

---

---

*Universidad de Guadalajara*

---

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



DISEÑO Y PLANEACION DE AREAS VERDES (URBANAS)

---

---

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A  
ALEJANDRO CAZARES MORENO

GUADALAJARA, JAL., 1989

---

---



LABORATORIO  
BOSQUE LA PRIMAVERA  
CENTRO DE DOCUMENTACION  
E INFORMACION



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Agosto 2 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

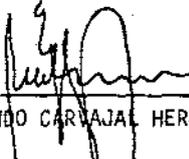
Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
ALEJANDRO CAZARES MORENO

titulada:

" DISEÑO Y PLANEACION DE AREAS VERDES (URBANAS) ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

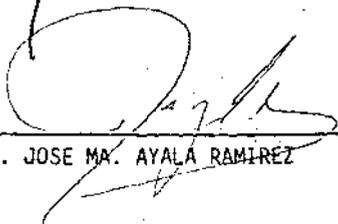
DIRECTOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. SERVANDO CARVAJAL HERNANDEZ

ASESOR

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. RUBEN ORNELAS REYNOSO

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

srd<sup>1</sup>

## Referencia Bibliográfica:

CAZARES MORENO, ALEJANDRO y SERVANDO CARVAJAL. 1989. Diseño y planeación de áreas verdes (urbanas). Tesis Profesional [del primero de los autores], Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara [U. de G.], Jalisco. México. [i-iii] iv-xiv, 1-99. [Ago 1989]. 15 figs. y 2 cuadros en el texto. [Índice en v-viii, Resumen en 95-99].

## CONTENIDO

Referencia bibliográfica	iv
Contenido	v
Prefacio	ix
Título	xiv
I. INTRODUCCION	1
1. Objetivos	5
2. Revisión de Literatura	6
II. MATERIALES Y METODOS	13
1. Plantaciones de árboles urbanos	13
a. Selección del sitio	16
b. La excavación del hoyo	16
c. Preparación del relleno	18
d. Colocación y relleno	18
e. Asegurar con estacas	20
f. Riego	21
2. Fertilización y mejoradores de suelos para árboles urbanos	23
- Una solución sencilla	27
- Otras soluciones	28
- Ritmo de aplicación	30

- ¿Qué tipo de equipo se requiere?	30
- ¿Qué cantidad de fertilizante debe emplearse?	31
- ¿Cuándo se debe aplicar fertilizante?	32
3. Podado de árboles urbanos	34
- ¿Porqué podar?	34
- ¿Qué es un "andamio" apropiado?	34
- ¿Qué es un despunte?	38
- ¿Cuál es la razón de la poda de árboles maduros?	41
- ¿Cuándo debe podarse un árbol?	44
- ¿Cuál es la mejor técnica para hacer los cortes al podar?	45
- ¿Cuál es el equipo para podar?	47
4. Disposición del arbolado urbano	48
a. Terrenos públicos	48
b. Terrenos privados	49
c. Terrenos suburbanos	50
5. Composición de especies arbóreas	51
a. Funciones o usos específicos	51
b. Especies populares	52
c. Factores socioeconómicos	53
6. Beneficios del arbolado urbano como regulador del clima	54
a. Moderación de la temperatura	54
b. Protección contra el viento	56

c. Precipitación y humedad	57
III. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO	60
1. Localización	60
2. Climatología	60
3. Hidrología	62
4. Orografía	63
5. Extensión territorial	63
6. Suelos y geología	64
IV. DESARROLLO DEL PROYECTO, CASO CONCRETO	65
1. Selección de especies	65
2. Materiales requeridos	68
3. Actividades importantes a desarrollar	71
a. Preparación del terreno	71
b. Aperturas de cepas	71
c. Plantación	71
d. Fertilización	73
e. Riegos	73
f. Escardas	74
g. Reposición de las plantas muertas	74
h. podas	75
i. Control de plagas y enfermedades	76
j. Calendario de actividades	77

V. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES MAS COMUNES DE LA LOCALIDAD	79
- <u>Populus tremuloides</u>	79
- <u>Casuarina equisetifolia</u>	80
- <u>Eucalyptus globulus</u>	81
- <u>Juniperus virginiana</u>	82
- <u>Citrus</u> spp. y vars.	83
- <u>Ficus benamina</u>	84
- <u>Jacaranda mimosaeifolia</u>	85
- <u>Ficus religiosa</u>	86
- <u>Pinus michoacana</u>	87
- <u>Delonix regia</u>	88
VI. CONCLUSIONES	89
VII. RECOMENDACIONES	90
VIII. BIBLIOGRAFIA	92
IX. RESUMEN	95

## PREFACIO

Si en los momentos actuales tomanos en consideración a nuestro medio ambiente, lo más seguro es que lo encontremos bastante deteriorado, por efecto de la contaminación del aire, del agua y la pérdida lenta pero inminente de nuestros suelos. Esto quizás se deba a la acción de ambos elementos y, por que no, también a nuestro propio descuido. Lo anterior ha conducido al hombre a ver la necesidad de equilibrar y conservar de manera conciente las condiciones ecológicas del campo y de su entorno, constituido por la ciudad.

En Enero de 1983 fuí invitado a participar en el Cuerpo de Guardabosques [de 1983-1985], promovido por el H. Ayuntamiento de Guadalajara, a través de su Departamento de Parques y Jardines. Las actividades desarrolladas allí variaron dentro de un rango que iba desde la reforestación hasta un inventario forestal, sin pasar por alto el control forestal, el control de plagas y enfermedades y la vigilancia propiamente dicha. Puedo afirmar al momento, que ellas me introdujeron al ámbito de la forestería, aspecto que acabó por llamarme la atención cuando se aplicó en sus niveles al área urbana de Guadalajara.

En efecto, al cabo de esos tres años y en base a la experiencia que fui adquiriendo en el manejo de esas actividades (incluidas entonces dentro de programas bien definidos), una de ellas, en lo particular, acabó por ganarme: el control forestal. Me dí cuenta que constantemente los árboles presentaban problemas con las instalaciones de red eléctrica o telefónica, debido a que se ubicaron por debajo de ellas o bien, se seleccionó una especie robusta que no era la indicada para ese lugar. Otras veces observé que los daños los recibían las propias fincas, al llegar las raíces a las cimentaciones levantando el terreno, obstruyendo el alcantarillado o rompiendo las conducciones de agua potable o el alcantarillado.

En 1986, todavía como estudiante del quinto grado en la Facultad de Agricultura [hoy de Agronomía], tuve la oportunidad de colaborar con el H. Ayuntamiento de Zapopan durante el período comprendido de 1986-1989, en el Departamento de Parques y Jardines, dirigido en aquel entonces por el Ingeniero Martín de la Rosa Limón; ante mi interés de conocer porqué se hacía mal manejo en el aprovechamiento de diversas especies vegetales en la planeación y diseño de áreas verdes urbanas, aunados estos a los problemas que había detectado en mi primer desempeño, fue que decidimos presentar ante el Presidente Municipal Licenciado Juan José Bañuelos Guardado, un proyecto de investiga-

ción, con el único propósito de eliminar dudas. Cabe aclarar que las autoridades lo recibieron con beneplácito y se aprestaron a financiarlo en su totalidad.

El trabajo en sí, requería de un buen asesoramiento para poder cumplir con los objetivos que se habían propuesto. Con esa idea en mente, recurrí a solicitar la colaboración del buen amigo Servando Carvajal, catedrático de nuestra facultad y sobresaliente investigador de la flora y la vegetación de Nueva Galicia. No obstante sus múltiples ocupaciones aceptó con entusiasmo el proyecto. Agradezco su cooperación; asimismo, la de mis dos asesores, los ingenieros Rubén Ornelas Reynoso y José María Ayala Ramírez, cuyas sugerencias, información y material con el que contribuyeron, no hicieron más que aumentar la calidad de este documento.

Hago constar mi reconocimiento para mis compañeros de trabajo, en especial a los ingenieros José Inés Encarnación Aguayo, Roberto Bojorques Martínez, René del Valle Fernández y Pedro Lozano Mejía, quienes mediante su intervención en la elaboración y ejecución del proyecto, me contagiaron con su entusiasmo y ello permitió que todo llegara a feliz término.

Mi especial agradecimiento por las atenciones que me

brindó el personal de las diferentes bibliotecas a las que tuve que recurrir, entre ellas me complace citar la particular del maestro Servando, la del Centro de Enseñanza Técnica Industrial, la de la Facultad de Agronomía, la del H. Ayuntamiento de Zapopan y la del Instituto de Botánica.

Deseo mostrar en esta parte, mi reconocimiento más profundo a la verdaderamente popular Universidad de Guadalajara, que a través de la Facultad de Agronomía me dieron las bases para mi desempeño en la vida. Muchos de mis maestros y compañeros me sirvieron de ejemplo por su amistad y grandes experiencias. Entre otros, sin menospreciar el apoyo de los demás, menciono a los ingenieros Ramón Padilla Sánchez, Leonel González Jauregui y Artemio Gómez Arias.

No obstante las personas mencionadas arriba, una enorme cantidad de otras han contribuido de alguna u otra forma. Quiero aclarar que si las dejo de mencionar, no es por omisión voluntaria, sino que el límite del espacio así me lo exige. De cualquier manera, les doy las gracias más expresivas.

Por último, pero en realidad en primer lugar, mi gratitud sin límites a mi familia, en particular a mi madre: María Concepción Moreno López (Vda. de Cázares), y a mi

hermano José Cázares Moreno, quien fungió como tutor, por la mejor herencia que me pudieran haber legado en la vida: mi profesión. A mis hermanos Alberto, Bertha, Carmen, Carlos, M<sup>te</sup> Guadalupe, Micaela, Jaime y Javier, quienes conjugaron sus esfuerzos y fueron un cimiento fuerte para construir mi carrera. A mi esposa Angélica Margarita por su amor, su confianza y su comprensión para motivarme a seguir superándome en la vida.

Alejandro CAZARES MORENO

Agosto de 1989

DISEÑO Y PLANEACION DE AREAS VERDE [URBANAS]

## I. INTRODUCCION

La fisonomía urbana juega un papel muy importante en la salud y bienestar del hombre, pues es la ciudad el hábitat de una proporción considerable de individuos que viven en relación con el clima, agua, suelo, vegetación y fauna propia.

En nuestro medio, desafortunadamente la planeación se practica de manera improvisada y sin criterio técnico apropiado para cada caso. La sanidad ambiental aconseja: "...diseñar el espacio de los asentamientos humanos de tal manera que se contemple la existencia como mínimo de 11 m<sup>2</sup> de espacio verde por habitante pues, en muchas de las ciudades europeas se tienen hasta 16 m<sup>2</sup>, mientras que en algunas ciudades mexicanas como Guadalajara, con grandes esfuerzos se han logrado los 4.5 m<sup>2</sup>..." El conocimiento de la morfología y el ciclo biológico de la vegetación dentro del diseño urbano, es de primer importancia ya que según se trate de las especies herbáceas o leñosas, anuales, bienales o perennes, se les dará una ubicación y empleo diferente según las circunstancias: jardín interior, exterior, banquetas, glorietas, camellones de avenidas, bordos de carreteras y parques, entre otros.

Como consecuencia de la ignorancia se presentan problemas y dificultades que surgen cuando por ejemplo, un árbol daña las instalaciones de la red eléctrica o telefónica debido a que le se instaló por debajo de ellas o bien, se seleccionó una especie robusta que no era la indicada para ese lugar. Otras veces el daño lo reciben las propias fincas al llegar las raíces a las cimentaciones, levantando el terreno, obstruyendo el alcantarillado o simplemente, rompiendo las conducciones de agua potable.

En el aspecto económico se pueden censurar las costosas podas y aún el derribo de árboles que constantemente se realizan; debido principalmente a que no se han usado las especies de plantas adecuadas en la ornamentación de la vía que no llegarían a producir tales perjuicios.

Es bien sabido que las plantas realizan la prodigiosa labor de transformación de la energía solar en un primer eslabón de la cadena alimentaria que es un azúcar denominado "glucosa." En esta función conocida como "fotosíntesis", se libera como subproducto el oxígeno molecular ( $O_2$ ), que se restituye al ambiente, lo que justifica ampliamente su presencia. Como elementos de ordenación, las plantas son factores de específica significación psicológica, ya que simbolizan la fuerza creadora de la vida. Otras de las funciones de las plantas en la vida del hombre, son las de

oponerse a la erosión y controlar la infiltración del agua de lluvia para recargar los mantos acuíferos y mantener la buena textura y la fertilidad del suelo.

El papel que juegan los árboles como moderadores del clima está en función de la transpiración de vapor de agua que incorporan a la atmósfera, al hacer las veces de un acondicionador de aire, como los que se usan para el interior de los edificios. Un solo árbol, dependiendo de la especie, y conforme a su robustez y abundancia de follaje, puede evaporar hasta 500 litros de agua cada 24 horas.

Los árboles pueden también ayudar a reducir la contaminación del aire. Las hojas pueden absorber algunos contaminantes gaseosos y pueden atrapar físicamente partículas en sus caras, especialmente si las caras están cubiertas de pelos o son ceríferas. Las ramillas, las ramas y los tallos pueden también interceptar partículas. Las altas concentraciones de contaminantes pueden dañar y hasta matar a los árboles, aunque las especies y aún los individuos dentro de una especie varían en su tolerancia a los contaminantes. Los árboles que son particularmente sensibles deberían usarse como avisos tempranos de altos niveles de contaminación.

Concientes de esta importancia, se deben incrementar

y proteger los espacios verdes, tanto los naturales como los artificiales; para ello, es necesario adecuar mediante la selección, el tipo de especie vegetal más apropiada conforme a las condiciones climáticas de la localidad y el lugar específico donde será cultivada.

En el presente trabajo se pretende dar a conocer un aspecto práctico de la arboricultura urbana, tendiente a establecer una mejor planeación y diseño de áreas verdes. Caso concreto es el proyecto propuesto y ejecutado en la Avenida Patria (entre las Avenidas Vallarta y Acueducto), en el municipio de Zapopan.

## 1. OBJETIVOS

- a. Establecer una planeación de la selección de especies, de acuerdo a sus hábitos y características específicas para su desarrollo óptimo.
- b. Hacer uso y manejo adecuado de las especies, mediante las especificaciones elementales en la forestación urbana.
- c. Fijar puntos para la conservación e incremento de las áreas verdes de nuestra ciudad.



## 2. REVISION DE LITERATURA

Villaseñor (1983), llevó a cabo un estudio consistente en la compilación de una serie de datos y observaciones relacionados con la forestación urbana, con el objeto de analizar su aplicabilidad en la ciudad de Guadalajara.

En dicho trabajo hizo referencia de algunas investigaciones concomitantes con los efectos benéficos de la vegetación urbana sobre el medio ambiente. En cuanto a la regulación del clima se refiere, se observó que los árboles, junto con otras formas vegetales, influyen decididamente en la moderación de la temperatura, en la protección contra el viento, y en la precipitación y humedad ambiental. Cabe destacar además, que su empleo contribuye a un control de la contaminación del aire, del ruido, de la erosión y de otros; así como sus usos en la arquitectura y en la ornamentación.

Otros aspectos, tratados es la misma investigación fueron los referentes a los factores del medio que influyen en la forestación urbana, y a las características propias de los árboles de las especies seleccionadas; así como también, algunas normas y lineamientos útiles en la ejecución y mantenimiento de éstas.

Asimismo, se incluyó información elemental de las especies más comunes, con el fin de determinar, en base a sus hábitos y características peculiares, el aprovechamiento más adecuado que se las puede dar a las ya cultivadas, así como otras que brindan posibilidad de adaptarse a las condiciones locales, para ser empleadas en futuros proyectos de forestación.

Hitchings (1984), dió a conocer un estudio muy completo acerca de un "Prontuario de dasonomía urbana de los Estados Unidos [de Norteamérica]." El concepto fundamental del programa fue el de establecer un método de comunicación con el fin de obtener información para la administración de las zonas forestales bajo el dominio público.

El programa se justificó en un marco contemporáneo de reducidos presupuestos públicos, que mediante una administración adecuada se redujo el costo de mantenimiento y en consecuencia, las pérdidas. Promovió una selección apropiada y diversa de las especies y proporcionó un mejor patrón de distribución por edades; además, es conveniente añadir que el programa propicia el establecimiento de un plan organizado de trabajo, presupuestos económicos razonables y un mecanismo de participación pública en la toma de decisiones en lo que se refiere a la dasonomía urbana. Con frecuencia se establecen consejos municipales para dirigir

la administración de los recursos arbóreos de la comunidad. Asimismo, se dictan reglamentos a nivel local con el objeto de promover nuevos plantíos o proteger los que ya existen.

Los programas básicos de capacitación están orientados hacia la arboricultura, es decir, el mantenimiento y atención de árboles individuales, que abarca los métodos de fertilización y poda. Lo ideal, según el autor, sería establecer una atención adecuada para árboles individuales como base en un programa de administración responsable de la Dasonomía Urbana.

La finalidad del trabajo es la de promover la sana y bella Dasonomía Urbana en los poblados y ciudades de toda la nación, al proporcionar información técnica y conceptos de administración del recurso.

Schubert (1985), publicó un estudio acerca de los "Arboles para uso urbano en Puerto Rico e Islas Vírgenes". El propósito fundamental del trabajo es proporcionar información a los habitantes de las ciudades de los países mencionados, sobre la siembra, mantenimiento y uso apropiado de los árboles de las zonas conurbadas.

Se describen en detalle e ilustran con bellas fotogra-

fías a colores, cuarenta y seis especies de árboles útiles para la sombra y ornato de esas regiones. Se han limitado las especies incluídas a aquellas que se usan extensamente y que se sabe que han logrado adaptarse. Muchas de las especies citadas (casi el 40%), son comunes con las cultivadas en nuestra ciudad.

Estrada (1986), dió a luz una investigación titulada "El árbol y la ciudad" cuyo propósito era dejar asentados algunos conceptos para adecuar los espacios verdes en las áreas metropolitanas de México. Un objetivo propuesto y alcanzado era la de seleccionar especies adecuadas para tal medio.

El autor señala algunas sugerencias para ser aplicadas en las áreas metropolitanas de nuestro país considerando principalmente la inclusión de especies nativas representativas de la Flora Mexicana; asimismo indica el sitio adecuado para su instalación, al tomar en cuenta la altura sobre el nivel del mar y las condiciones ambientales generales prevalecientes en las ciudades y su área de influencia. Consigna, como datos interesantes, los ejemplos que a continuación se citan:

Para banquetas angostas se indican arbustos leñosos o semileñosos de 3-5 m y de follaje o floración ornamental.

Tal es el caso de la "adelfa" o "laurel" (Nerium oleander), "arrayán" (Psidium sartinianum), "Colorín" (Erythrina americana), "duranta" (Duranta repens y D. plumeri), "huele de noche" (Cestrum nocturnum), "naranja agrío" (Citrus aurantium var. amara), "níspero" (Eriobotrya japonica), "obelisco" (Hibiscus rosa-sinensis), "orquídea de árbol" o "pata de vaca" (Bahinia variegata y B. [?]blakeana), "yuca" o "izote" (Yucca decipiens) y otras.

En cambio, para las banquetas anchas, sugiere también especies leñosas pero del tipo arborescentes que por no ser de talla alta pueden ser empleadas para forestar dentro de la zona urbana, a condición de que se planten en banquetas verdaderamente anchas [no se especifican medidas], a cierta distancia de las habitaciones. Como ejemplo nos brinda los siguientes: "alamillo" (Populus tremuloides y otras especies [e.g. P. alba, el "chopo" de los españoles]), "eucalipto rojo" (Eucalyptus ficifolia y E. macrocarpus), "ficus de benjamín" (Ficus benjamina), "flamboyán" o "tabachín rojo" (Delonix regia), "mandarino" (Citrus nobilis), "nanche", "nance" o "changunga" (Byrsonima crassifolia), "paraíso" (Melia azederach), "primavera" (Tabebuia pentaphylla), y algunas más.

Para los camellones la ornamentación más adecuada son las especies robustas de la familia de las palmas (Palmae)

que ofrecen ventajas al no tener tallos ramificados, pues al desarrollarse serían un obstáculo al tránsito vehicular de las avenidas. Como ejemplos menciona a: "palma de abanico" (Acanthorrhiza mocigniana), "palma real" (Roystonea regia y R. oleracea), "palma de castilla" (Washingtonia filigera y W. sonorae), "datileras canarias" (Phoenix canariensis), "palma sabal" (Sabal mexicana y S. rosei) y otras varias.

Para las glorietas, en donde se requiere visibilidad no es conveniente adornar con especies robustas. Son ideales para tales fines la plantación de "magueyes" (Agave spp.) y las especies suculentas de las familias botánicas de las cactáceas (Cactaceae) y de las crasuláceas (Crassulaceae) [eventualmente se podrá recomendar a la familia de las aizoáceas (Aizoaceae)]. De igual manera, se puede optar por setos vivos de "trueno" (Ligustrum japonicum), "espino de fuego" (Pyracanthus coccinea), "camichín" (Ficus nitida) o "cedro" (Cupressus benthamii o C. lindleyii).

Para los espacios abiertos, parques y forestación en la periferia urbana, se sugieren especies leñosas robustas, es decir, árboles de gran cobertura y follaje denso, los cuales deben ser destinados a dar sombra y en general para mejorar el ambiente y embellecer el entorno. Como ejemplos se dan los siguientes: "Ahuehuete" o "sabino" (Taxo-

dium mucronatum), "cedro" (Cupressus lindleyi), "fresno" (Fraxinus uhdei), "Grevilera" (Grevillea robusta), diversas especies de "pinos" entre las que destacan Pinus occar-pa, P. michocana [con sus variedades], P. douglasiana y tal vez P. pseudostrobus.

En lo que corresponde a la cortina rompevientos, es sabido que el objeto es el de servir de barrera protectora contra la impetuosidad del viento, por lo que las especies seleccionadas con tal fin siempre se colocan alineadas ya sea en bordos de carreteras, alrededor de las poblaciones o bien, demarcando huertos de frutales para su protección. Para tal objeto se recomiendan "casuarina" (Casuarina equisetifolia y C. cunninghamiana), "eucalipto" (Eucalyptus tereticornis y E. globulus), "nogal" (Juglans regia y otras especies), "tamarix" (Tamarix plumosa) y varias especies de género Pinus.

Por último, el citado autor sugiere especies proscritas para ser colocadas en las banquetas, próximas a las construcciones, depósitos o cisternas, redes de alcantari-lado, y otros, dentro de las poblaciones, por los perjui-cios que ocasionan, entre algunas se citan "eucalipto", "grevilera", "ceiba", "casuarina", "tabachín rojo", "ahue-huete", "liquidambar", "nogal", "parota", "hule", "pirul", "laurel de la india" y Ficus en general.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 1. Plantación de árboles urbanos

La decisión de plantar un árbol debe ser considerada con mucho cuidado. Es preciso seleccionar la especie de árbol apropiada al clima de la zona en general y la ubicación particular del árbol; es necesario pues, contestar las siguientes preguntas:

- A. En cuanto a las características del árbol.
  - a. ¿Cuáles son sus demandas de agua?
  - b. ¿Cuáles son las limitaciones de su exposición y tolerancia al calor?
  - c. ¿Cuáles son sus requisitos de drenaje y de suelo?
  - d. ¿Cuáles son las limitaciones del frío y de la altitud sobre el nivel del mar?
  - e. ¿Qué mantenimiento requiere (nutrientes, poda, etc.)?
  - f. ¿Crece rápida o lentamente?
  - g. ¿Es de vida larga o corta?

B. En cuanto a las necesidades.

- a. ¿Se desea un árbol que proporcione sombra para reducir costos de energía, a la vez que permita el paso de los rayos cálidos del sol durante el invierno?
- b. ¿Se desea una barrera contra el sol, el viento y el ruido?
- c. ¿Se desea un follaje colorido en otoño, verano o primavera, o tal vez una combinación de éstos?
- d. ¿Se desea reducir el consumo de agua, pero a la vez se desea plantar árboles?
- e. ¿Cómo se acoplará el nuevo árbol con las otras plantas de la colonia o con el jardín propiamente dicho?

La selección de una especie adecuada es fundamental en el éxito de cualquier esfuerzo que se realice bien sea para un parque ciudadano o para una residencia particular. Si el árbol, no es el apropiado a la zona, al sitio o a la función que se intenta que cumpla, es posible que no sobreviva o que el costo de su mantenimiento sea excesivo. Aun cuando sobreviva no podrá funcionar como se desea. En el peor de los casos, se malgasta el costo de su instalación y el tiempo que se pierde en el período durante el cuál otra especie, la adecuada, pudiera estar desarrollando.

La especie apropiada deberá proporcionar los beneficios que se desean durante un período de 20 a 50 años y con una erogación de mantenimiento muy baja. Por lo tanto, aun cuando inicialmente los costos de selección pudieran resultar altos, estos resultan plenamente justificados, si se consideran los costos a largo plazo y los beneficios recibidos durante la vida útil del árbol.

Siempre se deberá seleccionar material de buena clase. Es importante evitar las plantas que no estén correctamente identificadas o que posean características indeseables; pero esto se evita conociendo la fuente de abasto de éstas. Comúnmente las mejores plantas se encontrarán en recipientes. Es importante tratarlas con cuidado al transportarlas, no dejar que caigan o que sean expuestas al viento cuando el vehículo que las transporta esté en movimiento. Se puede reducir el choque fisiológico de la planta cortando cuidadosamente el recipiente y transplantando la bola de la raíz directamente al hoyo. En el caso de árboles deciduos de época primaveral plantados con raíz expuesta, es imprescindible mantener húmedas las raíces durante y después del trasplante hasta que estén bien establecidas.

La técnica para plantar árboles es una operación bastante simple, si se consideran algunos factores importantes:

a. Selección del sitio:

Es deseable asegurar que se ubique al árbol lo suficientemente retirado de los edificios u otros obstáculos para así proporcionar espacio para su desarrollo cuando madure. Para ésto se dan las siguientes sugerencias:

- Es conveniente tomar en cuenta el drenaje, por lo que es necesario mantenerlo alejado de zonas de drenaje intensivo.
- Observar la ubicación de las plantas que ya se encuentran en el sitio y considerar el impacto de éstas con la nueva planta.
- Informarse acerca de los servicios de alcantarillados, fosas sépticas y otros que pudieran sufrir daños al excavar o que afecten el crecimiento de la planta o bien, el mantenimiento del sistema.

Por último, considerar si la planta a de cumplir la función que se intenta en el sitio seleccionado.

b. La excavación del hoyo:

Se sugiere que el hoyo, para que sea del tamaño suficiente, contenga las siguientes medidas:

- 1.8x1.8x1.5 m para un árbol con raíz de de 90 a 120 cm.

- 1.5x1.5x1.2 m para un árbol con las raíces de 75 a 90 cm.

- 1.2x1.2x0.90 m para un árbol de 6.75 l, o de 60 cm.

- 90x90x90 cm para un árbol de 2.5 l.

- 60x60x60 cm de profundidad para un árbol de 0.5 l.

- El hoyo debe de ser del tamaño indicado y sin obstáculos. Se recomienda usar una barra para excavar completamente.

- Que exista buen drenaje. Un árbol acabará por morir si permanece inundado todo el tiempo. Se considera que existe un drenaje adecuado si 10 cm de agua se filtran en tres o cuatro horas. De existir un problema de drenaje, será necesario hacer un hoyo más profundo o barrer o bien, perforar hoyos con una varilla de refuerzo y un marro de hierro para penetrar la capa impermeable. De no ser posible asegurar un drenaje adecuado, debe considerarse la posibilidad de plantar en otro sitio, o considerar otras especies tolerantes tales como el "sauce" o el "álamo".

c. La preparación del relleno:

- El material orgánico es un factor importante en el crecimiento de la planta. Cuando se cambia la composición del suelo con material orgánico, se mejora el drenaje y el suelo puede retener la humedad y los nutrientes en la zona de las raíces durante un período más largo.
- Desechos forestales, corteza triturada, aserrín y otros subproductos de la industria forestal proporcionan buen material orgánico. De ser posible, es deseable seleccionar aquellos materiales a los cuales se ha añadido nitrógeno.
- Dependiendo de la calidad del suelo, se puede añadir del 25 al 40% del relleno en material orgánico. El caliche debe ser sustituido con buena tierra si así se requiere.
- No debe de emplearse material orgánico que no esté descompuesto o que tenga alto contenido de sales (por ejemplo, estiércol fresco).

d. Colocación y relleno:

- Cortar el recipiente por los lados opuestos y separarlo de la masa de raíces.
- Levantar la bola de raíces sin desmoronarla.

Asegurar que la masa de raíces se encuentra húmeda antes de removerla del recipiente.

- Aflojar las raíces en la parte exterior de la bola si se encuentran muy apretadas con el fin de estimular el crecimiento, en ocasiones, será necesario cortar algunas raíces.
- Colocar la planta a la profundidad indicada de tal modo que después de asentar la planta, la superficie de la masa de raíces se encuentre al mismo nivel en que se encontraba en el recipiente.
- Colocar el relleno alrededor de la bola, añadiendo agua hasta que se llene el hoyo. Apisonar ligeramente el relleno a medida que se va añadiendo agua para eliminar bolsas de aire. Si la bola de la raíz se encontraba muy seca, el agua de riego penetrará el relleno pero no la bola y entonces, es posible que el árbol muera.
- El transplante de un árbol con raíces descubiertas requiere que se forme un montículo en el centro del hoyo distribuyendo las raíces del árbol sobre y alrededor de ella. Se puede calcular que la planta se hundirá un promedio de 4.5-9 cm. No se debe de permitir que la unión del brote (el sitio en

una planta injertada donde el injerto se une a las raíces) quede bajo tierra. Después de plantado el árbol se poda una tercera parte de las ramas para compensar la pérdida de raíces.

e. Asegurar con estacas:

- En la mayoría de los casos las plantas que vienen en sus recipientes tendrán una estaca paralela al tronco principal. Se remueve esta estaca y se colocan dos o tres estacas en ángulo para formar "Pies de amigo", de manera que formen un triángulo, opuestos uno a los otros. Las estacas deben instalarse retiradas del tronco principal para evitar el roce con el tronco y permitir movimiento parcial del tronco.
  
- Para facilitar la instalación de estacas se deben colocar éstas al borde del hoyo antes de rellenar.
  
- Las estacas deben apoyar el tronco a la altura donde todavía mantiene su rigidez y se amarra con una cinta fabricada expresamente para éste propósito.

- En esta ocasión no se debe podar totalmente las ramas laterales inferiores, pues éstas añaden al desarrollo de la fuerza del tronco.
- Permitir que el tronco principal se mueva con las corrientes de aire para evitar que se dañe, pero no permitir que el movimiento doble el tronco excesivamente o que se mueva la bola de raíces.
- Las estacas no deben ser tan largas que rocen contra las laterales superiores.
- Las estacas se pueden quitar cuando el tronco del árbol permanezca erguido bajo cualquier viento ordinario y cuando las raíces se hayan establecido lo suficiente para mantener firme la bola de las raíces.

f. Riego:

- Mantener húmeda la zona de raíces durante un período de 2-3 semanas (más largo el período durante el tiempo de calor). Se reduce el riego cuando el árbol comience a crecer.

- Crear una zanja alrededor de la zona de nuevas raíces (la extensión del hoyo) que contenga suficiente agua para mojar profundamente las raíces.
  
- Evitar que crezca pasto o yerbas en la zanja.

## 2. Fertilización y mejoradores de suelo para árboles urbanos

Los árboles urbanos sufren de una curiosa paradoja; tan pronto se les percibe por traer consigo importantes beneficios, pero al mismo tiempo, pocos reciben un trato adecuado. La falta de fertilización, por citar sólo un caso, ilustra esta paradoja de los árboles urbanos.

En las zonas urbanas áridas, como en el Estado de Chihuahua, el tratamiento de suelos y fertilización es de gran importancia, ya que los suelos poseen una concentración muy alta de iones Hidrógeno (mejor conocido como pH), índices altos de sales debido a las aguas saladas y un contenido relativamente muy bajo de Nitrógeno. Los suelos sufren una compactación como resultado normal del uso urbano, y se añade la restricción en el desarrollo de las raíces a causa de la pavimentación.

La interacción de estos factores da como resultado árboles menos saludables y con menos vigor, mucho más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y una alta propensión a la muerte prematura. Los árboles urbanos podrían tener una vida más larga y tal vez aportarían mayores beneficios con la sola aplicación de fertilizantes de bajo costo y acondicionadores de suelo empleando técnicas

relativamente sencillas.

La necesidad de fertilizantes y mejoradores del suelo:

¿Porqué se requieren fertilizantes y mejoradores del suelo y cómo estos ayudan al desarrollo del árbol? Para que el árbol prospere son necesarias ciertas cantidades de micronutrientes tales como el zinc, hierro, y los macronutrientes tales como el nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio y azufre. Algunos de estos elementos se encuentran en cantidades suficientes, pero no siempre en la forma que la planta los aprovecha. La "clorosis inducida por el yeso" es causada por el riego excesivo, drenaje inadecuado y niveles altos de pH y "encierra" por decirlo de alguna manera, a esos elementos en el suelo causando varias deficiencias en perjuicio de nuestra planta.

Una deficiencia de hierro afecta a las hojas más jóvenes (sobre todo aquellas más pequeñas y cercanas a los extremos de las ramas). La parte principal de la hoja toma un color amarillo intenso aun cuando las nervaduras retienen su color verde. En casos extremos la hoja entera toma un color amarillo pálido, hasta casi blanco. Entre las especies más comunes que sufren de clorosis de hierro se pueden citar a Callistemon viminalis, Eucalyptus camaldulensis y Grevillea robusta. La deficiencia de zinc, llamada algunas veces "roseta", "hoja moteada" u "hoja pequeña",

suele presentarse en los cítricos y en los nogales. Entre los síntomas más característicos se incluyen manchas de color castaño entre las nervaduras de las hojas, amontonamiento de ramillas u hojas nuevas, o pequeñas hojas verde-amarillentas con una textura áspera.

El nitrógeno es un elemento considerado como esencial para el crecimiento de la planta, pero al mismo tiempo es el elemento típico más deficiente en los suelos de las zonas áridas. Las plantas ordinariamente consumen el nitrógeno que escasamente existe ya que es soluble y se lixivias fácilmente con el riego profundo. En el ambiente urbano, el único método de reponer el nitrógeno perdido es por medio de la fertilización. La deficiencia de nitrógeno se detecta al observar las hojas más viejas (aquellas más cercanas al suelo, o cercanas al centro de la planta). Estas tendrán un color amarillo más fuerte.

Los síntomas de clorosis mencionados anteriormente son indicadores de la necesidad de fertilizar; otros indicadores generales son: ramas muertas, ramas que brotan de yemas latentes en el tallo principal, hojas más pequeñas de lo normal; los extremos de las ramas pueden manifestar menor crecimiento en la primavera o el árbol puede carecer de crecimiento vigoroso. A los árboles que han sufrido daño físico o defoliación por causa de insectos, granizo,

viento u otro agente, o los árboles que manifiesten los síntomas descritos arriba, se verán beneficiados si se les aplica fertilizante. Por lo general, la fertilización incrementa la rapidez del crecimiento de brotes nuevos en un árbol que ha sufrido daño. Por otro lado, los árboles que han sufrido defoliación o daño por causa de herbicidas (daño a las raíces por aplicación intensiva de germicidas o defoliación por riego incontrolado de defoliantes) no deben ser fertilizados.

Los problemas de compactación de suelo y alto contenido de sales que se presentan impiden que se lleve a cabo una debida aereación y drenaje del suelo, condiciones que son esenciales para el desarrollo del árbol. El drenaje inadecuado causa incremento en el nivel de sales en el suelo ya que el agua no puede penetrar a la zona de las raíces. La acumulación de sales en la zona radicular ocasiona el problema de quemazón por la sal en muchas plantas como lo indica una apariencia quemada en los bordes de las hojas, además, inhibe el sano crecimiento, daña la apariencia del árbol y puede llegar a causar la muerte de la planta si no se corrige la situación. El yeso aplicado en la superficie de la tierra mezclado con tierra y luego regado, mejora la permeabilidad y reduce la concentración de sales. La salinidad puede reducirse con un buen drenaje y con riego profundo.

Una solución sencilla:

La "alimentación profunda" de las raíces es un sistema tradicional de relativamente bajo costo y que puede corregir deficiencias nutricionales y suelos problemáticos. Este sistema, casi desaparecido del sector público y privado, es todavía el mejor tratamiento general.

¿Qué ayuda proporciona el sistema de alimentación profunda? La perforación de hoyos en el suelo, lo afloja e incrementa la permeabilidad del aire y el agua. Al aumentar la penetración del agua, mejora el drenaje y lixivía las sales acumuladas. La ventilación permite la respiración de las raíces. Aun cuando los hoyos se rellenan de arena, el árbol se vería beneficiado. No obstante, una mezcla de nitrato, yeso, tierra, azufre y arena resolverán todas las condiciones negativas. Un fertilizante balanceado con nitrógeno orgánico proporcionará potasio y fósforo y reducirá la rapidez de lixiviación de nitrógeno, aun cuando esta técnica es más costosa e incorpora elementos que ya se encuentran en el suelo. El sulfato de amonio (21-0-0-) o un equivalente (que depende de los índices de salinidad y solubilidad) proporcionan el nitrógeno necesario invirtiendo tan solo una cuarta parte del costo total de un fertilizante balanceado.

Por lo tanto, la mezcla se compone de nitrógeno para

fomentar el crecimiento sano, yeso para aumentar la permeabilidad y disminuir el contenido de sales y/o azufre para reducir el pH del suelo. El "suelo azufre" contiene hierro y debe de emplearse si se detecta un problema de clorosis de hierro. Si no se dispone de "suelo azufre" se puede sustituir por quelato de hierro. La arena y el material ligero de origen orgánico en la mezcla preservará el drenaje establecido con la perforación del hoyo.

Otras soluciones:

Otros métodos de aplicación de nitrógeno no proporcionan una solución completa. Ya que el nitrógeno y el yeso son solubles, éstos pueden esparcirse sobre la superficie y penetrar a las raíces del árbol por medio de riego profundo. A pesar de lo fácil y barato, esta técnica no es eficaz como la alimentación profunda. En áreas cubiertas de césped, éste consumirá la mayor parte del nitrógeno. La dispersión sobre la superficie no rectifica la permeabilidad del suelo o el pH. Pueden existir todavía otras condiciones potencialmente fatales.

La inyección de suelo es el método más comúnmente aplicado por el sector privado. Se aplica un fertilizante y una solución de agua en un riego profundo con una presión de 150-200 libras por pulgada a través de un tubo introducido en el suelo. La conveniencia de este método puede

acarrear desventajas mayores a sus beneficios. Por ejemplo, la cantidad de fertilizante en solución que puede aplicarse en un momento determinado es limitado ya que los nutrientes solubles del fertilizante forman sales. En concentraciones mayores de 2 libras por cada 1000 pies cuadrados, las sales queman los tejidos de las plantas y suprimen la absorción de agua por las raíces. Asimismo, el nitrógeno soluble se lixivia de manera rápida en el suelo. Al igual que la técnica de dispersión de fertilizantes en la superficie, el método de inyección de fertilizantes no ayuda con los problemas de condiciones del suelo. Existe en el mercado un fertilizante que permanece suspendido, más bien que en solución, lo que evita algunos problemas de acumulación de sales, pero su costo es relativamente alto.

La aplicación foliar es efectiva como tratamiento rápido y a corto plazo para rectificar síntomas de deficiencia de micronutrientes tales como el hierro, zinc y manganeso. La aplicación por riego en escala menor de un micronutriente específico indica rápidamente si un árbol responderá a un nutriente en particular antes de que se inicie un programa intensivo de corrección. La técnica de riego puede resultar costosa, a menos que se incorpore en un programa de riego de pesticidas. Si es de ésta manera, es importante asegurar que los fertilizantes y los pesticidas que se combinen resulten compatibles.

Ritmo de aplicación:

El método de aplicación por medio de perforación es el método más efectivo de fertilización ya que simultáneamente rectifica las situaciones negativas y manifiesta efectos a largo plazo. Asimismo, éste método utiliza equipo simple y de costo bajo y no requiere de conocimientos técnicos complicados.

¿Qué tipo de equipo se requiere?

Se emplea un taladro eléctrico de 3/4" con un motor de 10 amperios. equipado con un barrenos de suelos de 5 cm. Es preferible que el barrenos tenga un motor reversible y que cuente con dos asaderas horizontales. Aun cuando se pudiera emplear un taladro de 1/2" para este propósito, el uso continuo desgasta el equipo y reduce la eficiencia.

El número ideal de perforaciones por árbol se considera de 4-5 por cada centímetro de diámetro del tronco del árbol en DBH. La perforación se inicia a una distancia de 76 cm del tronco y se continúa en intervalos de 10-15 cm hasta alcanzar el margen de la copa del árbol, al borde de lo que se considera la línea de goteo. Estos intervalos permiten una distribución igual y suficiente del fertilizante sin "quemar" las raíces.

Si se reduce el número de hoyos, la efectividad del

nitrógeno disminuirá proporcionalmente, ya que se limita la cantidad de fertilizante que se puede introducir en cada hoyo sin riesgo de "quemar" las raíces. En este caso, es preferible el uso del fertilizante orgánico balanceado de alto análisis, aunque sea más costoso, ya que se puede incrementar la cantidad de fertilizante sin quemar las raíces. Esto se decide de acuerdo a las necesidades.

¿Qué cantidad de fertilizante debe emplearse?

Se utilizan dos métodos diferentes para calcular la cantidad de fertilizante que se debe de emplear:

El primer método considera el área del suelo que abarca la copa del árbol. Dependiendo de la condición de follaje, se aplica anualmente 1.25-2 kg de nitrógeno por cada 80 m<sup>2</sup>; 2.25-2.50 kg de nitrógeno por cada 80 m<sup>2</sup>, cada dos años para mantener un crecimiento normal.

El segundo método se basa en el DBH del árbol. Para árboles menores de 13.2 cm DBH, se aumenta la proporción de 110 kg de nitrógeno por cada 2.5 cm. Estas cantidades son aplicadas en áreas de suelo descubierto, es decir, si el 20% de las raíces se ven cubiertas por pavimento, se reduce la cantidad en esa proporción. Con árboles perennifolios de hoja ancha, se emplea la mitad de las cantidades indicadas.

La cantidad de fertilizante que se requiere depende del análisis del fertilizante. Un fertilizante con fórmula 10-6-4 contiene 10% de nitrógeno (N), 6% de fósforo (P), (expresado como un porcentaje de  $P_2O_5$  [fosfato]) y 4% de potasio (K), en forma de  $K_2O_5$  (potasa). Por lo tanto, un análisis o fórmula de 16-8-8, representa un 60% más de nitrógeno, un 33% más de fósforo y 100% más de potasa que en la fórmula de 10-6-4. Para estimar la cantidad de fertilizante que requiere la planta se puede usar la siguiente proporción. Por ejemplo, si el análisis es 1-6-4 y la planta requiere 5.4 kg de nitrógeno:

$$10/100 = 5.4/x$$

$$x = 100 (5.4/10)$$

$$x = 54 \text{ kg de fertilizante}$$

¿Cuándo se debe aplicar fertilizante?

Para lograr una máxima eficiencia, el fertilizante debe ser aplicado a fines del invierno o comienzos de primavera. El mejor período para aplicar el fertilizante es justo antes de que se inicie el brote del follaje nuevo. Debido a que las raíces inician su crecimiento antes de que las hojas manifiesten su actividad, la fertilización a comienzos de la primavera proporcionará nutrientes para el nuevo desarrollo y crecimiento de las raíces.

Por lo general, en zonas donde se presentan heladas no se recomienda la fertilización a fines del verano, a menos que el árbol haya sufrido algún daño o que se haya defoliado, ya que la fertilización engendra un crecimiento nuevo que no tendrá tiempo suficiente para madurar antes del otoño, lo que da como resultado un daño grave con las heladas de invierno. Se puede aplicar el fertilizante en el otoño, inmediatamente después de haya pasado la época de crecimiento.

### 3. Podado de árboles urbanos

¿Porqué podar?

Un árbol decídúo en su ambiente natural, en un desfiladero o cercano a un arroyo es un ejemplo perfecto de la naturaleza en acción. Ese mismo árbol en un ambiente urbano puede considerarse antiestético. Por razones prácticas y de seguridad es importante podar árboles urbanos periódicamente.

Se puede mejorar un árbol tan solo con una poda adecuada; sin embargo, no todos los podados benefician al árbol. Una poda incorrecta dañará permanentemente la apariencia y salud del árbol, aumentará el costo de mantenimiento y reducirá la vida del árbol. Por lo contrario, una poda correcta ayuda al árbol joven a establecer una estructura o "andamio" apropiado; reduce el tamaño del árbol al plantar o transplantar con raíces descubiertas o después de una herida física; remueve retoños de las raíces basales y ramas que estén desarrollándose en estrecha asociación.

¿Qué es un "andamio" apropiado?

El "andamio" carga el peso y suministra la forma estructural de un árbol sano y atractivo. Para establecer una estructura apropiada en los árboles decídúos se debe

iniciar el entrenamiento en los primeros años de su vida. Si el árbol no ha recibido una poda adecuada desde el principio, será necesario invertir mayor esfuerzo con más gasto de fibra maderable. Durante la primera o segunda estación de crecimiento se debe restringir la poda de los brotes jóvenes. Las ramas adicionales podrán cortarse luego que estas se hayan desarrollado más. En el ínterin ofrecen seguridad y protección y proporcionan sombra al tronco joven y tierno.

A continuación se presentan algunas normas para determinar que ramas debieran permanecer como parte del "andamio":

1. Preservar las horquetas de ángulo abierto. Las horquetas de ángulo estrecho son básicamente débiles y al desarrollarse son susceptibles a daños causados por vientos que las arrancan del tronco.



Fig. 1. Horquetas: izquierda débil, ángulo estrecho; derecha fuerte, ángulo amplio.

2. Las ramas deben estar bien distribuidas. Las distancias verticales entre las ramas son importantes en muchas especies para establecer dominancia, fuerza y buena apariencia. Dos ramas que emergen cerca del mismo sitio pueden impedir el crecimiento de una rama dominante y de las ramas más altas. Estas ramas resultan débiles y fácilmente se rompen [un ejemplo es la mora (*Morus alba*)].

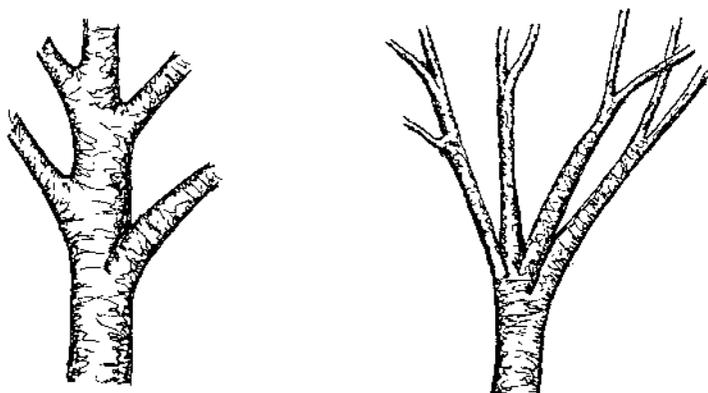


Fig. 2. Ramas bien distribuidas (izquierda), menos susceptibles a rajarse o romperse que aquellas que crecen muy cerca unas de las otras (derecha)

3. Una distribución radial apropiada evita que las ramas crezcan encimadas interfiriendo así con el desarrollo adecuado de cada una de ellas. La rama inferior puede quedar en la sombra o la rama superior puede ser me-

nos vigorosas por carecer de luz, de nutrientes y de agua.

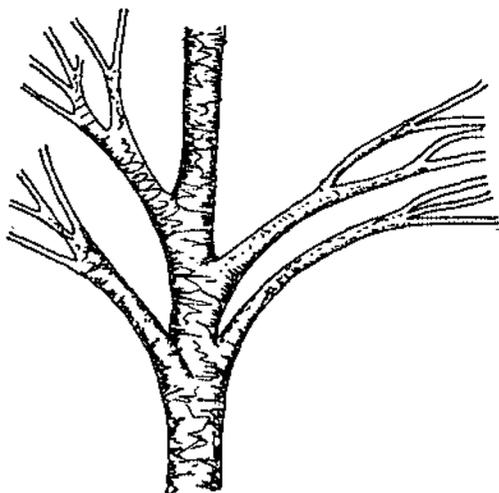


Fig. 3. Dos ramas, una directamente encima de la otra impide el adecuado crecimiento de la otra.

4. Se puede establecer la altura eventual deseada de las ramas más bajas del árbol cuando éste todavía es joven. Es posible que se desee una altura mínima para permitir un mejor desplazamiento del tráfico de automóviles o para prevenir que se obstaculice la visibilidad en una intersección, etc. La posición de una rama en el tronco permanece esencialmente a la misma altura durante toda la vida del árbol.

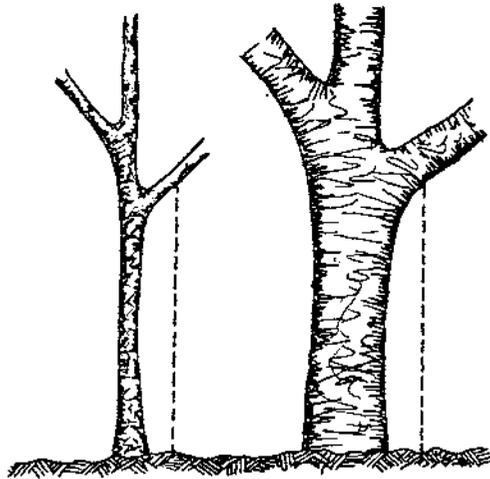


Fig. 4. Las ramas mantienen su altura en el tronco pero pueden aumentar de diámetro.

¿Qué es un despunte?

A veces no es necesario remover o ralear una rama. Se puede lograr entrenamiento sustancial con la técnica de "despunte" o sea, dirigiendo el crecimiento de la rama hacia un brote orientado para arriba o a los lados. El despunte orienta el crecimiento en dirección permanente. Muchas especies no forman ramaje lateral en forma natural sino solamente en las extremidades del crecimiento del año anterior. Para inducir el desarrollo de ramaje se puede despuntar el crecimiento de una rama dominante donde se desea el crecimiento de una lateral (fig. 5). Los retoños

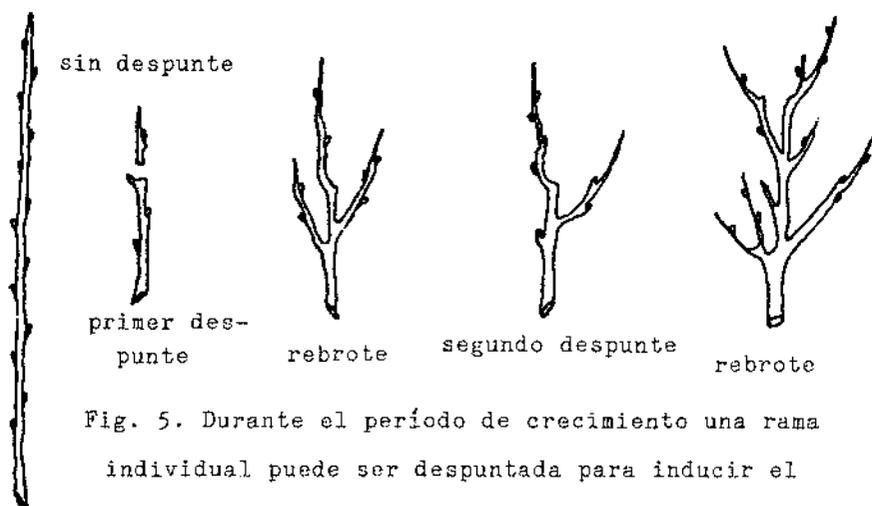


Fig. 5. Durante el período de crecimiento una rama individual puede ser despuntada para inducir el desarrollo de laterales. Los dos despunte indican el crecimiento de ramas a las deseadas. (Ilustraciones sin hojas).

debajo del corte o despunte se desarrollarán a diferentes velocidades. Para la próxima estación de crecimiento se puede seleccionar una nueva rama y "forzarlo" al despuntarlo aproximadamente unos cuatro o seis centímetros de las otras ramas. Durante una estación un árbol vigoroso permite el desarrollo de posiblemente tres ramas laterales bien distribuidas. Sin este despunte inicial es posible que una parte principal del árbol requiera poda en años posteriores.

Si se deseara obtener un árbol alto y vertical, es necesario mantener la dominancia de los brotes que se ex-



antes de podar



seis meses después

Fig. 6. Al despuntar las dos laterales inferiores (izquierda), se permite que la rama superior desarrolle sin resultar (derecha).

tienden hacia arriba previniendo que dominen los brotes laterales. Al despuntar moderadamente los laterales se le obliga al árbol a desarrollar más follaje. A veces es necesario despuntar durante la estación de crecimiento del árbol.

En alguna ocasión la rama principal no puede ejercer su dominio sobre las laterales por ser más vigorosas; en este caso, es preferible cortar la rama principal cerca de la lateral (fig. 7).

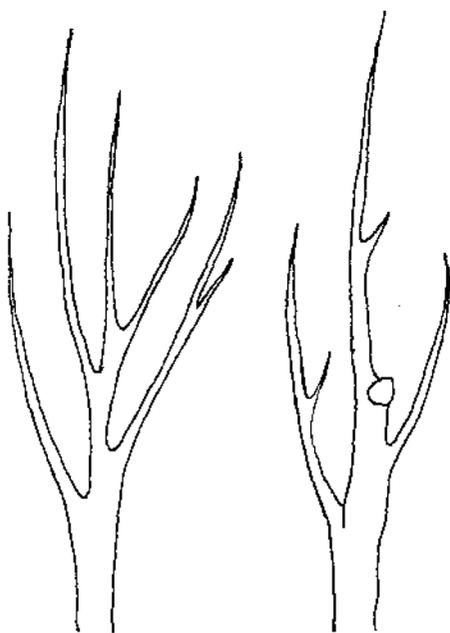


Fig. 7. Al perder una rama principal su preponderancia (izquierda), se puede seleccionar una nueva (derecha), eliminando la principal.

¿Cuál es la razón de la poda de árboles maduros?

Un árbol joven que ha recibido buenas podas durante su vida no requerirá atención durante varios años. En algunos casos, no obstante, se hace necesaria una poda. Las ramas muertas, débiles o infectadas con plagas o insectos se deben eliminar para reducir la infestación. (Es impr-

tante desinfectar las herramientas antes de iniciar la labor con una parte de cloro combinada con nueve partes de agua o solventes, secándolas después y antes de aceitarlas). Las ramas que cuelgan, que estén rotas o cruzadas se deben remover por razones de seguridad y para mejorar la apariencia y salud futura del árbol. Es preferible podar al árbol cuando éste haya alcanzado la altura máxima deseada. Si se demora la poda hasta después de que el árbol haya crecido, el proceso se hace más difícil dando como resultado un rebrote muy denso (fig. 8).

Es posible controlar el crecimiento de un árbol reduciendo el número de ramas. Si se requiere una reducción mayor, es preferible lograrlo en dos estaciones de crecimiento. Es importante no podar el follaje del árbol más del 25%. La mejor manera de retener la sombra natural es por medio del despunte de las ramas laterales inferiores. Tal vez sea necesario remover algunas ramas principales.

No es correcto "descabezar" un árbol con el fin de controlar su altura. Esta práctica se utiliza con la mora y otros árboles. Este método sí logra reducir la altura del árbol rápidamente pero a costo de la pérdida de la forma natural del árbol. Los retoños brotarán profusamente y en forma vertical. Las nuevas ramas formarán en la punta una masa espesa, pero éstas serán muy débiles.

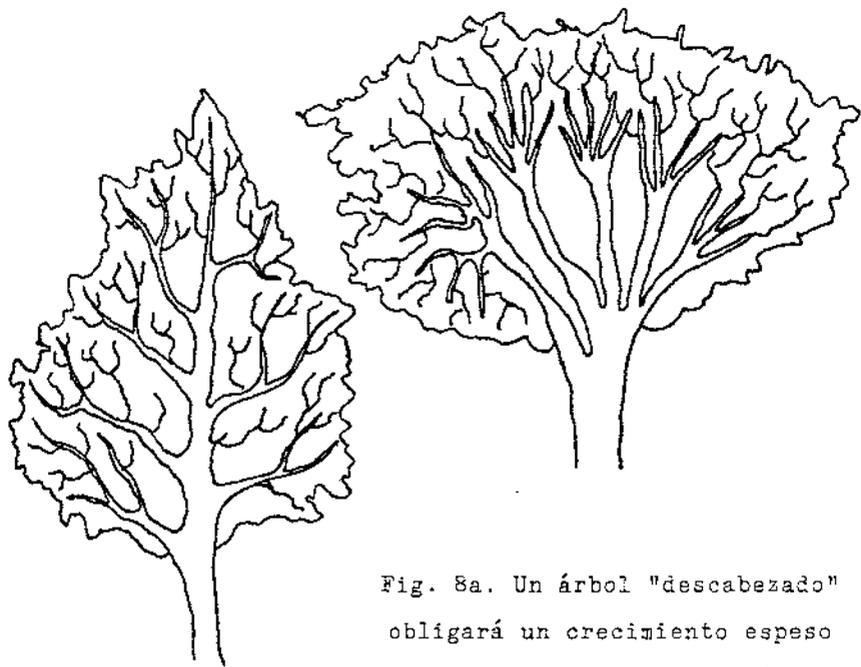


Fig. 8a. Un árbol "descabezado" obligará un crecimiento espeso de ramas verticales y el árbol pierde su forma (arriba).

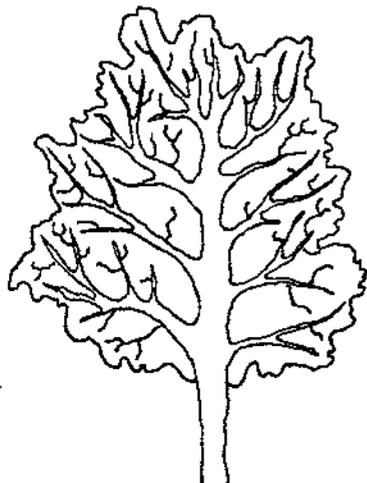


Fig. 8b. La reducción del follaje restringe la altura y abre la copa de un árbol maduro a la vez que retiene la apariencia y la forma natural del árbol (ilustraciones de la izquierda).

La reducción del follaje interior puede beneficiar al árbol sano. Al permitir que entre los rayos solares e incrementar la circulación del aire entre el follaje, se reduce la posibilidad de infestación de insectos, enfermedades y otros daños ocasionados por el viento.

¿Cuándo debe podarse un árbol?

Generalmente la mejor época para podar los árboles deciduos es durante su período latente, es decir, en Diciembre, Enero o Febrero. Durante esta época las ramas y la forma del árbol son visibles y el derrame de la savia es mínimo (la pérdida de savia no es crítica a menos que sea en forma excesiva). La poda invernal no reduce el crecimiento ya que el árbol se encuentra en un estado de baja energía. Si la poda ocurre antes de que broten las hojas, los brotes que se presenten posteriormente resultarán más sanos y más grandes. No obstante, una ligera reducción y despunte o eliminación de ramas muertas, rotas o enfermas, después del brote de las hojas puede hacerse sin perjudicar al árbol.

¿Cuál es la mejor técnica para hacer los cortes al podar?

La cicatrización de los cortes depende de la posición del corte. Se debe evitar que resulten cepas que puedan servir de vehículo para que se infecte al árbol. Los cortes deben ser angulados y los más cercano posible al tronco de tal manera que la parte inferior del corte se extienda hacia afuera. El instrumento de cortar debe estar pegado al tronco. La cicatrización es muy rápida. El árbol forma un callo que sirve después de sello. Se puede utilizar pintura cicatrizante para proteger contra la infección de hongos. De emplearse, se debe aplicar después de que la herida se ha secado ya. Jamás debe utilizarse pintura comercial como sustituto de la pintura cicatrizante. Para reducir el riesgo de una invasión de hongos se puede pintar el corte con un fungicida a base de cobre.

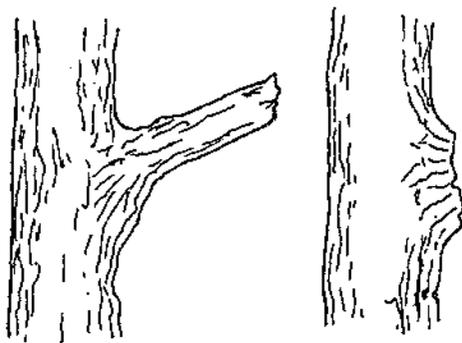


Fig. 9. Corte final en la superficie anular.

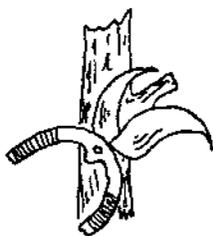


Fig. 10. Para una corta fácil se coloca la herramienta contra el tronco y se corta hacia arriba.

Los brazos grandes pueden removerse en dos pasos empleando tres cortes (fig. 11). El corte "puente" impide que el peso de los brazos al caer pele la corteza del tronco. Las ilustraciones que se presentan a continuación demuestran esta técnica.

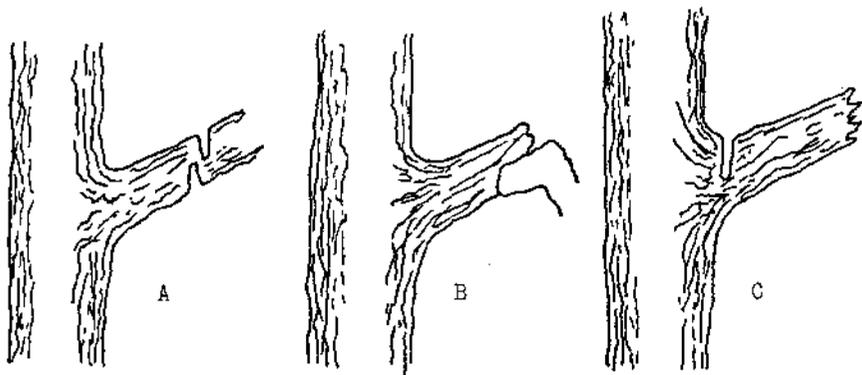


Fig. 11. Remover una rama grande; primer corte (A), segundo corte (B), y (C) el corte final.

¿Cuál es el equipo para podar?

Hay una variedad de sierra capaces de cortar ramas de cualquier grosor. Algunas son de dos filos, uno para la madera muerta y otro para las ramas verdes y funcionan en ambas direcciones. Las tijeras de podar son útiles para ramas hasta de dos centímetros y medio de grosor. Hay tijeras pequeñas que pueden utilizarse en ramitas más delgadas. Se pueden lograr trabajos más pesados al emplear una sierra de cadena. Es árboles grandes es necesario usar equipo especial para trepar a los árboles sin el menor riesgo posible. Son esenciales para este fin sogas, soportes y técnicas especiales. Existen podadoras de expansión que facilitan el corte de ramas de difícil acceso.

#### 4. Disposición del arbolado urbano

La disposición de los árboles en la ciudad pueden dividirse de la siguiente manera:

Aislados. Cuando son elegidos por su porte, follaje y belleza de sus flores, para usarse en puntos elegidos previamente.

Arboleda. Cuando se encuentran agrupados, sin necesidad aparente de orden. Esta disposición solo es realizable en parques grandes.

Hileras. Cuando se encuentran formando cortinas o barreras.

Estas formas de disposición se encuentran distribuidas en los diferentes tipos de propiedad urbana:

##### a. Terrenos públicos

Los parques son probablemente los que están más relacionados como sitios arbolados y varían desde diminutos manchones verdes en las colonias populares hasta los de gran extensión que se encuentran dentro y en los límites de la ciudad.

Las plazas, los parques y los camellones de las avenidas en la ciudad constituyen una parte sustancial de los terrenos públicos urbanos. También se incluyen los edificios públicos y sus estacionamientos descubiertos, bibliotecas, escuelas e instituciones educativas, hospitales, iglesias y cementerios que cuentan con áreas verdes cubiertas con plantaciones de árboles.

#### b. Terrenos privados

Los árboles también se encuentran en toda clase de terrenos residenciales, comerciales e industriales. Las áreas residenciales, varían desde las residencias unifamiliares, que pueden tener de uno a varios árboles, hasta las complejas unidades habitacionales que cuentan con jardín propio y áreas adyacentes arboladas.

Se considera además, que los árboles son una parte de la atracción para poseer una propiedad.

Las áreas comerciales dedican poco terreno a la forestación debido a su superficie limitada. Algunas áreas del sector industrial se encuentran forestadas, por lo que cuentan algunas veces con jardines extensos para darle belleza al edificio y protección contra polvo y viento, sin escatimar la sombra que proporcionan sus árboles.

c. Terrenos suburbanos

Deben considerarse además, las plantaciones que se encuentran en el periférico; los macizos forestales cercanos como el Bosque de la Primavera, las laderas de la Barranca del Río Santiago y otras áreas arboladas de menos extensión.



## 5. Composición de especies arboreas

El arbolado urbano puede ser natural o artificial. En nuestra ciudad, la mayor parte de las especies han sido introducidas. Si bien, hay indicios de especies naturales que ocuparon los bosques anteriormente, poco o nada queda de ellas hoy en día, en el área que ocupa actualmente la metropoli.

Las especies de árboles que se han venido introduciendo, presentan características generalmente adaptables a las condiciones climáticas y edáficas de la región. Estos factores físicos resultan propicios para el establecimiento tanto de algunas especies de clima templado como de clima subtropical. Pero pueden ser limitantes a otras especies que requieren condiciones especiales para su desarrollo.

Otros factores que influyen sobre la composición de las especies pueden considerarse de diversa naturaleza, son:

### a. Funciones o usos específicos

La composición del arbolado urbano está influenciado por las funciones de sus varios elementos que pueden des-

tinar para proporcionar sombra, para crear barreras o simplemente como elemento estético. Por ejemplo, una área de descanso para "día de campo", en un parque público tendrá probablemente árboles grandes de sombra; la plantación para proteger ciertas superficies, estará compuesta principalmente de perennifolios; las plantaciones en las calles podrían estar hechas con árboles de sombra y de apariencia estética. Un árbol podría escogerse simplemente por su talla, forma, color u otras características para llenar la necesidad particular en el ambiente urbano. Por lo tanto, la función o uso específico que se les dé a los árboles, será el factor más determinante en la elección de las especies para la forestación.

#### b. Especies populares

La composición del arbolado urbano es generalmente el reflejo de la popularidad de las especies; por todos los rumbos de la ciudad, de manera practica podemos detectar: fresnos, casuarinas, eucaliptus, jacarandas, entre otros, que lo confirman. Su popularidad no radica solamente en sus características físicas, pues la mayor parte de ellas generalmente son plantas siguiendo la tradición de los mismos elementos en el paisaje urbano, y por la disposición y promoción de los viveros locales. Además de otros medios; desafortunadamente esta popularidad conduce a equivo-

caciones en la elección de especies, por la razón de que un árbol se elige solamente por el color de la hoja o por cualquier otra característica que pueda ser inadecuada para el sitio de la plantación. Las principales especies que se cultivan en la localidad serán discutidas en el capítulo V.

### c. Factores socioeconómicos

La composición del arbolado urbano varía mucho de acuerdo a las áreas económicas. Las zonas populares de bajos ingresos estas compuestas por árboles viejos que han logrado sobrevivir a diversos cambios. Cuando se hacen nuevas plantaciones, hay una tendencia a seleccionar especies de crecimiento rápido, pero de vida relativamente corta, buscando un uso inmediato más no duradero.

Los árboles en las áreas residenciales de medianos y mayores ingresos, generalmente están mejor plantados y cuidados, reflejando las opciones de la afluencia. Es también en los lugares de mayores ingresos donde se encuentran establecidos gran cantidad de árboles debido a la extensión de los lotes, y de una gran variedad de árboles exóticos. Hay que señalar que la gente que considera a la residencia que alquila, en un lugar en particular como de cuidado temporal, generalmente no planta árboles.

## 6. Beneficios del arbolado urbano como regulador del clima

El arbolado urbano es muy importante para los habitantes de una ciudad, pues son ellos los que les proporcionan oxígeno, sombra y un paisaje agradable, sin mencionar un gran número de usos desde el punto de vista arquitectónico y de ingeniería.

Como reguladores del clima se tiene que los árboles y arbustos son capaces de mantener un clima adecuado para hacer sentir confort a los habitantes de una comunidad.

### a. Moderación de la temperatura

El confort humano depende esencialmente de los factores que afectan a la temperatura de la piel y de la percepción del calor y del frío. La temperatura óptima para un ser humano es de 37°C. La pérdida de este confort ocurre cuando la energía térmica se pierde o se gana en relación a éste óptimo. Podemos generar calor por medio de los procesos metabólicos. Una persona inactiva genera cerca de 50 kcal por hora. Con ejercicio físico esta cantidad aumenta; para mantener el confort en uno y otro caso hay que disipar este calor.

La energía calorífica es, entonces, irradiada por el calor de la piel y por las superficies de los alrededores. Por estas razones las ciudades tienden a ser más calurosas en un rango de 0.5-1.5°C. Esta diferencia puede ser acogida en época de fríos, pero en los calores puede resultar incómoda. También, este exceso de calor es debido a la falta de vegetación y su importancia en la absorción de la radiación solar y en la evaporación fresca.

Los árboles junto con los arbustos, hierbas y césped mejoran la temperatura del aire ambiental urbano al controlar la radiación solar. Las hojas de los árboles interceptan, reflejan, absorben y transmiten la radiación solar. Su efectividad depende, por ejemplo, de la densidad del follaje, el aspecto de la hoja y la distribución de la copa. Los árboles perennifolios interceptan la radiación solar y reducen la temperatura durante la época de calores; por otra parte, los caducifolios hacen que la temperatura sea más cálida al permitir la llegada de la radiación solar a la superficie en la época de fríos.

Los árboles y los otros tipos de vegetación también ayudan al mejorar la temperatura del aire en la época calurosa por medio de la evapotranspiración. Por eso los árboles han sido llamados los acondicionadores naturales del aire. Un solo árbol, bajo el sol, puede transpirar hasta

500 litros de agua por día (siempre y cuando que la humedad disponibles sea suficiente).

En una noche calurosa, el calor se pierde principalmente por medio de el intercambio de la radiación infrarroja entre las superficie de la ciudad y la atmósfera. Por eso, en las noches despejadas y frías, las superficies se enfrían más rápidamente y en las noches nubladas hay menos enfriamiento. Además, la razón por la cual se pierde calor infrarrojo varía de acuerdo al tipo de material que recibe originalmente el calor de la radiación solar durante el día. Los materiales duros y de alta densidad, como el concreto y el asfalto, se enfrían lentamente. De esta manera, las temperaturas nocturnas, son más altas debajo de los árboles que en los lugares en que no los hay. Esta diferencia de temperatura puede ser de 5-8°C.

#### b. Protección contra el viento

Es sabido que también el viento afecta el confort humano, ya que puede aumentar la evaporación durante el día. El fresco del ambiente variará de acuerdo a la velocidad del viento.

Los árboles junto con los arbustos controlan el viento mediante la obstrucción, canalización, desviación y fil-

tración. El efecto y grado de control variará de acuerdo al tamaño, forma, follaje y densidad de las especies que se utilicen. La obstrucción implica la colocación de árboles para reducir la velocidad del viento, pudiendo combinarse para tal fin, con otro tipo de barreras. Los rompevientos perpendiculares a los vientos predominantes pueden reducirlos de 2-5 veces, dependiendo en gran parte de la altura, anchura, penetrabilidad y arreglo de las hileras y especies, sin perder de vista el grado de protección requerido. La eficiencia de cualquier rompevientos radica principalmente en la selección de las especies. Por ejemplo: las coníferas con follaje denso o árboles perennifolios servirán mejor en los lados poniente y norte del lugar a proteger, que es de donde provienen los vientos fríos y dominantes.

#### c. Precipitación y humedad

Además de los efectos sobre la temperatura, los árboles son importantes en el ciclo hidrológico. Los árboles interceptan la precipitación haciendo que descienda lentamente hacia la superficie del suelo. Esto puede incrementar la infiltración y hacer decrecer los escurrimientos y con ello la erosión del suelo. También puede reducir la evaporación de la humedad del suelo. No obstante su elevada tasa de transpiración y proceso de infiltración, son

capaces de reducir la cantidad de agua en disposición, para recargar los mantos acuíferos o reducir el flujo de corrientes, cuando son comparados con otro tipo de cubierta vegetal. Siendo todo ésto un factor importante, al considerar a los mantos acuíferos de los Valle de Atemajac y Tezistán, como fuentes de abastecimiento de agua.

La eficacia en el control de escurrimientos y en el incremento de la infiltración, varía de acuerdo al tipo de suelo, topografía, intensidad de la precipitación y la composición de la cubierta vegetal.

La intercepción de la precipitación pluvial a través de un dosel de coníferas, es mayor, pues sólo llega a hacer contacto un 60% sobre el suelo, en comparación con un dosel de latifoliadas que es de un 80%. Esto se debe a la estructura de la hoja de las coníferas, que permite un mejor entrapamiento de las gotas de lluvia. La pubescencia es otra característica importante de la hoja. La disposición de las ramas también afectan la tasa de intercepción, por ejemplo, las ramas distribuidas horizontalmente son más efectivas. Además, la corteza áspera retarda la caída del agua por el tronco del árbol. Se puede decir que mientras más intensa es la lluvia, más efectivas serán estas características en la intercepción por parte del árbol; igualmente en cuanto a la duración del evento.

En síntesis, en cuanto a regulación del clima se refiere, los árboles interceptan y filtran la radiación solar, inhiben la corrientes de aire, transpiran agua y evitan la evaporación de la humedad del suelo. De esta forma, debajo de la cubierta arborea, la humedad generalmente es más alta y la velocidad de evaporación es muy baja. La temperatura debajo de la cubierta arbórea es más baja que la del aire ambiental durante el día y más caliente durante la noche.

### III. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

#### 1. Localización

El Municipio de Zapopan está considerado como una de las regiones más importantes del Estado, por sus diversas actividades productivas, siendo la principal actividad agrícola ya que es una de las zonas con clima adecuado y precipitaciones pluviales favorables para cualquier actividad agropecuaria. [véase fig. 12].

Se localiza en la Región Centro del Estado de Jalisco, se encuentra situado en la Latitud Norte  $20^{\circ}43'$  y la Longitud Oeste  $103^{\circ}20'$  con relación al Meridiano de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar que va de los 1360 a los 1870 metros. Colinda con un total de nueve municipios; al Norte con San Cristobal de la Barranca y Tequila; al Este con Ixtlahuacán del Río, Guadalajara y Tonalá, al Sur con Tlajomulco del Zúñiga y al Sudoeste con el Mpio. de Tala y Arenal y más al Noroeste con Amatitán.

#### 2. Climatología

El clima de este Municipio es semi-seco con inviernos



y primaveras secos-semi-cálidos, con una temperatura promedio durante el año de 22°C. Los meses con mayor precipitación pluvial son: Junio, Julio y Agosto y la precipitación promedio anual es de 830.1 mm. El número de días soleados es de 200, la temperatura máxima promedio es de 30°C y la mínima es de 8°C.

Los vientos se presentan de Enero a Junio y de Noviembre a Diciembre, éstos vienen del Occidente; en Julio y Agosto del Oriente y Septiembre y Octubre del Noroeste. Su humedad relativa es los últimos diez años va en aumento, mientras que la evaporación (pérdida de agua en el suelo), va en decremento.

### 3. Hidrografía

El municipio cuenta con un río y diez arroyos; cuatro son de importancia para el sistema de riego. Al Noroeste, en los límites con el Municipio de Ixtlahuacán del Río, pasa el Río Grande de Santiago que corre hacia el Norte, en su trayectoria se le unen los arroyos del Río Blanco (permanente), el de la Soledad (torrencial) y San Isidro (permanente). Al Sudeste el Arroyo de Atemajac (permanente) que forma la presa de Zoquipan; sus afluentes son: La Prieta Ocotán y La Campana, localizados al Sur del Muni-

pio. Al Nordeste nuevamente el Río Grande de Santiago que sirve de límite con Tequila y los Arroyos de los Verdines, El Grande y el San Antonio. El arroyo Río Blanco nace y se localiza en la parte central del Municipio formando la presa de Copalita.

#### 4. Orografía

Queda situada la mayor parte del Municipio de Zapopan sobre las cordilleras que rodean el Valle de Atemajac, con una altitud promedio de 1700 metros sobre el nivel mar. Al Nordeste del Municipio se localiza el Cerro del Colli, de tipo volcánico y el más alto, con una altura de 2200 m. s.n.m.; al Oeste del Municipio se eleva el Cerro del Tepopote y la Mesa del Burro (1950 m.s.n.m.) y al Sudeste se localizan los Cerros de El Tule, el Alto, El Pedregal y El Chato, con una altura de 2050, 2000, 1990 y 1800 m.s.n.m., respectivamente. Junto con la Mesa del Mashuate y La Lobera que miden 2100 y 1900 m.s.n.m.

#### 5. Extensión territorial

El municipio cuenta con una área de 893.15 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 1.11% de la superficie total del Estado,

y el vigésimo octavo lugar entre los municipios.

## 6. Suelos y geología

El municipio se encuentra cubierto por suelos Chernozem en toda su extensión, dentro de estos se distinguen dos grupos; el primero corresponde a los suelos que se desarrollan bajo condiciones insuficientes de humedad en climas extremos; el segundo a los suelos de regiones montañosas con condiciones de precipitación media. En cuanto a su Geología, los suelos del Municipio han tenido su origen en la meteorización de cuatro tipos de rocas, ellas son a saber: el Basalto compacto y hojoso, Tobas pomosas, Pórfido y Traquita y rocas efusivas.

#### IV. DESARROLLO DEL PROYECTO, CASO CONCRETO

El presente proyecto se planeó para llevarse a cabo en la Avenida Patria (entre Av. Vallarta y Av. Acueducto), pues se considera a ésta como una de las principales arterias del Municipio; constituye, asimismo, parte del límite entre Zapopan y Guadalajara en dirección Este-Oeste (véase fig. 13.). La zona del proyecto comprende una longitud total de 3900.1 m, con una superficie de 38425.5 m<sup>2</sup>, de los cuales 24025.5 m<sup>2</sup> (Av. Vallarta-Circuito Madrigal) es la superficie a rehabilitar y el resto, es decir, 14400 m<sup>2</sup> (Circuito Madrigal-Av. Acueducto), es el área verde a establecer (Cuadro 1). Dentro del área de estudio se procedió a realizar la aplicación básica de la Arboricultura Urbana.

##### 1. Selección de especies

La selección de las especies por su idoneidad para los objetivos del proyecto (Alamillos, Eucaliptos, Casuarinas, Cedros, etc.), se hizo basados principalmente en su adaptación, flexibilidad, crecimiento, estética y otros; El material utilizado para la superficie a establecer fueron

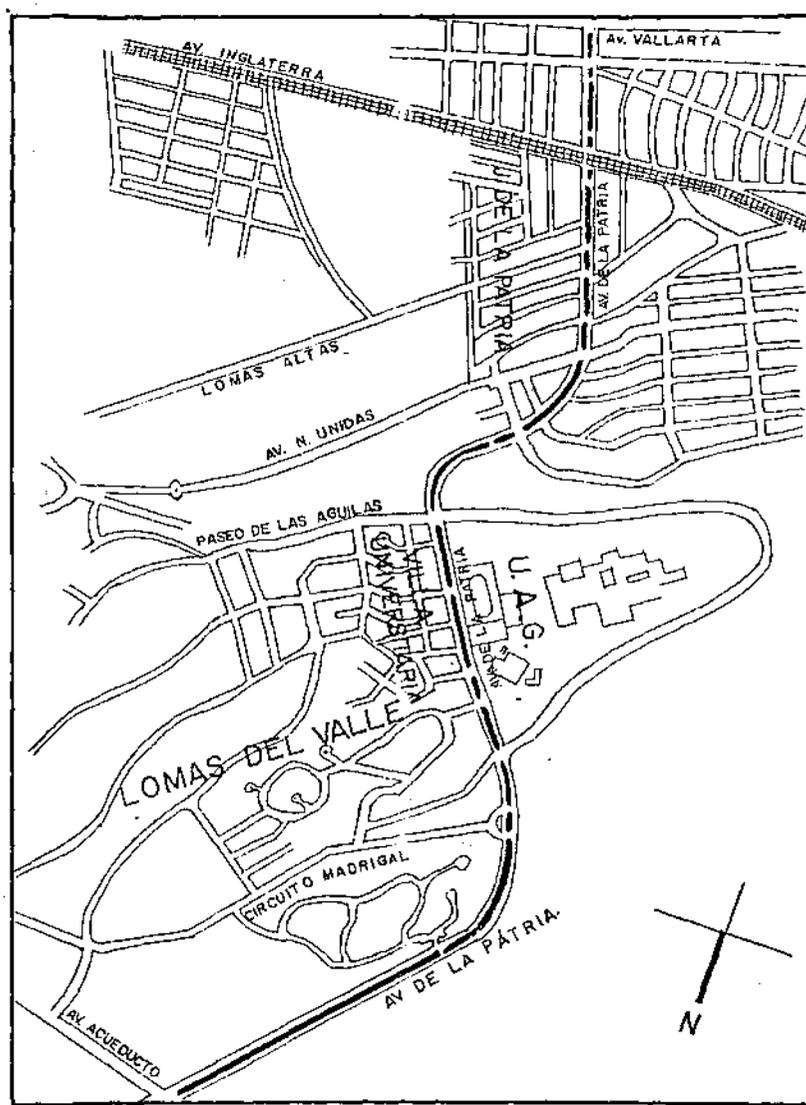


Fig. 13. Localización del área de trabajo

Camellón No.	Largo	Ancho	Superficie*
1**	62.0	8.0	496.0
2	28.4	10.0	284.0
3	225.4	10.0	2254.0
4	11.3	10.0	113.0
5	16.4	10.0	164.0
6	220.0	10.0	2200.0
7	237.5	10.0	2375.0
8	84.0	10.0	840.0
9	247.5	10.0	2475.0
10	68.3	10.0	683.0
11	380.0	9.5	3610.0
12	252.0	9.5	2394.0
13	226.0	10.0	2260.0
14	271.0	9.5	2574.5
15	130.3	10.0	1303.0
16***	48.0	10.0	480.0
17	323.0	10.0	3230.0
18	19.0	10.0	190.0
19	1050.0	10.0	10500.0
Total	3900.1 m		38425.5

\* en m<sup>2</sup>.

\*\* la numeración de los camellones se inicia (Av. Vallarta - Acueducto).

\*\*\* reforestación completa.

Cuadro 1. Medición general de los camellones centrales.

alamillos y el resto de especies para áreas a rehabilitar. Cabe hacer la observación de que la superficie a rehabilitar cuenta con material vegetativo de Eucaliptos (Circuito Madrigal - Eca do Queiros), Cedros (Eca do Queiros - W. Shakespeare y Av. Inglaterra - Av. Vallarta), Casuarinas (W. Shakespeare - Av. Inglaterra; esta área se maneja de acuerdo a sus características adecuadas (limpieza, picado de prados, deshierbes, podas, recortes de pasto, fertilización, combate de plagas, renovación de plantas y árboles de la misma especie, macizos y arreglos, entre otros).

## 2. Materiales requeridos

El presente proyecto, fue financiado en su totalidad por el H. Ayuntamiento de Zapopan (1986-1988), siendo el Presidente municipal el Lic, Juan José Bañuelos Guardado, y a través del Departamento de Parques y Jardines, a cargo del Ing. Martín de la Rosa Limón, es que se pudo contar con el material vegetal, recursos humanos, maquinaria y sistema hidráulico adecuado. Además, de haber utilizado herramientas de tipo manual (palas, picos, rastrillos, azadones, carretillas, etc.). [véase cuadro 2].

Cuadro 2. Materiales generales requeridos.

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
-Mat. vegetal			
Alamillos (N)	900	500.00	450000.00
Eucaliptos (R)	91	500.00	45500.00
Casuarinas (R)	529	500.00	264500.00
Cedros (R)	800	500.00	400000.00
Plantas de or- nato (R)	50	300.00	15000.00
Pasto tapate (N)	2880 m <sup>2</sup>	600.00	1728000.00
Tierra vegetal** (N)	1500 m <sup>3</sup>	1500.00	2250000.00
Estiercol (R)	192.2 m <sup>3</sup>	600.00	115320.00
-Maquinaria			
Nivelación (N)	40 hrs.	15000.00	600000.00
Relleno de tie- rra vegetal (N)	20 hrs	15000.00	300000.00
Adq. Máquina de podar (R)	1	145000.00	145000.00
-Sistema Hidráulico			
Adq. Mat. Sist. Hidráulico (N)			1546948.00
Instalación Sist. Hidráulico (N)			923387.00
Indirectos 15% (N)			370550.00

Continúa...

## Continuación Cuadro 2.

-Mano de Obra			
Poda de pasto (N)	30 jornadas	1531.00	45930.00
Machueleo (R)	60 jornadas	1531.00	91860.00
Riegos (R)	600 jornadas	1531.00	918600.00
Abonado (R)	146 jornadas	1531.00	223526.00
Reforestación (G)	516 jornadas	1531.00	789996.00
Estab. pasto (N)	58 jornadas	1531.00	88798.00
Auxilio Moto-con-			
formadora (N)	30 jornadas	1531.00	45930.00
-Herramientas (G)	3% Mano obra		66139.00
-Fletes			
Acarreo estier-			
col (R)	192.2 m <sup>3</sup>	858.50	165000.00
-Combustible			
Supervisión (G)	750 lts.	85.00	63750.00
Traslado de Cua-			
drilla (G)	750 lts.	85.00	63750.00
Acarreo de plar-			
tas (G)	750 lts.	85.00	63750.00
		TOTAL	11781234.00

(R) = Area verde a rehabilitar.

(N) = Area verde nueva.

(G) = Area a rehabilitar y nueva.

\* = Incluye el flete hasta el lugar de trabajo.

\*\* = El precio por m<sup>3</sup> incluye flete.

### 3. Actividades importantes a desarrollar

#### a. Preparación del terreno:

Una vez seleccionado el terreno, se procedió a preparar el lugar en los meses de Mar-Abr; se realizaron las labores necesarias para los camellones centrales de acuerdo a las características específicas de cada uno de ellos. Cuando se concluyó esta operación se procedió a abrir las cepas en donde se colocarían los árboles por plantar.

#### b. Apertura de cepas:

Estas se hicieron de 30x30x30, con el fin de que la planta tenga suficiente espacio para el desarrollo de la zona radicular; éste trabajo se realizó en la época comprendida en los meses de Mar-Abr.

#### c. Plantación:

Se inició en el mes de Mayo, a fin de evitar la pérdida de humedad del suelo, se recomienda dar un riego pesado a la cepa, por lo menos un día antes de la plantación. El sistema de plantación que se utilizó fue el de tresbolillo, la distancia entre cada árbol varió de acuerdo con la especie (fig. 14 y 15).

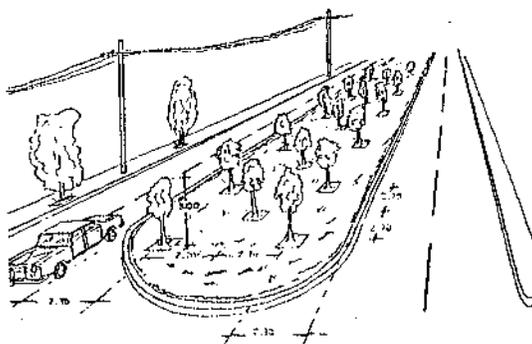


Fig. 14. Perspectiva del arbolado.  
(Acotación en metros).

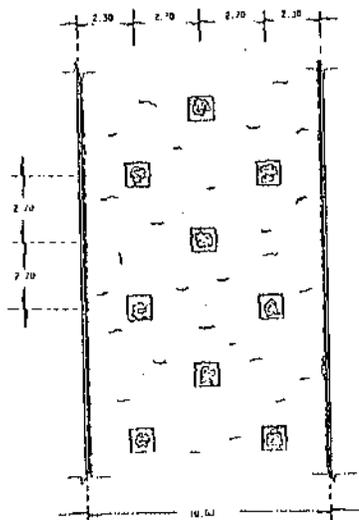


Fig. 15. Vista del arbolado.

d. Fertilización:

La fertilización se llevó a cabo mediante la adición de fertilizantes de origen orgánico (estiércol) y químico.

La cantidad aproximada de fertilizante dependió de la altura del árbol, esto quiere decir, que si un árbol mide de 1-1.25 m de alto, se aplicarán 100 gr de la fórmula Triple 17, más 25 gr de Sulfato de Amonio, y así sucesivamente. El fertilizante se aplicó en la periferia de la planta, con la única finalidad de se pudiera tener una mejor captación de los nutrientes proporcionados.

e. Riegos:

Se recomiendan como mínimo cuatro riegos durante el año al área a rehabilitar, debiéndosele proporcionar durante el primer año de 4-6 lt durante la época de sequía (Nov-May), y después este disminuirá conforme vaya aumentando el desarrollo de la plantación.

f. Escardas:

La eliminación de plantas nocivas deberá realizarse 2 o 3 veces al año, dependiendo ésto de la susceptibilidad del terreno para el desarrollo de malas hierbas. Por lo

general se realizarán como mínimo dos veces al año; la primera se efectuó antes de hacer la plantación para que los árboles tenga la oportunidad de absorber el 100% del agua; la segunda se recomienda llevar a cabo 3 o 4 meses después de la plantación.

g. Reposición de las plantas muertas:

Aun cuando se extremen los cuidados, siempre existirá la muerte de plantas inmediatamente después de su plantación a pleno campo, o poco al tiempo, como una consecuencia del rompimiento de raíces, defectos en el enterrado, ejemplares insuficiente rustificados en el vivero, o por otras razones, como son la actividad de las hormigas, roedores y sequías, entre otros. En la programación de la forestación deberá procurarse reducir al mínimo los riesgos al alcance, porque luego las reposiciones tendrán un costo dos o tres veces superior a la plantación masiva original.

En base a la densidad de plantas, las pérdidas deberán ser inferiores al 10%, y no será necesaria una reposición, a menos que aquella sea mayor al 15% de plantas muertas (calidad del trabajo 95%). La reposición se debe de hacer con ejemplares de la misma especie y de edad aproximadamente igual al momento de localizar las fallas y siempre durante el mismo período vegetativo, con la menor de-

mora posible.

#### h. Podas:

Las podas consisten en la eliminación periódica de una parte de las ramas en los árboles y arbustos. Este corte, como ya se vió anteriormente, ha de realizarse en momentos diferentes, según las características y la utilización de las diversas plantas, para modificar o regular el aspecto, la floración y fructificación de los ejemplares.

En las especies frutales, la poda tiene como finalidad, la de reducir al máximo la fase improductiva de las plantas jóvenes; de provocar fructificaciones regulares mejorando el producto; de modificar la forma de la planta para facilitar la cosecha de los frutos, su exposición al sol, las prácticas de cultivo y las diversas operaciones antiparasitarias.

En las especies de flor, la poda tiene como objetivo esencial, la de preparar la siguiente floración mejorándola en calidad y cantidad, y también la de mantener los ejemplares con una forma compacta y elegante.

En las especies arbustivas de follaje decorativo, usados

en lo común como setos, la poda sirve, fundamentalmente, para mantener a los ejemplares con la forma y la altura deseada y hacer que las plantas no se despojen de su parte inferior en ventaja de la superior, produciendo evidentemente un efecto poco estético.

En cuanto a la época en que se realiza, la poda puede definirse de dos maneras:

Verde: Si se interviene sobre las plantas cubiertas de hojas, es decir, cuando está atravesando su período vegetativo.

Seca: Si la práctica sobre ejemplares desprovistos de hojas, esto es, cuando no se encuentran en estado de reposo.

Por lo que respecta al momento más adecuado para podar, no se puede dar una regla general, puesto que cada planta exige sus requerimientos particulares.

#### i. Control de plagas y enfermedades:

Los problemas con plagas y enfermedades pueden considerarse como parte natural del medio ambiente, donde existen plantas u otros vegetales. En punto en el cual se rom-

pe la tolerancia es difícil determinar, pero ambos daños se pueden considerar desde el momento en que disminuye la salud, el vigor y funciones vitales de los árboles. Los problemas se presentan cuando no se consideran las medidas de control biológico (preventivo), sino que se inician cuando el daño está avanzado; la efectividad del control sanitario requiere del conocimiento de los ciclos biológicos de las plagas y enfermedades al menos de las más comunes, la constante vigilancia y la capacidad física para su aplicación y otras. En el caso de que se tenga que aplicar plaguicidas, estos deberán ser no residuales (Fosforados o Carbamatos, como el formato, actidión y algunos antibióticos). Siempre que se pueda, es necesario evitar el uso de insecticidas Clorados (DDT, Dieldrin, Parathión y otros que son sumamente tóxicos, muy residuales, prácticamente insolubles y de efectos deletéreos en la naturaleza).

Afortunadamente, para propósitos de control, la mayor parte de las plagas son específicas a especies o variedades individuales de árboles.

Además, el control de crecimiento por medio de podas es un factor preventivo y auxiliar al control sanitario.

j. Calendario de actividades:

Actividades	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Preparación del terreno	X	X										
Apertura de cepas	X	X										
Plantación			X									
Fertilización			X			X						X
Riegos	X		X						X		X	
Labores culturales	X	X	X				X	X				
Combate de plagas y enfermedades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Calendario de Actividades.

V. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES  
MAS COMUNES EN LA LOCALIDAD

Nombre común:	"Alamo" o "alamillo".
Nombre científico:	<u>Populus tremuloidea</u> .
Familia:	Salicáceas [Salicaceae].
Hábitat original:	Europa, Asia, Africa y América.
Descripción del árbol:	Alcanza hasta 30 m de altura.
Epoca de plantación:	Indiferente.
Ambiente y exposición:	Cálido-húmedo.
Tipo de terreno:	Adaptado a varios.
Humedad necesaria:	Resistente a la sequía.
Raíces:	Mixta, superficial con hijuelos y profunda.

Nombre común:	"Casuarina".
Nombre científico:	<u>Casuarina equisetifolia.</u>
Familia:	Casuarináceas [Casuarinaceae].
Hábitat original:	Australia.
Descripción del árbol:	Alcanza hasta 30 m en condiciones óptimas.
Epoca de plantación:	Finales de invierno.
Ambiente y exposición:	Adaptada a todos.
Tipo de terreno:	Indiferente.
Humedad necesaria:	Resistente a la sequía.
Raíces:	Típica, extendida.

Nombre común:	"Eucalipto".
Nombre científico:	<u>Eucalyptus globulus.</u>
Familia:	Mirtáceas [Mirtaceae].
Hábitat original:	Australia, adaptada perfectamente
Descripción del árbol:	Alcanza hasta 27 m de altura, es de crecimiento muy rápido.
Epoca de plantación:	Indiferente.
Ambiente y exposición:	Adaptado a varios.
Tipo de terreno:	Franco, profundo.
Humedad necesaria:	Abundante.
Raíces:	Profundas y superficiales.

Nombre común:	"Cedro" ["enebro"].
Nombre científico:	<u>Juniperus virginiana.</u>
Familia:	Cupresáceas [Cupressaceae].
Hábitat original:	Norteamérica, adaptada.
Descripción del árbol:	Alcanza en condiciones óptimas hasta 30 m de altura.
Epoca de plantación:	Finales de invierno.
Ambiente y exposición:	Adaptada a cálidos, pero prefiere el frío.
Tipo de terreno:	indiferente.
Humedad necesaria:	Resistencia media a la sequía.
Raíces:	Típica, profunda.

Nombre común:	"Cítricos".
Nombre científico:	<u>Citrus</u> spp. y vars.
Familia:	Rutáceas [Rutaceae].
Hábitat original:	Probablemente Asia, adaptada.
Descripción del árbol:	Alcanza hasta 6 m de altura.
Epoca de plantación:	Finales de invierno.
Ambiente y exposición:	Cálido.
Tipo de terreno:	Ligeros, bien drenados.
Humedad necesaria:	Regular.
Raíces:	Típicas.

Nombre común:	"Ficus".
Nombre científico:	<u>Ficus benjamina.</u>
Familia:	Moráceas [Moraceae].
Hábitat original:	India, adaptado perfectamente.
Descripción del árbol:	Alcanza hasta 12 m de altura.
Epoca de plantación:	Indiferente.
Ambiente y exposición:	Tropical y subtropical.
Tipo de terreno:	Adaptado a casi todos.
Humedad necesaria:	Regular.
Raíces:	Típica, profunda.

Nombre común:	"jacaranda".
Nombre científico:	<u>Jacaranda mimosaeifolia.</u>
Familia:	Bignoniáceas [Bignoniaceae].
Hábitat original:	Brasil.
Descripción del árbol:	Alcanza hasta 10 m de altura.
Epoca de plantación:	Fines de invierno.
Ambiente y exposición:	Climas suaves, susceptible a las heladas.
Tipo de terreno:	Franco.
Humedad necesaria:	Regular.
Raíces:	Típica, profunda.

Nombre común:	"laurel de la India".
Nombre científico:	<u>Ficus religiosa</u> .
Familia:	Moráceas [Moraceae].
Hábitat original:	Probablemente Asia, adaptado.
Descripción del árbol:	Hasta 25 m de alto.
Epoca de plantación:	Cualquiera, con riego.
Ambiente y exposición:	Adaptado al de Jalisco.
Tipo de terreno:	Suaves, no pedregosos.
Humedad necesaria:	Escasa.
Raíces:	Típica, profunda.

Nombre común:	"pino".
Nombre científico:	<u>Pinus michoacana.</u>
Familia:	Pináceas [Pinaceae].
Hábitat original:	De México, aunque otros se distribuyen del Artico al Trópico.
Descripción del árbol:	Hasta 60 m en clima frío.
Epoca de plantación:	Finales de Verano.
Ambiente y exposición:	Adaptado a todos.
Tipo de terreno:	Adaptado a todos.
Humedad necesaria:	Resistente a la sequía.
Raíces:	Típica, profunda.

Nombre común:	"tabachín rojo".
Nombre científico:	<u>Delonix regia</u> .
Familia:	Leguminosas [Leguminosae].
Hábitat original:	Brasil, adaptada.
Descripción del árbol:	Alcanza de 3 a 4 m de altura.
Epoca de plantación:	Finales de invierno.
Ambiente y exposición:	Climas suaves.
Tipo de terreno:	Francos.
Humedad necesaria:	Regular.
Raíces:	Típica, profunda.



## VI. CONCLUSIONES

1. Se establece una planeación de la selección de especies, basada en sus hábitos y características específicas de las plantas.

2. Se siguen las normas y lineamientos adecuados de las especies, conforme a las especificaciones elementales en la forestación urbana.

3. Se conservan e incrementan las áreas verdes de nuestra ciudad, mediante una planeación y diseño adecuado de las mismas.

4. Se crea una nueva fisonomía urbana en áreas verdes, teniendo en cuenta el mejoramiento ambiental de nuestra ciudad.

5. Las aportaciones del arbolado urbano, a través de la Arboricultura Urbana, tiene un valor insustituible en nuestro medio.

## VII. RECOMENDACIONES

Sugerencias de planeación adecuadas para solucionar la escasez de áreas verdes, para protección y conservación del medio ambiente del municipio de Zapopan:

El programa consiste de:

1. Limpieza (calles, avenidas, camellones, terrenos baldíos y otros).
2. Reforestación (selección, producción y/o adquisición de material vegetal).
3. Podas (capacitación del personal para que las realicen de manera adecuada).
4. Riegos (que sean llevados a cabo con la constancia debida, de ser posible, que sean realizados por los propios colonos).
5. Fertilización (adecuada, con los elementos apropiados).

6. Control de plagas (constante y racional).
7. Campañas educativas (crear conciencia ecológica).
8. Recursos humanos y materiales (personal y equipo adecuado).
9. Apoyos (oficiales y/o particulares).
10. Renovar constantemente los reglamentos de Parques y Jardines (cuando resulten obsoletos).

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- BERNAL SALINAS, CARLOS. 1975. Guía para diseño con vegetación. Tesis Profesional, Facultad de Arquitectura. Univ. Nal. Auton. Méx. [UNAM]. p. 39--43.
- ESTRADA FAUDON, ENRIQUE. 1986. El árbol y la ciudad. Gobierno del Estado de Jalisco. Secretaría General de Gobierno. p. 17--34.
- FLORES LUNA, LUIS MIGUEL. 1986. Perspectivas para una reforestación e implementación de cortinas protectoras en zonas aledañas a la Facultad de Agricultura. Tesis profesional. Facultad de Agricultura, Univ. Guad. [U. de G.], Méxicos. p. 15--26.
- HITCHINGS R., DAVID. 1984. Prontuario de dasonomía urbana. Arizona State Land Department. Ariz. U.S.A., p. 17--33.
- HERNANDEZ CUEVAS, HECTOR. 1988. Jardinería para parque municipal en zona metropolitana. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura, Univ. Guad. [U. de G.] p. 118--120.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEOROLOGIA. 1982. Climatología del Estado de Jalisco. Ediciones de la Universidad de Guadalajara. p. 10--18.

MENDOZA V., G. 1978. Plantaciones urbanas. Memoria de la 1ª Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secret. Agric. Rec. Hidr. [SARH]. p. 541--548.

ROSA LIMON, MARTIN DE LA y SERVANDO CARVAJAL. 1986. Rescate ecológico del bosque Los Colomos. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura, Univ. Guad. [U. de G.]. p. s.n.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Síntesis geográfica del Estado de Jalisco. Coordinación de los Servicios de Geografía e Informática. 3 Vols. [el tercero con 14 map.]. 307 pp.

SCHUBERT H., THOMAS. 1985. Arboles para uso urbano en Puerto Rico e Islas Vírgenes. United States Department of Agriculture (USDA). p. 10-19, with 36 color pictures.

TRUJILLO C., MARIA ELENA. 1988. Estudio sobre las áreas verdes en el municipio de Zapopan. Publicaciones Especiales del H. Ayuntamiento de Zapopan. p. 41--67.

VILLASEÑOR IBARRA, JOSE DE JESUS. 1983. Perspectivas para una reforestación planificada en la zona urbana de Guadalajara. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura, Univ. Guad. [U. de G.]. p. 8--18.

## IX. RESUMEN

1. El presente trabajo consiste en una compilación de datos de información básica, relacionados con la Dasonomía Urbana. Se pone a la consideración un aspecto práctico, haciendo especial énfasis en la Arboricultura Urbana.

Tiene como objetivo fundamental, presentar una metodología adecuada en el aprovechamiento de diversas especies vegetales en la planeación y diseño de áreas verdes urbanas.

En lo referente a la revisión de literatura, se hace mención a un estudio relacionado con una recopilación de una serie de datos y observaciones inherentes a la Forestería Urbana. Dicho trabajo tuvo como objetivo principal, contribuir a su conocimiento y comprensión. Además de proporcionar información básica para planificar las plantaciones de la ciudad de Guadalajara.

Otra investigación consistió de un Prontuario de Dasonomía Urbana en los Estados Unidos de Norteamérica. El concepto fundamental del programa se basa en establecer un método de comunicación con el fin de obtener información

para la administración de las zonas forestales bajo el dominio público.

Por otro lado, también se hizo la revisión de un documento en donde se describen e ilustran cuarenta y seis especies de árboles útiles para sombra y ornato en Puerto Rico e Islas Vírgenes. Además se provee información sobre siembra, mantenimiento y uso apropiado de árboles en áreas urbanas.

Otros aspectos importantes que se tratan en la revisión que se hizo, son los referentes a los conceptos para adecuar los espacios verdes en las áreas metropolitanas de México. Tiene como principal objetivo la selección de especies, tomando en consideración la inclusión de especies nativas representativas de la Flora Mexicana, consigna especies específicas, para lugares específicos como son las banquetas angostas, banquetas anchas, camellones, glorietas, espacios abiertos y cortinas rompevientos.

2. La plantación de árboles urbanos es una decisión que debe de ser considerada con mucha precaución. Primeramente es preciso seleccionar la especie de árbol apropiada al clima de la zona en general y la ubicación particular del individuo. Se deberán tomar en cuenta sus características y necesidades del mismo; a la vez que se puede

utilizar una técnica muy simple para plantar árboles, considerando algunos factores importantes: selección del sitio, excavación del hoyo, preparación del relleno, colocación y relleno, colocación de estacas y riego.

La fertilización y mejoradores del suelo aplicados de una manera adecuada, prolonga la vida del árbol y tal vez aportaría mayores beneficios con la sola aplicación de fertilizantes de bajo costo y acondicionadores de suelo, empleando técnicas relativamente simples; se mencionan alguno de los elementos de fertilizantes más necesarios y mejoradores de suelo más comunes, además de la información pertinente para hacer cálculos de cantidad de fertilizantes.

El podado de los árboles urbanos es una técnica adecuada que ayuda al árbol joven a establecer una estructura apropiada; reduce el tamaño del árbol al plantar o transplantar con raíces descubiertas o después de una herida física; remueve retoños de las raíces basales y ramas que están desarrollándose en estrecha asociación. Se describen y se ilustran diferentes figuras con la finalidad de que haga una poda correcta. Se contestan además las siguientes cuestiones: ¿Porqué se deben de podar los árboles maduros? ¿Cuándo se debe de podar un árbol? ¿Qué equipo se utiliza para podar árboles?

En cuanto se refiere a la regulación del clima, se observa que los árboles, junto con otras formas vegetales influyen decisivamente en la moderación de la temperatura, en la protección contra los vientos, en la precipitación y humedad ambiental.

3. Se hace una descripción general del municipio de Zapopan, lugar donde se llevó a cabo la ejecución del proyecto. En ella se proporcionan su localización, clima hidrografía, Orografía [fisiografía], Extensión Territorial, suelos y Geología.

4. Se lleva a cabo el desarrollo del proyecto propuesto, tomándose como base fundamental la aplicación básica de la Arboricultura Urbana.

5. Posteriormente se procede a dar las características generales de diez especies de las más comunes en la localidad, con el fin de determinar la selección, el tipo de especie vegetal más adecuada conforme a las condiciones climáticas de la zona y el lugar específico donde será cultivadas.

6. En base a las observaciones, colecta y análisis de datos, se concluye que las plantaciones urbanas a través de la Arboricultura Urbana, aportan un conjunto de benefi-

cios con un valor insustituible para el medio ambiente.

7. Se dan una serie de recomendaciones, todas tomando en consideración la planeación adecuada para solucionar la escasez de áreas verdes. Se incluyen además algunas específicas relacionadas con la protección y la conservación.

8. Por último, en estricto orden alfabético se presentan todos los documentos que sirvieron de apoyo para diseñar, elaborar y concluir esta investigación.