

FACTORES A CONSIDERAR				EPOCA DE PLANTACIÓN												
ZONA CLIMÁTICA	ORIGEN	TIPO DE HOJA	SUMINISTRO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
templada	templado - frío	caduca	raíz desnuda													
			cepellón													
			contenedor													
		persistente	cepellón													
			contenedor													
cálido	caduca y persistente	cepellón														
		contenedor														
fría		caduca														
		persistente														

En general:

- Plantas de clima frío o templado en época fría (la savia se ralentiza).
- Planta, cuando hace calor (junio a septiembre).
- Coníferas, septiembre a abril.

Como norma evitar: calor excesivo, heladas, vientos, lluvias, ...

- NTJ 07C "Coníferas"

**Suministro:** especificaciones particulares

Setos: Ramificadas desde la base con follaje completo, rama central intacta. Ejemplares de + de 3 metros se recortarán anualmente para limitar y equilibrar su desarrollo.

**Épocas:** Cuando presente poca actividad fisiológica de la planta, evitando el periodo crítico de la brotación.

FACTORES A CONSIDERAR			ÉPOCA DE PLANTACIÓN											
Origen de la especie	Zona climática de plantación	Tipo de suministro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Árboles de clima mediterráneo o templado	Mediterráneo	Con cepellón												
		En contenedor												
Árboles de clima subtropical	Mediterráneo	Con cepellón												
		En contenedor												
Árboles de clima mediterráneo o subtropical	Subtropical	Con cepellón												
		En contenedor												

Época preferente:   
Época complementaria 

- NTJ 07C "Árboles de hoja caduca"

A raíz desnuda:

Especies de trasplante delicado

Albizia julibrissim
Bauhinia sp.
Celtis sp.
Cercis siliquastrum
Chorisia speciosa
Erythrina sp.
Ginkgo biloba
Jacaranda mimosifolia
Lagerstroemia sp.
Tamarix sp.
Tipuana tipu

FACTORES A CONSIDERAR			ÉPOCA DE PLANTACIÓN											
Origen de la especie	Zona climática de plantación	Tipo de suministro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Árboles de clima mediterráneo o templado	Mediterráneo	De hoja caduca a raíz desnuda												
		De hoja caduca con cepellón												
		De hoja caduca en contenedor												
Árboles de clima subtropical	Mediterráneo	De hoja caduca con cepellón												
		De hoja caduca en contenedor												
Árboles de clima mediterráneo o subtropical	Subtropical	De hoja caduca con cepellón												
		De hoja caduca en contenedor												

- NTJ 07E "Árboles de hoja perenne"

FACTORES A CONSIDERAR			ÉPOCA DE PLANTACIÓN											
Origen de la especie	Zona climática de plantación	Tipo de suministro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Árboles de clima mediterráneo o templado	Mediterráneo	De hoja perenne con cepellón	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		De hoja perenne en contenedor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Árboles de clima subtropical	Mediterráneo	De hoja perenne con cepellón	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		De hoja perenne en contenedor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Árboles de clima mediterráneo o subtropical	Subtropical	De hoja perenne con cepellón	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		De hoja perenne en contenedor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Época preferente: ■  
Época complementaria: ■

- NTJ 07P "Palmeras"

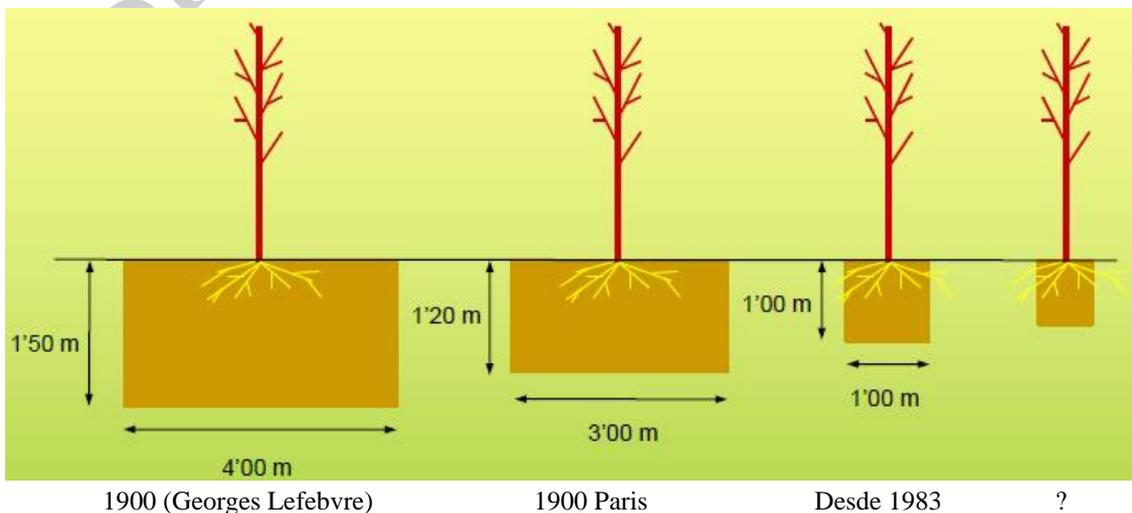
FACTORES A CONSIDERAR			ÉPOCA DE PLANTACIÓN											
Tipo de suministro	Zona de plantación	Especie	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
En contenedor	España (incluida Canarias)	Cualquiera	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Con cepellón y repicado	España (incluida Canarias)	Cualquiera	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Palmeras depositadas	España (incluida Canarias)	Cualquiera	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Con cepellón sin repicado	España	Chamaerops humilis	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Phoenix canariensis	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Phoenix dactylifera	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Washingtonia sp.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Con cepellón sin repicado	Canarias	Butia capitata	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Trachycarpus fortunei	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
En contenedor	Canarias	En contenedor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

## 2.2. Plantación arbolado urbano

- Marcos de plantación (mínimos en NTJ 08B Trabajos de plantación)

Medidas mínimas de alcornoques en Pliegos de Condiciones: 1 m<sup>3</sup> para árboles

Evolución de los hoyos de plantación en ciudades histórico:



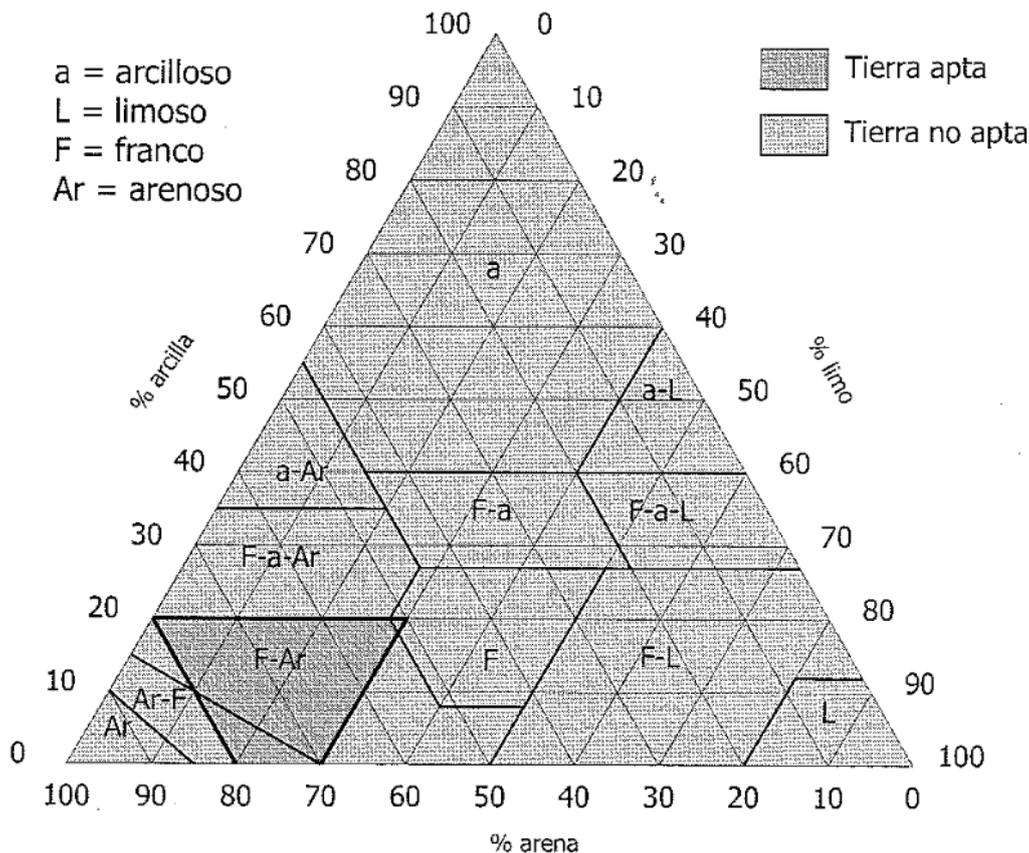
**Relleno del hoyo de plantación.** El aporte de la tierra se realizará por fases para evitar la formación de bolsas de aire.

En esta operación y según las características del material extraído de la excavación, se pueden diferenciar las posibilidades de utilización siguientes.

**Uso del material extraído de la excavación:**

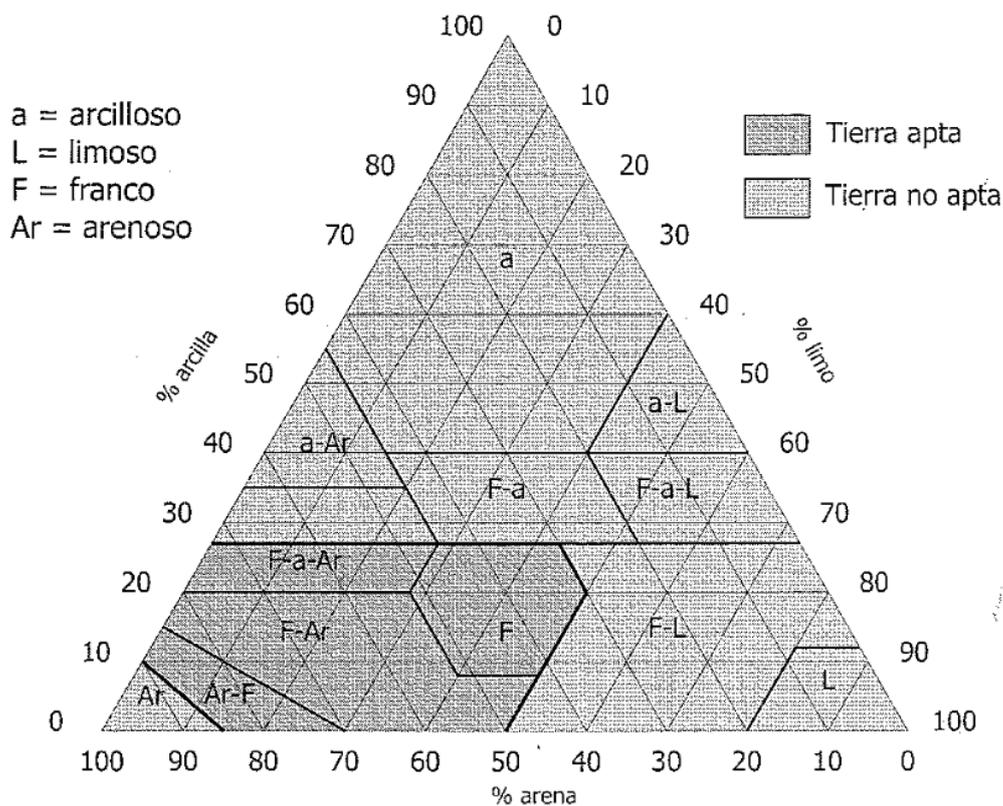
• Adecuado al desarrollo de raíces.	Uso directo.
• Medianamente adecuado al desarrollo de las raíces	Mezcla con tierra fértil o similares y abonado.
• Inadecuado al desarrollo de las raíces	Sustitución con tierra fértil. La tierra excavada se llevará al vertedero.

**RANGOS DE TEXTURA PARA LAS TIERRAS VEGETALES DE CALIDAD ALTA**



It's product of Georgius Milán Academic all rights

**RANGOS DE TEXTURA PARA LAS TIERRAS VEGETALES DE CALIDAD MEDIANA**



It's product of Georgius Milán Academic all rights

**CUADRO 5:  
EVALUACIÓN DEL pH DEL SUELO**

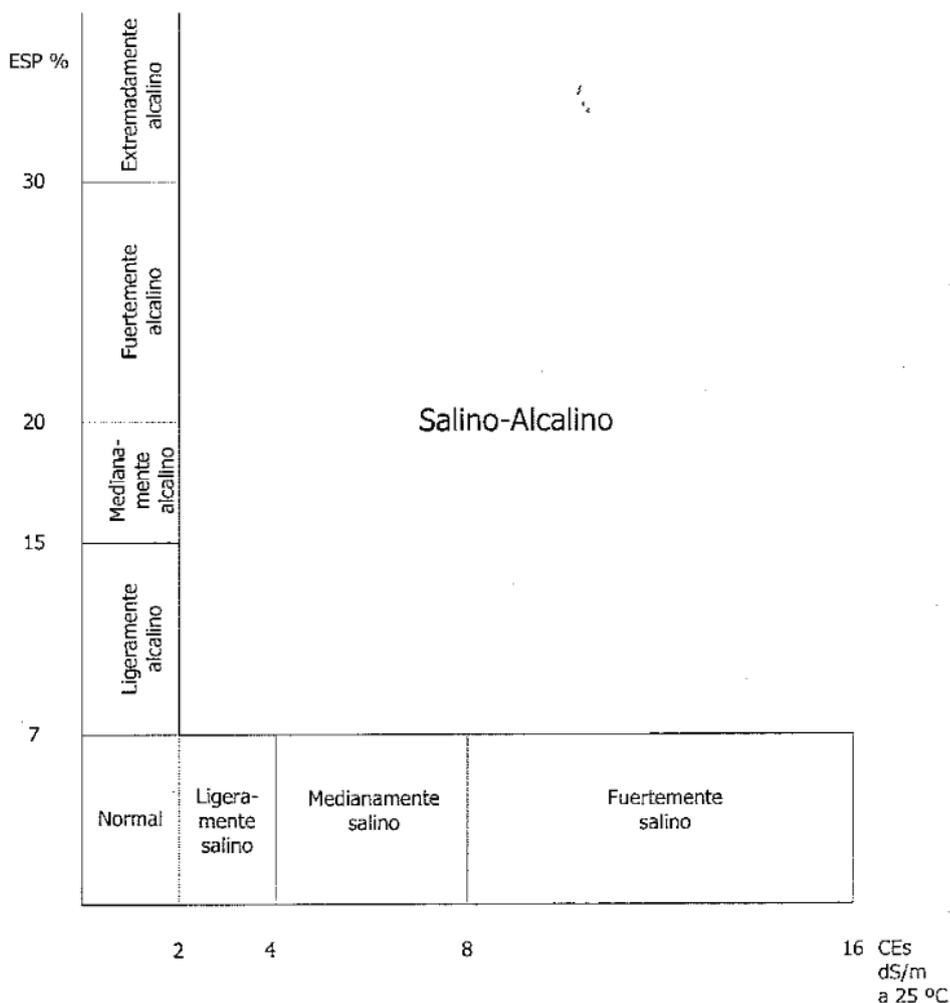
Valor del pH	Evaluación (denominación)
< 4,5	extremadamente ácido
4,5-5	muy fuertemente ácido
5-5,5	fuertemente ácido
5,5-6	medianamente ácido
6-6,5	ligeramente ácido
6,5-7,3	neutro
7,3-7,8	ligeramente básico
7,8-8,4	moderadamente básico
8,4-9	ligeramente alcalino
9-10	alcalino
> 10	fuertemente alcalino

**CUADRO 10:  
EVALUACIÓN DEL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA**

Porcentaje en materia orgánica (método del carbono orgánico oxidable)	Evaluación (denominación)
< 0,9 %	muy bajo
0,9-1,4 %	bajo
1,4-1,9 %	medio-bajo
1,9-2,4 %	medio
2,4-2,9 %	medio-alto
2,9-3,9 %	alto
> 3,9 %	muy alto

Fuente: NTJ 02A: Acopio de tierra vegetal de obra

**EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD DEL SUELO SEGUN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (pasta saturada) Y EL PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE (ESP)**



It's product of Georgius Milán Academic all rights

Acondicionamiento del suelo

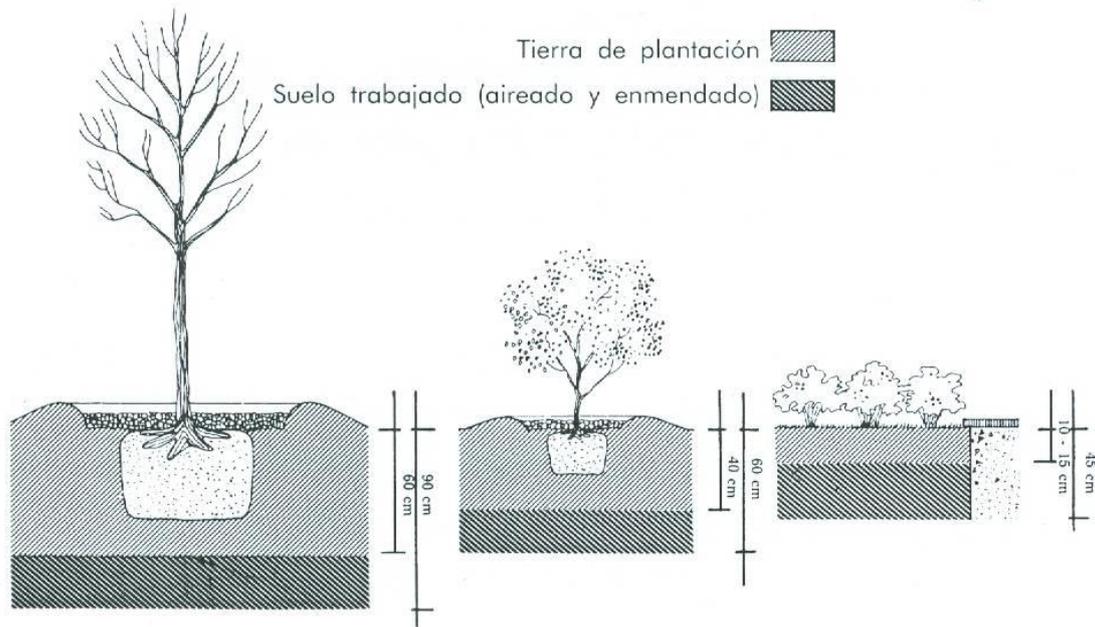


Fig. 2. Acondicionamiento del suelo para los trabajos de plantación

Subsolar suelos compactados alrededor del hoyo

Cuidados post-plantación

Entutorado

Objetivo: Anclaje, apoyo y protección

A tener en cuenta:

- Tipo de estaca [f(ubicación, porte árbol)]
- Necesidad de protección y/o entutorado
- Coníferas, árboles de hábito vertical y raíz desnuda no necesitan apoyo ¿?
- Longitud de las estacas

Riego

- Diseño alcornoque debe favorecer alejamiento del agua del tronco
- Riego copioso tras plantación
- Frecuencia elevada en la 1ª estación de crecimiento (2 riegos/semana) hasta el desarrollo raíces en el nuevo suelo

**Riego de plantación orientativo (en litros):**

Árboles	50 - 200
Arbustos de más de 200 cm de altura	40 - 50
Arbustos de 40 - 200 cm de altura	20 - 40
Arbustos de 40 cm de altura, como máximo	1 - 10

### Fertilización

- Adición fertilizantes, corrección del suelo o estimulantes radiculares
- Árbol debe provenir del vivero adecuadamente fertilizado

### Poda

Objetivos: Regular crecimiento (aéreo-radicular)

A tener en cuenta:

- Menos poda en un árbol joven, más crecimiento total, situación de las ramas
- Tras la plantación eliminar, eliminación de ramas mal dirigidas o cruzadas.
- Eliminación de ramas muertas o dañadas
- Eliminación de pollizos o sierpes
- Eliminación de ramas demasiado próximas al eje
- Eliminación de "chupones" no aprovechables

Hemos de definir la forma final de seguimiento posterior

## 2.3. Adquisición del arbolado urbano

### Calidad

		BÁSICAS	COMPLEMENTARIAS
INTERNAS		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hidratación</li> <li>▪ Sanidad</li> <li>▪ Compatibilidad</li> <li>▪ Autenticidad varietal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistencia a estrés abiótico</li> </ul>
EXTERNAS	Fácilmente visibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tamaño de la planta</li> <li>▪ Formación-ramificación</li> <li>▪ N° de brotaciones</li> <li>▪ Sistema radical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vigor</li> <li>▪ Relación aérea-radical</li> <li>▪ Homogeneidad</li> <li>▪ Nomenclatura botánica</li> <li>▪ Colar</li> </ul>
	Difícilmente visibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanidad vegetal (hongos, virus, bacterias)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia de transplante</li> </ul>

### Formas de presentación

- Sistema radicular

En plantas a raíz desnuda

- ❖ Equilibrado
- ❖ Raíces dañadas
- ❖ Espiralización
- ❖ Color blanquecino
- ❖ Deshidratación

En árboles con cepellón y palmeras

- ❖ Forma del cepellón
- ❖ Proporcional al tamaño del árbol  $\phi_{tronco} = 3 \cdot \phi_{cepellón}$
- ❖ Tronco centrado en cepellón

- Sistema aéreo

El tronco

- ❖ Rectitud y uniformidad
- ❖ Ausencia de ramas dominantes
- ❖ Tronco único que adelgaza gradualmente
- ❖ Ausencia de chupones y renuevos
- ❖ Perímetro del tronco ("medida")

La copa

- ❖ Forma natural de la especie o variedad
- ❖ Árboles de copa flechada con 2/3 copa inalterado
- ❖ Follaje sano y del color de la especie o variedad
- ❖ Árboles injertados, bien unido al portainjerto

- Transporte de árboles y palmeras

Objetivo: "Conseguir las mayores tasas de supervivencia, incluso mejorar el ejemplar, en el mejor estado posible y con la mayor seguridad, conservando el valor de la planta".

Descartar:

- ❖ Si no existen garantías de supervivencia
- ❖ Se produce pérdida del valor patrimonial
- ❖ Ejemplares con afecciones graves de plagas y enfermedades
- ❖ Árboles monumentales
- ❖ Ejemplares que estén disponibles con características similares

Para el repicado de un ejemplar para su trasplante en varias fases, se hace un primer repicado abriendo una zanja en el lateral de unos 25-40 cm incorporando posteriormente relleno de la zanja sin raíces, otro segundo y hasta un tercero de iguales características. Se colocan los vientos y las señalizaciones.

<b>Caducifolios de clima frío</b>	
■ INVIERNO	Durante el periodo de reposo vegetativo* y especialmente al final, antes de la brotación primaveral. Después de la caída de las hojas
<b>Perennifolios de hoja ancha</b>	
■ FINAL DE INVIERNO	Preferentemente al final del periodo de reposo vegetativo y antes de la brotación primaveral
■ FINAL DE VERANO	Durante el periodo de reposo vegetativo de verano antes de la brotación de otoño
<b>Perennifolios de hoja estrecha (Coníferas y Resinosas)</b>	
■ FINAL DE INVIERNO	Al final del periodo de reposo vegetativo y antes de la brotación primaveral
■ FINAL DE VERANO	Preferentemente después del periodo de reposo vegetativo de verano antes de la brotación de otoño
<b>Especies de climas cálidos, palmeras y afines</b>	
■ PRIMAVERA	Necesitan temperaturas suaves y cálidas preferentemente especies subtropicales
■ PRINCIPIO DE VERANO	Preferentemente palmeras y similares

**Características arbolado y trasplante. Trasplante convencional (Valencia)**

Especie	Nº árboles trasplan.	Mes de trasplante	Altura (m)	Perim. tronco en base (m)	Ø del cepellón	Clase del cepellón	Estado vegetativo	Trasplante		% Éxito
								Éxito	Fracaso	
<i>Chorisia speciosa</i>	38	10-11	6-8,5	0,70-1,10 *	0,80-1,20	Malla metálica	Bueno	38		100
<i>Yucca elephantipes</i>	4	10-11-01	5-6	Varios brazos	1,30-1,60	Malla metálica	Bueno	4		100
<i>Cedrus deodara</i>	12							2	10	16,66
Pequeños	7	10-11-01	4-6	0,40-0,55	1,20-1,30	Escayola	Regular/Mal	(2)	(5)	28,57
Grandes	5	11	9-13	0,75-1,25	1,40-(1,90)	Escayola (cade)	Regular	(0)	(5)	0,00
<i>Cupressus lambertiana</i>	5	11	3-4,5	0,25-0,40	0,60-1,10	Escayola	Contami. foliar	0	5	
<i>Cupressus arizonica</i>	4	11	4-4,5	0,30-0,40	1,10	Escayola	Malo	0	4	
<i>Magnolia grandiflora</i>	2	11	3,5 y 4,5	0,12 y 0,50	0,80 y 1,30	Escayola	Malo/Bueno	0	2	
<i>Pinus halepensis</i>	4	05	13-14	1,23-1,50	1,80-1,90	Escayola	Daños obra	?	?	?
<i>Ligustrum japonica</i>	1	11	5	0,70	1,30	Malla metálica	Bueno	1		
<i>Laurus nobilis</i>	1	11	5	Ramificado	1,30	Malla metálica	Bueno	1		
<i>Lagerstroemia</i>	1	02	4	0,90	1,50	Malla metálica	Bueno	1		
<i>Platanus orientalis</i>	6	12-02	5-7	1,20-1,85		Raíz desnuda	Bueno	3	3	
<i>Dracaena indivisa</i>	1	10	3	0,18	0,60	Escayola	Regular	1		
<i>Chamaerops humilis</i>	1	10	2,5	Varios brazos	0,60	Malla metálica	Bueno	1		
<i>Chamaerops ecelsia</i>	1	01	2,5		0,60	Malla metálica	Bueno	1		
<i>Washingtonia robusta</i>	1	10	3		1,10	Malla metálica	Bueno	1		
Total	82							54	24	65,85

\* = Perímetro máximo.

It's product of Georgius Milán Academic all rights

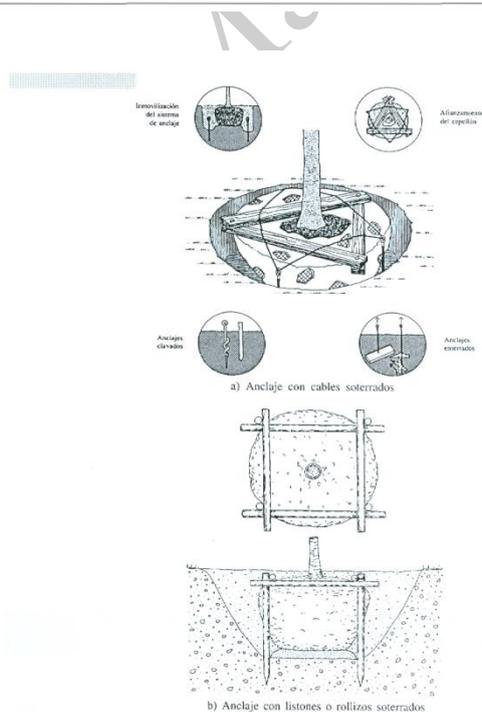
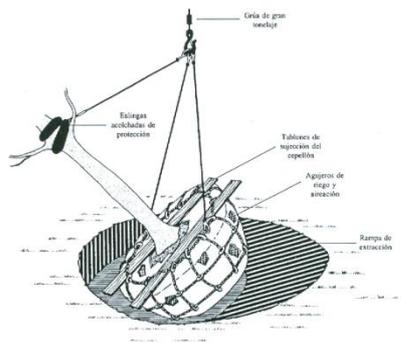


Fig. 4. Ejemplos de anclajes subterráneos

Más información en la Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ 03S: Sustentación artificial y protección del arbolado.

Tamaño del ejemplar (cm)	Tamaño del cepellón (cm)	Peso (toneladas)
30	75 x 50	0,4
40	100 x 60	0,8
50	125 x 75	1,7
60	150 x 90	3
70	175 x 105	4,5
80	200 x 120	6,8
90	225 x 135	10
100	250 x 150	13

El peso real puede variar sensiblemente en función de los tipos de suelo, especie del árbol, etc.

Se puede extraer un volumen determinado de suelo en iguales condiciones de humedad para calcular el peso total del cepellón.

$$\text{Peso del cepellón} = \frac{\text{Peso de la muestra} \times \text{Volumen del cepellón}}{\text{Volumen de la muestra}}$$

## 2.4. Normativa aplicable a arbolado urbano

- NTJ 07C: Coníferas y resinosas
- NTJ 07E: Árboles de hoja perenne
- NTJ 07A: Suministro del Material vegetal. Calidad General

- NTJ 08B: Trabajos de plantación
- NTJ 08C: Técnicas de plantación árboles
- NTJ 08E: Trasplante de grandes ejemplares
- NTJ 03E: Protección de los elementos vegetales en los trabajos de construcción

#### Ordenanzas Municipales sobre Protección del Arbolado

DIN 18916. Plantas y trabajos de plantación. Calidad de las plantas.

DIN 18920. Protección de árboles

Se protegerá un área mayor que el conjunto de las proyecciones de las copas de los árboles de manera que la distancia mínima del cercado a dicha proyección sea de:

- 2 m para árboles en general.
- 1,5 m para las palmeras.
- 4 m para los árboles de porte columnar.

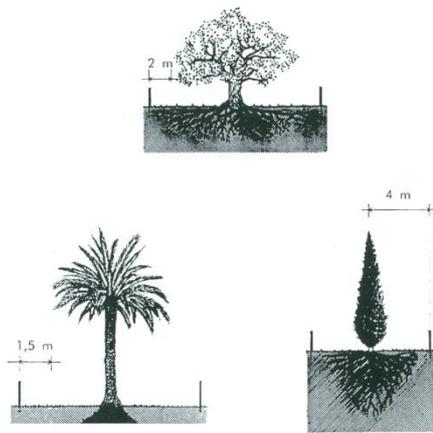


Fig. 3. Localización de los cercados de protección

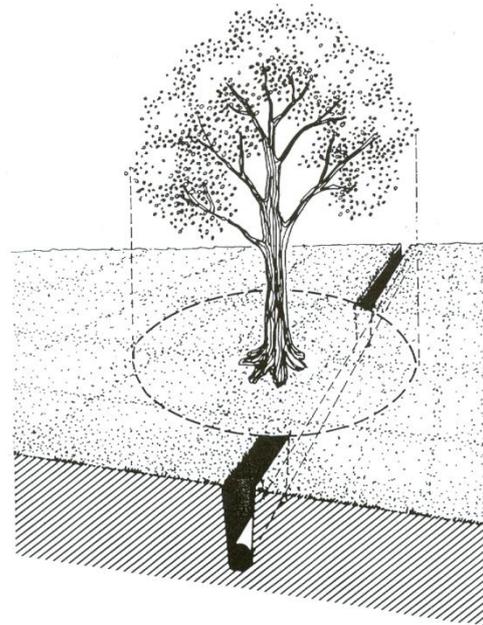


Fig. 7. Paso de canalización en túnel por debajo del árbol

### 3. La poda de los árboles ornamentales I

Hay que contemplar si realizar podas o respetar la naturaleza del árbol, porque los árboles tienen la "mala" costumbre de crecer (*Del Cañizo, 2006*)

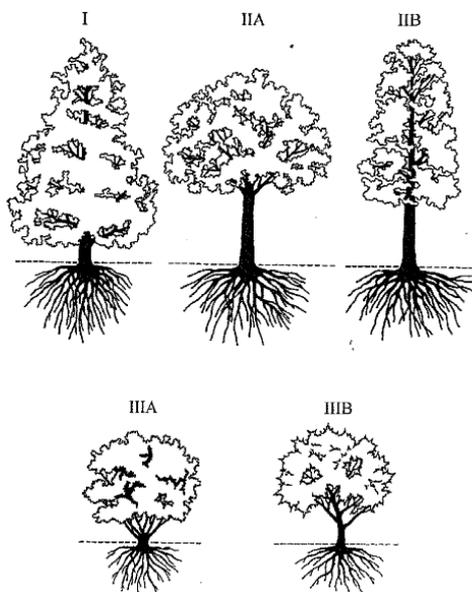
#### 3.1. Morfología y funcionamiento del árbol

- Raíces y su relación con la copa

Funciones

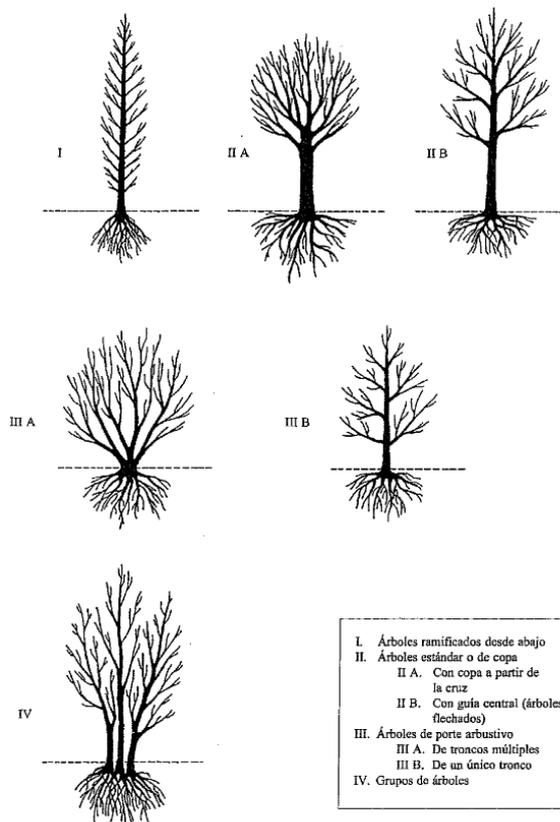
- Anclaje
- Absorción y acopio de reservas, que dependen de:
  - Especie
  - Calidad del suelo

TIPOLOGÍA DE LOS ÁRBOLES DE HOJA PERENNE



- I. Árboles ramificados desde la base
- II. Árboles estándares o de copa
  - II A. Con copa a partir de la cruz
  - II B. Con guía central (árboles de copa flechados)
- III. Árboles de porte arbustivo
  - III A. De troncos múltiples
  - III B. De un único tronco

TIPOLOGÍA DE LOS ÁRBOLES DE HOJA CADUCA

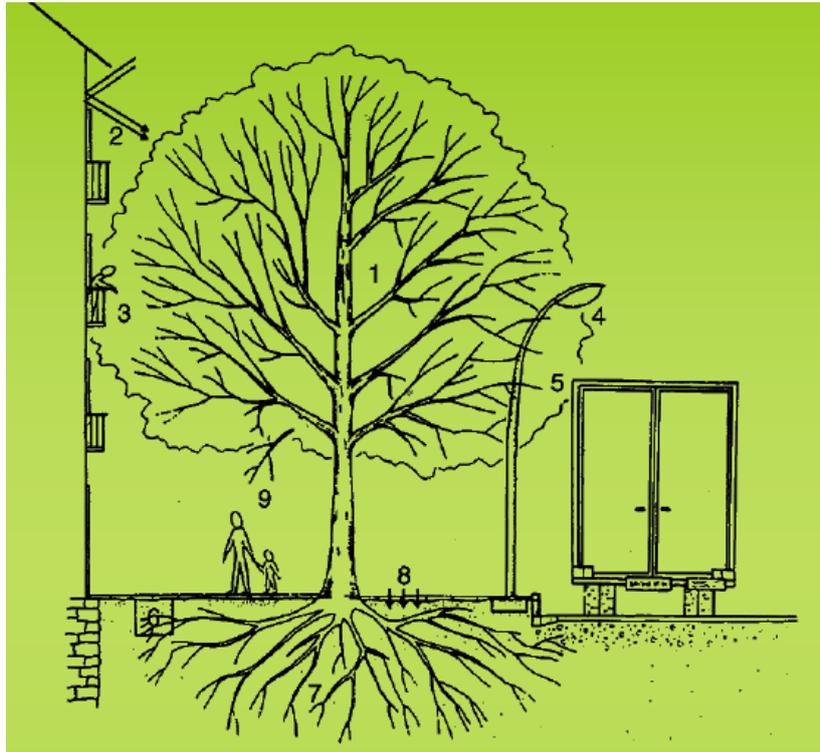


- I. Árboles ramificados desde abajo
- II. Árboles estándar o de copa
  - II A. Con copa a partir de la cruz
  - II B. Con guía central (árboles flechados)
- III. Árboles de porte arbustivo
  - III A. De troncos múltiples
  - III B. De un único tronco
- IV. Grupos de árboles

- Condiciones locales
- Anatomía del tronco, morfología de la rama y posición de las yemas
- Dominancia y porte
- Grado de dominancia
- Corte sin "tirasavias"
- Modelo de desarrollo de Raimbault

Hay que tener en cuenta las podas para una copa temporal y la copa definitiva. La senescencia o plenitud del árbol: la mortalidad en la copa sobrepasa su capacidad de renovación.

### 3.2. Condiciones y restricciones del medio urbano

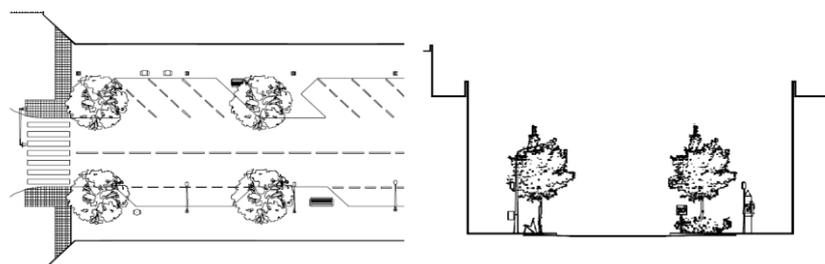


1. Copa demasiado grande. Falta de espacio
2. Reverberación solar en fachada
3. Invasión de las fachadas por la copa. Falta de visibilidad e iluminación
4. Falta de visibilidad de señales y luces.
5. Daños mecánicos y por vehículos
6. Daños a la raíces por zanjas
7. Poco desarrollo radicular
8. Falta de permeabilidad
9. Riesgo de rotura y caída de ramas

En plantaciones en hoyos estrechos se consigue con las podas el restablecimiento del equilibrio entre copa y raíces.

Hay que tener ciertas consideraciones previas a la plantación como:

- Selección de especies según su forma y dimensiones
- Implantación juiciosa en función de las limitaciones y necesidades sociales
- Cuidado y formación del arbolado desde el vivero y durante los primeros años de la implantación en ambientes urbanos (especialmente en alineaciones).



Un tamaño excesivo de árbol implica poda, pero otras opciones son dimensiones más reducidas y una formación desde el inicio.

En qué consiste la poda de un árbol

Incorrecto: La poda de un árbol no es

- Descabezar o eliminar la copa del árbol
- Desmochar o reducir drásticamente la altura de la copa

Correcto: La poda debe respetar:

- La estructura del árbol
- El ritmo de crecimiento del árbol (gradual)
- La etapa de desarrollo
- Las características de la especie
- Las reservas y los sistemas de defensa del árbol

La mejor poda es aquella que no debiera realizarse.

Cómo responden los árboles a la poda y qué factores influyen

Respuesta de especies a los cortes depende de

- Su aptitud para formar barreras

Barreras de compartimentación (CODIT), principios de la cicatrización

- Los árboles no cicatrizan, pero sí cubre la herida con tejido cicatrizante o "callo".
- El cambium debe estar vivo y los cortes ser limpios, pues así facilitan la cicatrización de toda la herida.
- Cuanto más pequeña sea la herida más fácil y rápido se recubre la herida y menos riesgo de infección por patógenos.
- Los tejidos dañados o eliminados jamás se regeneran y su ausencia o mal estado supone una disminución de su resistencia a la rotura.

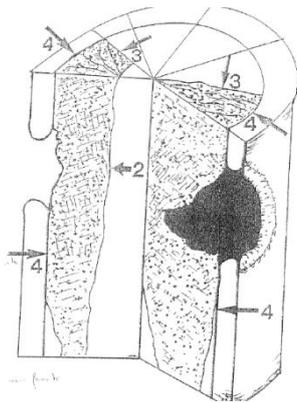
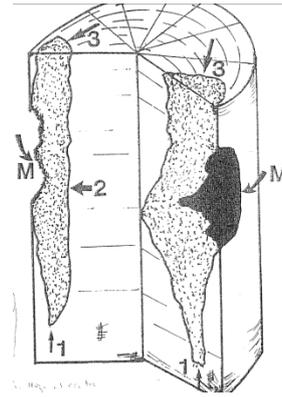
La respuesta del árbol al corte se explica por el CODIT (compartimentación) estudiada por el Dr. Alex L. Shigo.

Establece 4 barreras:

1. Barrera resistente a la extensión vertical de la infección
2. Barrera resistente a la extensión interior de la infección
3. Barrera resistente a la extensión lateral de la infección
4. Barrera aislante de la madera sana de nueva formación, respecto a la infectada

Fase I

Ocurre en la madera donde ha tenido lugar la lesión.



Fase II

Se forma la barrera n°4 que separa la madera dañada de la madera que seguirá creciendo.

- Resistencia de la madera a la descomposición
- Velocidad de crecimiento

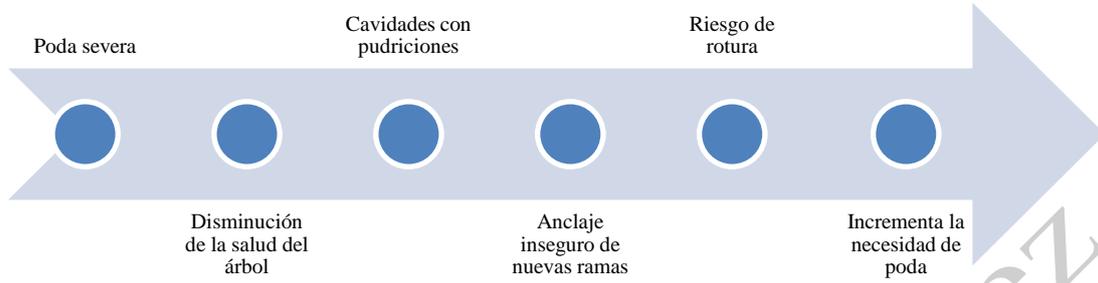
Factores que influyen en la respuesta del árbol:

- La severidad

Reduce el vigor del árbol, hace disminuir sus reservas energéticas y hace mermar su sistema radical.



En general: Cuanto más viejo el árbol, menos tolerancia a la poda. Mejor pequeñas heridas que una única y grande



- La periodicidad
- La época
- El corte de poda
- El tipo de poda

Jorge Cerezo Martínez

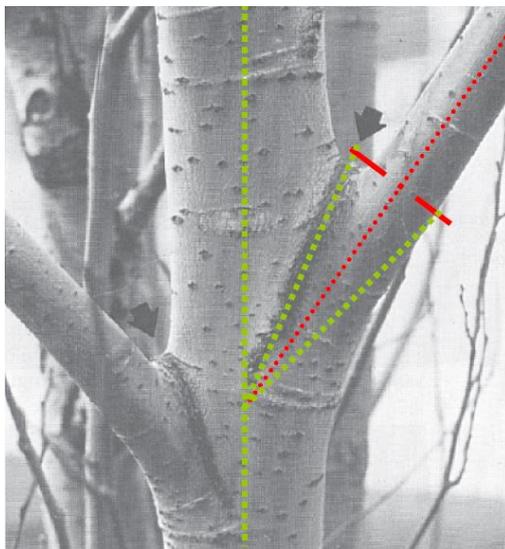
**CUADRO 1:  
CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE HOJA CADUCA**

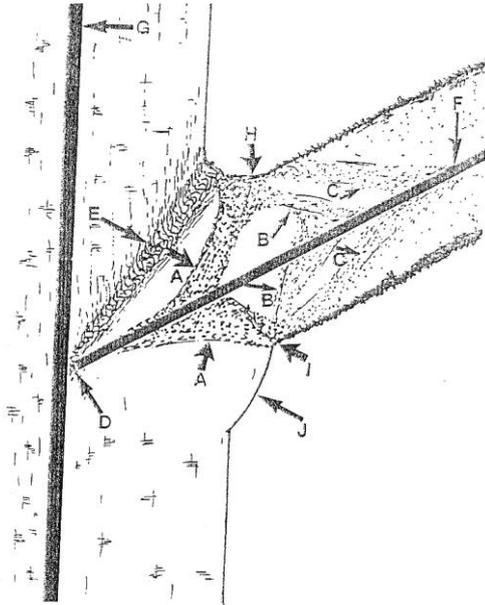
1: árboles grandes o medianos de crecimiento rápido  
2: árboles grandes o medianos de crecimiento mediano o lento  
3: árboles pequeños

r: árboles ramificados desde abajo  
c: árboles de copa  
a: árboles de porte arbustivo

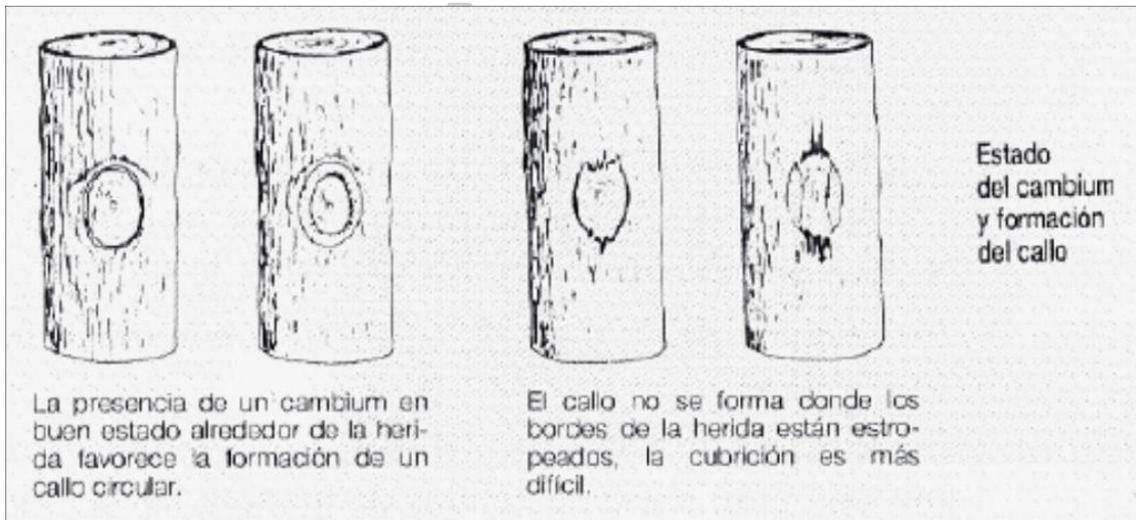
<i>Acacia caven</i>	3 c	<i>Chorisia speciosa</i>	1 r
<i>Acacia farnesiana</i>	3 a	<i>Cladrastis lutea</i>	2 c
<i>Acacia karroo</i>	3 a	<i>Cornus nuttallii</i>	2 c
<i>Acer campestre</i>	2 r/c	<i>Corylus colurna</i>	2 r
<i>Acer capillipes</i>	3 r	<i>Crataegus azarolus</i>	3 c
<i>Acer cappadocicum</i>	2 r/c	<i>Crataegus laevigata</i>	3 r/c
<i>Acer davidii</i>	2 r/c	<i>Crataegus monogyna</i>	3 r/c/a
<i>Acer ginnala</i>	3 c/a	<i>Cydonia oblonga</i>	3 c/a
<i>Acer monspessulanum</i>	3 c	<i>Davidia involucrata</i>	2 r
<i>Acer negundo</i>	1 c	<i>Delonix regia</i>	1 c
<i>Acer negundo</i> 'Aureovariegatum'	2 r/c	<i>Diospyros kaki</i>	2 c
<i>Acer negundo</i> 'Flamingo'	3 c/a	<i>Diospyros lotus</i>	2 c
<i>Acer opalus</i>	2 c	<i>Diospyros virginiana</i>	2 c
<i>Acer platanoides</i>	1 r/c	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	3 c
<i>Acer platanoides</i> 'Crimson King'	1 r/c	<i>Erythrina caffra</i>	3 c
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2 r/c	<i>Erythrina crista-galli</i>	3 c/a
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Atropurpureum'	2 r/c	<i>Erythrina falcata</i>	2 c
<i>Acer rubrum</i>	2 c	<i>Fagus sylvatica</i>	1 r
<i>Acer saccharinum</i>	1 c	<i>Fagus sylvatica</i> 'Atropurpurea'	2 r
<i>Aesculus x carnea</i>	2 r/c	<i>Ficus carica</i>	3 c
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1 r/c	<i>Firmiana simplex</i>	2 c
<i>Ailanthus altissima</i>	1 r/c	<i>Fraxinus americana</i>	1 r/c
<i>Albizia julibrissin</i>	3 c	<i>Fraxinus angustifolia</i>	1 r/c
<i>Albizia procera</i>	1 c	<i>Fraxinus berlandieriana</i>	2 r/c
<i>Alnus cordata</i>	1 r	<i>Fraxinus excelsior</i>	1 r/e
<i>Alnus glutinosa</i>	1 r/c	<i>Fraxinus ornus</i>	3 r/c
<i>Alnus incana</i>	3 r	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	1 r
<i>Amelanchier laevis</i>	3 a	<i>Ginkgo biloba</i>	2 r

3.3. Realización del corte de la rama lateral

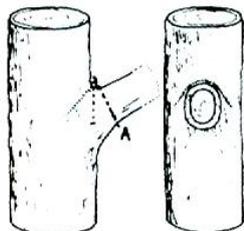




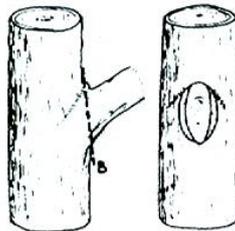
- A: Zona de protección (compuestos fenólicos en frondosas y base terpénica en coníferas)
- D: Zona de aproximación entre médulas
- E: Xilema compactado. Sigue el ángulo de la arruga de la corteza de la rama
- H/I: Límite superior/inferior de la zona de proyección de la rama
- J: Ensanchamiento en respuesta a la tensión de la rama.



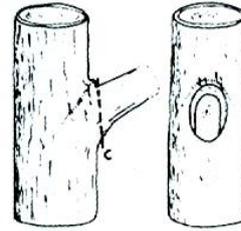
### 3.4. Relación formación callo-emplazamiento corte



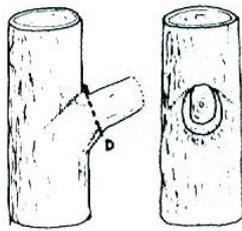
A: Corte correcto: formación de un labio circular.



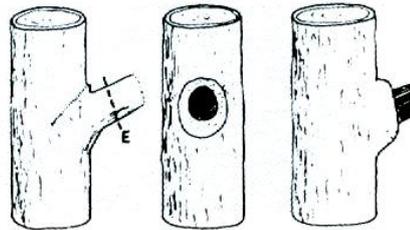
B: Corte muy cerca del tronco; el callo no se desarrolla ni arriba ni abajo.



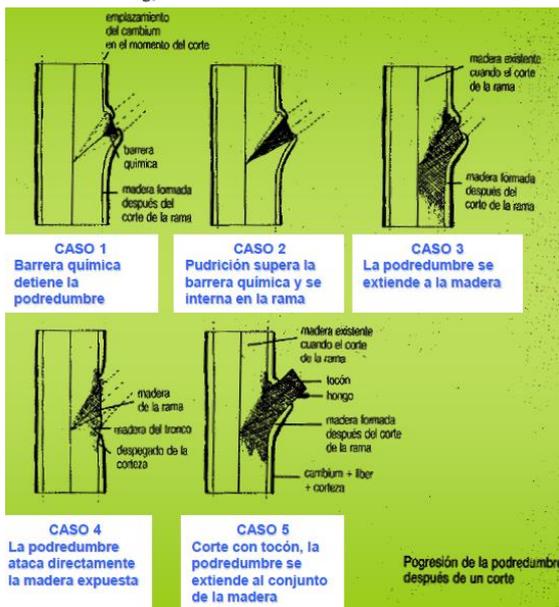
C: Corte muy cerca abajo; formación de un callo característico en U invertido.



D: Corte muy cerca arriba; formación de un callo característico en U.



E: Corte muy lejos del tronco, formación de un tocón de madera muerta no recubierto por el labio cicatrizante.

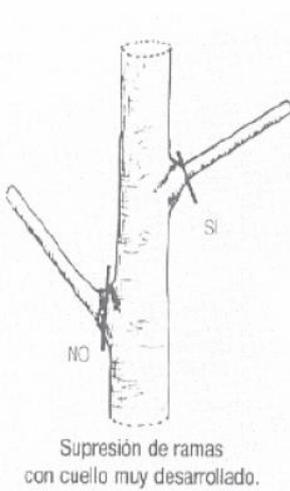


- Tras un corte correcto los casos 1 y 2 son admisibles y normales.
- Si el diámetro del corte es muy grande lo más probable es que lleguemos al caso 3 (ataque severo).
- Si el corte es a ras del tronco, la herida pone en contacto los tejidos internos y, por tanto, son atacados directamente por los hongos (caso 4), pues la barrera interna no puede actuar.
- El tocón constituye por sí solo una plataforma de infección para microorganismos, hongos e insectos barrenadores, por lo que la infección es segura y generalizada en la madera del tronco (caso 5).

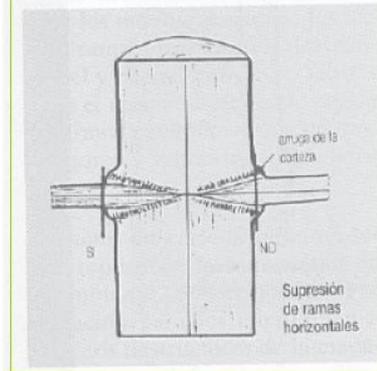


### 3.5. Tipos de cortes

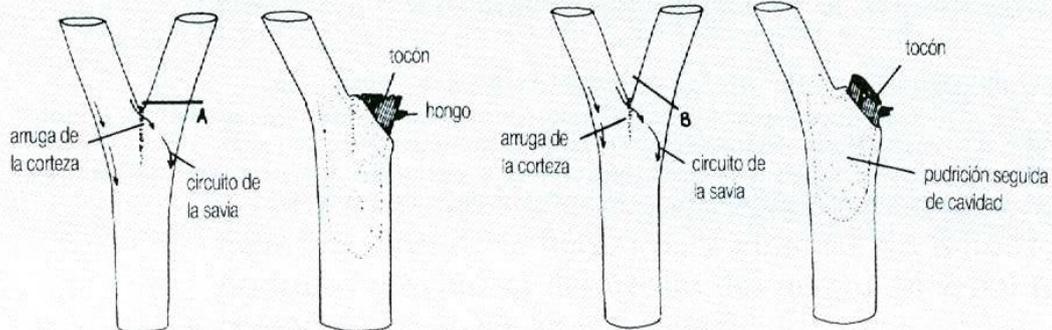
#### RAMAS CON CUELLO MUY DESARROLLADO



#### RAMAS MUY HORIZONTALES

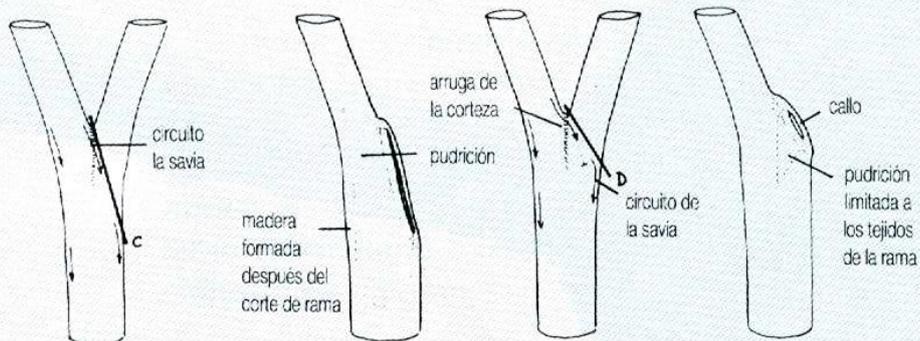


#### Horquilla



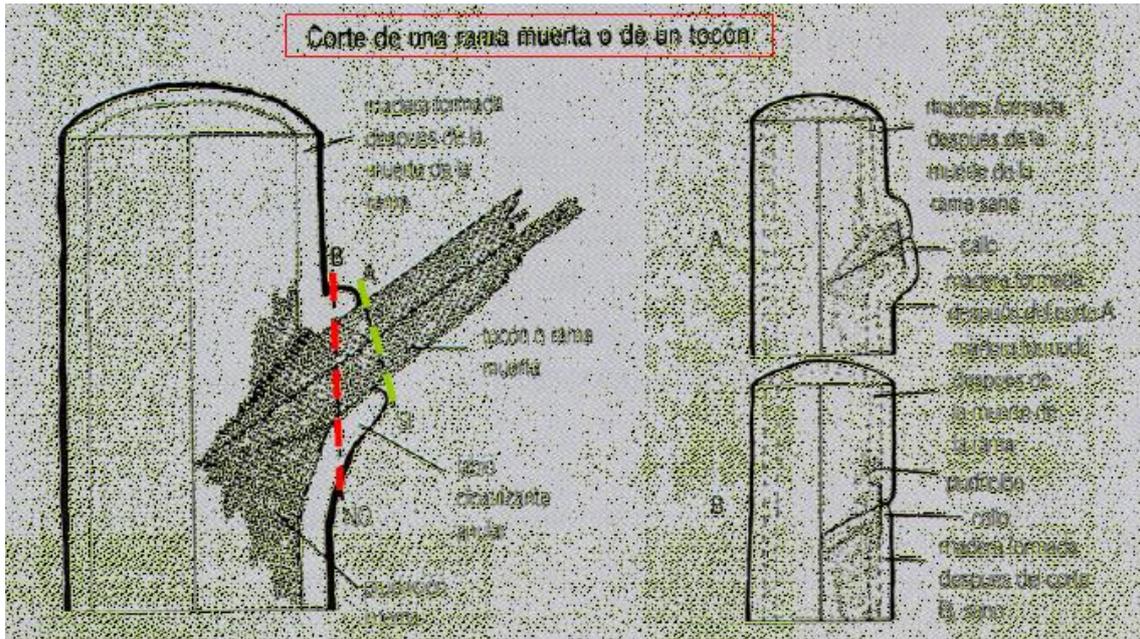
Corte A: Muy llano. Se forma un tocón con los bordes no alimentados por la savia. El callo se forma detrás del corte, podredumbre (pudrición) interna de los tejidos de la madera, cavidad.

Corte B: Muy alejado de la rama. Formación de un tocón, el callo situado en la base de la rama no puede recubrirlo. Fuerte pudrición seguida de cavidad.



Corte C: Muy oblicuo. Los bordes de la herida están bien alimentados por la savia, pero la herida es importante, la pudrición interna añade muchas veces al conjunto de la madera existente en el momento del corte.

Corte D: Correcto. Realizado al exterior de la arruga de la corteza, oblicuo, pero no mucho. El borde del corte está bien alimentado por la savia, el callo se forma bien y recubre progresivamente la herida. La pudrición, si se produce, queda limitada a los tejidos de la rama internos al tronco, cuando el diámetro del corte no es muy importante.



**CORTE A (línea verde):** Correcto que no daña el labio cicatrizante que continúa hasta recubrir la herida

**CORTE B (línea roja):** Corte incorrecto que daña el labio cicatrizante. La madera formada después del corte puede ser invadida por la pudrición

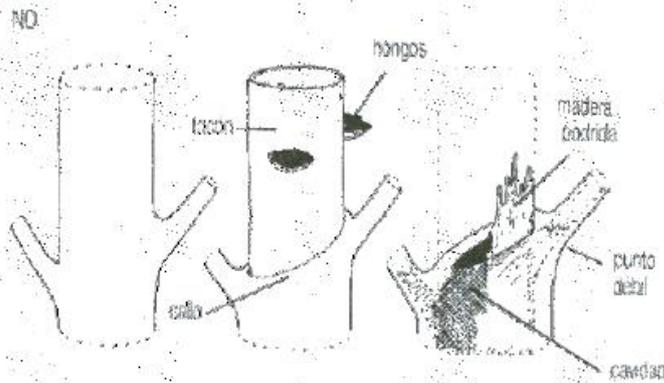
**CASO 1: Corte llano sin tirasavia.**

Gran cantidad de brotes alrededor del corte, muy vigorosos. Podredumbre interna del tronco y formación de cavidad extensible a toda la madera presente en el momento del corte.



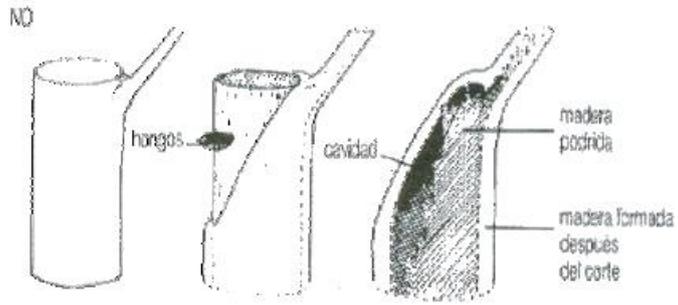
**CASO 1: Corte llano con tirasavias muy alejados.**

Formación de un muñón de madera que rápidamente es atacada por insectos y microorganismos que provocan la infección. Formación de una cavidad importante (igual que caso 1).



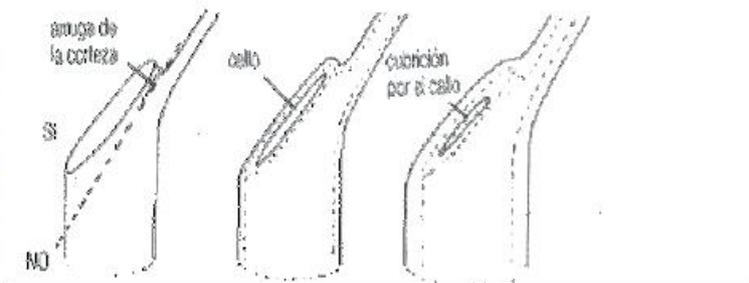
**CASO 3: Corte con tirasavia pero inclinación no adecuada.**

Podredumbre interna del tronco y formación de cavidad extensible a toda la madera presente en el momento del corte.



**CASO 4: Corte correcto.**

Realizado en bisel y próximo a un tirasavia. Formación del labio cicatrizante (cambium) y recubrimiento de la herida. Pudrición limitada a la rama que se ha eliminado.



It's product of Georgius Milán Academic all rights

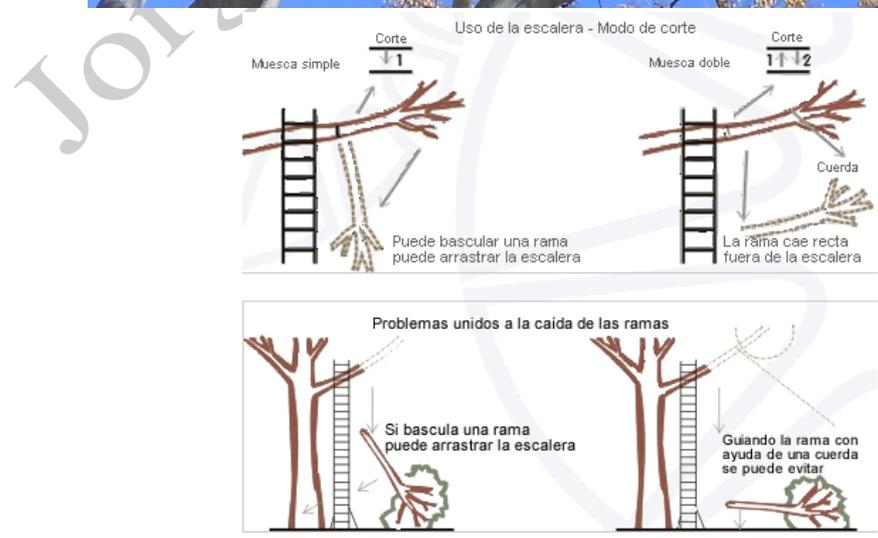


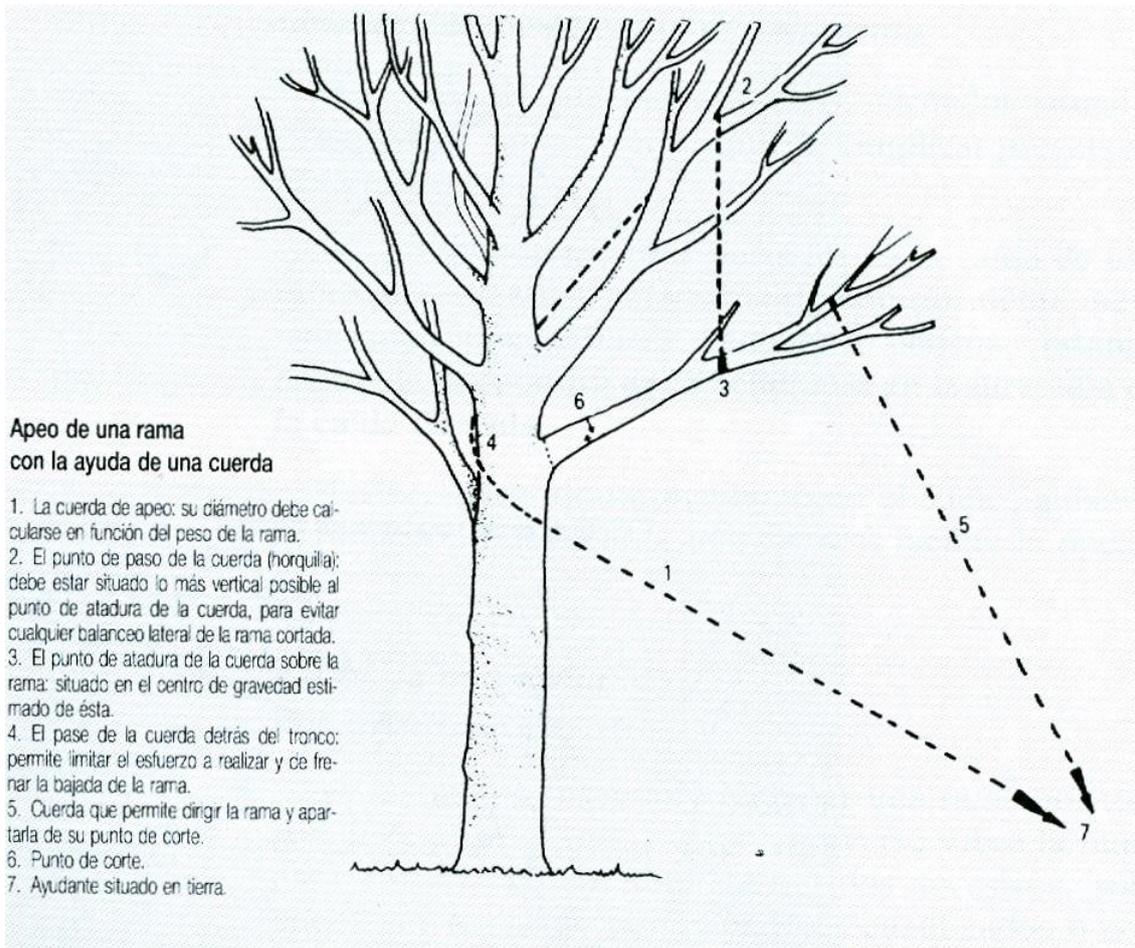
### 3.6. Precauciones particulares

El corte debe ser limpio y sin desgarros.



It's product of Georgius Milán Academic all rights





### 3.7. La seguridad en los trabajos de poda (PRL)

No debemos empezar los trabajos hasta tener garantizada la seguridad. Los equipos de protección individual (EPI) para poda de árboles están compuestos por:

- Casco de seguridad (en trabajos con motosierra, con protección auditiva)
- Gafas de protección
- Pantalón de protección 180-360° antimotosierra
- Botas de seguridad con puntera de acero o de protección para motosierra
- Guantes de cuero
- Mascarilla antipolvo (recomendable)
- Equipo de trepa compuesto por cuerda, arnés, eslinga y sujeción vertical

Por seguridad, con máquinas en altura se debe usar el arnés y eslinga. Las zonas de trabajo se deben delimitar y señalizar adecuadamente impidiendo el acceso a personas y vehículos ajenos.

## 4. La poda de árboles ornamentales II

### 4.1. Poda estructural de árboles jóvenes

Es esencial para la estructura futura del árbol, su apariencia ornamental y reducir los costes de mantenimiento. Es importante para un correcto diseño del esqueleto del árbol que el tronco sea fuerte y las ramas robustas con un espaciamiento de 30-45 cm. Es importante tener en cuenta:

- Desarrollo del tronco "tallos codominantes"
- Ramas temporales (protegen del sol y evitan lesiones)
- Selección de ramas permanente
- Espacio libre para tráfico y personas
- Espaciamiento vertical y radial (corteza incluida)

### 4.2. Poda de formación

La poda de formación es una poda esencial que condiciona:

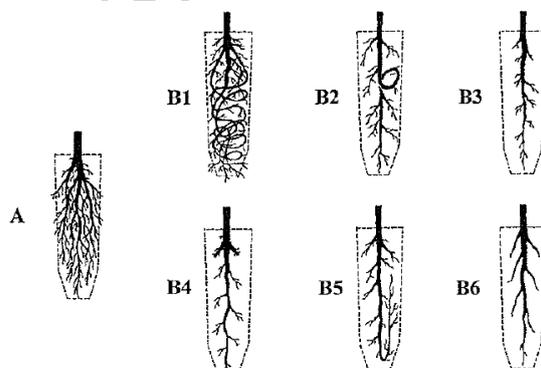
- Desarrollo del árbol
- Adaptación a las condiciones del lugar
- Mantenimiento futuro (costes)

Y persigue:

1. Perfeccionar el desarrollo radicular
2. Obtener un fuste recto y sólido
3. Regular la altura bajo la copa según los usos del espacio que rodea al árbol
4. Formar la estructura del árbol según la silueta deseada (equilibrio natural, forma artificial u homogenización en alineaciones)
5. Suprimir ramas mal orientadas y/o molestas
6. Dotar al árbol de una estructura que aguante las podas futuras regulares

### 4.3. Formación de las raíces

Hemos de tener en cuenta también la formación de las raíces



- A: Planta sin efectos
- B1: Planta con raíces pivotantes espirilizadas
- B2: Planta con la raíz pivotante enrollada
- B3: Planta con raíces secundarias insuficientes
- B4: Planta con raíces secundarias amputadas
- B5: Planta con raíz pivotante remontante
- B6: Planta con insuficientes puntas vivas

Es importante que en la plantación se supriman las raíces mal orientadas o que molesten, después de la plantación las podas ayudaran a reducir el volumen aéreo y radicular

#### 4.4. La formación del tronco y la estructura

Los principales tipos de poda son:

En árboles jóvenes (10-15 primeros años)

- Poda de formación de tronco y estructura
- Poda de refaldado

En árboles adultos:

- Poda de mantenimiento
  - Limpieza o saneamiento
  - Seguridad
  - Adaptación a la situación
  - Aclareo

Podas especiales:

- Poda de reducción de copa
- Poda de restauración (árboles ejemplares)
- Poda de reformación
- Poda en pulgar
- Poda en cabeza de gato
- Poda geométrica y recorte

Hay que programar un calendario de actuaciones, desde la plantación del arbolado, hasta su completa formación con una frecuencia anual evitando grandes cortes.

Siempre debe intentarse respetar al máximo la biología del árbol y adoptar el tipo de poda a su forma, estructura y características considerando el espacio de que dispone.

#### 4.5. Diferentes podas de formación

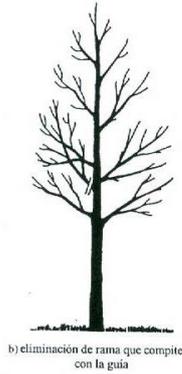
Según el **sistema de formación del eje central**:

- Árboles con flecha
- Árboles con copa en cruz

La poda del eje deberá considerar:

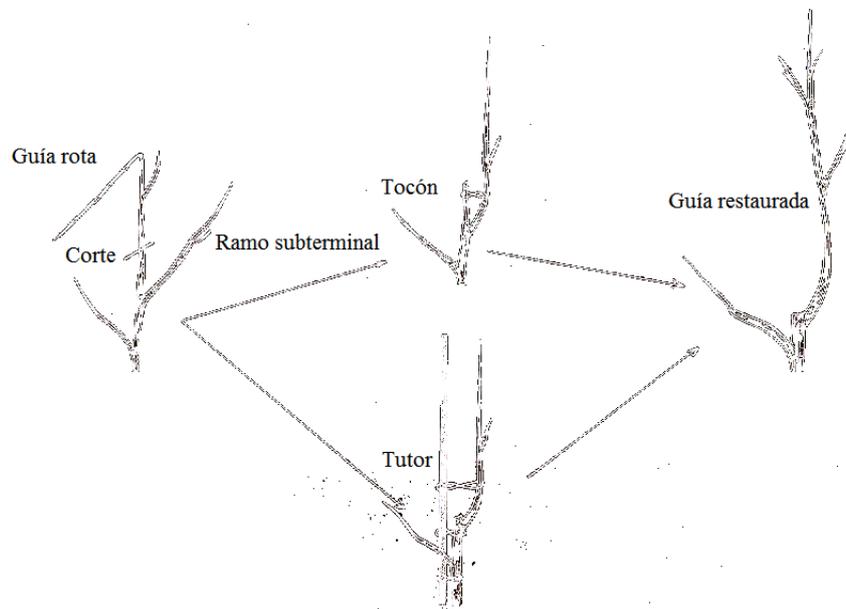


- Caso 1: Mantenimiento de una única guía dominante (árbol flechado)



- Caso 2: Eliminación o reducción de ramas laterales que compitan o sobrepasen la guía.  
Eliminación o reducción de las ramas dañadas que se rocen, etc.

- Caso 3: Reconstrucción de la flecha (dañada o muerta)



No se debe eliminar o acortar las ramas hasta el pleno asentamiento del árbol después de la plantación. Tampoco es conveniente eliminar todas las ramas.

Las ramas temporales contribuyen al desarrollo del árbol entre otros, la selección de ramas suficientemente robustas y bien orientadas y espaciadas que conformarán la futura estructura del árbol.

#### 4.6. Formación del tronco

La elevación de la copa o el "refaldado debe hacerse siempre conservando la proporcionalidad de 2/3 para la copa 1/3 para la falta, nunca más de 1-2 m. Elección de la altura libre bajo la copa:

- 0.5-1.5 m: Praderas, macizos...
- 2.5-3 m: Avenidas, terrazas...
- 3.5-6 m: Circulación vial
- > 6 m: Alineación, producción forestal...

Debemos también tener en cuenta el momento de realización de las podas desde la juventud adelantando los cortes suficientemente temprano en previsión de las necesidades futuras de poda de ramas de poco diámetro.

## 4.7. Formación de la estructura

El árbol busca, de modo natural, alcanzar el porte propio de su especie. La elección del árbol adecuado al espacio disponible otorga una mayor facilidad de conducción y menores costes de mantenimiento.

### Principios generales de la formación

Una vez seleccionadas las ramas estructurales se ha de regular el vigor de las ramas, cada corte no es indiferente y hay que mantener la dirección en la medida de lo posible realizando cortes por encima de una yema o ramita "tirasavia".

Casos:

1. Mala ejecución que desequilibra el árbol
2. Ejecución correcta que equilibra el crecimiento de las ramas
3. Caso particular en el que se busca dicho desequilibrio (formas arquitecturizadas)

### Corrección de la orientación

Cortes por encima de una yema con determinada orientación. Si el corte es efectuado por encima de una yema superior la rama se desarrolla verticalmente. Si el corte es efectuado por encima de una yema inferior la rama se desarrolla más horizontalmente.

### Prolongación de ramas estructurales

Para la limitación del desarrollo de las ramas laterales es importante dejar algo de ramaje con follaje para asegurar el crecimiento.

### Despliegue de ramas estructurales

Limitar el desarrollo de la rama principal favoreciendo las ramas laterales (despliegue del ramaje)

### Operaciones complementarias

Mejora de iluminación y aireación, reducir peso y resistencia al viento evitando la rotura de ramas. Para ello se deben seleccionar ramas laterales demasiado próximas al tronco, mal orientadas o demasiado próximas entre sí.

### Conducción de formas naturales

Encontramos varias formas como: Huso, cónica, redondeada...Ejemplo de poda para un árbol en huso

1ª Poda

- a) Supresión de las ramas bajas
- b) Supresión de las ramas mal formadas o en número excesivo
- c) Selección de ramas estructurales y regulación de su vigor
- d) Mantenimiento de la dominancia de la flecha

#### 2ª Poda

- a) Supresión de los chupones
- b) Poda de las ramas laterales para favorecer el alargamiento de las ramas estructurales
- c) Poda de ramas estructurales para favorecer el despliegue de la copa

#### 3ª Poda

- a) Selección de ramas secundarias
- b) Eliminación de chupones, de ramas mal formadas o mal orientadas, o en número excesivo

### Conducción de formas Artificiales

#### Arboles redondeados

##### 1ª Poda

- a) Dominio de la prolongación
- b) Selección de ramas estructurales, regulación de su vigor y de su orientación en función de la forma buscada, más o menos extendida
- c) Supresión de las ramas bajas

##### 2ª Poda

- a) Dominio de la prolongación
- b) Alargamiento de las ramas estructurales favoreciendo su despliegue
- c) Supresión de los chupones de las ramas mal orientadas o en exceso

##### 3ª Poda

- a) Dominio de la prolongación
- b) Selección de las ramas secundarias
- c) Supresión de los chupones

#### Árboles extendidos

##### 1ª Poda

- a) Supresión precoz de la prolongación
- b) Selección de las ramas estructurales, regulación de su vigor, favoreciendo su crecimiento en horizontal

##### 2ª Poda

- a) Supresión de los rebrotes de la prolongación
- b) Alargamiento de las ramas estructurales favoreciendo su crecimiento horizontal
- c) Supresión de las ramas mal orientadas

##### 3ª Poda

- a) Supresión de las ramas mal orientadas, selección de las ramas laterales de las estructurales

## Formación de una cortina

### Cara lateral

- b) Elección y despunte corto de las ramificaciones
- c) Despunte sistemático de las ramificaciones
- d) Recorte anual de mantenimiento

### Cara frontal

- a) Elección de ramas estructurales y regulación de su vigor y dirección
- b) Prolongación de las ramas y equilibrado de las formas
- c) Recorte anual de mantenimiento

## Formación marquesina

### Perfil

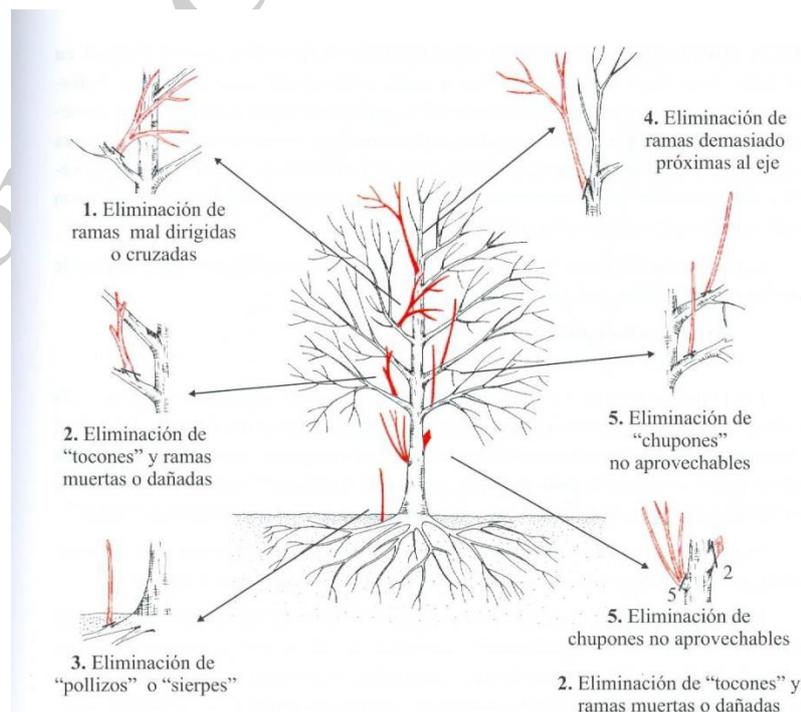
#### 1ª Poda

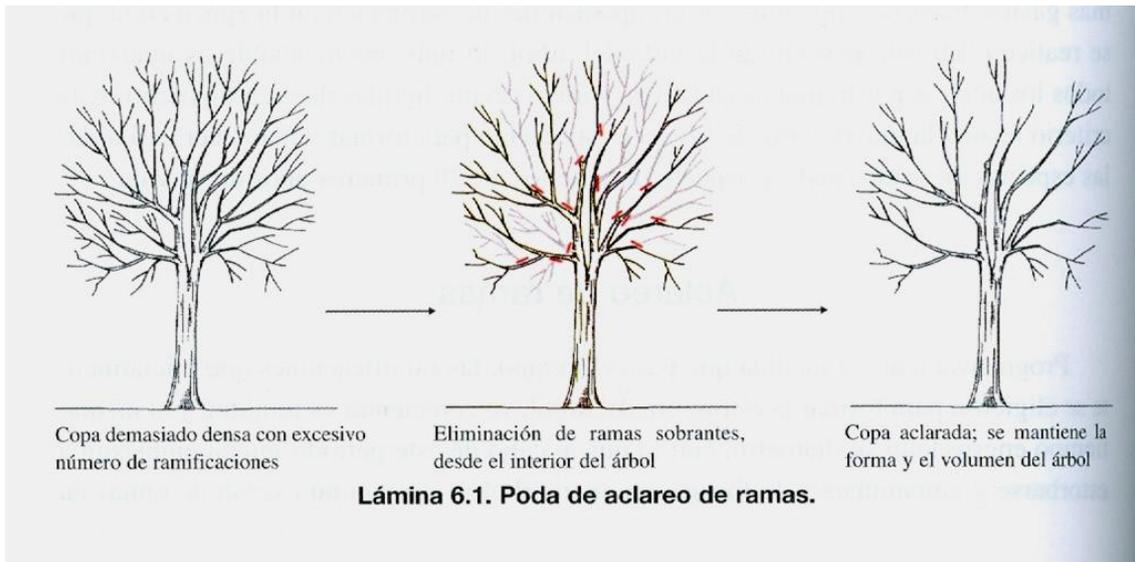
- a) Selección de las estructuras y supresión de las ramas bajas
- b) Dominio del desarrollo de las estructuras, favoreciendo su ramificación cerca del tronco
- c) Selección de las ramas estructurales largas y control de su orientación

#### 2ª Poda

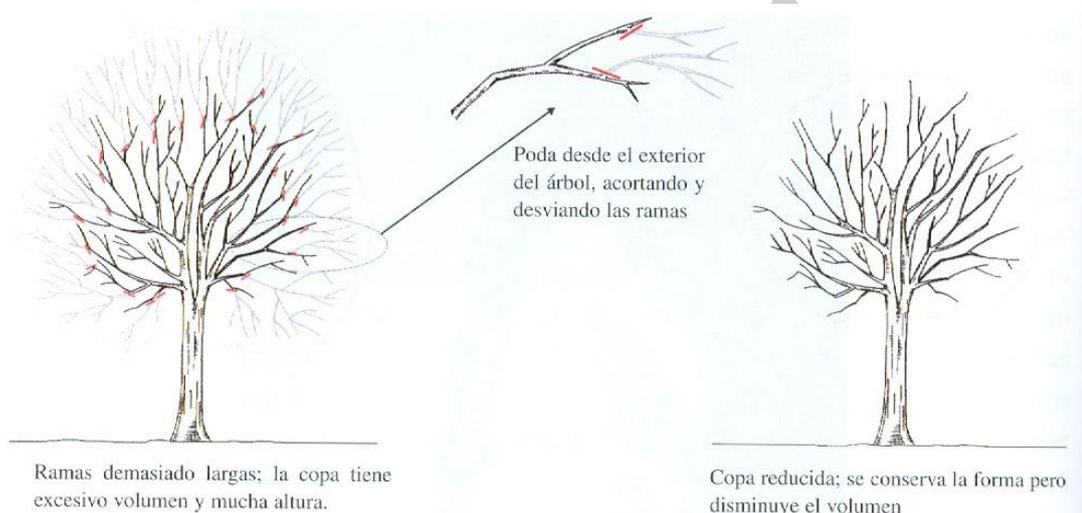
- a) Dominio del desarrollo de las ramas estructurales y favorecimiento de ramificación próxima al tronco
- b) Alargamiento de las ramas estructurales largas, dominio de sus ramas laterales. Favorecimiento de ramificación lejos del tronco
- c) Supresión de la prolongación
- d) Poda final de la marquesina
- e) Podas de mantenimiento

### Podas de mantenimiento y limpieza





### Reducción de la copa



Programación de podas de reducción de copa (más frecuentes y menos intensas):

- Especies robustas y de crecimiento rápido cada 10/15 años
- En especies de crecimiento lento cada 20/25 años

### 4.8. Terciado y desmochado

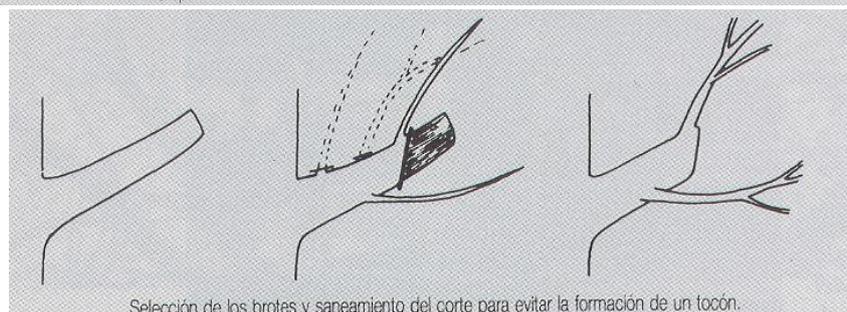
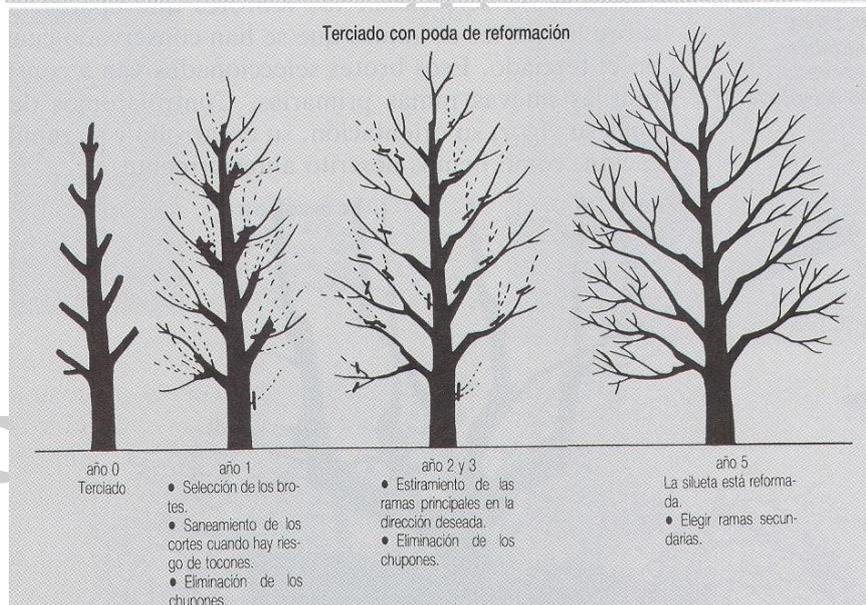
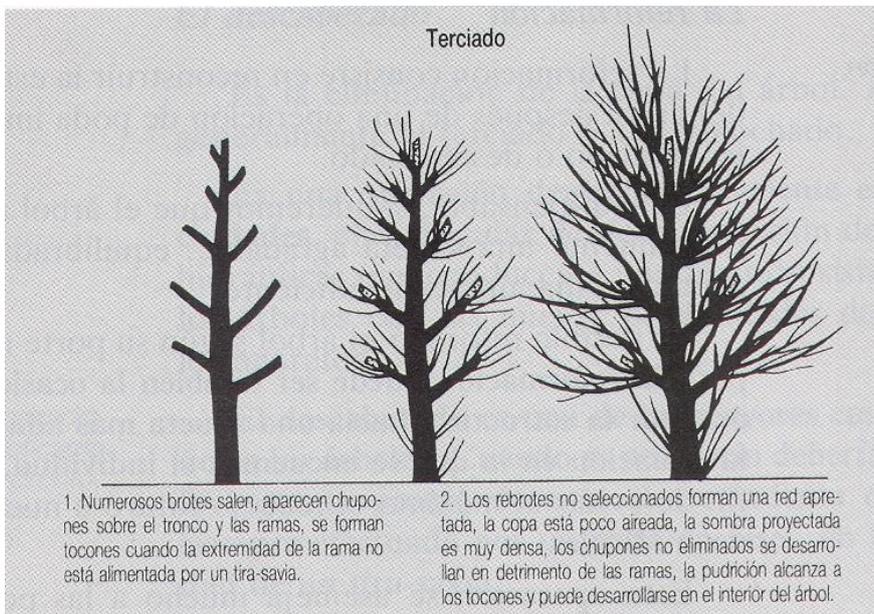


A veces se requiere por diversas razones

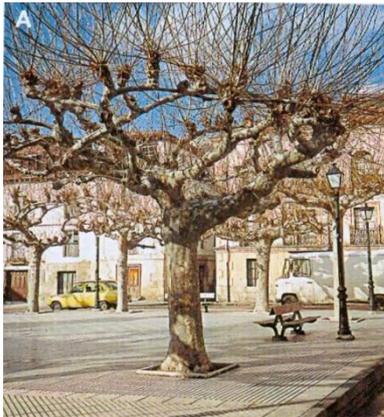
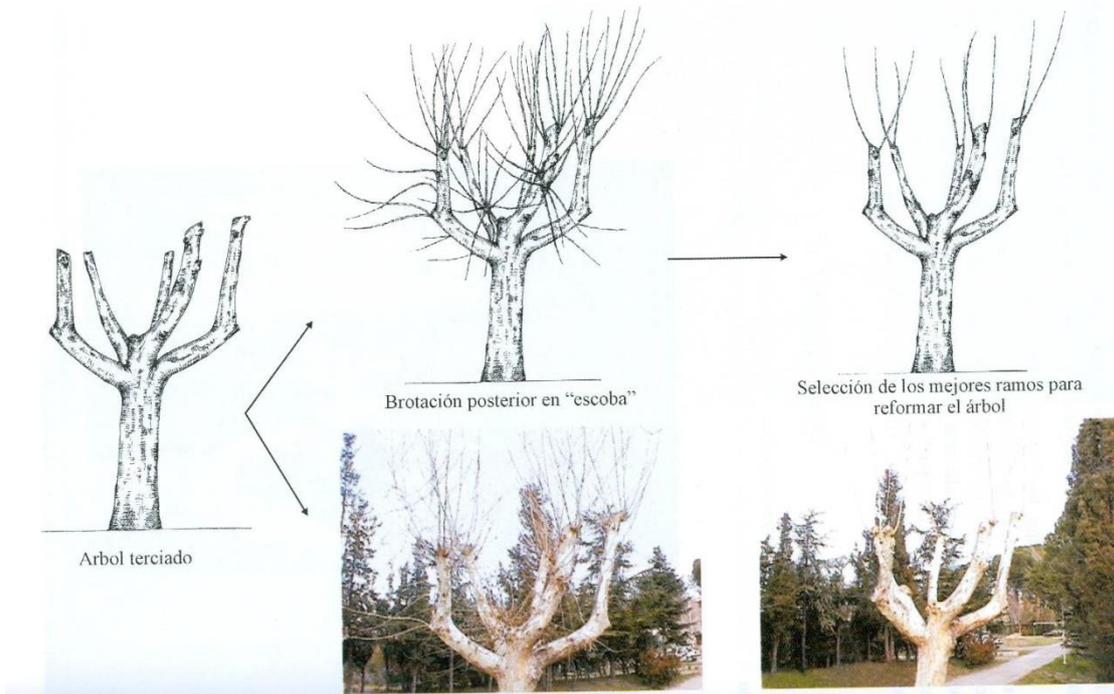
1. Salvar un ejemplar que ha sufrido daños importantes
2. Reducir tamaño de los árboles muy grandes y readaptarlos a su entorno

Muchas veces es posible realizar otras intervenciones menos agresivas como (reducción de copa, etc.)

### Terciado y restauración de la copa

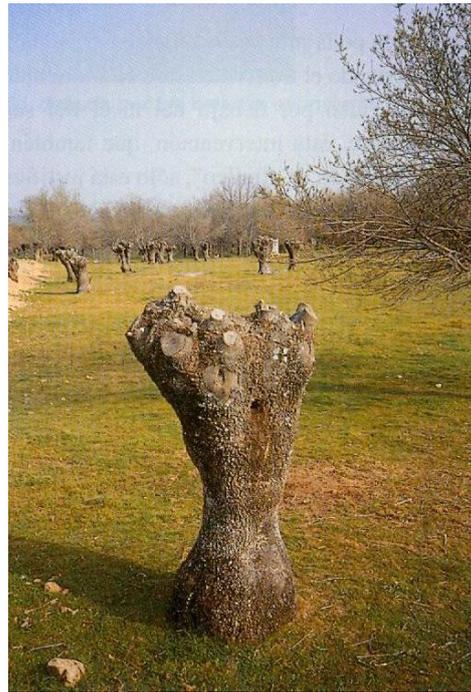
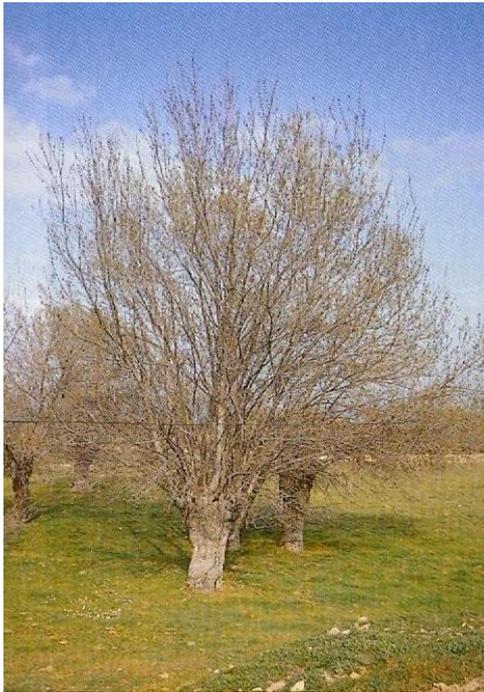


It's product of Georgius Milán Academic all rights



Jorge

## 4.9. Podas excepcionales en adultos



Arte o barbaridad

### Cuanto

- No más del 25% de la poda por año (5-10%)
- Mantener la proporción 1/3 de tronco 2/3 de copa

### Cuando

- Como norma general en invierno durante el reposo invernal
- Los árboles recién plantados no deberían ser podados

Árboles de madera dura, temporada de latencia

Árboles de flor, idem pero

- Floración primavera - después de la floración
- Floración verano/otoño - temporada latencia

### Trabajos de poda

#### Campaña de poda

- Fomento del desarrollo árbol
- Formación o recuperación estructura
- Eliminación riesgo de rotura
- Supresión o disminución de interferencias

Se programan en verano y afecta a un 7% del total del arbolado

**Plan de arboricultura:**

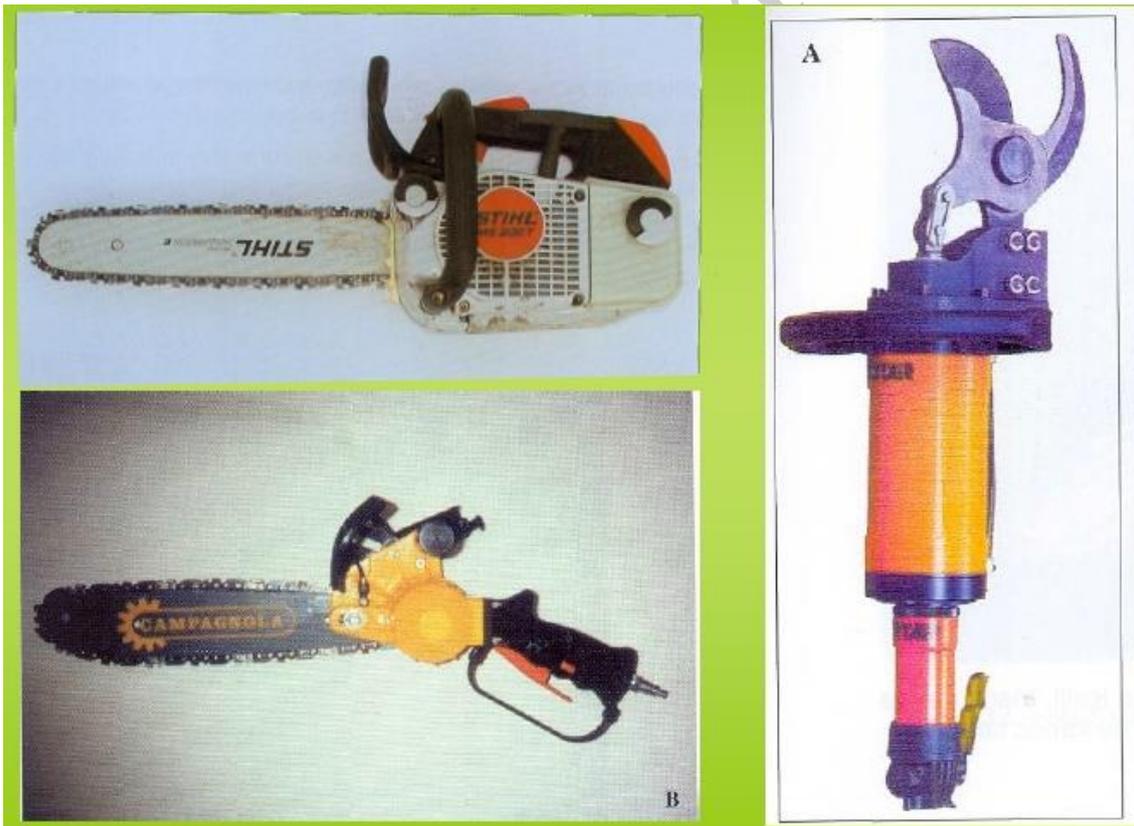
- Interferencias (peatones, tráfico, edificios, etc.)
- Eliminación riesgo y emergencias
- Adecuación árbol al entorno

**Poda de formación**

Actuación sobre ejemplares jóvenes

Tabla 2.- Calendario de actuaciones de las brigadas												
PLAN PODA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CAMPAÑA DE PODA	8	8	8								8	8
PLAN DE ARBORICULTURA	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	4	4
PODA FORMACIÓN				4	4	4	4	4	4	4		

4.10. Herramientas de poda



It's product of Georgius Milán Academic all rights

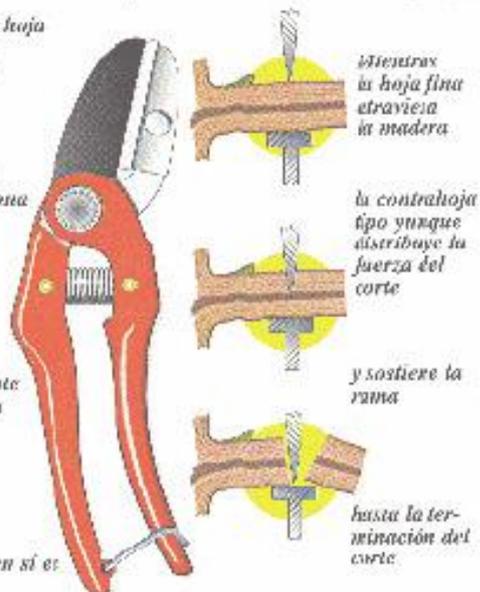


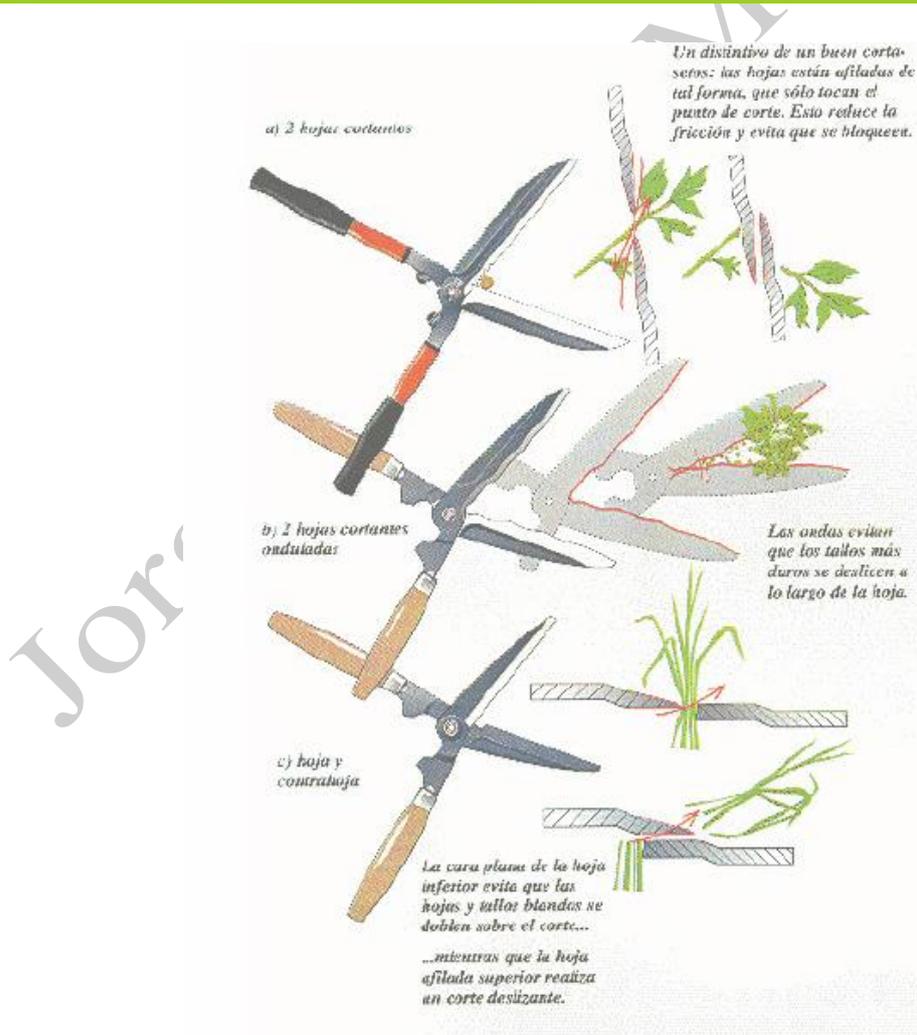
It's product of Georgius Milán Academic all rights

*Podadera tipo destizante (bypass) para corte de madera verde*



*Podaderas tipo cizalla (yunque) para corte de madera seca y dura*







It's product of Georgius Milán Academic all rights

Jorge Cerezo Martínez