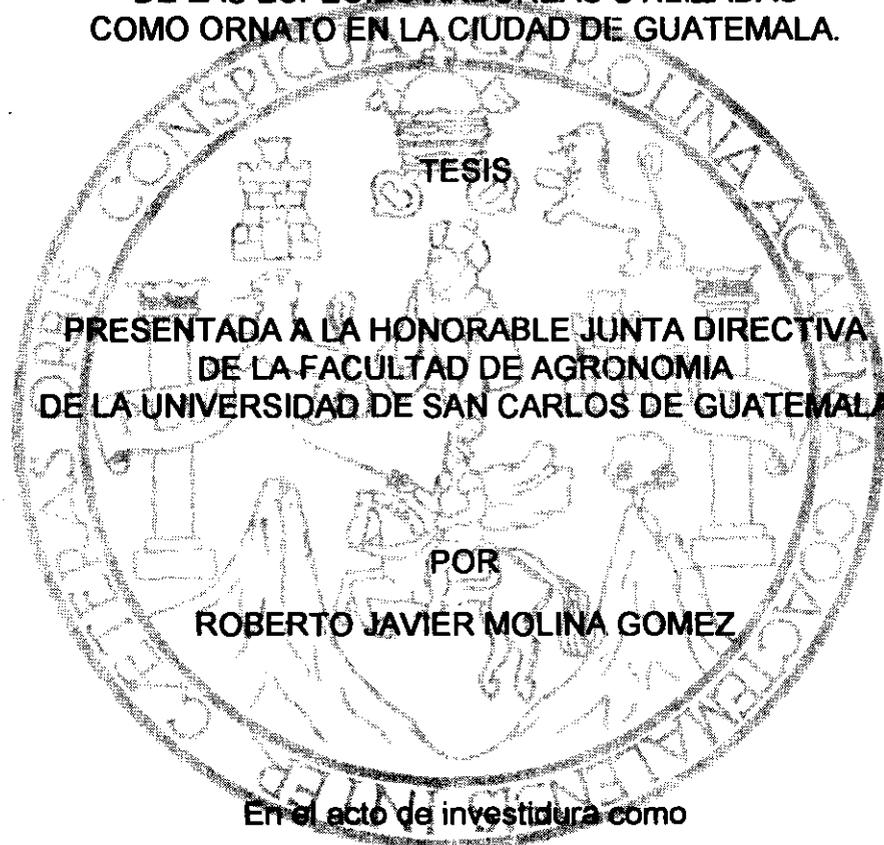


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EFFECTO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
DE LAS ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS
COMO ORNATO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.



TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ROBERTO JAVIER MOLINA GOMEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Septiembre de 1994
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Carlos Motta de Paz
VOCAL CUARTO:	Prof. Gabriel Amado Rosales Vásquez
VOCAL QUINTO:	Br. Augusto Saul Guerra Gutierrez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada



i
Guatemala, septiembre de 1,994

Señores:
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

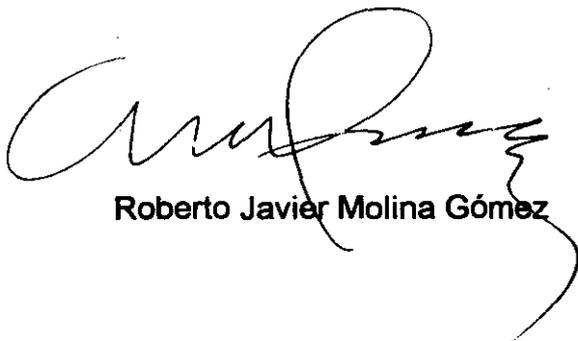
Señores:

En cumplimiento de lo establecido por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EFFECTO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
DE LAS ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS
COMO ORNATO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente


Roberto Javier Molina Gómez

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES:

**Marco Aurelio Molina Alarcón
María Gómez de Molina**

A MIS HIJOS:

**Marco Antonio Molina Higueros
Meliza Hayde Molina Higueros**



TESIS QUE DEDICO

A : DIOS TODOPODEROSO

MIS PADRES

MIS HIJOS

MIS HERMANOS

GUATEMALA



AGRADECIMIENTOS

- **En especial al pueblo de Guatemala, por haberme brindado los recursos necesarios a través de las diferentes instituciones administrativas de nuestro patrimonio, siendo:**
 - **Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**
 - **Dirección General de Obras Públicas.**
 - **Municipalidad de Guatemala.**
- **A mi asesor y amigo Ing. Ftal. José Mario Saravia Molina, por la revisión y asesoría en el presente trabajo de tesis.**
- **A Ing. Agr. Luis Ortíz, por su incondicional apoyo material y logístico en la elaboración del presente trabajo.**
- **A mis docentes cuya función dentro de las aulas de la Facultad de Agronomía fue constructiva.**
- **A Marlon Torres y Alejandro Aceituno por colaboración en la diagramación de la Tesis.**



CONTENIDO

Página

Indice de Cuadros	vii
Indice de Figuras	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 Marco Conceptual	3
3.1.1 Terminología	3
3.1.2 Características cualitativas de las especies arbóreas.	6
3.1.3 Beneficios que trae a una ciudad el arbolado urbano.	8
3.1.4 El personal técnico que se deberá emplear en el futuro para la arborización urbana	10
3.2 Marco Referencial	10
3.2.1 Antecedentes	10
3.2.2 Extensión	11
3.2.3 Ubicación Política, Administrativa y Geográfica	11
3.2.4 Características Climáticas	11
3.2.5 Zona de vida	11
3.2.6 Hidrografía	11
3.2.7 Geología	13
3.2.8 Fisiografía y Geomorfología	13
3.2.9 Suelos	13
3.2.10 La arborización antecedentes y especies utilizadas como ornato.	14
3.2.11 Cómo se realiza la forestación por la Municipalidad de Guatemala en la actualidad	15
3.2.12 Características botánicas, silviculturales y origen de las especies arbóreas localizadas en la ciudad de Guatemala	16
4. OBJETIVOS	17
5. HIPOTESIS	18

6. METODOLOGIA	19
6.1 Delimitación del área de estudio	19
6.2 Técnicas de Muestreo	19
6.2.1 Etapa Preliminar de Gabinete	19
6.2.2 Etapa de Campo de Premuestreo	19
6.2.3 Etapa Intermedia de Gabinete	19
6.2.4 Etapa de Campo de Muestreo Definitivo	20
6.2.5 Etapa Final de Gabinete	21
7. RESULTADOS	22
8. CONCLUSIONES	31
9. RECOMENDACIONES	32
10. BIBLIOGRAFIA	33
11. APENDICE	35
Cuadros de resultados	36
Boleta de campo	38

LISTADO DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1 Características botánicas, silviculturales y origen de las especies arbóreas localizadas en la ciudad de Guatemala	16
Cuadro 2 Estratos arbóreos localizados.	22
Cuadro 3 Especies arbóreas localizadas.	23
Cuadro 4 Comportamiento del daño radial de las especies.	24
Cuadro 5 Clasificación de las especies arbóreas utilizadas en la ciudad de Guatemala según su impacto sobre la infraestructura vial.	26
Cuadro 6 Prueba de Cochran.	27
Cuadro 7 Clasificación de las especies estudiadas según su impacto sobre la infraestructura vial y sus características cualitativas.	28
Cuadro 8 Especies arbóreas, valores de altura y diámetros de copa promedios obtenidos.	30
Cuadro 9 Especies arbóreas utilizadas en la ciudad de Guatemala según sus atributos ornamentales.	36

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1 Ubicación del Departamento de Guatemala	12
Figura 2 Correlación DAP con el daño radial a la infraestructura vial de las especies.	24

**EFFECTOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
DE LAS ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS
COMO ORNATO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

**EFFECT OF THE TREES SPECIES UTILIZED
ON ORNAMENTAL ON THE UNDERSTRUCTURA VIAL
OF GUATEMALA CITY**

RESUMEN

La Municipalidad de Guatemala ha desarrollado programas de arborización en parques, calles, avenidas y áreas recreativas que han ido mejorando la fisonomía del ambiente ciudadano; sin embargo, si no se elige adecuadamente las especies arbóreas, los efectos que causan las raíces a la infraestructura vial de una ciudad, son costosos, al tener que renovar lo dañado.

El presente estudio se efectuó en la Ciudad de Guatemala con el fin de determinar el nivel de daño que ha ocasionado cada especie. Se pretende proporcionar las bases para que la plantación de árboles en la ciudad, cause el menor daño posible a la infraestructura vial de la misma, como calzadas, banquetas y bordillos; así como cables del alumbrado eléctrico y/o telefónico; y se elijan las especies más adecuadas en función de sus cualidades.

Se realizó un muestreo Estratificado Simple Aleatorio, en el cual los estratos fueron: Macizo de árboles, Líneas de árboles y Árboles sueltos. Al procesar la información colectada, se correlacionó del DAP con el daño radial, para evaluar el impacto de los árboles sobre la infraestructura vial superficial. Con la prueba de Cochran, se estableció si existía diferencia significativa entre las especies según sus cualidades más favorables.

Se localizaron 24 especies, el 63% de origen exótico. Según su comportamiento, se clasificó en: a) de Buena aceptación: Schinus molle, Citharexylum donnell-smithii, Thuja orientalis, Eugenia uniflora, Tecoma stans, Grevillea robusta, Cupressus lusitanica, Cassia alata, Tabebuia rosea, Bauhinia purpurea y Olmediella betschleriana; b) de Regular aceptación: Ligustrum lucidum, Callistemon lanceolatus y Jacaranda mimosifolia; c) de Mala aceptación: Casimiroa edulis, Eucaliptus saligna, Delonix regia, Spathodea campanulata, Ficus benjamina, Ficus elastica, Taxodium mucronatum, Ceiba pentandra, Araucaria bidwilli y Casuarina equisetifolia. Se recomienda usar en orden descendiente de prioridad, las especies de Buena y Regular aceptación.

1. INTRODUCCION

La problemática del subdesarrollo en la América Latina se refleja en Guatemala. Una de sus manifestaciones es el acelerado crecimiento de las ciudades como consecuencia de la inmigración procedente del interior del país y el crecimiento poblacional.

El avance de la frontera urbana, lleva consigo la reducción de la cobertura vegetal. En la dinámica de la ciudad de Guatemala, se transforman los bosques representativos de la zona de vida del bosque subtropical templado, en urbanizaciones planificadas y en asentamientos humanos espontáneos, lo cual reduce el área verde benefactora del ambiente capitalino.

Históricamente, la Municipalidad de Guatemala ha desarrollado programas de arborización en parques, calles, avenidas y áreas recreativas que han ido mejorando la fisonomía del ambiente ciudadano; sin embargo, en la elección de especies no se ha previsto el efecto sobre la infraestructura vial de los árboles ni su comportamiento ornamental, situación que ha redundado en elevados costos de mantenimiento y restauración.

Esta investigación proporciona los elementos para una selección más eficiente de las especies arbóreas a establecer en la ciudad de Guatemala, partiendo del estudio de su comportamiento sobre calzadas, banquetas, bordillos e incidencia en los tendidos de conducción eléctrica y telefónica; así como, de sus características cualitativas.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La ciudad de Guatemala tiene un crecimiento acelerado, el cual se origina principalmente del incremento poblacional y la inmigración humana procedente del interior de la república.

El crecimiento urbano de la capital se manifiesta en el continuo apareamiento de urbanizaciones planificadas y asentamientos humano espontáneos, los cuales avanzan sobre las áreas verdes periféricas de la ciudad y cambian irreversiblemente la formación boscosa original. La transformación del suelo a uso urbano, además de las alteraciones en el régimen hídrico, reduce los efectos beneficiosos de la vegetación para el habitante de la ciudad como la purificación del aire, la filtración del ruido, la interceptación de la radiación solar y la complacencia estética y psicológica.

Con el propósito de contrarrestar esas limitaciones, se han emitido normas legislativas y municipales que promueven la creación y mantenimiento de áreas verdes, y se han llevado a cabo programas de establecimiento de árboles en parques, calles, avenidas y areas recreativas, las cuales se han localizado en áreas abiertas, arriates y aceras.

En la repoblación arbórea no se ha tenido en cuenta el futuro comportamiento de las especies establecidas. Como consecuencia de ello, en la actualidad se tienen serios problemas por la intersección de las partes aéreas del árbol con líneas de tendido eléctrico y telefónico, así como, por efecto de las raíces al levantar la superficie de rodaje de las vías o la destrucción de bordillos y banquetas. Además, al desconocer las características y comportamientos de cada espécimen, existen dificultades en su manejo.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco Conceptual

La Silvicultura Urbana

Es la ordenación de los árboles en beneficio de la población. En las zonas urbanas, el aspecto crítico es ajustar las necesidades de ordenación de recursos a los intereses y necesidades de sus habitantes. El bosque urbano se compone de los árboles, arbustos y demás plantas que crecen en la propia comunidad y en sus alrededores. El considerar toda esta masa vegetal como bosque ha sido un paso importante hacia el mejoramiento del estado de los árboles en las calles, avenidas y parques. Esas actividades pueden realizarse de modo que beneficien a todos los sectores de la sociedad, FAO (9).

3.1.1 Terminología.

Para facilitar el trabajo del investigador y aclarar los términos poco familiares de Silvicultura Urbana y Muestreo, se presentan los conceptos:

A. Arbol.

Cámara (4) define al árbol como un vegetal leñoso, de por lo menos, 5 metros de altura, con tallo de considerable diámetro y simple, llamado tronco, hasta el lugar de su ramificación que forma la copa. Se diferencia del arbusto en su mayor altura y que no posee ramificaciones hasta cierta altura del suelo.

B. Arboles Suelos.

Para efecto de esta investigación, se le denomina al conjunto de 3 a 10 árboles dispersos sin ningún ordenamiento, distanciados menos de 2.5 veces su altura.

C. Caída de hojas, ramas y frutas.

Es el efecto periódico por el cual dichas estructuras, al llegar a su madurez fisiológica, se desprenden naturalmente del árbol; o por la acción de fuertes vientos, lluvia o caída de granizo.

Desde el punto de vista ornamental, la frecuencia e intensidad de estos fenómenos son importantes tanto para el efecto de limpieza como por la seguridad de los transeuntes.

D. Crecimiento del Tallo.

Nason (19) indica que en la mayoría de las plantas superiores, el crecimiento en longitud del tallo se efectúa principalmente en la punta, es decir donde están localizados los meristemos primarios o apicales y el crecimiento diametral, en el xilema secundario o leño, que en algunos árboles puede alcanzar algunos metros de diámetro; rico en fibras y está penetrado por radios parenquimatosos denominados radios vasculares.

E. Daño a la infraestructura vial.

Son los efectos causados por el crecimiento diametral y longitudinal, de las raíces de especies arbóreas a calzadas, banquetas y bordillos.

Se incluye además, la intersección en líneas eléctricas y telefónicas capaz de producir daños mecánicos o fuga de los fluidos allí conducidos.

F. Elemento.

Scheaffer y Mendenhall (27) lo definen como un objeto en el cual se toman las mediciones

G. Estrato Arboreo.

Grupo de árboles que presentan uniformidad de sí mismo y que puede ser, para efecto del estudio: macizo de árboles, línea de árboles y árboles sueltos.

H. Flor.

Según Wilson y Loomis (34) la flor es una estructura reproductiva de las fanerógamas; grupo de esporofilos acompañado de un periantio. Este puede ser muy reducido o faltar.

I. Fruto.

Wilson y Loomis (34) lo definen como un órgano propio de las plantas fanerógamas, producto de la fecundación del ovario, y que contiene las semillas. El fruto, protege y nutre a la semilla que se desarrolle tras la fecundación, y, con frecuencia, participa en la diseminación. Consta de pericarpio y semilla.

J. Hoja.

Cámara (4) propone que la forma y el tamaño de la hojas varía considerablemente, pero en las mismas puede distinguirse algunas estructuras básicas. El pecíolo o eje de la hoja es una continuación ligada de los del tallo y los del resto de la hoja. Algunas hojas carecen de pecíolo y se les llama sésiles, pero esto es muy raro en los árboles. Su función principal es efectuar la fotosíntesis para la cual posee un arreglo tisular y estructura apropiada.

K. Hoja Ancha.

Según Nason (19) la hoja típica de una planta superior tal como una dicotiledónea está formada de una porción ensanchada y aplanada, el limbo, el cual está unido al tallo o a una de sus ramas por un pedicelo llamado pecíolo. El pecíolo varía en longitud y falta en algunas especies.

L. Líneas de Arboles.

Son árboles que se localizan en línea, a distancias no mayores de cinco metros entre sí; sin tomar en cuenta las diferentes especies que la conforman, solamente que sean árboles adultos.

M. Macizos de Arboles.

Grupo de árboles mayor de diez unidades que muestran continuidad horizontal.

N. Manejo de Especies Forestales para Ornato.

Acciones encaminadas a utilizar determinada especie en el lugar adecuado y su establecimiento; la realización de podas, para mejorar la conformación del árbol, evitar su interferencia con cables y el control de su sanidad.

Ñ. Marco.

Según Scheaffer y Mendenhall (27) es una lista de unidades de muestreo.

O. Muestra.

Según Scheaffer y Mendenhall (27) es una colección de unidades seleccionadas de un marco o de varios marcos.

P. Muestra Preliminar o Piloto.

Alvarez (1) la define como la muestra que antecede a la definitiva cuya selección se hace de acuerdo a los lineamientos que marcan el diseño de muestreo que se utilizará en el estudio definitivo.

Q. Muestreo.

Steel (31) lo define como el método estadístico que se basa en el estudio de un fenómeno complejo en el examen de sólo una parte de la totalidad de sus elementos.

R. Muestreo Aleatorio.

Según Scheaffer y Mendenhall (27) si un tamaño de muestra "n" es seleccionado de una población de tamaño "N" de tal manera que cada muestra posible de tamaño "n" tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.

S. Muestreo Estratificado.

Según Alvarez (1) el proceso de dividir en sub-grupos que no se superpongan se llama estratificar y si luego se selecciona cierto número de muestras de cada estrato mediante un muestreo aleatorio y se combinan estas sub-muestras en una sola este procedimiento se llama Muestreo Estratificado.

T. Población.

Según Scheaffer y Mendenhall (27) es una colección de elementos acerca de los cuales se desea hacer alguna inferencia.

U. Podar.

Según Neira y Martínez (20) consiste en quitar las ramas vivas o muertas o las guías múltiples de los árboles en pie, para mejorar la forma del árbol.

V. Presión Radicular.

Según Esau (8) es la presión ejercida por raíces laterales y a partir de un tejido situado a cierta profundidad, por algunas especies forestales, hacia abajo o hacia los laterales, cuando es ejercida hacia los laterales causa severos daños en la infraestructura de la ciudad como calzadas, banquetas y bordillos.

W. Raíz.

Cámara (4) la define como parte del eje del árbol que crece bajo de la superficie del suelo, que posee muchas ramificaciones y cuya función principal es la absorción de agua y de minerales del suelo; también tiene la función de conducción hacia el tallo y la acumulación de sustancias. Así mismo, sirve para fijar la planta al suelo.

X. Semilla.

Según Wilson y Loomis (34) la semilla se origina de la fecundación del óvulo, encierra de un modo general, todos los caracteres morfológicos del mismo, uniéndose al funículo por el punto denominado hilo. La forma de la semilla es muy variable, pudiendo ser cilíndrica, cónica, discoide, esférica, oblonga, ovoide, reniforme, etc. Pueden ser aladas si están dotadas de prolongaciones laminares, a manera de alas, y marginadas si presentan márgenes salientes.

Y. Tallo.

Según Weier (33) el tallo es la parte de la planta que sirve de soporte a las hojas, las flores y los frutos. Generalmente erecto y ramificado, mantiene la planta en una posición conveniente con relación a la iluminación y al aireamiento necesario para la vida vegetal.

Z. Unidades de Muestreo.

Según Scheaffer y Mendenhall (27) son colecciones no traslapadas de elementos de la población que cubre la población completa.

3.1.2. Características cualitativas de las especies arbóreas.

a. Tipo de hoja.

Las especies con tipo de hoja, perenne, pueden utilizarse sin ninguna restricción debido a que la cantidad de hojas que dejan caer no es mucha; no así la caduca, estas causan dificultad en el mantenimiento y limpieza de la ciudad, también en la época en que botan sus hojas no existe absorción de contaminantes, ni los beneficios del árbol como protección de la insolación, mejor ambiente, etc; por lo que éstas especies deben plantarse en lugares sin exceso de polución.

b. Forma de hoja.

Por su forma las especies de hojas pueden ser anchas y angostas. En primer caso, poseen mayor área de superficie foliar para la absorción de contaminantes; y caso contrario, en el segundo.

c. Adherencia de smog.

Problema que causa dificultades tanto a especies de hoja ancha como angosta, se origina del cierre de las estomas, impidiendo así el intercambio gaseoso entre la planta y el medio ambiente, lo que afecta el crecimiento y desarrollo de la planta.

d. Presencia de enfermedades.

Esta se detecta mediante la observación visual. Los indicadores de su presencia pueden ser: manchas en las hojas, clorosis, presencia de cuerpos fructíferos de hongos, pudrición, gomosis, etc. Es un problema que se debe tomar en cuenta al plantar una especie, ya que los especímenes que son afectados por alguna enfermedad no podrán ser atendidos, sino que el mismo espécimen tendrá que defenderse por sí mismo.

e. Calidad de la sombra.

De importancia a tomar en cuenta de las especies a plantar, ya que durante el verano el sol caldea la atmósfera, la presencia de follaje reparador y según la especie así es la calidad de su sombra.

f. Es dañina.

Es un problema ligado a la ingestión de sus frutos tanto por el hombre como por los animales. Si estos son nocivos, pueden causar efectos que alteren el metabolismo.

g. Olor agradable.

Características que no se puede dejar pasar desapercibida, lo cual provoca en las personas sentirse más a gusto bajo su sombra por su aroma agradable.

h. Refresca el ambiente:

Los árboles con el follaje de su copa en la época calurosa, contribuye a disminuir la temperatura del ambiente ciudadano.

i. Fruto apetecible.

De importancia para los animales (aves) utilizadas en su dieta alimenticia dando lugar a la presencia de éstas en la ciudad.

j. Presencia de flores.

El color y forma de las flores, dimensiones y calidad, oportunidad del período floral, son factores que se deben tomar en cuenta al elegir una especie arbórea que se utilice en el ornato de la ciudad ya que contribuye a embellecerla con matices y colores las calles, avenidas y parques.

k. Presencia de aves.

Algunas especies albergan a los pájaros, únicos animales que libremente alegran las calles y avenidas; son preferidas por las aves que en diversas variedades contribuyen a embellecer la ciudad.

l. Resistencia a enfermedad.

Se relaciona con la presencia de enfermedades. Se asume que un árbol de apariencia sana es resistente a las enfermedades. Es importante este ítem ya que su curación es onerosa. Se aprecia por lo tanto aquellas especies cuyos individuos se presentan sanos.

m. El tipo de Crecimiento.

Este puede ser rápido, con estas especies se puede contrar en corto tiempo con los beneficios ornamentales buscados, debido a ésta características se utiliza por su rapidez de propagación; y crecimiento lento, se utiliza en aquellos casos solo debido a que sus características decorativas son sobresalientes.

n. Resistencia a la sequía.

Algunas especies son susceptibles y sufren "estresamiento" por la falta de agua. Este fenómeno negativo, causa problemas en la propagación y conservación de algunas especies; ya que plantada la especie será difícil que tenga riego periódico en la época de sequía.

o. Resistencia a vientos.

Algunas especies contribuyen a formar una valla eficaz contra la violencia de los vientos; otras no resisten a la acción de éstos y caen de raíz o sueltan partes (ramas, hojas o frutos), por lo que son un riesgo para transeúntes y vehículos automotores

p. Es apreciada o no la especie.

El arbolado en las calles tienen una importancia grande: es considerado sintomático de cultura adquirida, pues revela espíritu de esplendor (protección y embellecimiento) y cariño a los árboles; ya que purifica la atmósfera enrarecida y proporsionan sus otros beneficios.

q. Adherencia de polución.

Esto es debido a que la polución que se adhiere a algunas especies, evita su crecimiento y desarrollo.

r. Dificultades de mantenimiento.

Es un problema íntimamente ligado a la recolección de ramas, frutos, flores y semillas que caen del árbol, al llegar a su madurez fisiológica, se desprenden naturalmente del árbol

3.1.3 Beneficio que trae a una ciudad el arbolado urbano.

Cabe preguntar, qué importancia puede tener el árbol urbano para millones de personas que carecen de hogar, alimentos o de empleo. El arbolado urbano evoca la imagen de avenidas bordeadas de árboles y de amplios parques floridos con ejemplares centenarios en los sectores más prósperos.

En efecto el arbolado urbano en la forma en que a veces se practica, tiende realmente a beneficiar a los sectores prósperos a expensas de los desfavorecidos. Pero ello no tiene porqué ser así necesariamente. De hecho el arbolado ofrece la oportunidad para que la población aproveche directamente los beneficios de los árboles; como protección del sol tórrido con su sombra: absorben el ruido de un tráfico cada vez mayor; rompen el viento que barre la zona; contribuye a purificar el aire y proteger de la erosión. También se obtienen beneficios estéticos y psicológicos no menos tangibles que ofrecen las formas y textura variada de los árboles. No hay duda que la población especialmente urbana aprecia sobre todos los valores estéticos y de espaciamiento de los árboles y de los bosques. Cuanto más se aleja el ser humano de la naturaleza y menos directamente depende su vida de los procesos biológicos, tanto más desea restablecer algún vínculo con su medio ambiente genuino, FAO (9).

Además se ha demostrado que los árboles tienen efectos físicos benéficos. Basta considerar en primer lugar, la diferencia entre el medio ambiente urbano y rural. En las ciudades predomina la piedra, el hormigón el asfalto y el metal, materiales todos ellos que acumulan e irradian calor y tienen un alto poder refractante de la luz y el sonido. Las actividades metabólicas y económicas - calefacción, refrigeración, transporte, industria pesada, etc. - producen grandes cantidades de calor. El aire se satura de CO_2 , CO , SO_2 , y otros mucho contaminantes y polvo. De ello se deriva que el clima en las grandes ciudades, especialmente en zonas poco ventiladas, sean muy diferentes del de su alrededor. La temperatura media es más elevada, el aire es más seco y la luz solar es filtrada por neblina o incluso la bruma formada por las emisiones de humo y gases. Sin embargo, las lluvias pueden ser más abundantes y tienden a ser más torrenciales, FAO (9).

Se ha comprobado que los árboles tienen efectos benéficos ya que reducen la densidad del polvo, fijan algunas sustancias tóxicas, reducen las temperaturas elevadas y aumentan la humedad relativa.

El polvo transportado por el viento se asentará y quedará retenido en las hojas; debido a la gran superficie total ocupada por las hojas, los árboles hacen de filtro del polvo.

Además de la fijación del bióxido de carbono por la fotosíntesis, las plantas pueden absorber algunos contaminantes atmosféricos a través de sus estomas, contribuyen así a purificar el aire de la ciudad. Por su puesto, existe un límite a la concentración de contaminantes que una planta puede absorber y seguir funcionando, FAO (9).

3.1.4 El personal técnico que se deberá emplear en el futuro para la orbanización urbana.

A causa del gran valor atribuido a los árboles que crecen cerca de las ciudades y pueblos se considera necesario contar con profesionales que se encarguen de su cuidado y mantenimiento. La práctica de la arboricultura y el cuidado de los árboles de las zonas urbanas se ha convertido en una disciplina que es la de los técnicos forestales urbanos y sus funciones son las de mantenimiento de éstos, la lucha contra las plagas, la plantación y la corta de los árboles. Con el paso de los años se han encargado de la ordenación de los recursos forestales urbanos diversas categorías de profesionales. Sus títulos incluyen los de técnico forestal Municipal, arboricultor municipal y experto forestal urbano. La tecnología para la ordenación forestal de las zonas urbanas se ha convertido en una ciencia al conjugarse los conocimientos especializados de varios sectores para crear la nueva disciplina denominada silvicultura urbana, FAO (9).

Los especialistas en bosques del medio urbano de los Estados Unidos trabajan para la administración federal, estatal o local, las empresas, las organizaciones no gubernamentales, o en forma independiente como consultores. Se encargarán de todo lo relacionado con los árboles de las vías públicas, de los parques urbanos y de los espacios abiertos. Algunos de ellos desarrollan sus actividades en las zonas residenciales de las afueras de las ciudades, y otros tienen la ventaja de trabajar en nuevas comunidades donde todavía hay tierras cubiertas de bosques. Un especialista en silvicultura urbana requiere ciertos conocimientos técnicos para mantener los bosques de las ciudades en estado satisfactorio y velar por su renovación. Sin embargo, para que un programa forestal urbano funcione bien, el encargado de ejecutarlo tiene que poder obtener la colaboración de la gente: ciudadanos, empleados de la administración local, medios de comunicación y funcionarios elegidos por la población, FAO (9).

3.2 Marco Referencial

Las características de la ciudad de Guatemala, así como la arborización se encuentran descritas en los siguientes incisos:

3.2.1 Antecedentes

De acuerdo al Instituto Geográfico Nacional (14) al efectuarse el cuarto traslado de la capital al establecimiento provisional de la Ermita, conforme real cédula del 23 de mayo de 1776 y por estar bajo advocación de la Nueva Señora de la Asunción, se designó en lo oficial en esa época como Nueva Guatemala de la Asunción.

Guatemala (ciudad). La ciudad es cabecera del Departamento y municipio de Guatemala, a

la vez constituye la capital de la república, en la que residen los tres poderes del estado. La nomenclatura de la capital es de 25 zonas de acuerdo con la resolución del Consejo Municipal de 7 de diciembre de 1971 publicado en el diario Oficial del 5 de enero de 1972.

3.2.2 Extensión.

El municipio de Guatemala cuenta con una extensión de 220 Km², conforme estimación del Instituto Geográfico Nacional (14).

3.2.3 Ubicación Política, Administrativa y Geográfica.

El municipio de Guatemala limita al Norte, con los municipios de Chinautla y San Pedro Ayampuc; al Sur con los municipios de Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Villa Canales, Petapa y Villa Nueva; al Este, el municipio de Palencia y al Oeste el municipio de Mixco. Según Instituto Geográfico Militar (11).

3.2.4 Características Climáticas.

Obiols (21) propone que bajo el sistema de Clasificación de Thornwaite; el clima del área de estudio tiene las siguientes características generales:

B2b'Bi: Templado, con invierno benigno, húmedo con invierno seco.

B'b'Bi: Semicálido con invierno benigno, húmedo con invierno seco.

3.2.5 Zona de vida.

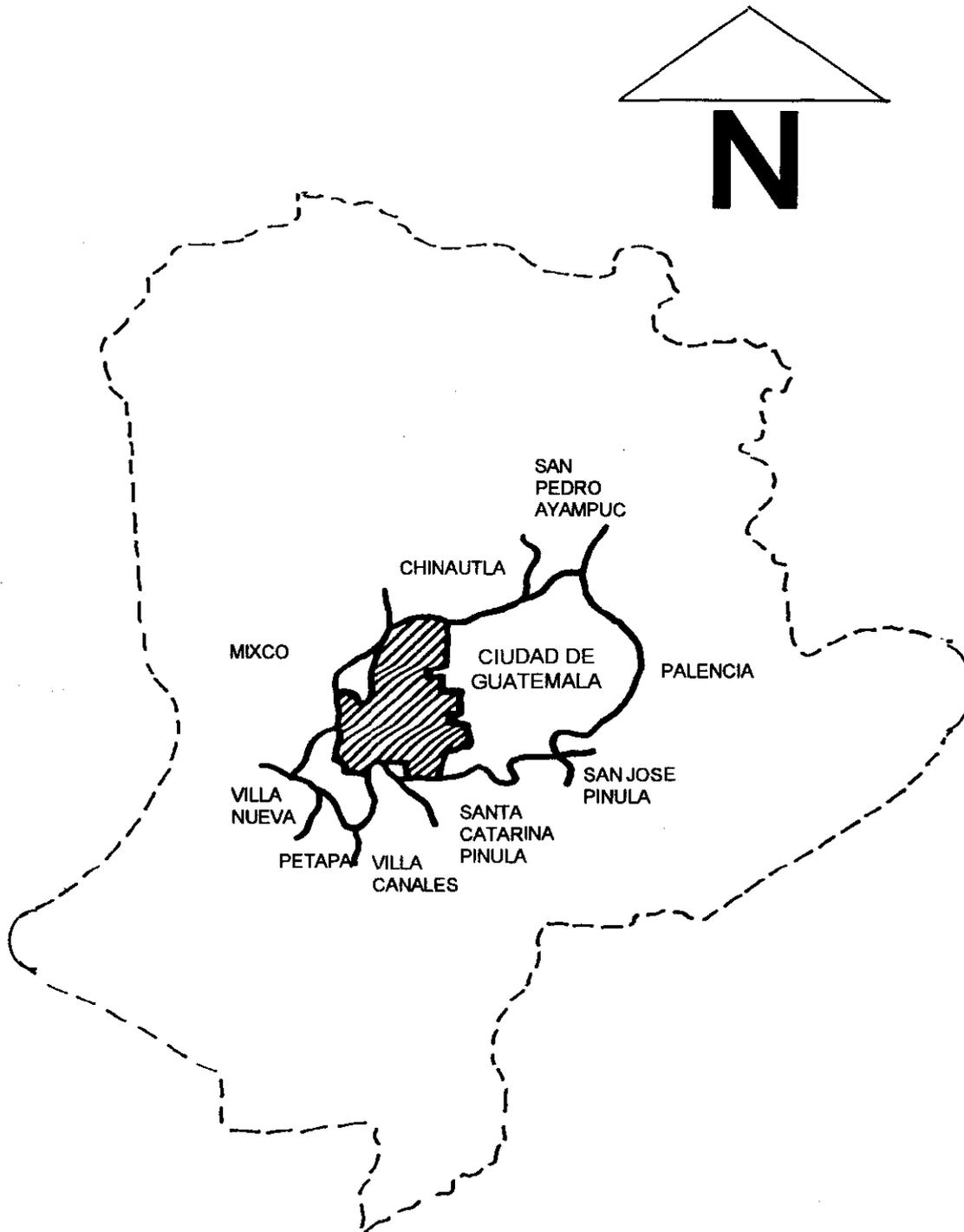
Cruz, (6) propone la clasificación de las zonas de vida del municipio de Guatemala, reconocidas así: se encuentra ubicado en un bosque subtropical (templado), cuyo símbolo en el mapa es BH-s(t), que indica las condiciones climáticas: el patrón de lluvia varía entre 1,100 y 1,349 mm con un promedio de 1,225 mm al año. La biotemperatura varía entre 20 - 26 grados centígrados. La evapotranspiración potencial media es de 1.00. La topografía de los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado o accidentado y escarpado. La elevación varía entre 1,300 y 1,900 msnm. La vegetación natural está constituida especialmente por: Pinus oocarpa y Quercus spp.

3.2.6 Hidrografía.

Según Flohr (10) en el área de estudio se encuentran las cabeceras de dos importantes cuencas.

A. La cuenca del río Michatoya que es de mucho interés, por ser la de mayor desarrollo urbano en relación con otras cuencas de la República. Se encuentra dentro de ella la parte sur de la ciudad a partir de las carreteras Roosevelt o Interamericana, así como los municipios de Amatitlán, Palín, Villa Canales, San Miguel Petapa y Mixco; y la subcuenca del lago de Amatitlán. Dentro de la cuenca del río Michatoya se encuentra los siguientes afluentes: 1. Río Pinula, 2. Río Las Minas, 3. Río Blanco, 4. Río

Figura 1: Ubicación del Departamento de Guatemala



Mariscal, 5. Río Pansalic, 6. Río San Lucas, 7. Río Panchoca, 8. Río Paz.

B. La cuenca del río las Vacas, cuya importancia radica en que dentro de sus límites está contenida la mayor parte de la ciudad capital ya que comienza a la altura de la carretera Roosevelt o Interamericana hacia el norte; actualmente la mayor parte de los drenajes de la ciudad, tanto doméstico e industriales como fluviales, se canalizan a este río, característica que hace que su caudal sea muy variable, muy grande en invierno y muy pequeño en verano. En esta cuenca se encuentran los siguientes afluentes: 1. Río las Vacas, 2. Río Negro, 3. Río Contreras, 4. Río El Naranjo, 5. Río El Zapote, 6. Río Las Flores, 7. Río Santa Rosita.

3.2.7 Geología

La ciudad capital está situada en un valle hendido (graben) delimitado por dos fallas que sobresalen del relieve circundante (horst) su rumbo norte-este, constituido por rocas terciarias, esto según Instituto Geográfico Nacional (14).

3.2.8 Fisiografía y Geomorfología

La división fisiográfica de la ciudad de Guatemala es una planicie fuertemente odulada, formada mayormente por ceniza volcánica. Está completamente seccionada y se caracteriza por sus barrancos angostos y escarpados. Los depósitos de ceniza volcánica tiene más de 100 metros de profundidad en muchas partes. La división fisiográfica del Declive del Pacífico es una planicie indicada consistente en un sistema de abanicos aluviales coalescentes formados durante períodos de actividad volcánica. La inclinación de esta planicie en el municipio de Guatemala es del 20%, pero está cortada por numerosos barrancos escarpados, siendo los precipicios muy comunes, Simmons, Tárano y Pinto (29).

3.2.9 Suelos.

De acuerdo a Simmons, Tárano y Pinto (29) los suelos del municipio de Guatemala, son de la clase: I. Suelos de la Altiplanicie Central y III. Clases Misceláneas de Terreno. El grupo I ha sido dividido en subgrupo según la profundidad del suelo, la clase de material madre y la altitud en: A. Suelos profundos sobre material volcánico, a gran altitud (Camancha), B. Suelos profundos sobre material volcánico, a mediana altitud (Cauque, Morán y Guatemala). C. Suelos poco profundos sobre material volcánico firmemente cimentados (Fraijanes, Jalapa, Jigua, Pinula). Suelos poco profundos sobre roca (Acasaguastlán, Chinautla, Chuarrancho, Subinal).

3.2.10 La arborización antecedentes y especies utilizadas como ornato.

A. Historia de cómo se empezaron a utilizar los árboles en la ciudad de Guatemala.

La arborización de la ciudad capital se venía realizando hace ya varias décadas, pero en 1970 se inicia en forma sistemática, siendo la Municipalidad de Guatemala a través de la División de Parques y Areas verdes quien ha sido la encargada de forestar las áreas públicas; para ese entonces se tenía una producción de 5,000 plantas al año, y se utilizaban muchas especies exóticas.

A partir de 1986 se da mayor importancia a la forestación de la ciudad de Guatemala; se pasa a producir 50,000 plantas al año, se amplió el vivero la Península; se introducen cambios tecnológicos y se producen plantas de mayores dimensiones de, 1.50 a 3.00 metros de altura en bolsas más grandes, que les garantiza un 60% de pegue aproximadamente. Las instalaciones tienen una capacidad actual de 50,000 plantas por año.

B. Especies utilizadas como ornato por la Municipalidad de la ciudad de Guatemala en la actualidad son:

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>
Nacascotl	<u>Albizzia colbeared</u>
Pie de Cobra	<u>Bauhinia purpurea</u> L.
Casuarina	<u>Casuarina equisetifolia</u> Forst.
Calistemon	<u>Calistemon lanceolatus</u> DC.
Flamboyan	<u>Delonix regia</u> (Bojer) Raf.
Eucalipto	<u>Eucalyptus saligna</u>
Torreliana	<u>Eucalyptus maculata</u> Hook
Pitanga	<u>Eugenia uniflora</u> L.
Guayavillo	<u>Eugenia guatemalensis</u> Donn.
Ficus	<u>Ficus benamina</u> L.
Hoja de Hule	<u>Ficus elastica</u> Roxb.
Fresno	<u>Fraxinus americana</u> Wenzig.
Flores Amarillas	<u>Grevillea robusta</u> A. Cunn
Jacaranda	<u>Jacaranda mimosifolia</u> D.

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>
Leucaena	<u>Leucaena leucocephala</u>
Liquidambar	<u>Liquidambar styraciflua</u> L.
Trueno	<u>Ligustrum lucidum</u> Ait.
Magnolia	<u>Magnolia guatemalensis</u> Donn.
Manzanote	<u>Olmediella betschleriana</u> (Goepp.) Loes.
Falso Pimiento	<u>Schinus Molle</u> L.
Ciprés Sabino	<u>Taxodium mucronatum</u> Tenore
Matilisguate	<u>Tabebuia rosea</u> (Bertol) DC.

3.2.11 Cómo se realiza la reforestación por la Municipalidad de Guatemala en la actualidad.

La Municipalidad de Guatemala cuenta con un plan que se divide en tres grandes sectores: Areas a replantar (completar especies no establecidas en el año anterior); Areas nuevas a reforestar (con participación de niños, entidades públicas y privadas); Areas verdes en sectores marginales (con programa de alimentos por trabajo).

A. Realización de las Actividades.

Para su realización se obtienen las plantas de las especies recomendadas del vivero Municipal La Península ubicado en la zona 2. Previo a la obtención de las plantas las cuadrillas de chapeo ahoyan las área donde sea necesario; para las áreas nuevas se utiliza máquina ahoyadora, la cual inicia después de la tercera lluvia, ya que esto facilitará dicho trabajo. Seguidamente se efectúa el trasplante y la fertilización con una onza de fertilizante fórmula compuesta 15-15-15 por cada árbol plantado, con el objeto de lograr un mejor desarrollo de los mismos, transcurridos tres meses se hace una segunda aplicación de un fertilizante nitrogenado en la misma cantidad que el anterior, con lo cual se estará completando los requerimientos de crecimiento para el primer año. Para el mantenimiento de los años subsiguientes, en cuanto a plantado de cada árbol, está a cargo de las cuadrillas de mantenimiento de la División de Parques y Areas Verdes; además se lleva a cabo un programa de riego de las especies que más lo necesiten, Guatemala (16).

B. Recursos Necesarios.

Para la ejecución del programa de reforestación, la municipalidad cuenta con una cuadrilla de cien hombres que ahoyan en las vías principales. La cuadrilla que opera la máquina

ahoyadora, está compuesta por seis hombres que además realizan tareas de marcaje y preparación del área; cuadrilla que también está capacitada para ayudar a los grupos de niños en el trasplante de árboles y supervisar que el mismo se efectúe en forma adecuada. En las comunidades en que se reforesta con la ayuda de vecinos, se encuentran con un promedio de cien personas que realizan las diferentes actividades, Guatemala (16).

C. Mecánica de Trabajo.

En áreas en las que participan niños, previo a la reforestación, éstos reciben material didáctico que explica la forma técnica de plantar arbolitos, así como los beneficios que aportan y la importancia de cuidarlos. Los trabajadores designados ayudarán al niño en la tarea de plantar para garantizar buenos resultados. La fertilización de arbolitos será hecha por un técnico, quien dará la explicación al niño. Terminando de plantar el árbol el niño deberá proteger el arbolito asegurando así su supervivencia. En áreas en las que realizan el trasplante los vecinos del programa "Alimentos por trabajo", se les proporciona el material didáctico necesario a través de los promotores sociales y son supervisados por un técnico de la División de Parques y Áreas Verdes, Guatemala (16).

3.2.12 Cuadro No. 1: Características botánicas, silviculturales y orígenes de las especies arbóreas localizadas en la ciudad de Guatemala. STANDLEY (31)

No.	Nombre común	Nombre científico	Origen	Forma de		Flores color	Tipo de Raíz	Altura max. (mts).	DAP max. (mts).
				Copa	Hoja				
1	Casuarina	Casuarina equisetifolia	Australia	Amplia irregular	angosta	Castaño	Pivotante y sec. sup.	20	0.80
2	Trueno	Ligustrum lucidum	Japon-Korea	Globosa	ancha	Blanco	Pivotante y sec. sup.	12	0.84
3	Calistemon	Callistemon lanceolatus	Australia	Irregular	angosta	Rojo	Pivotante y sec. sup.	9	0.70
4	Jacaranda	Jacaranda mimosifolia	Brazil	Extendida follaje fino	angosta	Lila	Pivotante y sec. sup.	15	0.87
5	Llama del Bosque	Spathodea campanulata	Africa Occ.	Extendida irregular	ancha	Rojo	Pivotante y sec. sup.	24	0.92
6	Matiliguat	Tabebuia rosea	Guatemala	Columnar estrecha	ancha	Rosa	Pivotante y sec. sub.	30	0.75
7	Eucalipto	Eucalyptus saligna	Australia	Regular erecta	ancha	Crema	Pivotante y sec. sup.	45	0.85
8	Ciprés Sabino	Taxodium mucronatum	Guatemala	Globosa	angosta	Diminuta	Pivotante y sec. sup.	30	1.32
9	Flamboyán	Delonix regia	Magadastar	Ancha achatada follaje ralo	angosta	Rojo	Pivotante y sec. sup.	15	0.60
10	Pie de Cobra	Bauhinia purpurea	India-China	Irregular y rala	ancha	Purpura	Pivotante y sec. sub.	9	0.30
11	Falso Pimiento	Schinus molle	Perú	Irregular globosa	ancha	Blanca	Pivotante y sec. sub.	15	0.14
12	Ciprés Común	Cupressus lusitanica	Guatemala	Cilíndrica simétrica	angosta	Diminuta	Pivotante y sec. sub.	30	0.70
13	Barajo o Moco	Cassia alata	Guatemala	Densa extendida	ancha	Amarilla	Pivotante y sec. sub.	8	0.36
14	Ceiba	Ceiba pentandra	Guatemala	Plana amplia	ancha	Rosa	Pivotante y sec. sup.	50	2.50
15	Manzanote	Olmediella betschlerina	Guatemala	Piramidal	ancha	Amarillo rojizo	Pivotante y sec. sub.	15	0.38
16	Pitanga	Eugenia uniflora	Brazil	Densa simétrica	ancha	Amarillo	Pivotante y sec. sub.	9	0.20
17	Hoja de Hule	Ficus elastica	India	Densa y globosa	ancha	Diminuta	Pivotante y sec. sup.	18	0.90
18	Ficus	Ficus benjamina	India	Densa y globosa	ancha	Blancas	Pivotante y sec. sup.	16	0.25
19	Matasano	Casimiroa edulis	Guatemala	Densa y globosa	ancha	Biancas	Pivotante y sec. sup.	15	0.81
20	Coralillo	Citharexylum donnell-smithii	Guatemala	Irregular	ancha	Crema	Pivotante y sec. sub.	15	0.42
21	Araucaria	Araucaria bidwillii	Australia	Piramidal	ancha	Amarillo rojizo	Pivotante y sec. sup.	50	1.00
22	Ciprés Romano	Thuja orientalis	China-Korea	Piramidal	angosta	Diminuta	Pivotante y sec. sub.	7.50	0.19
23	Timboque	Tecoma stans	Guatemala	Irregular	ancha	Amarilla	Pivotante y sec. sub.	12	0.60
24	Florea Amarillas	Grevillea robusta	Australia	Amplia cilíndrica	ancha	Naranja	Pivotante y sec. sub.	15	0.85

4. OBJETIVOS

Objetivos Generales:

1. Evaluar el impacto sobre la infraestructura vial de las especies arbóreas utilizadas como ornato en la ciudad de Guatemala
2. Recomendar las especies arbóreas, en orden prioritario, de acuerdo al impacto sobre la infraestructura vial y a sus características ornamentales

Objetivos Específicos:

1. Medir el impacto de la arborización sobre la infraestructura vial de la ciudad.
2. Determinar las características ornamentales de las especies arbóreas utilizadas.
3. Clasificar las especies estudiadas según su impacto sobre la infraestructura vial y sus atributos ornamentales.

5. HIPOTESIS

H_1 : Por lo menos una de las especies establecidas en la ciudad de Guatemala no es dañina para la infraestructura vial.

H_0 : Todas las especies establecidas en la ciudad de Guatemala son dañinas para la infraestructura.

H_2 : Todas las especies establecidas en la ciudad de Guatemala causan problemas de manejo.

H_0 : Por lo menos una de las especies no causa problemas de manejo.

6. METODOLOGIA

6.1 Delimitación del área de estudio.

Se delimitó el municipio de la ciudad de Guatemala en un mapa cartográfico escala 1:15,000; y se enriqueció con detalles internos para conformar un mapa base.

6.2 Técnica de Muestreo.

El marco de muestreo fué el municipio de Guatemala de 220 Km²; se realizó un muestreo Estratificado Simple Aleatorio en donde los estratos arbóreos fueron: Macizos de árboles, Líneas de árboles y Arboles sueltos.

6.2.1 Etapa Preliminar de Gabinete.

Se demarcó, identificó, midió y enumeró los estratos arbóreos sobre la fotografía aérea escala 1:60,000 Pancromática, tomada en 1988, y se traslado la información al mapa base.

6.2.2 Etapa de Campo de Premuestreo.

Se levanto en el campo diez parcelas de muestreo de estratos arbóreos diferentes, identificados en la etapa preliminar de gabinete; seleccionadas aleatoriamente como prueba piloto para cada estrato para obtener la imformación cualitativa y cuantitativa de la boleta y determinar además, la variabilidad de cada subpoblación.

A. Para Macizos de árboles se dividió la parcela sobreponiendo una cuadrícula en el campo, que dependiendo de la forma del estrato podía ser cuadrada o rectangular, de 400 m² (0.04 Ha). Se seleccionó al azar la posición de la misma

B. En el caso de Líneas de árboles se dividió la línea en secciones rectangulares que cubrían un área de 400 m² (0.04 Ha), tomando como referencia la proyección de la copa de sus árboles. Se seleccionó al azar su ubicación.

C. Para el caso de Arboles sueltos se muestrearon parcelas rectangulares de un área de 100 m² (0.01 Ha); estas fueron distribuidas al azar.

6.2.3 Etapa Intermedia de Gabinete.

A. Con los datos de la Etapa de Campo de Premuestreo se calculó el tamaño de muestra "n", utilizando el DAP (Diámetro a la altura del pecho) como principal variable para su determinación y empleando las fórmulas presentadas a continuación.

Fórmulas:

Fórmulas	Uso
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	Estimador de la Media Poblacional
$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$	Desviación Standar
$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$	Error Standar
$C. V. = \frac{s}{\bar{x}} * 100$	Coefficiente de Variación
$E = \frac{s_{\bar{x}} t_{n-1, GL}}{\bar{x}} * 100$	Error de Estimación
$n = \frac{t^2 (C. V.)^2}{E^2 + t^2 (C. V.)^2}$	Tamaño de la Muestra

B. Obtenido el tamaño de muestra "n" se procedió a seleccionar las muestras a estudiar de una población de tamaño "N" de cada estrato arbóreo: Macizos de árboles, Líneas de árboles y Árboles sueltos; enumerados e identificados en la Etapa Preliminar de Gabinete, de manera que cada muestra posible de tamaño "n" tuviera la misma posibilidad de ser seleccionada; se utilizó para ello, la tabla de números aleatorios.

6.2.4 Etapa de Campo de Muestreo Definitivo.

Se realizó la localización definitiva de las unidades "n" estratos con árboles adultos; muestreando las diferentes especies en cada estrato con la boleta correspondiente elaborada previamente; se utilizó la Pistola Haga, Cinta Métrica y Cinta Diamétrica; para tomar los datos de la altura total, diámetro a la altura del pecho (1.30 mts), diámetro de copa y daño a infraestructura vial en metros; para las características cualitativas se realizó la observación visual del árbol; en lo correspondiente a los vecinos se encuestó al azar a una persona que vivía en el área de muestreo,

a una distancia no mayor que 5 veces la altura del árbol por ser estas las personas que reciben los mayores beneficios del árbol. También se encuestó a todos los trabajadores de campo del vivero Municipal de Guatemala, así como a las personas encargadas de plantar los arbolitos.

6.2.5 Etapa Final de Gabinete.

Con los datos recabados con la boleta y en la Etapa de Campo se procedió al ordenamiento, para finalmente integrar la información.

A. Evaluación del daño

Los valores de DAP y daño a la infraestructura vial horizontal, se utilizaron, para la obtención de gráficas, que sirvieron para la evaluación del daño alcanzado por cada especie. La pendiente de cada recta indicó el comportamiento del incremento de daño, pequeño o severo; cuando la pendiente es baja el incremento de daño radial es lento, mientras que con una pendiente mayor el incremento en daño radial será mayor y se manifestará más rápidamente. Finalmente se clasificaron las especies en categorías ponderadas de acuerdo a su nivel de daño radial alcanzado.

B. Características ornamentales de las especies.

Se procedió a seleccionar las especies, según sus características cualitativas como: Tipo de hoja (perenne o caduca), Forma de hojas (ancha o angosta), Adherencia de smog, Presencia de enfermedades, Tipo de crecimiento, Resistencia a la sequía, Resistencia a vientos, Es apreciada, Adherencia de polución, Dificultades de mantenimiento por la caída de ramas, semillas, flores y frutos; codificando con el 1 para indicar presencia o ventaja y con el 0 para indicar ausencia o desventaja; se utilizó la Prueba de Cochran, para determinar la existencia de diferencia significativa en la utilización de las especies arbóreas según sus cualidades; y finalmente, se procedió a la clasificación y recomendar los árboles más aptos y adecuados a la arborización de la ciudad de Guatemala.

C. La altura total media por especie.

Longitud de una línea recta que une el pie del árbol (nivel del suelo) con la extremidad de la yema terminal del tallo. Esta se tomó con pistola haga. Las alturas se utilizaron para seleccionar las especies para aquellos lugares donde existen cables eléctricos y/o telefónicos para evitar tener que podar los árboles y deformar su conformación original y gastos innecesarios.

D. El diámetro de copa medio por especie.

Se midieron con Cinta Métrica los diámetros proyectados por la copa del árbol en su mayor y menor diámetro. Estos diámetros pueden ser utilizados para distanciar las diferentes especies arbóreas, evitando la deformación de las especies o tener que sacrificar algunas o que se dejen áreas sin arborizar; lográndose cubrir mayor área.

7. RESULTADOS

7.1 Muestreo Estratificado Simple Aleatorio.

La Etapa de Campo de Premuestreo permitió determinar el tamaño, de la muestra para cada estrato, el cual fué, respectivamente: para Macizos de árboles tamaño de muestra $n=10$; para Líneas de árboles $n=38$; y para Árboles sueltos $n=10$; por lo tanto solamente se muestrearon 28 Líneas de árboles en la Etapa de Campo de Muestreo Definitivo, para completar las 38 Líneas.

En el universo de la población arbórea, prevalecieron las Líneas de árboles ubicados en las avenidas y calles de la ciudad de Guatemala.

Cuadro 2: Estratos arbóreos localizados

Fuente: datos de campo 1993.

No.	Estrato	Cantidad	%	Area muestreada Mts ² .
1	Macizos de árboles	191	21.95	4,000
2	Líneas de árboles	484	55.63	15,200
3	Arboles sueltos	195	22.41	1,000
TOTAL			100.00	20,200

7.2 En el cuadro 3 se presentan las especies localizadas en el muestreo; de la especie (1) Casuarina equisetifolia a la especie (11) Schinus molle, aparecen con mayor frecuencia (de 27 a 7 repeticiones) el 82% del muestreo, es decir, que son las especies que han sido más utilizadas en la arborización; de la especie (12) Cupressus lusitanica a la especie (24) Grevillea robusta, aparecieron con menor frecuencia (de 4 a 1 repeticiones) el 18% del muestreo, es decir, lo que indica su uso menos frecuente. De las 24 especies establecidas para la arborización las cinco más utilizadas son: Casuarina equisetifolia, Ligustrum lucidum, Callistemon lanceolatus, Jacaranda mimosifolia y Spathodea campanulata. Del total de 24 especies muestreadas, el 63 % son exóticas lo cual indica una tendencia de introducción de especies de Silvicultura conocida y la poca utilización de especies locales. Dichas especies exóticas no benefician la fauna local, ya que la fauna que ecológicamente tiene capacidad de sustentar se quedó en su país de origen.

Cuadro 3: Especies arbóreas localizadas

Fuente: datos de campo 1993.

N= Nativa
E= Exótica

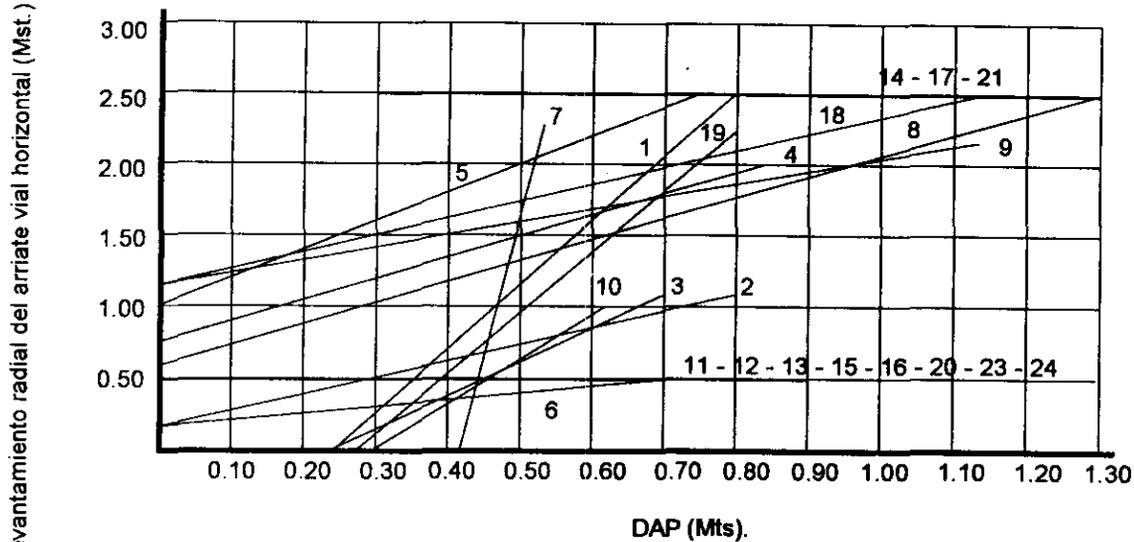
No.	Especie		Frec.	%
	Nombre común	Nombre científico		
1	Casuarina (E)	<u>Casuarina equisetifolia</u> Forst.	27	13.50
2	Trueno (E)	<u>Ligustrum lucidum</u> Ait.	26	13.00
3	Calistemon (E)	<u>Callistemon lanceolatus</u> DC.	17	8.50
4	Jacaranda (E)	<u>Jacaranda mimosifolia</u> D.	17	8.50
5	Llama del Bosque (E)	<u>Spathodea campanulata</u> Beauv.	15	7.50
6	Matiliguate (N)	<u>Tabebuia rosea</u> (Bertol) DC.	13	6.50
7	Eucalipto (E)	<u>Eucalyptus saligna</u>	12	6.00
8	Ciprés Sabino (N)	<u>Taxodium mucronatum</u> Tenore.	12	6.00
9	Flamboyán (E)	<u>Delonix regia</u> (Bojer) Raf.	10	5.00
10	Pie de Cobra. (E)	<u>Bauhinia purpurea</u> L.	8	4.00
11	Falso Pimiento (E)	<u>Schinus molle</u> L.	7	3.50
12	Ciprés Común (N)	<u>Cupressus lusitanica</u> Miller.	4	2.00
13	Barajo o Moco (N)	<u>Cassia alata</u> L.	4	2.00
14	Ceiba (N)	<u>Ceiba pentandra</u> (L.) Gaertn	4	2.00
15	Manzanote (N)	<u>Olmediella betschleriana</u> (Goepp.) Loes.	4	2.00
16	Pitanga (E)	<u>Eugenia uniflora</u> L.	3	1.50
17	Hoja de Hule (E)	<u>Ficus elastica</u> Roxb.	3	1.50
18	Ficus (E)	<u>Ficus benjamina</u> L.	3	1.50
19	Matasano (N)	<u>Casimiroa edulis</u> Llave & Lex.	3	1.50
20	Coralillo (N)	<u>Citharexylum donnell-smithii</u> Greenm	2	1.00
21	Araucaria (E)	<u>Araucaria bidwillii</u> Hook	2	1.00
22	Ciprés Romano (E)	<u>Thuja orientalis</u> L.	2	1.00
23	Timboque (N)	<u>Tecoma stans</u> (L.) H.B.K.	1	0.50
24	Flores Amarillas (E)	<u>Grevillea robusta</u> A. Cunn.	1	0.50
			200	100.00

7.3 Impacto de la arborización sobre la infraestructura vial.

Para la determinación del daño radial causado por las especies arbóreas se elaboró la figura 2, al correlacionar DAP con el daño radial; y se obtuvieron las rectas de cada especie. La figura 2 y cuadro 4, presentan el efecto de las raíces a la infraestructura vial por especie. Las pendientes de las rectas para identificar el comportamiento del incremento del daño existente pequeño o severo, respecto al DAP; cuando la pendiente es baja el incremento en daño radial es muy pausado o menor, mientras que una pendiente mayor, el incremento en daño radial tiende a ser más rápido o severo. El coeficiente de correlación indica la relación alta o baja de los datos registrados.

FIGURA 2

Correlación DAP con el daño radial de la infraestructura vial de las especies.



ESPECIES

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. <u>Casuarina equisetifolia</u> | 13. <u>Cassia alata</u> |
| 2. <u>Ligustrum lucidum</u> | 14. <u>Ceiba pentandra</u> |
| 3. <u>Callistemon lanceolatus</u> | 15. <u>Olmediella betschleriana</u> |
| 4. <u>Jacaranda mimosifolia</u> | 16. <u>Eugenia uniflora</u> |
| 5. <u>Spathodea campanulata</u> | 17. <u>Ficus elastica</u> |
| 6. <u>Tabebuia rosea</u> | 18. <u>Ficus benjamina</u> |
| 7. <u>Eucalyptus saligna</u> | 19. <u>Casimiroa edulis</u> |
| 8. <u>Taxodium mucronatum</u> | 20. <u>Citharexylum donnell-smithii</u> |
| 9. <u>Delonix regia</u> | 21. <u>Araucaria bidwillii</u> |
| 10. <u>Bauhinia purpurea</u> | 22. <u>Thuja orientalis</u> |
| 11. <u>Schinus molle</u> | 23. <u>Tecoma stans</u> |
| 12. <u>Cupressus lusitanica</u> | 24. <u>Grevillea robusta</u> |

Cuadro 4: Comportamiento del daño radial de las especies.

ESPECIES	Daño radial (Mts.)	Pendientes de la recta %	Correlación "r"
Thuja orientalis	0.00	0.00	0.00
Schinus molle	0.50	0.00	0.00
Cupressus lusitanica	0.50	0.00	0.00
Cassia alata	0.50	0.00	0.00
Olmediella betschleriana	0.50	0.00	0.00
Eugenia uniflora	0.50	0.00	0.00
Citharexylum donnell-smithii	0.50	0.00	0.00
Tecoma stans	0.50	0.00	0.00
Grevillea robusta	0.50	0.00	0.00
Tabebuia rosea	0.50	0.14	0.12
Bauhinia purpurea	1.00	0.50	0.57
ligustrum lucidum	1.10	0.26	0.25
Calistemon lanceolatus	1.10	0.46	0.63
Jacaranda momosifolia	2.00	0.47	0.25
Delonix regia	2.10	0.36	0.37
Casimiroa edulis	2.15	0.81	0.90
Eucalyptus saligna	2.25	4.25	0.90
Casuarina equisetifolia	2.50	0.90	0.69
Spathodea campanulata	2.50	0.38	0.42
Taxodium mucronatum	2.50	0.29	0.43
Ceiba pentandra	2.50	0.00	0.00
Ficus elastica	2.50	0.00	0.00
Ficus benjamina	2.50	0.24	0.97
Araucaria bidwillii	2.50	0.00	0.00

Tienen una mayor pendientes las especies: Casimiroa edulis; Eucalyptus saligna y Casuarina equisetifolia; lo cual indica un rápido impacto sobre la infraestructura; presentan un mayor daño radial las especies: Casuarina equisetifolia, Spathodea campanulata, Taxodium mucronatum, Ceiba pentandra, Ficus elastica, Ficus benjamina y Araucaria bidwillii; lo cual puede estar relacionado con las grandes dimensiones que alcanzan estos árboles.

En la figura 2, en la mayoría de las rectas se puede observar que a medida que se incrementa el DAP le corresponde un incremento uniforme con el daño radial a la infraestructura, con excepción de la especie (22) Thuja orientalis caracterizada porque sus raíces no salen a la superficie del suelo. No se detectó ningún levantamiento o daño radial en la base de estos árboles.

Las especies (11) Schinus molle, (12) Cupressus lusitanica, (13) Cassia alata, (15) Olmediella betschleriana, (16) Eugenia uniflora, (20) Citharexylum donnell-smithii, (23) Tecoma stans y (24) Grevillea robusta son especies en las que ya se puede observar raíces superficiales, que provocan un nivel de daño radial uniforme y bajo, a la infraestructura vial de 0.50 metros. Estas especies se pueden observar en la figura 2 que aunque se incremente su DAP el nivel de daño radial permanece sin cambio alguno; y la especie (6) Tabebuia rosea con un daño radial iniciado en 0.10 metros, hasta alcanzar 0.50 metros de daño radial.

Las especies (10) Bauhinia purpurea, (3) Callistemon lanceolatus y (2) Ligustrum lucidum especies en las que se puede observar raíces superficiales medianamente engrosadas, y cuando sus respectivos DAP varían así también se incrementa el daño radial, hasta alcanzar 1.00 metros, 1.10 metros y 1.10 metros respectivamente.

Las especies (4) Jacaranda mimosifolia, (9) Delonix regia, (19) Casimiroa edulis y (7) Eucalyptus saligan se caracterizan por poseer raíces superficiales engrosadas, y a medida que se incrementa su DAP, así se va incrementando el daño radial, hasta alcanzar 2.00 metros, 2.10 metros, 2.15 metros y 2.25 metros respectivamente.

Las especies (1) Casuarina equisetifolia, (5) Spathodea campanulata, (8) Taxodium macronatum y (18) Ficus benjamina se caracterizan por poseer gran cantidad de raíces superficiales y engrosadas, y cuando se incrementa su DAP, así se va incrementando el daño radial hasta que alcanzan 2.50 metros.

Las especies (14) Ceiba pentandra, (17) Ficus elastica y (21) Araucaria bidwillii especies en las que se observa gran diámetro y abundancia de raíces superficiales, las cuales ocasionan un nivel de daño radial uniforme de 2.50 metros, en éstas especies se puede observar en la figura 2 que aunque su DAP se incremente el nivel de daño radial permanece sin modificación substancial.

7.3.1 Daño a la infraestructura vial.

Tomando como base la figura 2, se elaboró el Cuadro 5, que clasifica el daño en categorías, ponderadas de acuerdo a su importancia de daño en: Categoría Baja las especies Thuja orientalis, Schinus molle, Cupressus lusitanica, Eugenia uniflora, Citharexylum donnell-smithii, Cassia alata, Olmediella betschleriana, Tecoma stans, Grevillea robusta y Tabebuia rosea; Categoría Ligera la especie Bauhinia purpurea; Categoría Ligera Alta las especies Ligustrum lucidum y Callistemon lanceolatus; Categoría Media la especie Jacaranda mimosifolia; Categoría Alta las especies Delonix regia, Casimiroa edulis, Eucalyptus saligna, Casuarina equisetifolia, Spathodea campanulata, Taxodium mucronatum, Ceiba pentandra, Ficus elastica, Ficus benjamina y Araucaria bidwillii.

Cuadro 5: Clasificación de las especies arbóreas utilización en la ciudad de Guatemala según su impacto sobre la infraestructura vial y ponderación de acuerdo a su importancia de daño.

ESPECIES	Daño radial categorías				
	Baja 0.00 - 0.50=5	Ligera 0.50 - 1.00=4	Ligera alta 1.00 - 1.50=3	Media 1.50 - 2.00=2	Alta 2.00 - 2.50=1
Thuja orientalis	X				
Schinus molle	X				
Cupressus lusitanica	X				
Cassia alata	X				
Olmediella betschleriana	X				
Eugenia uniflora	X				
Citharexylum donnell-smithii	X				
Tecoma stans	X				
Grevillea robusta	X				
Tabebuia rosea	X				
Bauhinia purpurea		X			
ligustrum lucidum			X		
Calistemon lanceolatus			X		
Jacaranda mimosifolia				X	
Delonix regia					X
Casimiroa edulis					X
Eucalyptus saligna					X
Casuarina equisetifolia					X
Spathodea campanulata					X
Taxodium mucronatum					X
Caiba pentandra					X
Ficus elastica					X
Ficus benjamina					X
Araucaria bidwillii					X

En el cuadro 5 se puede observar las categorías de daño por especie a la infraestructura vial; se diferencian dos grandes grupos: Bajo y Alto daño radial. Esta diferenciación está relacionada con el porte del árbol adulto y su velocidad de crecimiento.

7.4 Comportamiento ornamental de las especies arbóreas.

La prueba de Cochran, se utilizó para determinar si existía diferencia significativa en la utilización de las especies estudiadas según sus cualidades, codificando con el 1 para indicar presencia o ventaja y con 0 para indicar ausencia o desventaja; cuya ponderación osciló entre 11 y 16 de acuerdo al cálculo de "Q" = 12.96 < 35.17 Ji-cuadrado tabulado, por tanto se determinó que no existía diferencia significativa en la utilización de las especies estudiadas según sus cualidades.

Cálculo del Valor Q:

$$Q = \frac{(K-1) \left[K \sum_{j=1}^k G_j^2 - \left(\sum_{j=1}^k G_j \right)^2 \right]}{K \sum_{i=1}^N L_i - \sum_{i=1}^N L_i^2} = \frac{(24-1) [24 \times 4510 - (328)^2]}{24 \times 328 - 6,708} = 12.96$$

Ji - cuadrado tabulado (G.L. = 23, nivel de significancia = 0.05) = 35.17

Sin embargo, sí se apreció variación entre los valores totales de las especies. Estos oscilan entre 11 y 16. Si se toma en cuenta las características más relevantes en cuanto al manejo de los árboles como: Forma ancha de la hoja, Presencia de flores, Tipo de crecimiento rápido y Resistencia a la sequía, es posible diferenciar las especies más convenientes, cuadro 6.

CUADRO 6: Prueba de Cochran

1: Presencia o Ventaja

0: Ausencia o Desventaja

No.	CARACTERISTICAS	Casuarina equisetifolia	Ligustrum lucidum	Callistemon lanceolatus	Jacaranda mimosifolia	Spathodea campanulata	Tabebuia rosea	Eucalyptus saligna	Taxodium mucronatum	Delonix regia	Bauhinia purpurea	Schinus molle	Cupressus lusitanica	Cassia alata	Ceiba pentandra	Olmediella betschleriana	Eugenia uniflora	Ficus elastica	Ficus benjamina	Casimiroa edulis	Citharexylum donnell-smithii	Araucaria bidwillii	Thuja orientalis	Tecoma stans	Grevillea robusta	ESPECIES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Li	Li²
1	Tipo de hoja (perenne o caduca)	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	324
2	Forma de hoja (ancha o angosta)	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17	289
3	Adherencia de smog	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	8	64
4	Presencia de enfermedad	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	21	441
5	Calidad de la sombra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	576
6	Es dañina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	576
7	Olor agradable	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	9
8	Refresca el ambiente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	576
9	Fruto apetecible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	6	36
10	Presencia de flores	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	15	225
11	Presencia de aves	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	18	324
12	Resistencia de enfermedad	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	21	441
13	Tipo de crecimiento	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	15	225
14	Resistencia a la sequía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	23	529
15	Resistencia a vientos	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	529
16	Es apreciada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	576
17	Adherencia de polución	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	22	484
18	Dificultades de mantenimiento	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	484
	GJ	11	13	13	13	14	13	15	13	14	15	15	13	13	13	12	14	14	14	16	15	13	14	14	14	328	8708
	GJ²	121	169	169	169	196	169	225	169	196	225	225	169	169	169	144	196	196	196	256	225	169	196	196	196	4510	

7.5 Clasificación de las especies estudiadas según su impacto sobre la infraestructura vial y sus atributos ornamentales.

Obtenidas las características cuantitativas de daño a la infraestructura vial en categorías Baja, Ligera, Ligera Alta, Mediana y Alta ponderadas con índice de 5 a 1 de acuerdo al nivel de daño, y de características cualitativas de 11 a 16, se procedió a obtener el producto de ambos, ya que la fuerza de discriminación, respecto de la multiplicación es mayor debido al daño de la infraestructura vial. Finalmente se clasificaron las especies según su factor de preferencia en niveles de aceptación: Buena, Regular y Mala (cuadro 7).

Cuadro 7: Clasificación de las especies estudiadas según su impacto sobre la infraestructura vial y sus características cualitativas.

ESPECIES	Poderación			Nivel de aceptación	Frecuencia de loc. del muestreo
	Índice de daño radial	Característica cualitativa	Factor de preferencia		
<i>Schinus molle</i>	5	15	75	Buena	7
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	5	15	75		2
<i>Thuja orientalis</i>	5	14	70		2
<i>Eugenia uniflora</i>	5	14	70		3
<i>Tecoma stans</i>	5	14	70		1
<i>Grevillea robusta</i>	5	14	70		1
<i>Cupressus lusitanica</i>	5	13	65		4
<i>Cassia alata</i>	5	13	65		4
<i>Tabebuia rosea</i>	5	13	65		13
<i>Bauhinia purpurea</i>	4	15	60		8
<i>Olmediella betschleriana</i>	5	12	60	4	
<i>Ligustrum lucidum</i>	3	13	39	Regular	26
<i>Callistemon lanceolatus</i>	3	13	39		17
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	2	13	26		17
<i>Casimiroa edulis</i>	1	16	16	Mala	3
<i>Eucalyptus saligna</i>	1	15	15		12
<i>Delonix regia</i>	1	14	14		10
<i>Spathodea campanulata</i>	1	14	14		15
<i>Ficus benjamina</i>	1	14	14		3
<i>Ficus elastica</i>	1	14	14		3
<i>Taxodium mucronatum</i>	1	13	13		12
<i>Ceiba pentandra</i>	1	13	13		4
<i>Araucaria bidwillii</i>	1	13	13		2
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	11	11		27

Para hacer posible el análisis, se establecieron los indicadores: Índice de daño radial, las Características cualitativas y el Factor de preferencia.

El Índice de daño radial se obtuvo al hacer una valoración del nivel de daño radial alcanzado por las raíces de algunas especies arbóreas. Los valores cualitativos son todas aquellas cualidades que poseen las especies arbóreas, y que son posibles de detectar sin instrumento alguno; y Factor de preferencia, como resultado del producto del Índice de daño radial y Características cualitativas, como se puede ver en el cuadro 7.

Las especies de Buena aceptación sería conveniente la utilización de acuerdo a su factor de preferencia, (cuadro 7); en orden prioritaria así: Primero las especies con factor de preferencia 75: *Schinus molle* y *Citharexylum donnell-smithii*; Segundo las especies con factor de preferencia 70: *Thuja orientalis*, *Eugenia uniflora*, *Tecoma stans* y *Grevillea robusta*; Tercero las especies con factor de preferencia 65: *Cupressus lusitanica*, *Cassia alata* y *Tabebuia rosea*; Cuarto las especies con factor de preferencia 60: *Bauhinia purpurea* y *Olmediella betschleriana*.

Las especies de Regular y Mala aceptación lo más indicado, sería ubicarlos en aquellos lugares donde no afecten la infraestructura vial o no utilizarlas.

De acuerdo al (cuadro 7); el nivel de aceptación Buena, comparado con la preferencia de localización del muestreo, de las especies: Citharexylum donnell-smithii, Thuja orientalis, Eugenia uniflora, Tecoma stans, Grevillea robusta, Cupressus lusitania, Cassia alata y Olmediella betchleriana su frecuencia de utilización es baja o sea que a estas especies se les ha dado poca utilización en la arborización; no así las especies Schinus molle, Bauhinia purpurea y Tabebuia rosea, que aparecen con un nivel de aceptación Buena y su frecuencia de localización es alta. Caso contrario sucede con las especies de nivel de aceptación Regular y Mala como: Ligustrum lucidum, Callistemon lanceolatus, Eucalyptus saligna, Jacaranda mimosifolia, Delonix regia, Spathodea campanulata, Taxodium mucronatum y Casuarina equisetifolia, que aparece con una frecuencia de utilización bastante alta; no así las especies Casimiroa edulis, Ficus benjamina, Ficus elastica, Ceiba pentandra y Araucaria bidwillii que aparecen con un nivel de aceptación Regular y Mala y su frecuencia de utilización es bajo.

7.6. La altura total media/especie

En muchas oportunidades se puede observar que algunas especies interfieren con cables de alumbrado eléctrico y/o telefónico; en el cuadro 8 se presentan las especies evaluadas con su respectiva altura total alcanzada según STANDLEY(31). Por lo que puede tomarse muy en cuenta para la selección de las especies en aquellos lugares donde existen cables eléctricos y/o telefónicos evitando tener que podar las especies arbóreas deformando su conformación original y gastos innecesarios.

Se clasifican las especies que alcanzan una altura total media de 5 - 10 metros Thuja orientalis, Eugenia uniflora, Cassia alata, Bauhinia purpurea y Callistemon lanceolatus; de 10 - 20 metros Tecoma stans, Citharexylum donnell-smithii, Casimiroa edulis, Olmediella betschleriana, Schinus molle, Delonix regia, Ligustrum lucidum, Grevillea robusta, Ficus benjamina, Ficus elastica, Jacaranda mimosifolia, y Casuarina equisetifolia; de 20 - 30 metros Cupressus lusitanica, Taxodium mucronatum, Tabebuia rosea, y Spathodea campanulata; entre 40 - 50 metros Araucaria bidwillii, Ceiba pentandra y Eucalyptus saligna.

Cuadro 8: Especies arboreas, valores de alturas y diámetros de copa promedios obtenidos.

Fuente: Datos de campo 1993 y bibliografía.

ESPECIES	Altura total (Mst.)	Altura total (Mts.) según STANDLEY(31)	Diametro de copa (Mst.)
Thuja orientalis	7.25	7.50	6.63
Schinus molle	5.57	15.00	4.96
Cupressus lusitanica	14.94	30.00	9.60
Cassia alata	7.75	8.00	7.80
Olmediella betschleriana	7.75	15.00	7.25
Eugenia uniflora	6.38	9.00	10.00
Citharexylum donnell-smithii	9.50	15.00	7.69
Tecoma stans	10.00	12.00	12.50
Grevillea robusta	11.00	15.00	8.50
Tabebuia rosea	11.65	30.00	12.02
Bauhinia purpurea	9.63	9.00	9.09
ligustrum lucidum	9.70	12.00	9.67
Calistemon lanceolatus	8.57	9.00	8.43
Jacaranda mimosifolia	13.51	15.00	12.38
Delonix regia	7.80	15.00	12.20
Casimiroa edulis	8.33	15.00	10.92
Eucalyptus saligna	16.31	45.00	12.24
Casuarina equisetifolia	14.26	20.00	9.97
Spathodea campanulata	12.35	24.00	12.27
Taxodium mucronatum	12.90	30.00	12.83
Ceiba pentandra	19.00	50.00	25.25
Ficus elastica	11.42	18.00	15.50
Ficus benamina	11.17	16.00	13.83
Araucaria bidwillii	19.50	50.00	13.25

7.7 El diámetro de copa medio/especie

Tanto en parques como en avenidas y calles de la ciudad capital se puede observar tanto bosques como en línea de árboles la competencia entre individuos o especies. Esto ocurre tanto en macizos como en líneas de árboles. El cuadro 8 presentan las especies evaluadas con su respectivo diámetro de copa medio alcanzado. Esto pueden utilizarse para distanciar las diferentes especies arbóreas evaluadas, evitándose la deformación de los arboles o tener que sacrificar algunos o que se dejan áreas muy grandes sin arborizar; lográndose finalmente cubrir mayor área arborizada.

Se clasifican las especies que alcanzan un diámetro de copa medio entre 5 - 10 metros Grevillea robusta, Thuja orientalis, Citharexylum donnell-smithii, Eugenia uniflora, Olmediella betschleriana, Cassia alata, Schinus molle, Bauhinia purpurea, Callistemon lanceolatus, Ligustrum lucidum, y Casuarina equisetifolia; de 10- 15 metros Tecoma stans, Araucaria bidwillii, Casimiroa edulis, Ficus benamina, Cupressus lusitanica, Delonix regia, Taxodium mucronatum, Eucalyptus saligna, Tebebuia rosea, Spathodea campanulata, y Jacaranda mimosifolia; de 15-20 metros Ficus elastica; de 20 - 30 metros Ceiba pentandra.

8. CONCLUSIONES

1. Presentan Bajo daño radial las especies Thuja orientalis L., Schinus molle L., Cupressus lusitanica M., Eugenia uniflora L., Citharexylum donnell-smithii Greenm., Cassia alata L., Olmediella betschleriana Loes., Tecomastans H.B.K., Grevillea robusta A. Cunn. y Tabebuia rosea DC.. Ligero daño radial la especie Bauhinia purpurea L.; Ligero Alto daño radial las especie Ligustrum lucidum Ait. y Callistemon lanceolatus DC.; Medio daño radial la especies Jacaranda mimosifolia D. y Alto daño radial las especies Delonix regia Raf., Casimiroa edulis Llave Lex., Eucalyptus saligna, Casuarina equisetifolia Forst., Spathodea campanulata Beauv., Taxodium mucronatum Tenore., Ceiba pentandra Gaertn., Ficus elastica Roxb., Ficus benamina L. y Araucaria bidwillii Hook..
2. Se determinó que no existe diferencia significativa en la utilización de las especies según sus cualidades.
3. Se clasifican de acuerdo al factor de preferencia y nivel de aceptación, en Buena aceptación las especie: Schinus Molle, Citharexylum donnell-smithii, Thuja orientalis, Eugenia uniflora, Tecoma stans, Grevillea robusta, Cupressus lusitanica, Cassia alata, Tabebuia rosea, Bauhinia purpurea y Olmediella betschleriana; Regular aceptación las especies: Ligustrum lucidum, Callistemon lanceolatus y Jacaranda mimosifolia; Mala aceptación las especies: Casimiroa edulis, Eucaliptus saligna, Delonix regia, Spathodea campanulata, Ficus benamina, Ficus elastica, Taxodium mucronatum, Ceiba pentandra, Araucaria bidwillii, y Casuarina equisetifolia.
4. De las especies muestreadas, se pueden utilizar bajo cables eléctricos y/o telefónicos según su altura: Cassia alata y Thuja orientalis, respectivamente, siempre que previo a su plantación se determine la altura de los citados cables, los cuales usualmente están colocados a un máximo de 8.00 metros de altura; el resto de las especies, se pueden plantar en cualquier otro lugar, ya sea parques o áreas verdes, siempre y cuando no existan cables.
5. El 63% de las especies muestreadas son exóticas.
6. De acuerdo a los Resultados obtenidos se cumple la Hipótesis alternativa que plantea que por lo menos una especie establecida en la ciudad de Guatemala no es dañina a la Infraestructura vial siendo este el caso de Thuja orientalis, que no presenta nivel de daño radial. La Hipotesis alternativa que plantea que todas las especies establecidas en la ciudad de Guatemala causan problemas de manejo no se cumple ya que dentro de las especies estudiadas existen algunas que no causan problemas de manejo, según prueba de Cochran.

9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para arriates de 1.00 metro de ancho las especies: Thuja orientalis, Schinus molle, Cupressus lusitanica, Cassia alata, Olmediella betschleriana, Eugenia uniflora, Citharexylum donnell-smithii, Tecoma stans, Grevillea robusta y Tabebuia rosea; para arriates de 2.00 metros de ancho las especies: Ligustrum lucidum, Callistemon lanceolatus y Bauhinia purpurea; para arriates de 4.00 metros de ancho las especies: Jacaranda mimosifolia, Delonix regia y Casimiroa edulis; para arriates de 5.00 metros de ancho las especies: Eucalyptus saligna, Spathodea campanulata, Casuarina equisetifolia, Ficus benjamina, y Araucaria bidwillii; y para arriates de más de 5.00 metros Ceiba pentandra y Ficus elastica.
2. Utilizar las especies de acuerdo a su factor de preferencia y nivel de aceptación Buena en orden prioritario así: Primero Schinus molle y Citharexylum donnell-smithii; Segundo Thuja orientalis, Eugenia uniflora, Tecoma stans y Grevillea robusta; Tercero Cupressus lusitanica, Cassia alata y Tabebuia rosea; Cuarto Bauhinia purpurea y Olmediella betschleriana; y no utilizar las especies de Regular y Mala aceptación: Ligustrum lucidum, Callistemon lanceolatus, Jacaranda mimosifolia, Casimiroa edulis, Eucalyptus saligna, Delonix regia, Spathodea campanulata, Ficus benjamina, Ficus elastica, Taxodium mucronatum, Ceiba pentandra, Araucaria bidwillii y Casuarina equisetifolia solamente en aquellos lugares donde no dañe la infraestructura vial, ya que el nivel de aceptación está relacionado a este.
3. Las especies que pueden ser utilizadas bajo cables eléctricos y/o telefónicos según su altura son: Cassia alata y Thuja orientalis.
4. Se recomienda usar preferiblemente las especies nativas como: Tabebuia rosea, Cassia alata, Olmediella betschleriana, Casimiroa edulis, Citharexylum donnell-smithii y Tecoma stans.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ CAJAS, V. 1988. Tamaño de muestra: procedimiento usual para su determinación. Tesis Mg Sc. Chapingo, México, Instituto en Enseñanza e Investigación de Ciencias Agrícolas, Centro de Estadística y Cálculo. 161 p.
2. AQUINO MOSCOSO, O. 1980. Causas efectos de la deforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 164 p.
3. AYALA MARROQUIN, M. 1992. Efectos de cuatro frecuencias de riego en el rendimiento y la evapotranspiración del maíz (*Zea mays* L.), en la unidad de riego San Cristobal Acasaguastlán, El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 101 p.
4. CAMARA HERNANDEZ, J. 1980. Arboles cultivados en la ciudad de Buenos Aires, Argentina. Argentina, Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires. 59 p.
5. COZZO, D. 1950. Arboles para parques y jardines. Buenos Aires, Argentina, Suelo Argentino. 303 p.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DARY, M. 1970. Las áreas verdes de la ciudad de Guatemala y los derechos biológicos del hombre. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 13 p.
8. ESAU, K. 1976. Anatomía vegetal. España, Omega. 779 p.
9. FAO (Italia). 1981. Ciudades, árboles y población. *Unasyuva* (Italia) 39(1155):1-45.
10. FLOHR DROEGE, O. 1981. Análisis sobre la deforestación de la ciudad de Guatemala y su área de influencia período 1954 - 1981. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
11. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1985. Mapa de uso de cobertura de la tierra; hoja cartográfica: Guatemala, no. ND-15-8. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color.
12. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. s.f. Formas de la tierra y regiones fisiográficas. Guatemala. Esc. 1:1.000,000. Color.
13. -----, 1978. Mapa de cuencas de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
14. -----, 1981. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, 1083 p.
15. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
16. GUATEMALA. MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA. 1987. Plan de reforestación. Guatemala. 10 p.

17. LITTLE, E.L.; WADSWORTH, F. H.; MARRERO, J. 1967. Árboles comunes de Puerto Rico y las islas Vírgenes. Puerto Rico, Editorial UPR. 827 p.
18. MICHAU, E. 1987. La poda de los árboles ornamentales. España, Mundi-Prensa. 316 p.
19. NASON, A. 1980. Biología. México, Limusa. 726 p.
20. NEIRA, M.; MARTINEZ, M.F. 1968. Terminología forestal. Madrid, España, Instituto Forestal de Investigación y Experimentación. 395 p.
21. OBIOLS DEL CID, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala; según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1.000,000. Color.
22. OROZCO Y OROZCO, E. 1992. Inventario forestal y propuesta de manejo del bosque comunal de la aldea La Brea, Quesada, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 96 p.
23. RIVERA REYES, M. 1991. Arquitectura, paisajismo y medio ambiente. *Arquitectura (Gua.)* 16(3):13-15.
24. RODAS Z., J. 1981. Terminología forestal de Guatemala. Guatemala, s. n. 38 p.
25. RODRIGUEZ ARANA, G. 1987. La interpretación de los sistemas y el deterioro ambiental en Guatemala. Guatemala, Asociación Pro-Bienestar de la Familia de Guatemala, Unidad de Educación, Información y Adiestramiento Programa de Población y Desarrollo. 32 p.
26. SANCHEZ CRUZ, M. 1992. Determinación de la edad y tasa de crecimiento de *Rhizophora mangle* L. por medio del estudio anatómico de la madera en los esteros de San José Chiquirín, Mazatenango, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 101 p.
27. SCHEAFFER, R.L.; MENDENHALL, W. 1987. Elementos de muestreo. EE. UU., University of Florida. 321 p.
28. SIEGEL, S. 1991. Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta. México, D.F., Trillas. 344 p.
29. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
30. ———. 1959. Mapa de clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Esc. 1:250,000. Color.
31. STANDLEY C.; WILLIAMS O. 1967 Flora of Guatemala. Chicago EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24.
32. STEEL, R. G.D; TORRIE, J. H. 1989. Bioestadística; principios y procedimientos. Trad. por Ricardo Martínez B. 2 ed. México, Mc Graw-hill. 622 p.
33. WEIER, T.E.; STOCKING, C.R.; BARBOUR, M.G. 1980. Botánica. 5 ed. México Limusa. 749 p.
34. WILSON, C.L.; LOOMIS, W.E. 1968. Botánica. México, UTEHA. 682 p.

Vo. Bo. Rolando Barrido



11. APENDICE

Cuadro 9: Especies arbóreas utilizadas en la ciudad de Guatemala según sus atributos ornamentales.

ESPECIES	Altura total (Mst.)	Diámetro de copa (Mst.)	Hoja					
			Tipo		Forma		Adher. de smog	
			caduca	perenne	Ancha	Angosta	presen.	Ausente
Thuja orientalis	7.25	6.63		X		X	X	
Schinus Molle	5.57	4.96		X	X		X	
Cupressus lucitanica	14.94	9.60		X		X	X	
Cassia alata	7.75	7.80		X	X		X	
Olmediella betschleriana	7.75	7.25		X	X			X
Eugenia uniflora	6.38	10.00	X		X		X	
Citharexylum donnell-smithii	9.50	7.69		X	X		X	
Tecoma stans	10.00	12.50		X	X			X
Grevillea robusta	11.00	8.50	X		X		X	
Tabebuia rosea	11.65	12.02	X		X		X	
Bauhinia purpurea	9.63	9.09		X	X			X
ligustrum lucidum	9.70	9.67		X	X			X
Calistemon lanceolatus	8.57	8.43		X		X	X	
Jacaranda momosifolia	13.51	12.38	X			X	X	
Delonix regia	7.80	12.20	X			X		X
Casimiroa edulis	8.33	10.92		X	X			X
Eucalyptus saligna	16.31	12.24		X	X			X
Casuarina equisetifolia	14.26	9.97		X		X	X	
Spathodea campanulata	12.35	12.27	X		X			X
Taxodium mucronatum	12.90	12.83		X		X	X	
Ceiba pentandra	19.00	25.25	X		X		X	
Ficus elastica	11.42	15.50		X	X		X	
Ficus benjamina	11.17	13.83		X	X		X	
Araucaria Bidwillii	19.50	13.25		X	X		X	

Cuadro 9: Especies arbóreas utilizadas en la ciudad de Guatemala según sus atributos ornamentales. (continuación)

ESPECIES	Presencia de enfermedad		Calidad de sombra		Es dañina		Olor Agradable		Refresca el ambiente	
	SI	NO	Buena	Mala	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Thuja orientalis		X	X			X	X		X	
Schinus Molle		X	X			X	X		X	
Cupressus lucitanica		X	X			X	X		X	
Cassia alata		X	X			X		X	X	
Olmediella betschleriana		X	X			X		X	X	
Eugenia uniflora		X	X			X		X	X	
Citharexylum donnell-smithii		X	X			X		X	X	
Tecoma stans	X		X			X		X	X	
Grevillea robusta		X	X			X		X	X	
Tabebuia rosea		X	X			X		X	X	
Bauhinia purpurea		X	X			X		X	X	
ligustrum lucidum	X		X			X		X	X	
Calistemon lanceolatus		X	X			X		X	X	
Jacaranda momosifolia		X	X			X	X		X	
Delonix regia		X	X			X	X		X	
Casimiroa edulis		X	X			X	X		X	
Eucalyptus saligna		X	X			X		X	X	
Casuarina equisetifolia	X		X			X		X	X	
Spathodea campanulata		X	X			X		X	X	
Taxodium mucronatum		X	X			X		X	X	
Ceiba pentandra		X	X			X		X	X	
Ficus elastica		X	X			X		X	X	
Ficus benjamina		X	X			X		X	X	
Araucaria Bidwillii		X	X			X		X	X	

Cuadro 9: Especies arbóreas utilizadas en la ciudad de Guatemala según sus atributos ornamentales. (continuación)

ESPECIES	Fruto apesible		Presencia flores		Presencia aves		Resistencia de enfermedades		Tipo de crecimiento	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	Rápido	Lento
Thuja orientalis	X			X	X		X			X
Schinus Molle	X		X			X	X		X	
Cupressus lucitanica	X			X		X	X			X
Cassia alata	X		X		X		X		X	
Olmediella betschleriana	X		X		X		X			X
Eugenia uniflora	X		X			X	X		X	
Citharexylum donnell-smithii				X	X		X			X
Tecoma stans	X		X		X			X	X	
Grevillea robusta	X		X		X		X			X
Tabebuia rosea		X	X		X		X		X	
Bauhinia purpurea	X		X			X	X		X	
ligustrum lucidum	X			X		X		X		X
Calistemon lanceolatus	X		X		X		X			X
Jacaranda momosifolia		X		X	X		X		X	
Delonix regia	X		X		X		X			X
Casimiroa edulis	X		X		X		X			X
Eucalyptus saligna	X			X	X		X		X	
Casuarina equisetifolia	X			X	X			X	X	
Spathodea campanulata	X		X		X		X		X	
Taxodium mucronatum		X		X	X		X		X	
Ceiba pentandra		X		X	X		X		X	
Ficus elastica		X		X	X		X		X	
Ficus benjamina	X		X		X		X			X
Araucaria Bidwillii		X		X		X	X		X	

Cuadro 9: Especies arbóreas utilizadas en la ciudad de Guatemala según sus atributos ornamentales. (continuación)

ESPECIES	Resistencia a la sequía		Resistencia a vientos		Apreciada		Problemas de manejo		Dificultades de manejo	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Thuja orientalis	X		X		X			X		X
Schinus Molle	X		X		X			X		X
Cupressus lucitanica	X		X		X			X		X
Cassia alata		X	X		X		X			X
Olmediella betschleriana	X		X		X			X		X
Eugenia uniflora	X		X		X			X		X
Citharexylum donnell-smithii	X		X		X		X			X
Tecoma stans	X		X		X		X			X
Grevillea robusta	X		X		X		X			X
Tabebuia rosea	X		X		X			X	X	
Bauhinia purpurea	X		X		X			X		X
ligustrum lucidum	X		X		X			X		X
Calistemon lanceolatus	X		X		X		X			X
Jacaranda momosifolia	X		X		X		X			X
Delonix regia	X		X		X			X		X
Casimiroa edulis	X		X		X		X			X
Eucalyptus saligna	X			X	X		X			X
Casuarina equisetifolia	X		X		X		X		X	
Spathodea campanulata	X		X		X		X		X	
Taxodium mucronatum	X		X		X		X			X
Ceiba pentandra	X		X		X		X			X
Ficus elastica	X		X		X		X		X	
Ficus benjamina	X		X		X			X		X
Araucaria Bidwillii	X		X		X		X			X

BOLETA DE CAMPO

1. Parcela No.: _____

2. Muestra No.: _____

3. Localización: _____

4. Especies: _____

Nativa: _____ Exótica: _____

5. Altura total: _____ D A P: _____

Distancia a infraestructura: _____ Espesor de Corteza: _____

6. Dónde se usa: Arriate Central: _____ Lateral: _____ Parque: _____

7. Diámetro de la Copa: mayor: _____ menor: _____ Altura: _____

8. Daños a infraestructura:

Horizontal (Distancia radial del daño).

Arriate	Bordillo	Asfalto	Mts.
			0.00 - 1.00
			1.00 - 2.00
			2.00 - 3.00

Vertical (Levantamiento del nivel del suelo).

Arriate	Bordillo	Asfalto	Mts.
			0.00 - 0.05
			0.05 - 0.10
			0.10 - 0.20

9. Tipo, forma y compartimiento de las hojas

a) Perenne: _____ Caduca: _____

Epoca de caída: _____

b) Ancha: _____ Angosta: _____

c) Adherecia de smog: si: _____ no: _____

10. Presencia de enfermedad o daños: si: _____ no: _____

Cuál (es): _____

11. Ha tenido intervención el árbol: si: _____ no: _____

Cuál (es): _____

12. Nivel de competencia: si: _____ no: _____

A VECINOS Y TRABAJADORES DE CAMPO

13. Calidad de la sombra: Buena: _____ Mala: _____

14. Es dañino: si: _____ no: _____ Que daño: _____

15. Olor agradable: si: _____ no: _____

16. Refresca el ambiente: si: _____ no: _____

17. Fruto apetecible: si: _____ no: _____ Epoca: _____

a) Para las personas: si: _____ no: _____

b) Para las aves: si: _____ no: _____

18. Presencia de flores: si: _____ no: _____ Epoca: _____ Color: _____

19. Presencia de aves: si: _____ no: _____

20. Resistencia de enfermedades: si: _____ no: _____

21. Tipo de crecimiento: rápido: _____ lento: _____

22. Resistencia a la sequía: si: _____ no: _____

23. Resistencia a vientos: si: _____ no: _____

24. Interrelación con el hombre:

Cuidados recibidos: _____

Daños recibidos: _____

Es apreciada: _____ rechazada: _____

Porqué: _____

Qué problema de manejo tiene:

Vivero: _____

Campo: _____

Dificultad de mantenimiento:

Caída de: ramas (), frutos (), flores (), semilla ().

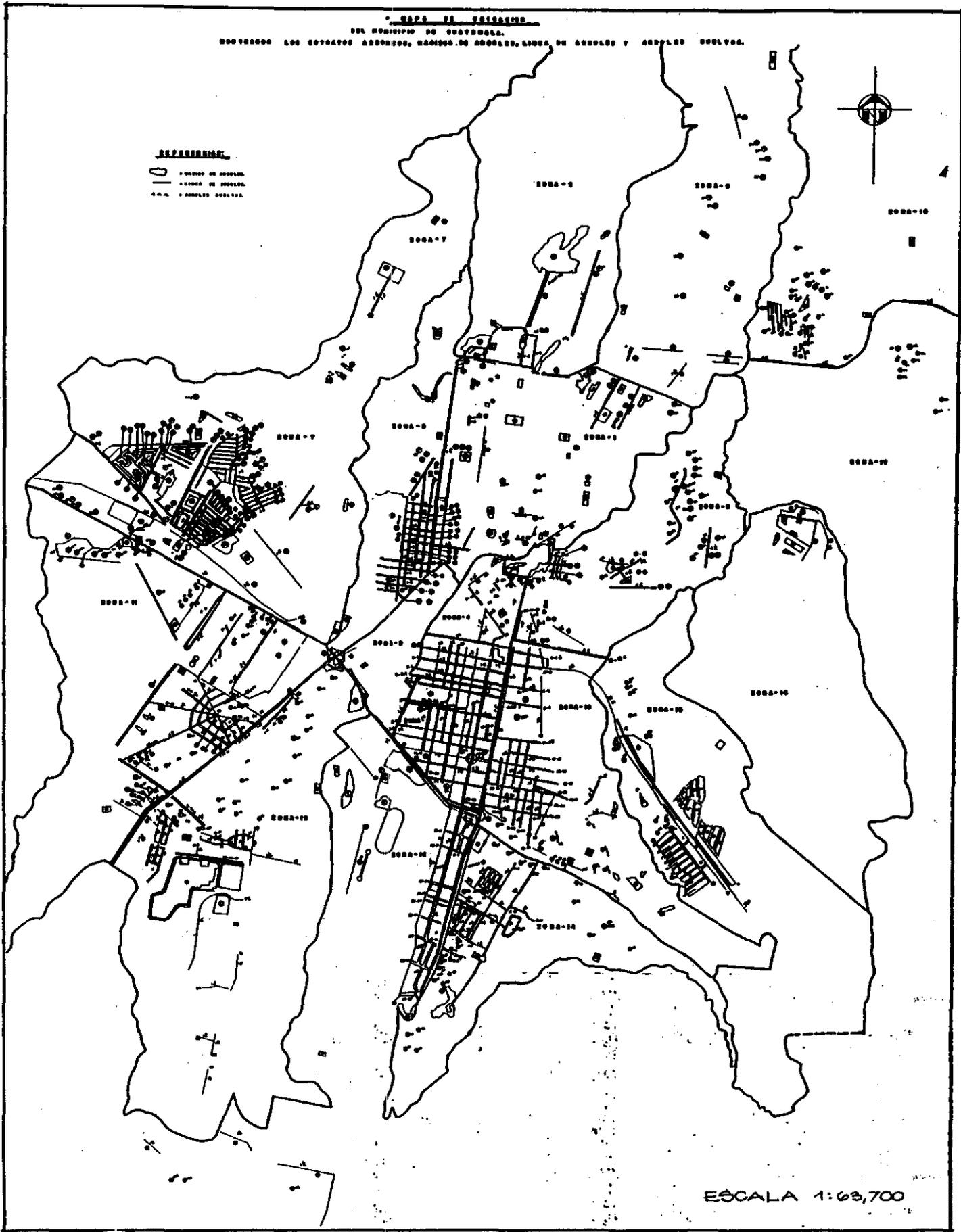
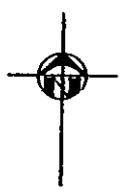
Vecinos: _____

Trabajadores municipales: _____

25. Edad aproximada: _____

MAPA DE ZONAS
DEL MUNICIPIO DE SUZUELA.
MOSTRANDO LOS CONTORNOS ASIGNADOS, NÚMEROS DE ASOLES, LUGAR DE ASOLES Y ÁREAS DE ASOLES.

REFERENCIAS:
□ LUGAR DE ASOLES
— LÍNEA DE ASOLES
... ÁREAS DE ASOLES



ESCALA 1:63,700



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem.023-94

LA TESIS TITULADA: "EFECTO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LAS ESPECIES
 ARBOREAS UTILIZADAS COMO ORNATO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ROBERTO JAVIER MOLINA GOMEZ

CARNET No: 32480

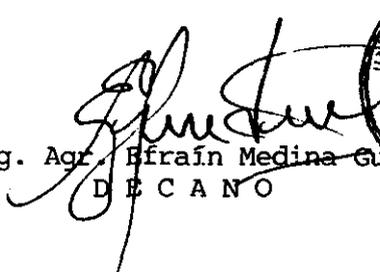
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis Ortíz
 Ing. Agr. Myrna Herrera
 Ing. Agr. Rolando Aguilera
 Lic. David Pinto

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


 Ing. Ftal. José María Saravia Molina
 ASESOR


 DIRECCION
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraín Medina Guzmán
 DECANO



APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

