

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANTACION PARA ZONAS URBANAS, QUE PERMITAN LA ORIENTACION RADICULAR DE PLANTAS DE *Ficus benjamina*”

---

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A N  
ALFONSO MARTINEZ ORTEGA  
JUAN JAIME LUNA MELGOZA  
DIEGO GUILLERMO VERA GOMEZ  
ORIENTACION FITOTECNIA

Las Agujas Mpio. de Zapopan, Jal. Octubre / 1994

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
 CCM. DE TIT.

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS OFI78062/94  
 OFI78062/94  
 OFI78062/94

COMITE DE TITULACION

SOLICITUD Y DICTAMEN

**SOLICITUD**

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA.  
 PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.  
 P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANTACION PARA ZONAS URBANAS, QUE PERMITAN LA ORIENTACION RADICULAR DE PLANIAS DE Ficus benjamina**

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual ( ) Colectiva (X).

Nombre del Solicitante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Solicitante
ALFONSO MARTINEZ ORTEGA	732005749	73-78	FIITOTECNIA	
JUAN JAIME LUNA MELGOZA	732003355	73-78	FIITOTECNIA	
DIEGO GUILLERMO VERA GOMEZ	732006559	73-78	FIITOTECNIA	
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----

Fecha de Solicitud: 6 DE SEPTIEMBRE DE 1994

**DICTAMEN** OFI78062/94  
 OFI78062/94 OFI78062/94

APROBADO (X) NO APROBADO ( ) CLAVE:

DIRECTOR: M.C. SALVADOR MENA MUNGUA

ASESOR: M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ ASESOR: M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

**AUTORIZACION DE IMPRESION**

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA

DIRECTOR

M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

ASESOR

M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES

ASESOR

VO.BO. PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

FECHA: 14 DE OCTUBRE DE 1994

## **DEDICATORIAS**

**A DIOS POR DARMEL DON DE LA VIDA**

**A MIS PADRES Y ABUELOS POR SU EJEMPLO Y APOYO EN TODO  
MOMENTO.**

**A MIS DEMAS FAMILIARES HERMANOS, TIOS, PRIMOS POR SU  
AYUDA Y CORAJE QUE MUESTRAN PARA CUMPLIR SUS  
OBJETIVOS**

## **AGRADECIMIENTO**

A MI UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y EN PARTICULAR A LA FACULTAD DE AGRONOMIA POR PROPORCIONARME UNA EDUCACION FORMAL.

A NUESTROS MAESTROS Y ASESORES QUE CON TANTO EMPEÑO NOS ORIENTARON Y GUIARON EN NUESTRA FORMACION.

A NUESTROS AMIGOS Y COMPAÑEROS Y TODOS EN GENERAL POR CONVIVIR TANTOS MOMENTOS DE ALEGRIA Y SUFRIMIENTO EN ESTA ETAPA DE NUESTRAS VIDAS.

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANTACION PARA ZONAS URBANAS, QUE PERMITAN LA ORIENTACION RADICULAR DE PLANTAS DE Ficus benjamina"

## CONTENIDO

RESUMEN	i
1.- INTRODUCCION	1
1.1 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 HIPOTESIS	5
2.- METODOLOGIA	7
2.1. MATERIALES	11
3.- REVISION DE LITERATURA	15
4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	77
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
6.- LITERATURA CITADA	86
7.- APENDICE	89

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

No. foto	No. pag.
1.- Plantación piloto	13
2.- Jardinera con materiales y metodos utilizados	14
3.- Disminución de la provisión de agua	23
4.- Disminución de la radiación solar	24
5.- Reducido espacio para raíces y follaje	25
6.- Contaminación	27
7.- Destrucción de las partes aereas	28
8.- Destrucción de banquetas	30
9.- Problemas sobre el cableado de luz y telefono	31
10.- Derribo de arboles por viento y otros accidentes	32
11.- Destrucción de pavimentos	33
12.- Desarrollo radicular orientado hacia la zona humedecida por el tubo de riego	79
13.- Desarrollo de raíces primarias y secundarias dentro de la zona humedecida	80

## INDICE DE FIGURAS

No. de figura	No. pag.
1.- Relación del arbol con los diversos factores del medio urbano.	6
2.- Plantación piloto	9
3.- Diseño gráfico de un dise;o de plantación	9 a)
4.- Jardinera	10 a)
5.- Selección de la especie y buen estado del arbolito	36
6.- Transporte adecuado del arbolito	36
7.- Verificación del lugar de plantación	37
8.- Apertura de la cepa	37
9.- Profundidad adecuada de plantación	38
10.- Abonado previo a la plantación	38
11.- Precaución al momento de separar el arbol de la bolsa.	39
12.- Precaución al colocar el arbolito en su lugar	39
13.- No amontonar y apisonar la tierra sobre el arbol	40
14.- Sujeción del arbol	40
15.- Riego del arbol recién plantado	41
16.- Construcción del cajete de riego	41
17.- Protección necesaria al arbol recién plantado	42
18.- Intervalos de riego	42
19.- Importancia del cuidado del cajete de riego	43
20.- Abonado posterior a la plantación	43

21.-	Las podas implican riesgo si no son adecuadas	44
22.-	Diagrama de la zona de crecimiento primario de una raíz vista en sección longitudinal	58
23.-	Diagrama representativo del desarrollo radicular en superficie	60
24.-	Diagrama representativo del desarrollo radicular en profundidad	61
25.-	Desarrollo radicular de la plántula en la jardinera.	78

## RESUMEN

Por falta de zonas verdes las grandes ciudades como Guadalajara presentan problemas de diversa índole, pero los relacionados con los cambios climáticos, el stress o tensión del ciudadano producen un mayor número de enfermedades, de ahí la necesidad imperante de incrementar la forestación y reforestación en las mismas zonas, pero esto no es sencillo ya que se presentan serios problemas en el establecimiento y desarrollo de los árboles, ya que estos ocupan un espacio en el subsuelo y un volumen en el espacio para que realicen sus funciones vitales que nos son tan benéficos. De los problemas para el caso específico del diseño de plantación, el que mas nos interesa es el de la infraestructura de urbanización, pues la mayoría de las calles y banquetas son angostas además de que en su interior se encuentran servicios públicos (cableado de: alumbrado, teléfono, semáforos además de las redes de agua y alcantarillado).

La necesidad de áreas verdes en M<sup>2</sup>/hab. según Escotto (9) y la Organización Mundial de la Salud es de 10 M<sup>2</sup>/hab. mientras que en la zona metropolitana a cada habitante solo le corresponden 2.5 M<sup>2</sup>.

El presente estudio tiene el objetivo de proponer un proyecto que contemple la técnica que permita orientar el crecimiento de las raíces y de los árboles plantados en las zonas urbanas o donde el sistema radicular sea un problema.

A fin de poder establecer una forestación y reforestación más intensa y adecuada en las zonas urbanas y debido a que el sistema de plantación publicado por la Regiduría de Parques y jardines del Ayuntamiento de Guadalajara es de forma tradicional, se pensó en un

diseño de plantación que se realizó como plan piloto el cual se ubico en una banqueta de una calle el poniente de la zona urbana de Guadalajara, y a la vez en una jardinera que nos permitió observar el crecimiento y orientación de la raíz en un tiempo corto.

La metodología que se siguió en la plantación piloto fue de la siguiente forma: primeramente se abrieron 3 cepas con las medida de 40 x 40 x 90 cms., las tres cepas llevan un tramo de tubo de p.v.c. perforados y rellenos con grava, posteriormente se relleno la cepa colocando la planta, y a un lado de esta el tubo para luego adoquinar la superficie de la cepa dejando solamente un espacio de 10 x 10 cms. para la planta y el tubo, dicho espacio se cubrió con tezontle.

La plantación de la jardinera se realizó de la siguiente manera: se perforó la cara del fondo (base) para que escurriera el exceso de agua de riego, posteriormente se tendió una capa de grava, enseguida se relleno la jardinera para luego hacer la plantación al centro de la misma colocando el tubo de p.v.c. lo más cerca posible a la ventana de observación pero en la parte central, enseguida se terminó de rellenar la jardinera para luego tapar la cara expuesta con el plástico transparente con el fin de aislar el suelo que conforma la cepa de los agentes atmosféricos ambientales (agua de lluvia), la cara que lleva el vidrio se cubrió con el plástico negro a fin de evitar la incidencia de los rayos solares, tanto en la plantación piloto como en la jardinera, el agua de riego y los fertilizantes se aplicaron por medio del tubo de p.v.c.

El resultado obtenido en la jardinera mostro la factibilidad de orientar el crecimiento respecto a la aplicación del agua de riego y

nutrientes ya que las raíces se orientaron y crecieron en mayor cantidad en dirección de la zona humedecida y enriquecida, siendo estas en mayor número y más gruesas que las que se orientaron y crecieron en sentido opuesto al bulbo humedecido y enriquecido.

En cuanto a la plantación piloto no se esperan resultados inmediatos ya que se espera que las plántulas alcancen su pleno vigor en un tiempo de 7 - 10 años y poder ver si su sistema radicular se orientó hacia la zona de riego y nutrición sin causar problema a la infraestructura de urbanización.

Después de realizar el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones;

- 1) Se encontró un sistema de plantación que fue publicado por la Regiduría de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Guadalajara divulgado en un boletín, pero dicho sistema es el tradicional, que incluso se utiliza en la plantación de huertos frutales.
- 2) Existe una selección de árboles forestales urbanos, pero no es seguida ni por la propia Regiduría.
- 3) Sí es posible la orientación y conducción del sistema radicular mediante el riego y la fertilización, así como el ahorro de agua y fertilizantes ya que son colocados en la profundidad deseada y adecuada al sistema radicular.
- 4) Este diseño de forestación y reforestación es posible aún en banquetas y camellones angostos de la zona urbana.
- 5) El presente estudio generó información referente al tema tratado ya que existe muy poca información respecto del mismo.



## 1.- INTRODUCCION

La zona metropolitana de Guadalajara presenta diversos problemas, siendo el mas significativo el de contaminación por falta de áreas verdes que se relaciona con los cambios climáticos y la deforestación propiciando stress en la población y originando como consecuencia mayor incidencia de enfermedades y daños a la infraestructura urbana.

Con el crecimiento urbano y por consiguiente el aumento de los servicios como son: pavimentos, luz, agua, drenaje teléfonos y otros se han reducido las áreas verdes, de ahí la necesidad de aumentar la reforestación de la zona urbana con métodos adecuados que no son sencillos ya que se presentan serios problemas en el establecimiento y desarrollo de los árboles, ya que estos ocupan un espacio en el subsuelo para su desarrollo radicular, así como un espacio aéreo para el desarrollo foliar.

Es el crecimiento de la zona radicular en ocasiones tan desmedido por buscar nutrientes y agua disponibles, lo que ocasiona serios daños a la infraestructura urbana. Estos sin tomar en cuenta el desarrollo normal de la especie plantada.

Además de una actividad desmedida en cuanto a la poda ya que esta se realiza sin ningún método, ocasionando un desequilibrio entre el desarrollo foliar y radicular propiciando en muchas de las veces desde enfermedades hasta la pérdida del árbol.

## 1.1 Importancia y justificación

Los requerimientos de áreas verdes en  $\text{m}^2/\text{hab}$  según estudio realizado por Escotto (9) y en base a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (O:M:S) es de  $10 \text{ m}^2/\text{hab}$ . pero en la Ciudad de Guadalajara es de solo  $2.5 \text{ m}^2/\text{hab}$ . lo cual acusa un déficit de  $7.5 \text{ m}^2/\text{hab}$ . de áreas verdes.

La forma inmediata de subsanar esta deficiencia es mediante la forestación y reforestación con especies vegetales resistentes a las condiciones ambientales deterioradas de nuestra ciudad.

Pero esta actividad es un tanto perjudicial para la urbanización, que no planeó los espacios verdes desde su inicio, por lo que no se puede plantar un árbol sin considerar los daños que va a causar a la infraestructura urbana (tuberías del agua, teléfono, semáforos, muros así como banquetas, machuelos y pavimentos). fig 1.-

Las plantas son los principales agentes que purifican nuestro cada vez más contaminado mundo, en el aire, sobre la tierra y en el agua.

Los programas de renovación urbana, de planeamiento ciudadano y del ambiente total han de incluir plantas, ya que son esenciales para la cobertura y protección del suelo, concentración de agua, alimento y belleza, así como la regeneración de la atmósfera.

Las plantas comprenden cerca del 99% de la biomasa de nuestro planeta, reciclan una cantidad cercana al 0.1% del carbono total disponible en la biosfera cada año. Dicho de otro modo las plantas pueden ser eficaces absorbentes de contaminantes atmosférico, siempre

y cuando el nivel de contaminación no sea lo bastante alto para matarlas o lesionarlas severamente. (2)

Se ha podido estimar que la actividad de las plantas verdes produce una renovación de todo el bióxido de carbono de la atmósfera y disuelto en las aguas del mundo cada 300 años, y una renovación de todo el oxígeno de la atmósfera en 2,000 años. (26)

Un ejemplar de 12 mts de altura extrae cada día del suelo durante su período de vegetación hasta 225 lbs. de una solución nutritiva compuesta por agua y elementos minerales, la hace llegar hasta las hojas donde esta se transforma en 5 kg de hidratos de carbono (azúcares), con una liberación en el aire de cerca de 1.7 mt<sup>3</sup> de oxígeno puro. (17)

## **1.2 Objetivos**

**El presente trabajo desea dar impulso a la forestación urbana a fin de mejorar las condiciones ecológico-ambientales y de ornamentación y hacer de nuestra ciudad un hábitat más saludable y agradable para todos los ciudadanos y visitantes.**

**Para lograrlo se plantean los siguientes objetivos:**

**a) Realizar un proyecto que presente características que permitan orientar el crecimiento del sistema radicular de los árboles plantados en la zona urbana, donde el crecimiento de las raíces es un problema.**

**b) Propiciar el ahorro de agua de riego al aplicarla directamente en la zona radicular en lugar de humedecer todo el espesor del suelo.**

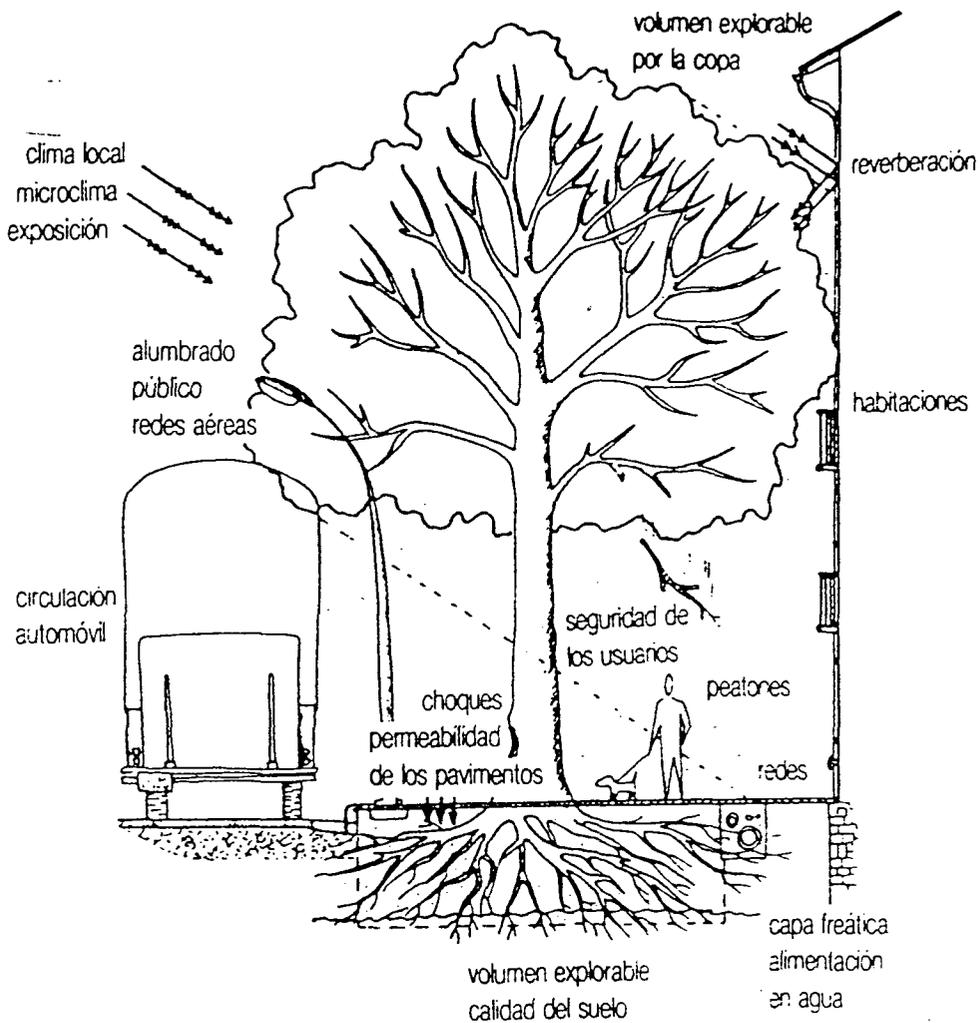
**c) Seleccionar especies adecuadas a las necesidades y exigencias de la zona urbana.**

**d) Mejorar el aspecto visual de las áreas verdes (árboles) mediante podas adecuadas realizadas por personal especializado.**

**e) Generar información sobre el tema tratado en este trabajo ya que existe muy poca información al respecto.**

### **1.3 Hipótesis**

**Es posible guiar u orientar mediante un sistema de plantación y una técnica de riego el crecimiento radicular de los árboles plantados en la zona urbana para evitar en lo posible los daños causados a los servicios públicos de urbanización**



**Fig. 1.- Relación del árbol con los diferentes factores del medio urbano donde se desarrolla.**

## 2.- METODOLOGIA

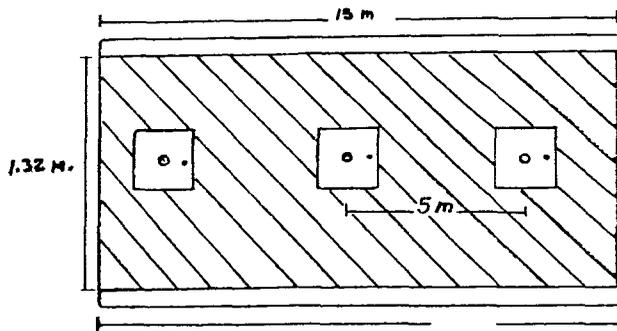
Para el presente trabajo se realizaron dos actividades.

### A) PLAN PILOTO

La primera actividad se realizó con una plantación piloto en una banqueta con tres arboles pequeños (*Ficus benjamina*) donde primero se abrieron las cepas (3) con 5 mts de distancia entre cada una (Fig.2), con las siguientes dimensiones 40 x 40 x 90 cms. Las tres cepas llevan un tubo de p.v.c. de 75 cms. de largo y 4" de diámetro, estos tubos llevan dos perforaciones ; una de 2.5 cms. de diámetro a una profundidad de 35 cms. y la segunda de 1.5 cms. de diámetro a una profundidad de 50 cms. (ver fig.3). La finalidad de las perforaciones es humedecer y enriquecer el suelo a diferentes niveles de profundidad, previendo que las raíces de la planta encuentren la humedad y los nutrientes disponibles conforme se vayan desarrollando. El tubo se rellenó de grava con la finalidad de que no se asolve y se colocó a un lado del arbolito aproximadamente a 20 cms.

Posteriormente se rellenó la cepa con el mismo material extraído. Procediendo después a la plantación en el centro de la cepa para enseguida adoquinar la superficie de la misma cepa a fin de evitar que el agua de riego y lluvia humedezca la superficie y con ella obliguen a las raíces a aflorar en busca de esta humedad. Se dejó un espacio entre el adoquín y el tallo de la planta previendo el crecimiento del arbolito, dicho espacio fue rellenado con tezontle (toba volcánica), por medio del tubo de p.v.c. se hicieron las aplicaciones de los riegos y fertilización. (Fot. 1)

La frecuencia y volúmenes de agua de riego así como la aplicación de fertilizantes fue igual que en la jardinera.



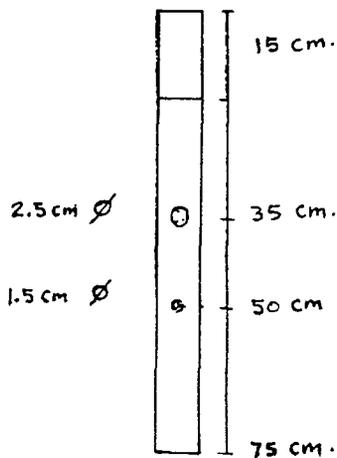
PLANTACION CON EL DISEÑO PROPUESTO



PLANTACION TRADICIONAL



Fig. 2.- Plantación piloto.



### PASO No. 1 Diseño tubo PVC

#### INDICACIONES:

Tubo PVC de 4" de diametro  
 2 perforaciones:  
 la primera de 2.5 cm de diametro  
 la segunda de 1.5 cm de diametro  
 75 cm. de longitud  
 5 cm sobre la superficie

### PASO No. 2

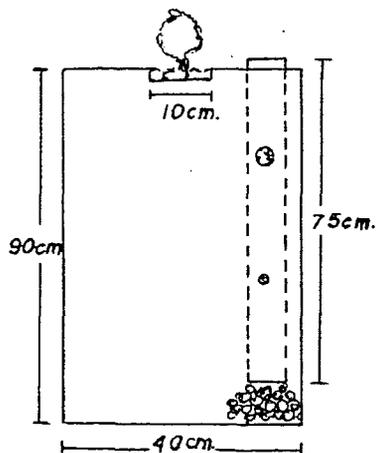
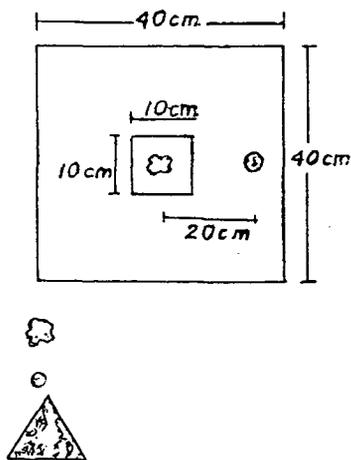


Fig. No. 3 Diseño gráfico de un sistema de plantación que permita la orientación de la raíz

## B) JARDINERA

La segunda actividad se realizó con una plantación en una jardinera (fig.4) de la siguiente manera; primero se perforó la cara del fondo (base) de la jardinera para que pudiera escurrir el exceso de agua de riego, posteriormente se puso una capa delgada de grava para luego colocar el tubo de p.v.c. pegado a la ventana de observación en la parte media de la misma capa o cara. El tubo tiene 2 perforaciones ; una de 2.5 cms. de diámetro a una profundidad de 35 cms. y la segunda de 1.5 cms. de diámetro a una profundidad de 50 cms.(Fot. 2). El tubo se rellenó con grava para evitar que se asolve. Posteriormente se rellenó la cepa de la jardinera con jal, para luego plantar un arbolito en el centro de la misma jardinera. Para evitar la incidencia de agua en la jardinera se cubrió la superficie expuesta con plástico transparente, así mismo para evitar la formación de algas se cubrió la ventana de observación con plástico negro, la aplicación de los riegos y fertilización se hicieron por medio del tubo de p.v.c.

La cantidad de agua aplicada en los riegos fue de 5 a 7 lts. cada ocasión, la frecuencia de estos fue 2 veces por semana.

El fertilizante aplicado (17-17-17) fueron 60 -70 grs. una vez por mes .

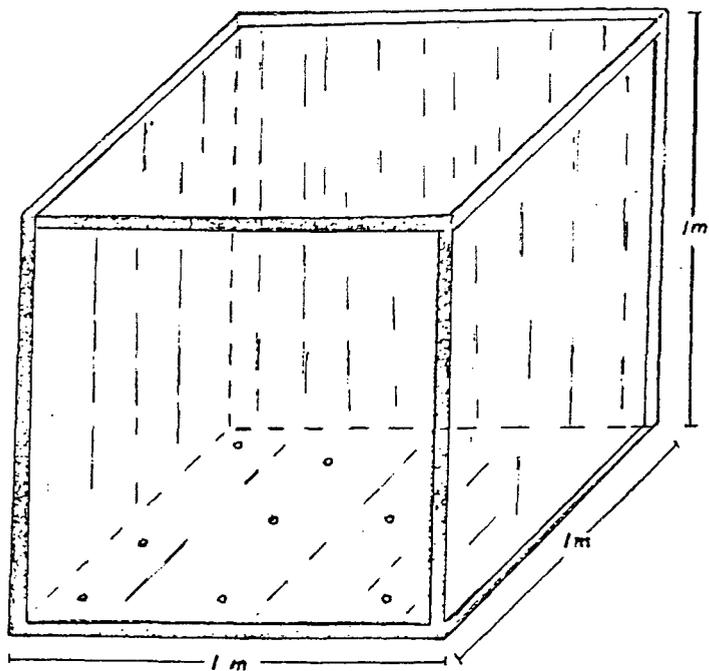


Fig. No. 4 Jardinera con cara frontal de vidrio para observación y 4 caras metálicas (la cara del fondo con perforaciones)

## 2.1 MATERIALES

### A) MATERIALES PLAN PILOTO

Este se ubicó en una calle al oriente de la ciudad en el Mpio. de Zapopan Jal.

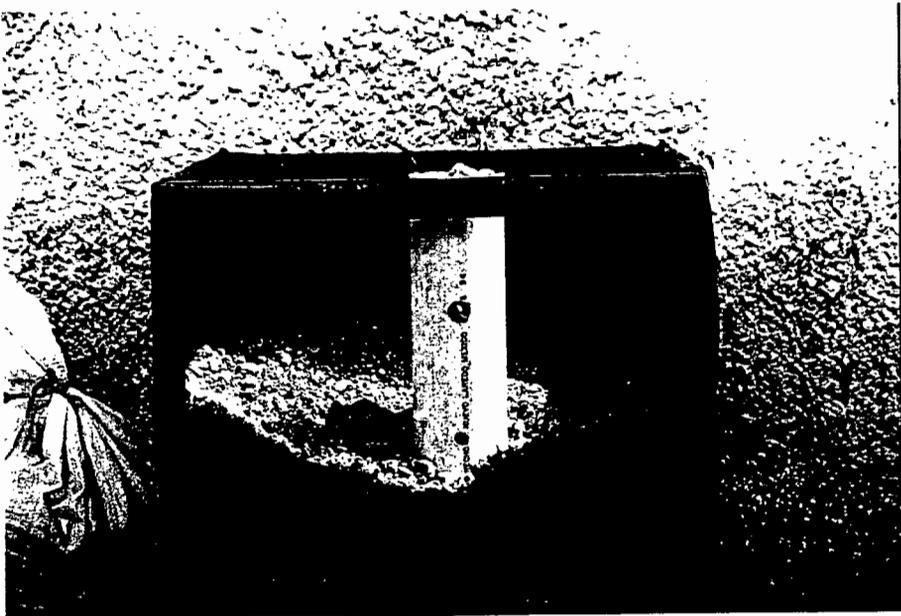
- 3 arbolitos (~~Ficus benjamina~~) de aprox. 40 cms de altura.
- 3 tramos de tubo p.v.c. de 75 cms. y 4" de diámetro.
- 1 tramo de banqueteta
- Fertilizante (17-17-17)
- Adoquín 3mt<sup>2</sup>
- Grava
- Pico
- Pala.

## **B) MATERIALES JARDINERA**

- 1 estructura de madera en forma de cubo (5 caras) con capacidad de 1 mt<sup>3</sup> con una de sus caras provista de un vidrio (para observación) y con la cara del fondo con perforaciones.
- 1 tramo de tubo p.v.c de 75 cms de largo y 4" de diámetro.
- 1 arbolito (Ficus benjamina)
- 1 mt<sup>3</sup> de jal.
- Fertilizante (17-17-17).
- Plástico transparente 3 mts. de largo por 1 de ancho.
- plástico negro de 1 x 1 mt.
- Grava.



Fot. 1.- Una vez terminada la plantación, observese los tubos de riego respecto al nivel del suelo.



Fot. 2.- Se muestra la jardinera con dimensiones especificadas donde se observan materiales y características de los mismos.

### 3.- REVISION DE LITERATURA

Para el presente estudio se recurrió a la obtención de información en los diferentes lugares, principalmente en bibliotecas tanto públicas como privadas, así como información directa proporcionada por los organismos oficiales como la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), Regiduría de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Guadalajara.

Se han publicado diversos libros referidos a las necesidades de arbolado en las zonas urbanas, otros tratan el tema desde el punto de vista ornamental, otros más sobre los cuidados de plantación, incluso se cuenta con un reglamento de Parques y Jardines y Recursos Forestales para el Municipio de Guadalajara publicado en la gaceta Municipal ( Enero - Marzo 1988), en donde se establecen normas para la conservación, restauración, fomento y aprovechamiento de la vegetación forestal, así como incrementar, crear, y cuidar las áreas verdes

### 3.1 Importancia de los vegetales en las zonas urbanas.

La fisonomía urbana juega un papel muy importante en la salud y bienestar del hombre, pues la ciudad es el hábitat de una considerable cantidad de individuos que han optado por la civilización. Esto lleva instintivamente a buscar espacios agradables que nos proporcionen placer y tranquilidad y esto es posible lograrlo mediante la ornamentación con plantas vivas, ya sea cultivandolas en los espacios abiertos o en el interior mismo de las viviendas. Las plantas ejercen un estímulo muy favorable para la homeóstasis al movilizar los impulsos instintivos de la autoconservación inclinando la actividad en el sentido de la euforia; de esta manera las plantas contribuyen a mantener la salud mental. La psicología de los colores nos habla del efecto emocional que produce cada uno, al grado de identificarse con un determinado estado de ánimo, (8)

En el medio urbano el árbol toma vigorosamente el papel de determinante del paisaje urbano. Así sin entrar en consideraciones semánticas, la masa de ciudadanos identifica como "zona verde" incluso las pequeñas áreas ajardinadas con especies bajas o herbáceas y en cambio reserva para el concepto de "parque" a la aglomeración vegetal con predominio de especies arbóreas.

Está en el ánimo de la sociedad actual, especialmente en las grandes concentraciones de desarrollo vertical, la importancia de los

parques y en general de las zonas verdes como elemento compensador de los desequilibrios ambientales y psicológicos de una gran urbe. (24)

Volviendo a los colores, el verde en cualquiera de los tonos que toma la vegetación arbórea en sus diferentes estadios se identifica con la fuerza de la vida, el deseo de vivir, de gozar de la existencia plenamente. Este color ayuda al habitante ciudadano a manera de bálsamo y tranquilizante contra el stress y la angustia que se originan con el ruido y las prisas de la vida urbana. (10)

En el medio urbano la presencia de arboles y arbustos en avenidas, parques y jardines refresca el ambiente y da diversidad y armonía al paisaje por lo vistoso de su follaje y por la belleza de sus flores y frutos. (18)

Además, algunos arboles añaden a su encanto el atractivo del susurro del viento en su follaje y en su frondosidad; murmullo armonioso de las hojas. No puede olvidarse la atraktividad estacionaria del árbol en nuestras regiones, su ciclo vital, que comienza en la primavera por el crecimiento, el estallido de sus yemas, el despliegue de sus hojas, continuado por la floración y fructificación, para acabar en el otoño con la coloración general de sus hojas y finalmente su caída. (15)

Esto en cuanto a árboles caducifolios; pero en el medio, en la Ciudad de Guadalajara, se cuenta mas bien con la presencia de árboles perenifolios en la cual siempre se mantiene el tono verde de los árboles a excepción de algunas especies que si tiran sus hojas, pero de cualquier

manera el ciclo estacionario de los árboles siempre va a reflejar diversas tonalidades de verde a lo largo del año.

En el aspecto práctico de los árboles, no estará de más insistir en lo necesarios que son cerca del hombre para su supervivencia y salud. Los árboles en parques, jardines y avenidas se consideran como los pulmones de las ciudades y los pueblos.

Es un hecho que durante el día las hojas desechan el oxígeno mientras que absorben el gas carbónico contenido en el aire. Los árboles también constituyen una pantalla protegiendo al hombre de los excesivos ruidos que pueden dañar o turbar su reposo, su tranquilidad o sus diversiones. Filtran y atenúan los vientos violentos, su follaje retiene el polvo y sus raíces consolidan el suelo, previniendo de esta forma la erosión.

La contaminación de ciertas industrias puede hacer peligrar la salud, aunada al ruido la polución, los humos, la circulación intensiva de vehículos; aquí también juega el árbol un papel muy importante oponiéndose eficazmente a este peligro. (15)

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, haciendo las veces de un acondicionador de aire como los que se usan para el interior de los edificios. Un solo árbol, variando conforme a su robustez y abundancia de follaje, puede evaporar hasta 500 litros de agua cada 24 horas. Su labor anticontaminante, señala el autor David R.

Hitchings, con las siguientes palabras: " la dasonomía urbana puede ayudar al control de la contaminación del aire siempre y cuando se establezca un plan y se inicie la selección de especies. Se requieren estudios adicionales para seleccionar los árboles que sean más tolerantes a la contaminación de aire y los que sean mas efectivos en la filtración y dilución de contaminantes atmosféricos. Estas especies de árboles tolerantes ofrecen un potencial considerable para mejorar la calidad del aire si se emplea como barrera o cinturones verdes al margen de carreteras o en situaciones urbanas adversas." (10)

Aparte de los beneficios anteriormente mencionados que significa la presencia del árbol en la ciudad no se olvide los mencionados por Escotto (9) citado en la introducción del presente estudio.

### **3.1.1 Ventajas de las áreas verdes y arbolados en las zonas urbanas .**

En la zona metropolitana de Guadalajara se estima que existen 8'750,000 mts<sup>2</sup> de superficie forestal, lo cual equivale a 2.5 mts<sup>2</sup> / persona; si se toma en cuenta a 3.5 millones de habitantes de la zona metropolitana de Guadalajara (9)

Esta densidad en m<sup>2</sup>/ habitante equivale en áreas verdes para la zona urbana de Guadalajara en aproximadamente el 1.5% de la superficie total de Guadalajara; comparado con el Distrito Federal este mismo porcentaje de áreas verdes se encuentran entre el 0.02% y el 0.23% según la zona del Distrito Federal (20)

La Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) recomienda 10 mts<sup>2</sup> disponibles por persona; lo cual acusa un déficit de 7.5 mts<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante en la Ciudad de Guadalajara.

### **3.1.2. Desventajas de los árboles en las zonas urbanas.**

A pesar de todas las características que tienen los árboles en la Ciudad, tienen serios problemas para adaptarse a vivir en ella; se pueden enumerar y colocar en dos grandes grupos:

#### **3.1.2.1. Problemas para el desarrollo del árbol en la Ciudad.**

La concentración tan alta de cortaminantes que se encuentran en la atmósfera de la Ciudad y que aunque ellos ayudan a limpiarla, cuando se encuentra esta contaminación en gran concentración ni ellos mismos logran sobrevivir y lentamente van muriendo.

Se puede citar el escaso espacio que se les da tanto para su desarrollo subterráneo como para la parte aérea, que es imposible para ellos desarrollarse normalmente y cuando lo logran lo hacen causando en ocasiones destrucción de los servicios de urbanización. Por ejemplo, los árboles de las aceras se encuentran sometidos a un continuo esfuerzo que puede disminuir significativamente su crecimiento e incluso ocasionar su muerte. Entre estos factores Oke citado por Rapoport (20) incluye los siguientes ( fotografías de la 3 a la 7)

Foto No. 3) La disminución de la provisión de agua por efecto de la pavimentación de calles, cubrimiento de aceras y obras de drenaje de agua de lluvias.

**Foto No. 4) Disminución de la radiación solar y del tiempo de insolación comparable a lo que , en la naturaleza, se da en el fondo de un cañón o valle profundo.**

**Foto No. 5) Reducido espacio vital para el desarrollo de raíces y follaje**



**Foto No. 3.- La disminución de la provisión de agua por efecto de la pavimentación de calles, cubrimiento de aceras y obras de drenaje.**



**Fot. No. 4** Disminución de la radiación solar y del tiempo de insolación comparable a lo que en la naturaleza se da en el fondo de un cañón o valle profundo



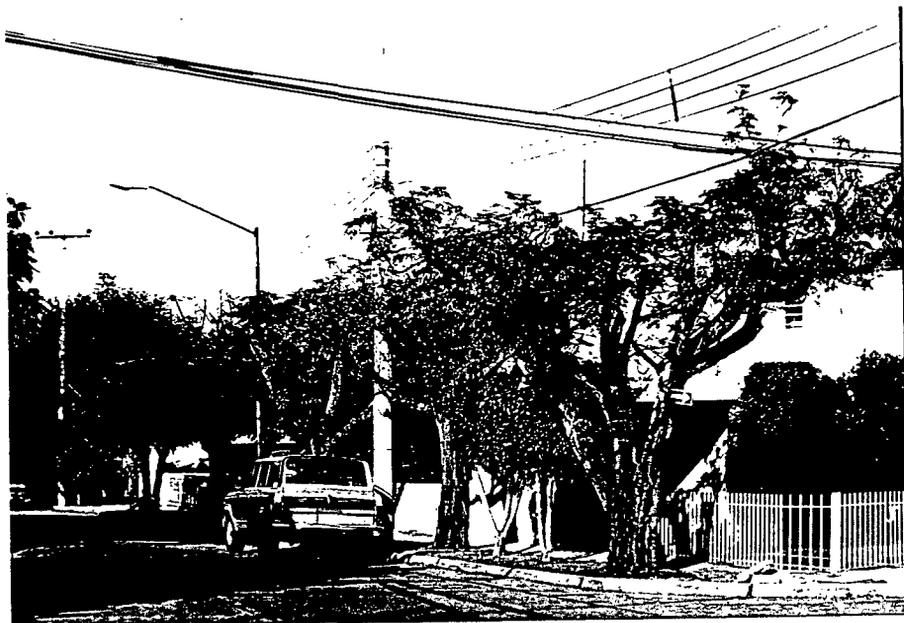
**Fot. No. 5.- Reducido espacio vital para el desarrollo de raíces y follaje**

**Foto No. 6) Contaminación**

**Foto No. 7) Destrucción involuntaria o voluntaria de las partes aéreas, incluyendo podas irracionales.**



Fot. No. 6 Contaminación



**Fot. No. 7** Destrucción voluntaria o involuntaria de las partes aéreas, incluyendo podas irracionales que se hacen a fin de proteger el cableado eléctrico y otros servicios.

**3.1.2.2. Problemas que causa un árbol a la infraestructura urbana (Fotografías de la No.8 a la No. 11)**

Cuando el árbol logra sobrevivir a todas las condiciones del medio, éste empieza por hacer más adecuado su medio creciendo en forma vigorosa y extensa de manera que la infraestructura urbana se ve afectada por este crecimiento en diversas formas y grados (20).

Los problemas más frecuentes según Oke citado por Rapoport (20) son los siguientes:

Foto No. 8) Destrucción de banquetas.

Foto No. 9) Problemas sobre el cableado (Luz, Teléfono)

Foto No. 10) Derribo de los árboles por el viento y otros accidentes atmosféricos.

Foto No. 11) Destrucción de pavimentos



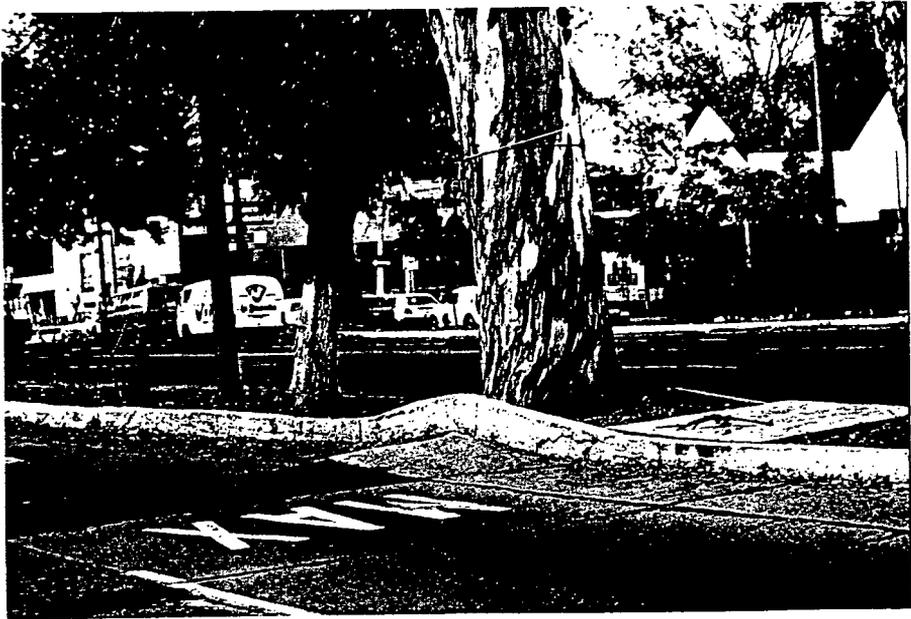
Fot. No. 8 Destrucción de banquetas



**Fot. No. 9 Problemas sobre el cableado de luz y teléfono**



**Fot. No. 10 Derribo de arboles por viento y otros accidentes**



Fot. No. 11 Destrucción de pavimentos

### 3.2. Recomendaciones de los organismos oficiales respecto a la plantación de árboles en las zonas urbanas.

Dentro de la información existente preferentemente en tratados de fruticultura y forestería se encuentra información respecto a los pasos a seguir para realizar una plantación especialmente cuando se trata de trasplantes o propagación vegetativa.

En la mayoría de los autores consultados al respecto, se señalan los siguientes pasos: Una vez que se tiene el arbolito y el lugar definitivo, se procede a realizar la cepa o el hoyo que deberá ser de un tamaño proporcionado al tamaño del arbolito, que en la mayoría de los casos ( en tratados de fruticultura) es de 40 X 40 X 40 cms. a 40 X 40 X 60 cms; el resto del procedimiento consiste en colocar el arbolito dentro de la cepa ; si viene con bolsa o en bote o cualquier otro recipiente, se le elimina y se procede a rellenar la cepa con la misma tierra extraída y en algunos casos enriquecida con aportaciones de materia orgánica y fertilizantes. Si es necesario se le pone una espaldera o tutor; posteriormente se procede al riego inmediatamente después de la plantación terminando con esto el primer paso que corresponde a la plantación.

En forma oficial y a manera de guía, la Regiduría de Parques y Jardines de la Ciudad de Guadalajara ha diseñado y publicado un sistema de plantación de árboles en la Ciudad a fin de orientar a los habitantes que deseen hacer una plantación dentro de la zona urbana, pero en

3.2.1. Descripción del diseño propuesto por la Regiduría de Parques y jardines del Ayuntamiento de Guadalajara.

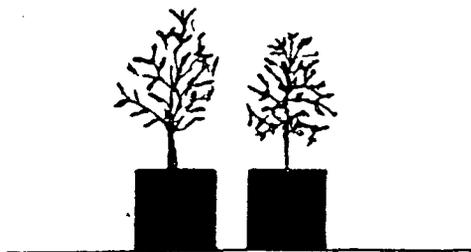


Fig. 5.- Una vez seleccionada la especie cerciórese que el arbolito o arbolitos elegidos estén en buen estado.

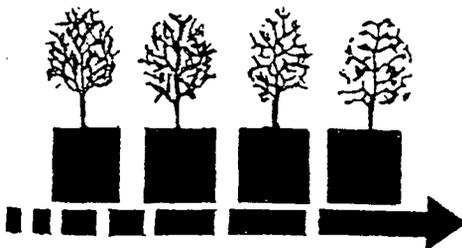
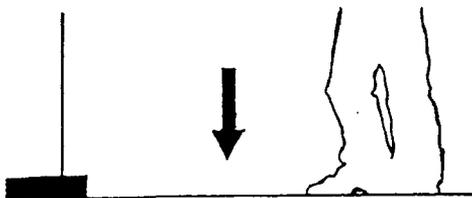
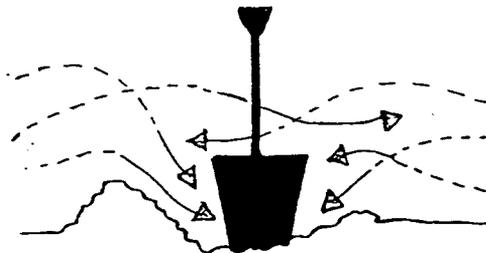


Fig. No. 6 Si los va a transportar acomódelos con cuidado para evitar que se maltraten durante el viaje



**Fig. No.7** Verifique que el lugar de la plantación sea el adecuado y que no presentará problemas para el desarrollo.



**Fig. No. 8** Abra el hoyo donde plantará el árbol con varios días de anticipación para conseguir un suelo bien ventilado.

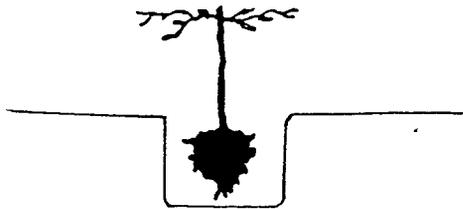


Fig.- No. 9 La profundidad debe ser suficiente para que quepan las raíces sin doblarse, el anco deberá ser de 40 x 40 cms. como mínimo.

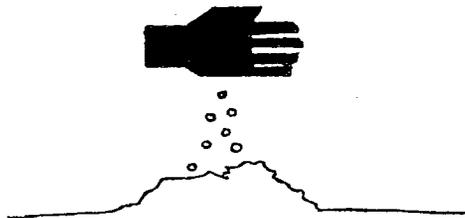


Fig. No. 10 La tierra que se saca del hoyo puede mejorarse con abono para que el arbolito crezca con más fuerza.



Fig. No. 11 Separe la bolsa o lata con precaución, teniendo cuidado de mantener la tierra adherida alrededor de las raíces.

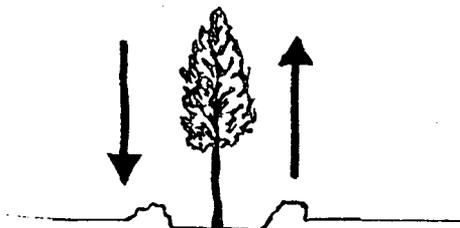
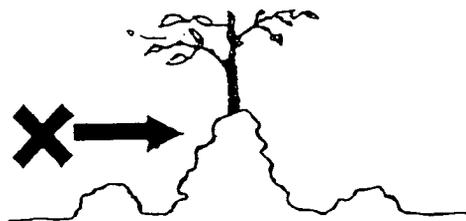
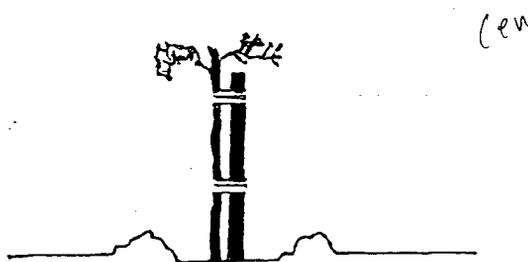


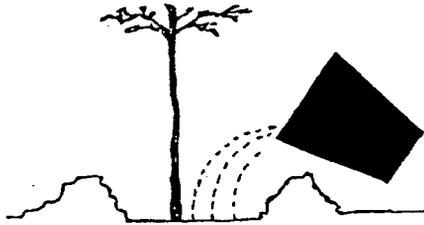
Fig. No. 12 Coloque el arbolito en su sitio cuidando que quede recto y llene el hoyo con tierra.



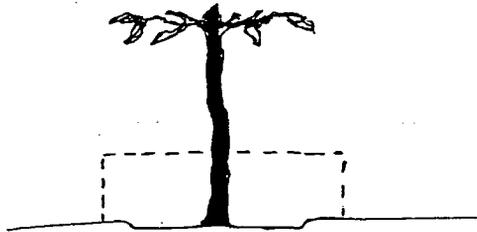
**Fig. No. 13** No apriete o apisone demasiado la tierra y evite amontonarla sobre el tallo del arbolito.



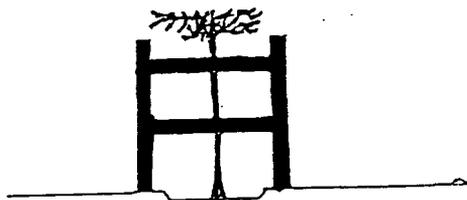
**Fig. No. 14** Si es necesario sujete el árbol con un palo, varilla o alambre para que el viento no lo tire.



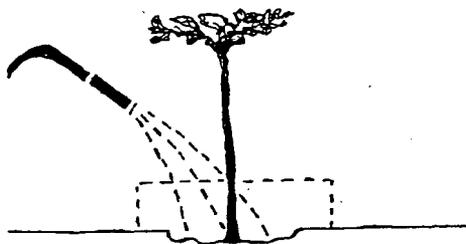
**Fot. No. 15** Riegue el arbolito inmediatamente después de plantado para que la tierra se apriete entre las raíces.



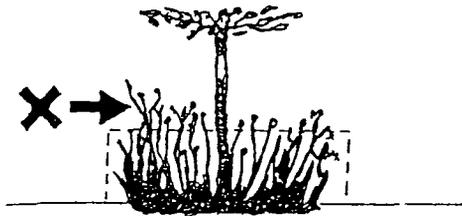
**Fig. No.16** Haga un bordo o cajete alrededor del árbol para que el agua de riego se reparta adecuadamente.



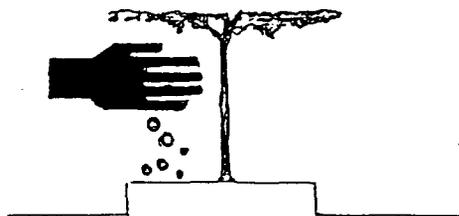
**Fig. No. 17** Coloque una reja de madera, varilla o cualquier otro material para resguardar el arbolito recién plantado.



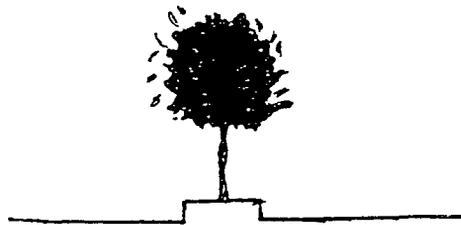
**Fig. No. 18** Riegue cada tres o cuatro días según la naturaleza del suelo y el estado del tiempo.



**Fig. No. 19** Cuide el bordo o cajete de su árbol para que aproveche mejor los riegos y no permita que crezcan hierbas a su alrededor.



**Fig. No. 20** Abone cada seis meses o cada año los árboles pequeños. En los árboles adultos hágalo una vez cada cinco años.



**Fig. No. 21** Si es necesario realizar alguna poda, de preferencia solicite asesoría técnica, una poda mal hecha puede secar el árbol.

### 3.2.2 Análisis crítico del diseño propuesto por la Regiduría del Parques y Jardines del Ayuntamiento de Guadalajara.

El análisis siguiente no pretende ser una crítica destructiva sino por el contrario un reforzamiento de los conceptos de reforestación urbana, por lo que la finalidad de este análisis es sugerir un hábitat donde conviva el hombre con las especies vegetales. El análisis es perfectible pero se conserva la idea original de apoyar a la regiduría de Parques y Jardines en la tareas de reforestar la zona urbana.

El folleto de orientación diseñado por la Regiduría ( que es el único que se encontró al respecto) como ya se describió en los dibujos anteriores, presenta los siguientes procesos:

- 1) Una vez seleccionada la especie, cerciórese que el arbolito o arbolitos elegidos estén en buen estado; en este primer paso es de suma importancia una buena selección de especies adecuadas a las diferentes condiciones que proporciona la Ciudad a los árboles. Cabe hacer mención de la publicación titulada "El árbol y la Ciudad" por Estrada (10), en donde se señalan las especies más adecuadas para cada condición ambiental en la zona urbana.

En el reglamento de Parques y Jardines y recursos Forestales para el Municipio de Guadalajara, publicado en la Gaceta Municipal correspondiente a los meses Enero - Marzo de 1988, en el capítulo II, Artículo 16, menciona lo siguiente: " Los árboles que en lo sucesivo se

planten en el área urbana, deberán ser los adecuados para ésta, quedando prohibido plantar especies diversas a las que autoriza este ordenamiento".

2) En este mismo reglamento en el Artículo 17 señala las especies sugeridas para la reforestación especificando los siguientes árboles en banquetas de 1.20 - 2.50 mts de ancho:

- 1.- Atmosférica (Lagerstroemia indica)
- 2.- Colorín (Erithrina americana)
- 3.- Guayaba - Fresa (Feijoa sellowiana)
- 4.- Naranja agrio (Citrus aurantium)
- 5.- Níspero (Eriobotrya japonica)
- 6.- Obelisco (Hibiscus rosa-sinensis)
- 7.- Pata de res (Bahuinia blankiana)
- 8.- Sauco (Sambucus nigra)
- 9.- Yuca (Yucca decipiens)
- 10.- Trueno (Ligustrum japonicum)
- 11.- Las demás que considere la administración General de Parques y jardines.

Cuando se trata de banquetas de mas de 2.50 mts de ancho, señala las siguientes especies:

- 1.- Alamillo (Populus tremuloides)
- 2.- Alamo plateado (Populus heterophilla)
- 3.- Chopo (Eucalyptus deltoides)

- 4.- Ficus (Ficus spp.)
- 5.- Mandarino (Citrus nobilis)
- 6.- Paraíso (Melia azedarach)
- 7.- Primavera (Tabebuia donenitsmithii)
- 8.- Arrayán (Psidium spp)
- 9.- Las demas que consideren la Administración General de Parques y Jardines.

Este es un primer intento que manifiesta la preocupación del Ayuntamiento por reforestar la zona urbana con las especies más idóneas respecto a la disponibilidad de superficie para el desarrollo del árbol con una buena integración con los demás factores y condicionantes de la urbanización; sin embargo, cabe señalar en base al desarrollo de las especies mencionadas que la Pata de res ( Bahuinia blakiana) y la Yuca (Yucca decipiens) no son apropiados para usarse en estas dimensiones de banquetas; además para las banquetas de mayores dimensiones se recomiendan los Alamos (Populus spp), sin embargo en el programa de reforestación llevado a cabo en el año de 1987-1988 se plantaron Alamos en banquetas hasta de 1.20 mts de ancho; asimismo, se encuentra recomendandose los Chopos (Eucaliptus delfoides) y los Ficus, el primero es un árbol de gran desarrollo que pudiera causar problemas en los servicios de urbanización, en cuanto a los segundos no se señala qué especies del género Ficus, pero de cualquier manera las especies de ese género son sumamente robustas y solamente el Ficus benjamina mediante control de podas, podría adaptarse a las banquetas de más de 2.5 mt de ancho.

## FICUS BENJAMINA

Nombre común:	Ficus
Nombre técnico:	<u>Ficus benjamina</u>
Familia:	Moraceae
Origen:	Asia y otras zonas tropicales y subtropicales
Talla:	Arboles, arbustos hasta de 10 mts de altura o mas.
Aspecto:	Tronco liso y ramificado de color claro, hojas aternas y persistentes con nervaduras mas o menos visibles, de forma ovalada, el color varía del verde vivo al oscuro y de anchura variable.
Uso:	Como planta de sombra y ornato por la belleza de su follaje.
Multiplicación:	Acodo
(Niembro 19)	

3.- Por otro lado el mismo reglamento en el capítulo II Artículo 14 menciona lo siguiente: " Si existieran excedentes de producción en los viveros, el Ayuntamiento queda facultado para distribuir tales excedentes en la forma y términos que mejor convenga, siempre que no se afecten los programas de forestación previamente elaborados".

En este caso por lo general los viveros del Ayuntamiento recurren a la venta y/o donación de sus excedentes a toda persona o Institución que

lo requiera, por lo tanto el control de la reforestación urbana se pierde, ya que el habitante escogerá las especies que más le gusten, haciendo caso omiso a las recomendaciones de la Regiduría de Parques y Jardines y además por lo general los excedentes son especies arbóreas robustas como las casuarinas (Casuarina spp) y los Eucaliptos (Eucalyptus spp), que son los menos indicados para reforestar banquetas, contraviniendo la disposición de especies adecuadas tanto en el folleto de orientación como en el reglamento de reforestación.

4.- En el siguiente paso señalado por el folleto de orientación se menciona lo siguiente: " Verifique que el lugar de la plantación sea el adecuado y que no presentará problemas para el desarrollo de la planta".

Es difícil de encontrar este espacio en una zona urbana como Guadalajara o cualquier otra Ciudad que tenga su origen o fundación en la época de la Colonia, con urbanización del tipo de la Europa Medioeval o de principios de la era moderna, ya que esta planeación no consideraba la convivencia entre los habitantes, las plantas y el urbanismo, por lo que nunca se previó el lugar adecuado para los vegetales, a excepción hecha de los parques y de las plazas públicas, que en muchos de los casos quedaron adoquinadas o asfaltadas, por lo tanto las banquetas de los barrios de las Ciudades y las principales calles céntricas son angostas y no permiten el establecimiento de vegetales, de manera que el lugar adecuado señalado en el folleto y aún en el mismo reglamento de parques y jardines no se encuentra tan fácilmente en las Ciudades; y finalmente la forestación con plantas de porte arbustivo será difícil adaptarla al confinamiento de áreas pequeñas y en el caso de especies

arbóreas, éstas tratarán de adaptarse al área mediante el desarrollo vigoroso de su sistema radicular, aún sobre los servicios de urbanización, causando los mencionados trastornos.

5.- Continuando con el análisis en la fig. No.9 se señala lo siguiente: "La profundidad debe ser suficiente para que quepan las raíces sin doblarse, el ancho deberá ser 40X40 cms. como mínimo".

Si se considera una banqueteta de 1.20 mts de ancho, (que son las que predominan en los barrios al igual que en el centro de la Ciudad) y que se menciona que la excavación para la plantación deberá ser de 40x40 cms, quedaría demasiado reducida la banqueteta ya que además al hacer la excavación se deberán considerar entre 12 y 20 cms. de machuelo mas los 40 cms, nos queda una banqueteta de 60 cms, que son insuficientes para transitar cómodamente sobre ella, además de que la plántula al ir creciendo ( el crecimiento es radial ) sus ramas se extenderán hacia los lados obstaculizando más el espacio para caminar. Así pues con las consideraciones mencionadas, las banquetetas de 1.20 a 2.50 mts no deberían de ser reforestadas con especies arbóreas ya que definitivamente no es el lugar adecuado para ninguna de ellas.

6.- En los siguientes pasos señalados en el mismo folleto, en especial en las figuras No. 16, 18, 20 y 21 se harán los comentarios junto con el diseño de plantación propuesto.

### 3.3 Análisis de la morfología y el desarrollo del sistema radicular del árbol.

#### 3.3.1 Origen del sistema radicular.

Es de suponer que el primitivo cuerpo de la planta en forma de eje se diferenciaba en brote y raíz debido a las diferentes hábitats y funciones de las partes aéreas y subterránea. La gran uniformidad del hábitat subterráneo, en contraste con el aéreo, puede ser uno de los factores casualmente relacionados con la relativa simplicidad de la raíz y la conservación de algunas de las características estructurales primitivas, las cuales desaparecen finalmente en el tallo. (8)

Por su origen se distinguen dos clases de raíces: las normales y las adventicias. Son raíces normales las que se derivan de radícula del embrión, como la primaria y las que de ella proceden: Secundarias, terciarias, etc., y raicillas.

Se llaman raíces adventicias las que no se forman de otras raíces y no tienen origen embrional; son las que se desarrollan en los tallos y ramas y hasta en ciertas hojas y frutos. Se encuentran en la base de los tallos del maíz y de la caña de azúcar, en donde ayudan a las raíces normales al sostén de la planta y a la absorción de sustancias; también se observan en toda la longitud de los tallos y ramas de la hiedra, en donde desempeñan funciones de garfios o sostén, por medio de la cual la planta se adhiere a las paredes, cercas, rocas, troncos etc. Se notan así mismo en los estolones o tallos rastreros de la fresa, en donde no solo

intervienen en la propagación vegetativa de la planta , sino que participan en las funciones de sostén y absorción. En algunas plantas su desarrollo es muy considerable, como sucede en ciertos Amates (Ficus religiosa) de cuyas ramas se forman grandes raíces adventicias, que crecen hasta llegar al suelo, y son tan abundantes y robustas que ayudan al tronco en su papel de sostén de la planta.(24)

### 3.3.2. Tipos de raíz.

Las raíces en forma general se dividen en tres tipos:

Pivotantes, fibrosas y adventicias.

3.3.2.1. Raíz pivotante.- Tal y como su nombre lo indica, es una raíz principal o pivote muy desarrollada que llega a penetrar muy profundamente en el suelo, en posición vertical o cercana a ella. Las ramificaciones en este caso, se presentan separadas unas de otras y presentan normalmente menos desarrollo que el eje primario. Un ejemplo muy típico de sistema pivotante de gran poder es la raíz del nogal.

Los árboles frutales, en general presentan sistema radical pivotante, con varias escalas de vigor, siempre y cuando su raíz provenga del desarrollo de la radícula del embrión.

La raíz pivotante de los frutales, a la que antiguamente se le daba gran importancia y la que se aconsejaba no lastimar o acortar, no tiene en realidad, en muchos de los casos razón de existir como elemento dominante, siendo recomendable en general su despunte antes de la plantación, para provocar por medio de él la ramificación, es decir la formación de numerosas raíces secundarias, que al formar otras a su vez, darán lugar aun extenso sistema radical que será de mucha más utilidad al árbol al explorar una mayor cantidad de suelo.

La raíz pivotante puede ser de gran importancia en casos especiales en los cuales se requiere una gran profundización, tales como la necesidad de un muy fuerte anclaje en el suelo para el sostenimiento mecánico del árbol, o exploración de capas muy profundas en vías de abastecimiento de agua. (4)

**3.3.2.2. Raíces fibrosas (difusas).**- Los sistemas de raíces difusas se componen de numerosas raíces más bien delgadas, de las que las principales son casi iguales en tamaño.

Los sistemas de raíces difusas son a menudo totalmente adventicias en las partes maduras, como en el caso de las hierbas, en que la raíz primaria no prosigue su crecimiento y es reemplazada por cierto número de raíces adventicias. En otras plantas de sistema de raíces difusas, la raíz primaria podrá desarrollar acaso cierto número de raíces secundarias, que crecen más rápidamente que aquella y acaban constituyendo la parte principal del sistema radicular. Las raíces de esta clase no son, por supuesto, adventicias puesto que nacen como ramas de las raíces primarias. Las raíces difusas se conservan a menudo delgadas, como en el maíz y otras hierbas, en cuyo caso se designan como raíces fibrosas. En plantas como la batata y la dalia las raíces difusas mayores se agrandan con alimento almacenado; a estas raíces se les llama raíces difusas carnosas. En muchos árboles las raíces difusas se hacen leñosas después de años de crecimiento. (10)

3.3.2.3. Raíces adventicias (aéreas).- Numerosas plantas, tanto de la zona templada como de la tropical, producen raíces aéreas sobre sus tallos por encima del nivel del suelo. La utilidad de estas raíces adventicias es variada. Algunas plantas producen raíces aéreas algo engrosadas que absorben y probablemente almacena el rocío y el agua de lluvia. En una orquídea malaya que crece sobre la corteza de los árboles, el tallo tiene unos tres centímetros, las hojas están reducidas a escamas de color castaño y las raíces que son verdes, son los únicos órganos fotosintéticos. Raíces que sirven para fijar tallos trepadores se encuentran en el Zumaque venenoso (Toxicodendron radicans) y el jazmín trompeta (Campsis radicans). En algunas plantas, las raíces de apoyo o fulcrantes que contribuyen al sostén junto con las raíces subterráneas nacen del tallo y se meten en el suelo, donde se ramifican profusamente y absorben agua y compuestos minerales. Por ejemplo: en el maíz nacen raíces adventicias de varios nudos por encima del nivel del suelo. Raíces de apoyo de tamaño considerable se encuentran en árboles tropicales, como algunas palmas, el mangle y el boniano, árbol de la familia de la higuera. Las raíces adventicias del boniano crecen a veces unos dos metros, desde las ramas aéreas hasta encontrar el suelo; su diámetro crece también a tal grado que sostienen como troncos adicionales las grandes ramas. El mangle que crece en las costas oceánicas o en las márgenes de los ríos a donde llega la marea, produce raíces de apoyo en forma de horquilla que nacen del tronco principal y de las ramas. Estas raíces pueden formar una espesura casi impenetrable.

(28)

### 3.3.3. Crecimiento del sistema radicular.

El crecimiento es característico de los organismos vivos, los vegetales como seres vivos probablemente sean los únicos organismos que están creciendo hasta el día en que por naturaleza mueren. En los vegetales el crecimiento se lleva a efecto de dos maneras denominadas crecimiento primario a la elongación o longitud de sus raíces y tallos, y crecimiento secundario al desarrollo en grosor o anchura tanto de sus raíces como del tallo.

El crecimiento primario en la raíz se lleva a cabo en la parte apical de la raíz en donde se encuentra el meristemo que se divide en forma continuada produciendo células dando lugar a la elongación de la raíz. El desarrollo se lleva pues mediante la multiplicación de las células, el crecimiento de las mismas células y posteriormente la diferenciación que es donde la célula formará parte de algún tejido de la misma raíz y realizará las funciones propias de dicho tejido. ( Fig. No. 22).

Asimismo el crecimiento primario de la raíz da origen a las raíces laterales que en conjunto forman el sistema radicular.

El crecimiento secundario del sistema radicular procede de un tejido meristemático formado por células indiferenciadas que conservan su capacidad meristemática y que proceden desde el meristemo primario o apical. Estas células meristemáticas cuando la raíz lo requiere empiezan a multiplicarse en forma tangencial (hacia los

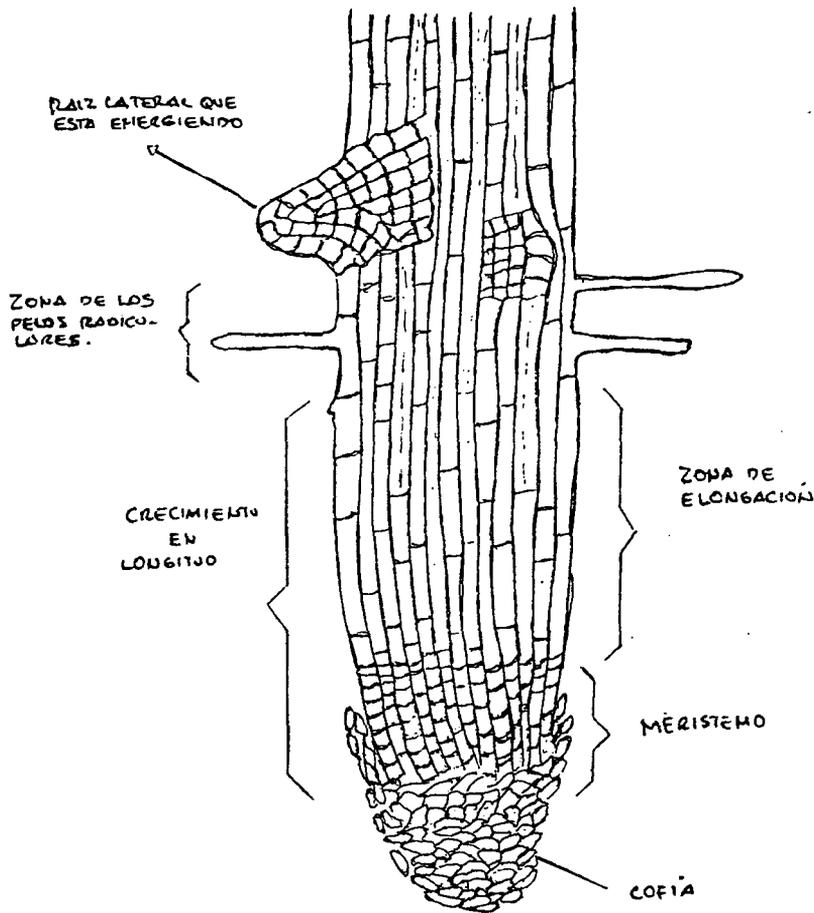


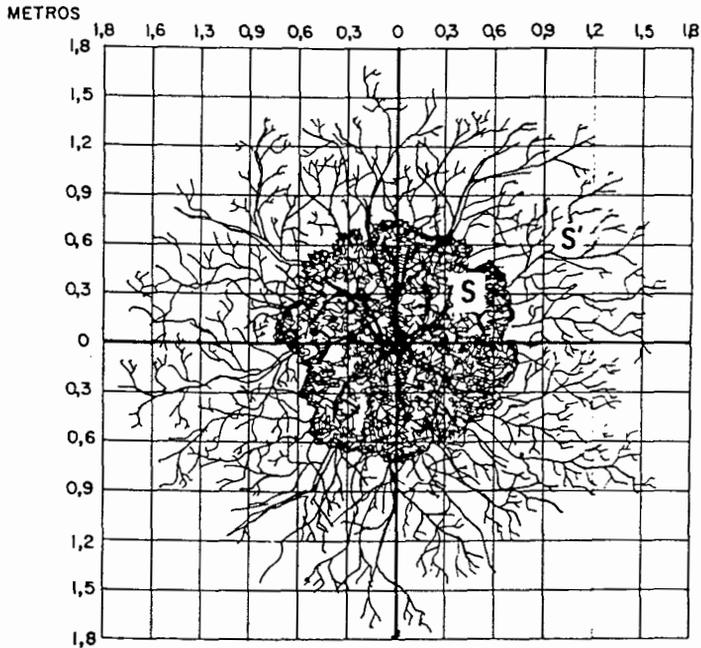
Fig. No. 22 Diagrama de la zona de crecimiento primario de una raíz vista en sección longitudinal. En las raíces típicas, el número de células es mucho mayor del que se muestra en el diagrama el cual se a simplificado hasta donde es posible. Tomado de " La planta viviente" de Ray (1985)

lados) dando origen al crecimiento en grosor de los tejidos de la raíz, de esta forma se incrementa el volumen total del sistema radicular.



El crecimiento por lo tanto del sistema radicular es una interacción, que si consideramos un árbol adulto, suficientemente aislado (No sometido a interacciones de plantas próximas), en las condiciones ambientales medias de su hábitat ecológico normal, su sistema radicular, aún sometido a todas las condicionantes anteriormente citadas, podemos afirmar que, en su distribución, cumple con las siguientes normas:

- 1.- Su distribución en superficie ocupa un área sensiblemente superior a la proyección de la copa. La relación de superficies proyectadas por el sistema radicular y la parte aérea alcanza valores entre 2 y 50 . (13) ( fig. No. 23).
  
- 2.- Salvo los casos en que existe alguna circunstancia condicionante, la distribución superficial del sistema radicular es, aproximadamente circular, con un radio medio de 1.5 a 7 veces superior el radio medio de la superficie de proyección de la copa (13) (fig. No. 23).
  
- 3.- El 85% del sistema radicular activo se distribuye entre los 10 y los 90 primeros centímetros de profundidad. Las potentes raíces pivotantes de anclaje de las especies más rústicas y vigorosas raramente sobrepasan los 3 mts de profundidad (13) ( fig. No. 24).



**S** SUPERFICIE PROYECTADA POR LA COPA

**S'** SUPERFICIE PROYECTADA POR EL SISTEMA RADICULAR

Fig. No. 23 Diagrama representativo del desarrollo radicular en superficie de un manzano adulto en un suelo franco y fértil.

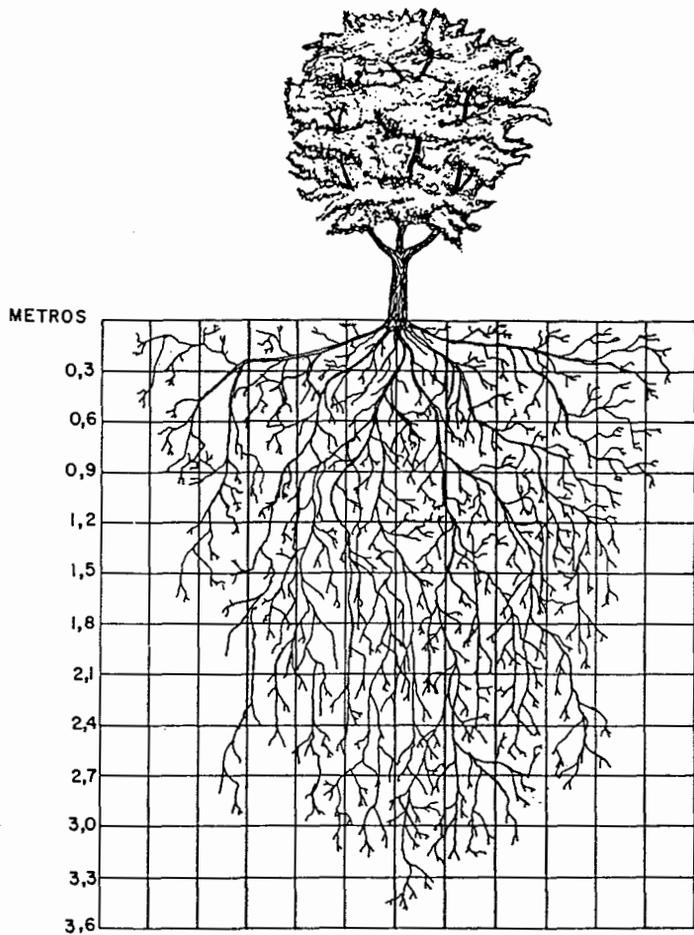


Fig. No. 24 Diagrama representativo del desarrollo radicular en profundidad de un manzano adulto en un suelo franco y fértil ( De Westwood "Temperate zone pomology", 1978, Freeman)

3.4. Factores del medio que interactúan en el desarrollo de la raíz.

El medio ecológico de un árbol o de cualquier otro organismo, es una complicada relación de todos los factores tanto físicos como bióticos que interactúan entre sí para conformar dicho medio; sin embargo, se consideran como más decisivos o influyentes además de cuantificables los siguientes:

#### 3.4.1. Contenido del agua en el suelo.

Las diferentes especies de plantas explotan distintos niveles del suelo. Las raíces de las gramíneas que forman los prados comunes se encuentran en los primeros centímetros del suelo y el denso césped que forman (junto con los rizomas) puede ser levantado en una capa de no más de 10 cms. de espesor. En cierto número de plantas de cultivos comunes, el desarrollo principal del sistema radicular se efectúa en una profundidad de 1.0 a 1.5 mts, si el suelo lo permite. Los sistemas radiculares de más de 3.0 mts de profundidad no son comunes, aún entre los árboles.

La profundidad de la penetración de las raíces está influida por la naturaleza del suelo y por otras condiciones ambientales, así como por sus tendencias inherentes. Una capa dura del suelo o una de roca puede detener el crecimiento. Los suelos saturados con agua no tienen suficiente oxígeno para sostener el crecimiento de las raíces de la mayoría de las plantas y, por lo general, las raíces no penetran más abajo del nivel

inferior a que desciende la capa freática durante la estación de crecimiento. Las raíces de las hidrófilas (plantas especialmente adaptadas a lugares húmedos o a agua abierta) no son detenidas por la capa freática. De manera recíproca, las raíces de la mayoría de las plantas no crecen a través de un suelo muy seco, pero las de algunas xerófilas (plantas adaptadas a sistemas muy secos) penetran a través de varios metros de suelo seco antes de llegar a una zona con más humedad.

El desarrollo del sistema radicular también está influido por diferencias en las cantidades de agua en diferentes niveles o en distintas áreas del suelo. El mejor desarrollo y la ramificación más abundante de las raíces ocurre en suelos que están húmedos pero no saturados. Puede lograrse que las plantas cultivadas desarrollen sistemas radiculares relativamente someros o más profundos según la frecuencia y la abundancia con que se les apliquen los riegos. Las tuberías de drenaje, que presentan una combinación de humedad adecuada y aereación abundante ofrecen un hábitat favorable para el crecimiento de las raíces, en particular para especies adaptadas a suelos húmedos. Las raíces de árboles tales como el sauce y sicomoro penetran por las juntas de las tuberías y proliferan de tal manera que llegan a obstruirlas. (6)

#### 3.4.2. Contenido de aire en el suelo.

Generalmente no se valora bien la importancia que tiene el aire para las raíces de las plantas. Estas, al igual que las otras partes de la planta, respiran, y el oxígeno es tan necesario para la respiración de estos órganos como para la del tallo, hoja, flores y frutos. El conjunto de las

raíces y los animales y vegetales del suelo reduce el oxígeno y aumenta la concentración del dióxido de carbono en el aire de los poros. Pero a medida que prosigue el proceso biológico en el suelo ocurre la difusión del dióxido de carbono hacia la atmósfera y la entrada por difusión del oxígeno en el suelo, lo cual permite una respiración aerobia continua. Este tipo de respiración predomina en los suelos con buen drenaje durante la mayor parte de la estación de crecimiento.(28).

#### 3.4.3. La temperatura del suelo.

A medida que la temperatura disminuye, los procesos vitales de las plantas y animales son reducidos hasta que finalmente cesan por completo. Los procesos de crecimiento de la mayoría de las plantas de importancia agrícola son muy lentos a temperaturas cercanas a los 5 grados centígrados y aumentan hasta temperaturas que varían de 20 a 30 grados centígrados. Los procesos químicos y las actividades de los microorganismos que transforman los nutrientes de las plantas en formas aprovechables, son también influidos, en forma apreciable por la temperatura. El crecimiento de las plantas se ve de esta manera influido en forma significativa tanto por la temperatura del aire como por la del suelo.(16)

Está universalmente reconocido que las actividades químicas y biológicas son la expresión de la energía. También se sabe que tales cambios, sobre todo los últimos, no pueden seguir con intensidad adecuada, a menos que se mantengan ciertas temperaturas. La temperatura del suelo es, por lo tanto un factor de vital importancia. Por

ejemplo, la nitrificación no empieza hasta que el suelo alcanza una temperatura de unos 4.5 grados centígrados, siendo sus límites favorables de 26 a 32 grados centígrados. Las temperaturas óptimas para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, se podía suponer, varían ampliamente, siendo baja para cultivos como el césped, y alta para el maíz. (3)

#### 3.4.4. Contenido de sales minerales (nutrientes) en el suelo.

Una planta obtiene los nutrientes y el agua del suelo a través de sus raíces, la eficiencia de la utilización del suelo por las plantas es afectada por la densidad y distribución de las raíces. Las plantas perennes, como el roble o la alfalfa, no regeneran un nuevo sistema radicular completo cada año, esto les proporciona una ventaja definitiva sobre las plantas anuales como el maíz y el algodón. Esto explica, en parte, la diferencia en necesidades de agua y nutrimentos de las plantas. Las hortalizas y los cereales frecuentemente responden a las adiciones de fósforo. Los árboles de manzano ya establecidos retienen de un año a otro la mayor cantidad de fósforo necesario para sus procesos vitales y raramente responden a la fertilización fosfatada. Consideramos la extensión de los sistemas radicales y la extensión en que el suelo está en contacto directo con la superficie de la raíz.

Se considera en la actualidad que son necesarios cuando menos 16 elementos para el crecimiento de las plantas. El Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, combinado en las reacciones fotosintéticas, se obtiene del aire y del agua. Estos comprenden el 90% ó más de la materia seca. Los 13

elementos restantes se toman principalmente del suelo. El Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio y Azufre se necesitan en más o menos grandes cantidades y se les denomina macroelementos o elementos mayores. A los nutrimentos requeridos en cantidades considerablemente menores, se les llama microelementos o elementos menores e incluyen al Manganeso, el Hierro, el Boro, el Zinc, el Cobre, el Molibdeno y el Cloro.

Más de 40 elementos adicionales se han encontrado en las plantas. Algunas acumulan elementos que no son esenciales pero que tienen un efecto benéfico. La absorción de sodio por el apio, que resulta en este caso un mejoramiento del sabor, es un ejemplo.

Los nutrimentos son absorbidos de la solución del suelo o de las superficies de los coloides como cationes y aniones. Los cationes están cargados positivamente, los aniones tienen carga negativa. (16)

### 3.5 Control del crecimiento del sistema radicular.

El organismo multicelular se caracteriza por un crecimiento organizado de sus diversas partes, que incluye una diferenciación armónica de los tejidos. Cada especie tiene una determinada forma en sus órganos, en la implantación de las hojas, en su ramificación etc.. La forma de los órganos depende de la distribución de las células, y a su vez ésta depende del plano de división de las células en los puntos de crecimiento y del plano de alargamiento de las células recién formadas. La forma del vegetal descansa, pues, en la polaridad, en la distribución de los cromosomas durante la mitosis. (22)

La polaridad de crecimiento depende de estímulos físicos como la luz, la gravedad y de otros factores del medio así como de sustancias químicas presentes en el organismo (Tropismos).

Desde hace mucho tiempo se conoce que en el crecimiento existe una correlación de afectos, de manera que una parte del cuerpo del vegetal puede estimular o inhibir el crecimiento y la diferenciación de otras partes del organismo (22)

Es evidente que esta correlación de efectos debe tener causas inmediatas que promueven los tropismos como la presencia de sustancias químicas (Quimiotropismo), la oferta y la demanda de nutrientes en el suelo (Fagotropismo), , la disponibilidad de humedad en el suelo (Hidrotropismo), el dominio del espacio tridimensional tanto de la

raíz como de la parte aérea por más individuos de la misma especie o de otras especies.

Como puede observarse, el crecimiento de un vegetal es una correlación entre factores internos de la planta inherentes a la especie y al individuo (Genéticos) y los factores externos proporcionados por los elementos ambientales tanto abióticos como bióticos.

Respecto a los factores inherentes a la especie (genéticos) cabe mencionar el vigor híbrido de la especie que puede manifestarse plenamente en sus miembros según le permitan los elementos ambientales pero por lo general aún cuando los elementos del ambiente sean hasta cierto grado inadecuados para el desarrollo normal del árbol éste de cualquier manera tomará un crecimiento tipo arbóreo, es decir, puede desarrollarse aunque en forma raquítica pero en dimensiones grandes de acuerdo a su especie (5), y en definitiva las especies arbóreas se pueden agrupar según su vigor en árboles de porte o fuste grande de más de 15 m de altura, árboles medianos entre 5 y 15 m y arbustos o árboles pequeños hasta de 5 m de manera que al reforestar no se debe de confiar en que los elementos ambientales inhiban el desarrollo de un árbol para usarlos en reforestación urbana, de aquí que una selección adecuada de la especie nos evitará problemas en lo futuro. (10)

En cuanto al control de crecimiento por los elementos del ambiente especialmente en lo que respecta a la oferta y la demanda de nutrientes en el suelo, la experiencia señala que en un suelo fértil se tendrá un máximo desarrollo del vigor genético de la especie pero el crecimiento

radicular seguirá el esquema normal del desarrollo de la especie en tanto que un sistema radicular en un suelo donde existe demanda permanente de nutrientes, tenderá a desarrollarse más allá del esquema propio de su especie en búsqueda de los nutrientes necesarios, originado con ello un desarrollo desmesurado y un tanto anómalo de su sistema radicular. Esto mismo, se puede decir de la humedad en el suelo y de los demás elementos ambientales. (10)

Como ya se mencionó anteriormente, el crecimiento de la raíz sigue un esquema específico que en condiciones normales el crecimiento será como se señala en la fig. No. 24 sin embargo, nos encontramos que en el ambiente del suelo en donde se desarrolla el sistema radicular por lo general se presenta diversos obstáculos de manera que si la raíz no puede pasar a través de ellos entonces tomará diversas direcciones buscando librar el obstáculo que en caso de las zonas urbanas los principales obstáculos son: piedras de cimentación y escombros, tuberías de agua potable y drenaje y ductos eléctricos entre otros, de esta forma, el sistema radicular de un árbol de ciudad tomará cualquier dirección afectando a otras partes de la urbanización. En cuanto a nutrientes y contenido de humedad, la mayoría del suelo de la ciudad de Guadalajara presenta un perfil que se describe como sigue: tiene un horizonte B de aproximadamente 80 cm formado por arcillas, rico en elementos nutritivos para las plantas y con buena retención de humedad, inmediatamente se encuentra un horizonte C que es a base de la formación Jalisco (Jal), este material es muy estable y casi no reacciona con ningún elemento, por lo mismo no tiene capacidad para retener las sales minerales y además es demasiado poroso por lo que también no retiene la humedad. En estas

condiciones el sistema radicular de cualquier planta se desarrolla preferentemente en los primeros 80 cm de suelo buscando los nutrientes y la humedad, que en el caso de la aplicación de riego y nutrientes son dados en forma superficial obligando de esta manera a que las raíces tiendan a aflorar ocupando los espacios de los cajetes o jardineras y finalmente extendiéndose por debajo de los pisos o pavimentaciones de la urbanización pero que en el tiempo y debido al desarrollo llegan a destruirlo.

Se conoce que el crecimiento de la raíz también está relacionado estrechamente con el crecimiento de la parte aérea y en cierta forma controlado por la misma parte, de tal manera que si se poda o por alguna otra causa se inhibe el crecimiento del follaje, el sistema radicular también inhibirá su crecimiento. Esto puede observarse en las huertas en donde al no permitir el libre crecimiento del follaje, las raíces también quedan afectadas disminuyendo su vigor. Debe entenderse esta situación en virtud de que al haber menos superficie de evapotranspiración y al detener la multiplicación celular de los meristemos, el vegetal necesitará menos agua y nutrientes de manera que el sistema radicular no tendrá que explorar en busca de más nutrientes y agua, de esta manera las podas inducidas o naturales ayudan a controlar el crecimiento del sistema radicular.

Además de lo anteriormente dicho, muchas fuentes de sustancias de crecimiento que se fabrican en las hojas y en los meristemos, por las podas son eliminados y dejan de enviar sus estímulos químicos al resto del sistema. (27)

### **3.6 Bases para el diseño de un sistema de plantación.**

#### **3.6.1. Bases teóricas.**

El crecimiento de las plantas y de los animales es un hecho indiscutible. Es un proceso complejo de desarrollo progresivo que da lugar a un tamaño y a una producción mayor, un incremento en la madurez y en el número de células, o a la especialización de las partes de la planta. En la naturaleza, las plantas se desarrollan sin la ayuda del hombre, sin embargo, el hombre puede dirigir el destino de la planta al intervenir consciente o inconscientemente en las diferentes fases del crecimiento vegetal.

Los procesos básicos de los cuales depende el crecimiento de las plantas son: la fotosíntesis, para el suministro de sustancias alimenticias, la respiración, para liberar energía, la asimilación, para el aprovechamiento de sustancias alimenticias; la absorción, para la captación de materias primas (agua y nutrientes fundamentales); la transpiración, para mantener el flujo ascendente de agua; y la translocación, para el movimiento de sustancias elaboradas. Estos procesos deben de integrarse de tal forma que operan con una eficiencia óptima con el objetivo de lograr un crecimiento balanceado en cada una de las partes. (7)

Una planta, ya sea anual, bianual o perenne, presenta ciertos estados o períodos de crecimiento. Durante estos estados, todas las

plantas parecen seguir un patrón establecido de desarrollo, de la misma manera en que las células y los tejidos siguen un plan en su desarrollo. Los estados del crecimiento en las plantas se clasifican como: estado juvenil, estado de transición y estado reproductivo.

a) Estado juvenil.- Este período se caracteriza por un crecimiento vegetativo rápido, dando un aumento de tamaño acelerado debido a la utilización de sustancias alimenticias en el desarrollo de los brotes o vástagos, las hojas y la raíz. Las superficies de absorción de las raíces y las áreas de producción de nutrientes trabajan al máximo de su capacidad para producir una mayor cantidad de sustancias alimenticias para los procesos de la asimilación y el crecimiento continuo. A continuación, como suele suceder en todos los tiempos de crecimiento entre las especies vivientes, el aumento de tamaño disminuye poco a poco y sobreviene un cambio gradual o una transición en el crecimiento. Dentro de las especies y los tipos de plantas la terminación aproximada del estado juvenil está preestablecida por características hereditarias, también es posible reducir el período juvenil y obligar a la planta a madurar o alcanzar el estado adulto en forma prematura obligado por factores del ambiente que adquieren el rango de limitantes como puede ser la humedad, luz inadecuada, falta de nutrientes, temperaturas desfavorables, presencia de otras plantas, etc. (7)

b) Estado de transición.- Como ya mencionó, este estado identifica a la plántula en el momento en que deja el período juvenil en forma gradual, igualmente va adquiriendo características del estado adulto. Puede ser identificable fácilmente mediante las siguientes características:

el crecimiento se ve reducido en forma notoria, ocurre una mayor suberización del tallo y ramas primarias y por último la característica más importante es su iniciación o ensayo floral. (5)

c) Estado reproductivo.- Este período se caracteriza porque la planta empieza a producir frutos que en el caso de los frutales, son producciones comerciales. El crecimiento aunque continuo es muy reducido, cuando el árbol alcanza el estado adulto o reproductivo manifiesta las características en vigor de la especie (fuste) y aunque siga creciendo conservará el fuste hasta que finalmente deje de crecer el árbol iniciando con esto el período senil o decrepitud del árbol. (5)

Es posible modificar hasta cierto punto el tamaño de la planta mediante variaciones en su ambiente a través de aplicación de reguladores de crecimiento (7) o bien mediante labores culturales (podas, orientación de ramas, densidad de población, etc.); o bien mediante el manejo voluntario de los factores que favorecen el crecimiento de los árboles que puede ser logrado con el manejo de labores culturales o de los factores del ambiente orientados principalmente al control del crecimiento de las zonas de absorción (5).

### 3.6.2. Bases técnicas.

El crecimiento de la raíz se lleva en dos direcciones siguiendo un plan preestablecido de acuerdo a la información genética propia de cada especie, pero que en términos generales siguen los modelos de crecimiento que a continuación se describen:

3.6.2.1. Crecimiento en profundidad.- Todas las plantas provenientes de semilla, en la parte inferior del eje del embrión tienen la radícula que es la primera que emerge al germinar la semilla. Esta raíz primaria está encargada de conducir el crecimiento radical preferentemente en profundidad ya que en el caso de las dicotiledóneas formará una fuerte estructura de anclaje, que se profundiza en el terreno debido al estímulo de los estatolitos ubicados en las células de la cofia de la raíz principal.

El crecimiento de la raíz principal por lo general no rebasa los 3 mts. en profundidad, salvo sus excepciones estimuladas por los factores ambientales. A esta profundidad, la raíz puede sostener a la parte aérea del árbol, además de que se cuenta con el apoyo que dan las raíces exploratorias.

A la raíz primaria que sirve de anclaje se le conoce como raíz pivotante (5).

3.6.2.2. Crecimiento en superficie.- Una vez que la plántula ha emergido, su sistema radicular ha crecido en profundidad (con la raíz

pivotante) y a la vez empieza a haber un desarrollo de raíces secundarias que crecen horizontalmente en el interior del suelo. Estas raíces secundarias tienen la función principal de explorar al medio (suelo) en busca de agua y sales minerales. Pueden ser tan extensas que ocupan hasta 50 veces más volumen que la parte aérea, dependiendo de la naturaleza del suelo y de la presencia de sales minerales y agua. Algunas raíces secundarias también tienen la función de servir de almacenes en donde se guardan reservas de fotosíntatos y de agua originando raíces gruesas que se extienden por debajo de la superficie del suelo en diferentes direcciones.

El desarrollo del sistema radicular como ya se mencionó está regido por el genotipo de cada especie pero condicionado a manifestarse en todo su vigor híbrido o no, según los factores ambientales y las necesidades de la planta misma; así, por ejemplo, el Mezquite (Prosopis lebigata) en las dunas arenosas de los desiertos, su sistema radicular tiene la capacidad de profundizarse en muchos metros (se han observado raíces de hasta 15 m de profundidad) en busca de la capa freática en donde pueda abastecerse del agua requerida; en cambio los ahuehuetes (Taxodium macronatum) que crecen sobre las corrientes de agua, sus raíces no rebasan los 5 m de profundidad sin importar la altura de éste, pero a cambio exploran gran superficie de terrenos en busca de los nutrientes. (5)

3.6.2.3. Factores que limitan el crecimiento radicular. Cuando un árbol encuentra el medio favorable para que el sistema radicular prospere, éste no requiere de grandes extensiones, pues, si el suelo es rico en

nutrientes y en humedad, el sistema radicular crecerá solamente lo suficiente para sostener erecta a la parte aérea, de esta manera un medio favorable permite solamente el desarrollo normal o vigor híbrido del sistema radicular. Cuando las condiciones ambientales son adversas, es decir, que el factor limitante sea el agua o los nutrientes, su crecimiento es mayor que el marcado por el genotipo para la especie, puesto que tendrá que buscar sus alimentos en un área mucho mayor de suelo; pero si el factor limitante es la escasez de volumen en el suelo, la planta se verá limitada a la capacidad nutritiva y de humedad que pueda contener ese suelo, de esta manera el sistema radicular ocupará toda el área disponible y detendrá su crecimiento al no poder extenderse más.

El sistema radicular influye en el crecimiento de la parte aérea y viceversa, esto está demostrado en el arte del Bonsai en donde se combina la poda del árbol con el crecimiento radicular; de esta forma controlan el tamaño de la planta conduciendo la forma y longitud de las ramas y de las raíces. En la naturaleza es posible el control del crecimiento y orientación de las ramas y raíces de las plantas (25).

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSION

##### RESULTADOS

##### A.- JARDINERA

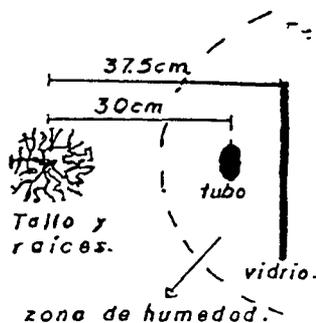
Los resultados obtenidos en la jardinera concuerdan con lo expresado por Calderón (4), Cardona (5), Esaú (8), Gil Albert (18) y otros más. Con respecto a los factores que alteran y/o modifican el desarrollo y orientación del sistema radicular.

Los resultados de la jardinera se pueden apreciar en las fotografías No.12 y 13 y en la fig. No. 25 en donde se manifiesta la tendencia en el desarrollo y orientación de las raíces hacia el bulbo humedecido y enriquecido con nutrientes.

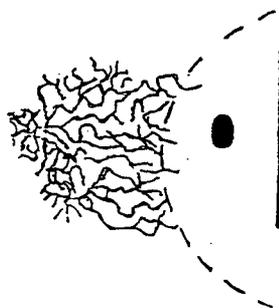
Los resultados de la jardinera permiten sugerir que con el sistema de plantación propuesto es posible orientar el sistema radicular a conveniencia o voluntad.

Con la eficiencia de aplicación del agua de riego se tiene un ahorro considerable con respecto del sistema de riego a chorro y en todo el cajete o zona de goteo del árbol.

1.- Distribución de las raíces en los primeros 10 cm. de profundidad de suelo en donde se nota una distribución radial



2.- A la profundidad de 20 cm. la distribución de las raíces es marcada - mente notoria la orientación hacia - la zona de humedad.



3.- A partir de los 20 cm. de profundidad la distribución de las raíces es muy definida hacia la zona de humedad y únicamente se observaron 2 raíces largas en dirección contraria a la zona de humedad.

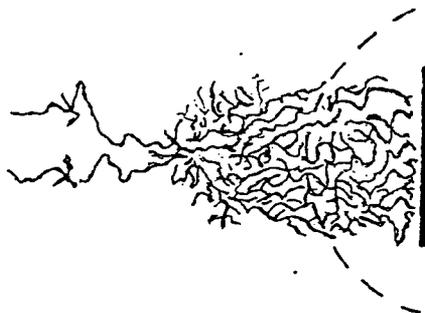


Fig. No. 25 Observación del desarrollo radicular de la plántula en la jardinera hecha a diferentes profundidades.



**Fot. No. 12** Observese el desarrollo radicular orientado hacia la zona humedecida mediante el tubo de riego



Fot. No. 13 Obsérvese el desarrollo de raíces primarias y secundarias dentro de la zona humedecida.

## **B.- PLAN PILOTO**

En cuanto a la plantación piloto solo se deseó probar la factibilidad de realización del diseño de plantación. Ya que los resultados se empezarán a manifestar después de los 7 a 10 años y aún más por las características de la especie arbórea plantada.

#### 4.1 DISCUSIONES

Los autores consultados para el presente estudio concuerdan en señalar que si es posible modificar el desarrollo y orientación del sistema radicular de los vegetales, Calderón (4) establece que las raíces siempre tropezarán con obstáculos (manto freático, rocas etc) y carencias (nutrientes) factores que modifican el desarrollo y orientación de las raíces. Este crecimiento está estrechamente correlacionado con el hábitat del vegetal, asimismo recomienda una distribución uniforme de agua (riego) y fertilización (nutrientes), sobre la zona de goteo del árbol para facilitar un desarrollo armónico del sistema radicular, esto a campo abierto y en frutales, pero con ello se demuestra la factibilidad de manejar y guiar el crecimiento radicular. Cardona (5) indica que el medio es un factor dominante en el crecimiento y orientación de la raíz, asimismo que el desarrollo y orientación del sistema radicular en gran medida es producto del medio de desarrollo (suelo) y otros factores externos (nutrientes y humedad). Gil Albert (13) establece que la zona activa del sistema radicular del árbol está comprendida entre los 10 y 90 cms. de profundidad de tal forma que al aplicar el riego y los fertilizantes mediante el tubo de riego propuesto en este trabajo de 4" de diámetro y con dos perforaciones, una a 35 cms. de profundidad con diámetro de 2.5 cms. y la segunda a los 50 cms con diámetro de 1.5 cms. se humedecen y se nutren con una dirección determinada en la zona activa del sistema radicular que establece Gil Albert (13)

## **5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

En base a las condiciones bajo las cuales se realizó este documento concluimos que:

1.- El presente trabajo generó información referente al tema, caso específico, sobre la conducción del sistema radicular de los árboles plantados en la zona urbana, ya que existe muy poca información al respecto.

2.- Existe solamente un Reglamento de plantación, que está editado por el Ayuntamiento de Guadalajara en la gaceta Municipal, la cual contiene un listado de especies de árboles permitidos para la forestación y reforestación en la zona urbana, pero el cual no contempla ninguna técnica que permita la conducción del desarrollo de la raíz hacia un lugar determinado.

3.- Con el sistema de plantación propuesto el riego y la fertilización son colocados a una profundidad y dirección deseadas de manera que las raíces crecerán hacia la zona humedecida y fertilizada a través del tubo de riego, de manera que las raíces ya no explorarán más terreno.

4.- Este diseño de reforestación es posible aún en banquetas y camellones angostos de la zona urbana.

5.- Este diseño de plantación cubre los requisitos necesarios para orientar el crecimiento radicular de los árboles plantados de acuerdo con lo que se observó en la jardinera.

6.- Respecto a la plantación piloto no se esperan resultados sino asta 7-10 años o más donde el árbol se haya desarrollado lo suficiente y permita ver la efectividad del diseño propuesto

## **RECOMENDACIONES**

- 1.- Debido a la falta de áreas verdes en la zona urbana, cualquier intento por incrementar su cantidad debe ser estudiada y promovida por la dependencia encargada para tal fin.
  
- 2.- Para el caso presente del diseño de plantación propuesto se sugiere se continúe la investigación y observación ya que es un diseño perfectible y a largo plazo.
  
- 3.- Las podas a los árboles son necesarias pero en forma conciente y adecuada, bajo la supervisión de técnicos especializados.
  
- 4.- Se hace necesario que la producción de plantas para forestación y reforestación urbana se haga obedeciendo el reglamento del Ayuntamiento (1) Donde se establecen las especies idóneas al igual que el folleto "El árbol y la ciudad" de Estrada (10).
  
- 5.- Que tanto el folleto, reglamento y el presente diseño de plantación se les den difusión para que se haga del conocimiento del ciudadano en general.

## 6.- LITERATURA CITADA

- 1.- Ayuntamiento de Guadalajara 1988  
gaceta Municipal, volumen I, No. 6 P. 19,20
- 2.- Bidwell R.G.S.F. 1990. Fisiología vegetal. 1a. Edición en  
Español. A.G.T. Editor.
- 3.- Buckman, H. y Nile, C.B. 1985. Naturaleza y propiedades de los  
suelos. 2a . Edición, UTEHA. México D.F., P. 266, 267.
- 4.- Calderón , E. 1986 Fruticultura general. 3a. Edición, LIMUSA.  
Mexico, D.F., P. 37,38.
- 5.- Cardona, F.J. 1987. Apuntes de Fruticultura. Facultad de  
Agricultura y Ganadería. Universidad Autónoma de Guadalajara,  
México.
- 6.- Cronquist, A. 1980. Introducción a la botánica. 2a. Edición.  
CECSA. México, D.F. P. 350-352.
- 7.- Denisen, F. 1987. Fundamentos de horticultura. 1a. Edición.  
LIMUSA. México, D.F. P. 114-116
- 8.- Esau, K. 1976. Anatomía vegetal. 3a. Edición. Edit. Omega.  
Barcelona (España). P. 514.
- 9.- Escotto, J. 1985. Análisis ecológico de Guadalajara. Editado  
por el Gobierno de Jalisco, México. P. 37,96,97.
- 10.- Estrada, E. 1986. El Arbol y la ciudad. Editada por el Gobierno  
del Estado de Jalisco. México. P. 7-9.
- 11.- Flora. 1977. Tomo VI. Edit. SALVAT. Barcelona (España). P.  
26,27.
- 12.- Fuller, H.Z. Carothers, W. Payne y M. Balbach, 1974. Botánica.

- 1a. Edición, INTERAMERICANA. México, D.F. P. 70,71,81.
- 13.- Gil Albert, F. 1980. Aspectos de la Morfología y Fisiología del árbol frutal. 1a. Edición, EDICIONES MUNDIPRENSA, Madrid (España). P. 17-21.
- 14.- Instituto de Astronomía y Meteorología. Datos climatológicos de Guadalajara. Editado por la Universidad de Guadalajara, Jalisco. México. P. 4.
- 15.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1981. Carta de climas. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- 16.- Lancaster, R. 1976. Árboles de ornamento. 1a. Edición. BLUME Barcelona (España). P. 1
- 17.- Michan Emmanuel. 1987. La Poda de los árboles ornamentales. Ediciones MUNDI-PRENSA, Madrid (España). P. 36,73.
- 18.- Millar, C.E., L. M. Turk y H. D. Foth. 1981. Fundamentos de la ciencia del suelo . 5a . impresión, CECSA. México, D.F. P. 79,80.
- 19.- Niembro, A. 1986. Árboles y Arbustos útiles de México. 1a. Edición, LIMUSA. México, D.F. P. 21,22,93.
- 20.- Rapoport. E., M. Díaz e I. López. 1983. Aspectos de la Ecología urbana en la ciudad de Mexico. 1a. edición, LIMUSA. México D,F. P. 36,37.
- 21.- Ray, P.M. 1985. La planta viviente. Novena impresión, CECSA. México, D.F. P. 171, 172.
- 22.- Regiduría de Parques y Jardines. 1987. Los arboles son necesarios. Editado por el Gobierno del Estado de Jalisco, México.

- 23.- Rojas, G.M. 1984. Fisiología vegetal aplicada 2a. Edición, Mc. Graw Hill México. D.F. P. 147-151.
- 24.- Ruiz, Oronoz, M., D.Nieto, e I. Larios. 1983. Botánica 15a. Edición, ECLASA. México, D.F: P.127.
- 25.- Vergés, F. 1979. Bonsai. 1a. Edición, Ediciones Marzo 80 Barcelona (España). P 65-67.
- 26.- Villee Claude A. 1993. Biología. 7a. Edición. Editorial Mc. Graw Hill. México, D.F. P. 77.
- 27.- Weaver, R. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la Agricultura. 1a. Edición. TRILLAS. México, D.F. P. 92.
- 28.- Wilson C.L. y W. E. Loomis. 1980. Botánica. 1a. Edición. UTEHA. México, D.F. P 200-208.

## 7.- APENDICE

### POSICION GEOGRAFICA DE GUADALAJARA

LATITUD: 20° 40' 32" NORTE

LONGITUD: 103° 23' 09" W de G

ALTITUD: 1,583.15 Mts. S.N.M.

### CLASIFICACION CLIMATICA DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA Según Koppen

(A) C (W1) (W) a (e)

#### SIGNIFICADO

- (A) Clima cálido ( Temperatura media anual mayor que 18° C y menor que 22° C) nota: La temperatura promedio en el Valle de Atemajac es de 18.6 ° C
- C temperatura media del mes más frío menor de 18° C  
Temperatura promedio en el Valle de Atemajac, en Enero 14.7°C
- (W1) Lluvias en verano con cociente de precipitación / temperatura entre 43.2 y 55.0. En Guadalajara la precipitación media anual (P) es de 985.5 mm y la temperatura media anual (T) es de 20.0 ° C ( dato de la zona urbana);  $P/T = 49.2$
- (W) Lluvias en invierno menor que el 5% de la anual en Guadalajara

se tiene durante el invierno 4.28% de la precipitación anual.

- a Verano cálido, temperatura media del mes más cálido mayor 22° C
- e Oscilación térmica considerada muy extrema por encima de 14 ° C.

En Guadalajara se tiene una oscilación térmica media anual (Diferencia entre máximas y mínimas) de 14.2° C ; (13)