



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS

“ANÁLISIS DEL ARBOLADO DE ALINEACIÓN Y LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS EN DESARROLLO SUSTENTABLE Y GESTIÓN DE RIESGOS

PRESENTA

LEVI MIRANDA ROMÁN GUILLÉN

DIRECTORA

DRA. CAROLINA ORANTES GARCÍA
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS - UNICACH

CODIRECTOR

DR. CARLOS URIEL DEL CARPIO PENAGOS
FACULTAD DE HUMANIDADES – UNICACH

ASESORAS

DRA. SILVIA SÁNCHEZ CORTÉS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS - UNICACH
DRA. MARÍA LUISA BALLINAS AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍAS - UNICACH

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2017

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología porque gracias a uno de sus posgrados de calidad y el otorgamiento de la beca de investigación, culminé con una nueva etapa en mi vida y de desarrollo profesional.

A los integrantes de mi comité tutorial, a mi directora Dra. Carolina Orantes, mi codirector Dr. Carlos Uriel del Carpio y a mis asesoras las Dras. Silvia Sánchez y María Luisa Ballinas por su guía, apoyo, comentarios, información y revisiones en todas las etapas de mi trabajo de investigación, gracias.

A mis profesores de la maestría ya que con sus comentarios y consejos fortalecieron mis conocimientos en esta etapa profesional.

A todos los tuxtlecos que se tomaron el tiempo para responder las encuestas, gracias.

A mi hermano Bruno Leonardo que fue el primero en acompañarme a recorrer las calles de la ciudad y medir árboles. Emprendimos la aventura juntos, gracias Bruneitor.

A mi hermana Marcela porque la continuó conmigo, gracias a ti también Fernando Álvarez por acompañarnos.

A Alejandro de los Santos por ser mi compañero de recorridos en la ciudad, por tu tiempo y por el aprendizaje mutuo, gracias.

A mi mamá Lulú Guillén, porque desde que inicié esta etapa me apoyó y ofreció su amor, dándome los mejores consejos siempre. Gracias mami.

A mi papá Lubín Román por estar pendiente de mis progresos y logros, por ofrecerme sus consejos y siempre demostrarme su orgullo por mí, gracias.

Finalmente, a los árboles porque gracias a sus infinitas virtudes existe vida, por sorprenderme, maravillarme y proporcionarme espacios de inspiración, admiración y amor.

Este árbol

Este árbol en la acera de mi calle, en medio del cemento crece solitario sin bosque, sin pájaros, sin insectos, sin arroyo; pero verdea siempre en silencio sumiso entre sol o noche, bajo el aire grueso de la urbe y es su vida estar allí transformando polución en frescura con tronco, ramas, hojas, flores como un filtro de luz y un apuesto vigía.

Víctor Manuel Patiño, 1976

Cuando recobremos conciencia de nuestro origen, recordemos que la vida tiene muchas expresiones y cuando dejemos de ver a los árboles como objetos, será necesario replicar los modelos, ciclos y procesos naturales en las ciudades, empecemos a ver, comprender, sentir, valorar y amar a los árboles urbanos como lo que son: seres vivos, comencemos con algo sencillo: eligiendo al árbol correcto en el espacio correcto.

Levi Miranda Román Guillén

Septiembre, 2017

RESUMEN

Esta investigación tuvo como principal objetivo la realización de un análisis de los árboles de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, así mismo conocer la percepción sobre el uso, aprovechamiento y el interés de los habitantes acerca de este recurso. Adicionalmente, se obtuvo un índice de relación entre la cantidad de árboles y habitantes para finalmente, representar gráficamente el estado del arbolado en mapas. Mediante un muestreo aleatorio en las colonias, se determinaron las especies y número de árboles, así como altura, diámetro, cobertura arbórea, daños y afectaciones a la infraestructura. Para la percepción se aplicaron encuestas a los habitantes de la ciudad. Se contabilizó un total de 7,539 árboles, distribuidos en 38 familias, 88 géneros y 114 especies, el 74% de los individuos son introducidos, la mayor parte de los árboles cuentan con condiciones físicas y sanitarias de regulares a buenas, los daños más frecuentes son el levantamiento de banquetas, raíces expuestas y la interferencia con el cableado aéreo. Con relación a la percepción, se identificó que la mayor parte de los habitantes relacionan y definen a los árboles como seres vivos proveedores de la misma (vida), reconocen muchos de beneficios (servicios ambientales) de los cuales son acreedores, pero sigue predominando una visión antropizada de los mismos. Los habitantes utilizan y aprovechan a los árboles con fines ornamentales, medicinales, comestibles y de sombra. En general conocen la importancia de los árboles en el ambiente urbano, pero desconocen las gestiones realizadas por el gobierno en la materia. Finalmente, se identificó que existe una relación de 13 personas por cada árbol, mismo que indica un déficit de 87,323 árboles para que, por lo menos exista un árbol por persona en las colonias muestreadas.

Palabras clave: árboles de alineación, inventario de árboles urbanos, dasonomía urbana, percepción ambiental, sustentabilidad urbana.



ABSTRACT

This research had as main objective the analysis of the trees of alignment of the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, as well as to know the perception about the use and interest of the habitants about this resource. Additionally, an index of relation between the number of trees and habitants was obtained to finally graph the state of the trees in maps. By means of a random sampling on the colonies; the species and number of tree, height, diameter, crown coverage, damages and affectations to the infrastructure were determined. For the perception were applied surveys to the habitants of the city. A total of 7,539 trees distributed in 38 families, 88 genders and 114 species were accounted, 74% of the individuals are introduced, most of the trees have physical and sanitary conditions from regular to good, the most frequent damages are the lifting of sidewalks, exposed roots and interference with aerial wiring. In relation to perception, it was identified that most of the habitants relate and define trees as living beings suppliers of the same (life), recognize many benefits (environmental services) of which they are creditors, but still predominates anthropized view of them. The habitants use and exploit the trees for ornamental, medicinal, edible and shade purposes. In general they are aware of the importance of trees in the urban environment, but are unaware of the efforts made by the government in this area. Finally, it was identified that there is a ratio of 13 people per tree, which indicates a deficit of 87,323 trees so that at least one tree per person exists in the study colonies.

Key words: trees of alignment, urban forest inventory, urban forestry, environmental perception, urban sustainability.



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	5
3.	MARCO TEÓRICO.....	15
3.1	Bases ambientales.....	15
3.2	Árboles y Bosques Urbanos.....	31
3.3	Ciencias que intervienen en el estudio de los árboles urbanos.....	54
3.4	Manejo del Bosque Urbano.....	63
4.	OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	72
5.	METODOLOGÍA.....	73
5.1	Área de estudio.....	73
5.2	Diseño de muestreo.....	76
5.3	Determinación de Variables.....	77
5.4	Relación árbol-población.....	85
5.5	Diseño del mapa verde.....	86
5.6	Percepción.....	87
6.	RESULTADOS.....	91
6.1	Inventario de árboles de alineación.....	91
6.2	Relación árbol-población.....	112
6.3	Mapa verde.....	115
6.4	Percepción.....	121
7.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	139
7.1	Inventario del arbolado de alineación.....	139
7.2	Relación árbol-población.....	151
7.3	Mapa Verde.....	154
7.4	Percepción.....	155
7.5	Análisis integral de los árboles urbanos de Tuxtla Gutiérrez.....	168
8.	CONCLUSIONES.....	179
9.	RECOMENDACIONES.....	182
10.	LITERATURA CITADA.....	189
11.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	198
12.	PRODUCTOS.....	205
13.	ANEXOS.....	207
	Anexo 1. Lista de colonias.....	207
	Anexo 2. Cuadro de ángulos y pendientes.....	208
	Anexo 3. Colonias seleccionadas para aplicar las encuestas.....	209
	Anexo 4. Encuesta de percepción.....	210



Índice de figuras

Figura 1. Estructura del árbol.	34
Figura 2. Daños y obstrucciones del arbolado urbano.	43
Figura 3. Tipo de podas.	51
Figura 4. Ubicación del área de estudio.	73
Figura 5. Ubicación de las colonias muestreadas.	77
Figura 6. Visualización de la medición de la altura de un árbol.	79
Figura 7. Uso correcto de la cinta métrica.	80
Figura 8. Calles de las colonias.	91
Figura 9. Distribución de especies por familias.	95
Figura 10. Distribución de individuos por familias.	96
Figura 11. Distribución de las especies por su origen.	100
Figura 12. Porcentaje de individuos por origen.	101
Figura 13. Ubicación de los árboles.	101
Figura 14. Etapa de desarrollo de los árboles.	102
Figura 15. Condición física de los troncos.	103
Figura 16. Distribución de las condiciones físicas de los troncos.	103
Figura 17. Diferentes condiciones de las copas.	104
Figura 18. Distribución de las condiciones físicas de las copas.	104
Figura 19. Distribución del estado sanitario de los troncos.	105
Figura 20. Estado sanitario de los troncos.	105
Figura 21. Distribución del estado sanitario de las copas.	106
Figura 22. Distribución de la estructura de los árboles.	106
Figura 23. Estructura de los árboles.	107
Figura 24. Distribución del vigor de los árboles.	107
Figura 25. Vigor de los árboles.	108
Figura 26. Mantenimiento requerido por los árboles.	108
Figura 27. Daños y problemas que los árboles generan.	109
Figura 28. Daños a banquetas.	109
Figura 29. Alambres, cuerdas, clavos y anuncios en los árboles.	110
Figura 30. Ejemplares desmochados.	110
Figura 31. Árboles muertos en pie.	110
Figura 32. Ejemplos de alcorques.	111
Figura 33. Fauna observada.	111
Figura 34. Mapa 1. Distribución de especies en la colonia Infonavit Grijalva.	115
Figura 35. Mapa 2. Condición física de los árboles en Infonavit Grijalva.	116
Figura 36. Mapa 3. Estado sanitario de los árboles en la colonia Infonavit Grijalva.	117
Figura 37. Mapa 4. Tipo de mantenimiento requerido por los árboles en Infonavit Grijalva.	118
Figura 38. Mapa 5. Árboles con interferencia en el cableado aéreo.	119
Figura 39. Mapa 6. Árboles con raíces expuestas en Infonavit Grijalva.	120
Figura 40. ¿Cuál es el estado en el que se encuentran los árboles de la ciudad?	127
Figura 41. ¿Cuál es el estado en el que se encuentran los árboles en su colonia?	128
Figura 42. ¿Cree que en la ciudad hay muchos o pocos árboles?	128
Figura 43. ¿Quién decidió plantar los árboles de su calle?	131
Figura 44. ¿Hay algún problema o no hay algún problema que los árboles le causen?	133
Figura 45. ¿Cómo está dispuesto a participar en programas de conservación de árboles urbanos?	136
Figura 46. ¿Quiénes son los responsables del manejo de los árboles urbanos?	137
Figura 47. Formas artificiales de las copas de la especie <i>Ficus benjamina</i>	143
Figura 48. Mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez periodo 1984-2016.	176



Índice de Cuadros

Cuadro 1. Servicios ambientales de los árboles y bosques urbanos.....	38
Cuadro 2. Beneficios de los árboles urbanos.....	39
Cuadro 3. Comparación entre arboricultura y silvicultura urbana.....	58
Cuadro 4. Características sociodemográficas de la población de Tuxtla Gutiérrez.	74
Cuadro 5. Listado de colonias con número de árboles y especies identificadas.....	92
Cuadro 6. Número de familias, géneros y especies.....	93
Cuadro 7. Listado de especies arbóreas de las calles de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.....	97
Cuadro 8. Datos dasométricos del arbolado de alineación.....	102
Cuadro 9. Relación árbol-población.....	112
Cuadro 10 Estadísticos Relación árbol-población.....	113
Cuadro 11. Número total de participantes en la encuesta.....	121
Cuadro 12. Porcentaje total de participantes en la encuesta.....	121
Cuadro 13. Cosas en las que piensan las personas al escuchar la palabra árbol.....	123
Cuadro 14. Árboles mencionados por los habitantes y que se encuentran en su colonia.....	124
Cuadro 15. Árboles mencionados por los habitantes y que se encuentran en su calle.....	125
Cuadro 16. Uso y aprovechamiento de los árboles.....	125
Cuadro 17. ¿Qué árboles sembraría y por qué?.....	130
Cuadro 18. Árboles que los habitantes prefieren.....	132
Cuadro 19. Árboles que los habitantes no prefieren.....	133
Cuadro 20. Beneficios que los árboles proporcionan a las colonias.....	134



1. INTRODUCCIÓN

La demanda de espacios y servicios a consecuencia de la urbanización generan problemas ambientales percibidos a escala doméstica y mundial (Kuchelmeister, 2000). En este sentido, se considera pertinente el análisis de los árboles urbanos de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, como un elemento de suma importancia en la atenuación de dichos problemas. En la actualidad se reconoce la importancia que tiene la naturaleza, sin embargo, sigue predominando un distanciamiento entre lo natural y lo urbano, es decir, la naturaleza se percibe como algo fuera o alejado de la urbe y de lo cotidiano (Rivas, 2005).

La vegetación urbana y específicamente los árboles, ofrecen numerosos beneficios que pueden mejorar la calidad del ambiente, la salud humana y en general las áreas urbanas. Dichos beneficios incluyen mejoras en la calidad del aire y del agua, la conservación de energía de los edificios, temperaturas más frescas, reducciones en la radiación ultravioleta (Nowak, Crane y Stevens, 2006), también reducen las escorrentías de aguas pluviales, almacenan carbono, proporcionan sombra, disminuyen el efecto de isla de calor, aumentan la biodiversidad para el suministro de alimentos, funcionan como hábitat y forman parte de la conectividad del paisaje para la fauna urbana (Mullaney, Lucke, y Trueman, 2014).

De acuerdo con Kuo y Sullivan (2001); Tarran (2009) y Van Dillen, De Vries, Groenewegen y Spreeuwenberg, (2012), las áreas urbanas que cuentan con una gran abundancia de árboles en las calles son espacios donde se promueve el contacto entre los residentes de las comunidades, se fomentan las actividades físicas, se reduce el estrés, se estimula la cohesión social, se reducen el crimen y aumenta la seguridad pública (Mullaney *et al.*, 2014).

Para optimizar los beneficios de los árboles urbanos, es necesaria la evaluación de información sobre los costos asociados con el manejo de la vegetación. Para cuantificar las numerosas funciones de los árboles urbanos, es decir, los servicios ecosistémicos, son necesarios datos estructurales, por ejemplo, el número de árboles, la composición de las especies arbóreas, su tamaño, salud, ubicación, biomasa, entre otros. Los datos anteriores son indispensables para una planificación adecuada y garantizar, mantener y/o mejorar la calidad del ambiente, la salud humana y el bienestar de las ciudades (Nowak *et al.*, 2006).

De acuerdo con Benedetti y Campo de Ferreras (2007), los estudios de arbolado urbano cuentan con un valor científico debido a que la vegetación es la representación más evidente del ecosistema y en particular del ecosistema urbano. En las ciudades la plantación de árboles obedece a diversas finalidades, entre ellas delimitar zonas, proporcionar aislamiento o crear barreras visuales, proteger del viento, del sol o del ruido, embellecer o dar sombra en espacios de recreo y esparcimiento, como parques y plazas, aportando un valor estético y paisajístico de gran interés dentro de un entorno tan antropizado (Moll y Gangloff, 1987).

En las ciudades, incluida Tuxtla Gutiérrez, los árboles se enfrentan a condiciones de estrés que obedecen regularmente a la acción del hombre, misma que provoca que su condición física sea propensa a dañarse, disminuyendo su esperanza y calidad de vida (Benavides, 1989; Rivas, 2005).

De acuerdo con Rivas (1998), las causas de la problemática actual del arbolado urbano son determinadas por la ausencia de políticas de manejo coherentes y modernas, una nula o deficiente planificación y previsión de beneficios deseados lo que se expresa en la carencia de una correcta selección de especies, la plantación inapropiada, el insuficiente espacio disponible para su desarrollo tanto en la copa como en la raíz, la falta de mantenimiento,

esencialmente las podas realizadas sin previo conocimiento de criterios biológicos y, muchas veces estéticos, el inapropiado ensamble de especies; la falta de inventarios para conocer y registrar la composición, tamaño, localización y condición de los árboles y la inadecuada e incluso inexistente regulación y normatividad uniforme en cuanto a la administración del recurso.

Todo lo anterior trae consigo por consecuencia árboles débiles y/o enfermos, árboles mal anclados al terreno que caen en cuanto se producen vientos fuertes, árboles podados drásticamente porque sus ramas estorban a los edificios y viviendas colindantes, raíces que invaden conducciones de agua, levantan pavimentos o agrietan muros, problemas que podrían ser en su mayor parte perfectamente previstos y subsanados con una adecuada planificación (Moll y Gangloff, 1987).

Actualmente, en muchas ciudades se están elaborando planes de manejo con una visión integradora, es decir, incluye tanto los aspectos sociales, estéticos y ambientales, con énfasis en los económicos ya que la existencia de árboles y espacios verdes reducen el consumo de energía, regulan la calidad del agua y del aire, por lo que las finanzas de los municipios tienen un ahorro sustancial (Benedetti y Campo de Ferreras, 2007).

En este trabajo se propone el estudio de los árboles urbanos considerando las características del territorio en cuestión y de la cultura propia de la sociedad que la habita. Los principales aportes son: primero, la caracterización de los árboles urbanos que sentará el primer antecedente en la ciudad, conocer la composición y arreglo entre las especies nativas y las exóticas, mismas que darán la pauta para establecer criterios para la adecuada selección de las especies potencialmente útiles para diversos fines dentro de la dinámica urbana, lo cual, a su vez, permite detectar y priorizar los problemas que necesitan ser atendidos, por ejemplo, su

estado sanitario, así como también identificar los beneficios recibidos de esta particular estructura arbórea urbana.

Segundo, contar con una relación proporcional de árboles por habitantes, que indique cuántos árboles existen por persona, tercero, con la información anterior diseñar un modelo base o ideal de mapa verde de una colonia, que represente gráficamente, de forma sencilla y directa las condiciones físicas, sanitarias, composición florística y de mantenimiento necesarias y finalmente, presentar las percepciones que los tuxtlecos tienen con relación al conocimiento, uso, aprovechamiento, manejo e interés en la conservación de los árboles urbanos, ya que de esta manera se pretenden establecer algunos lineamientos básicos que procuren un equilibrio apropiado entre el desarrollo urbano y la conservación de la naturaleza en la ciudad.

2. ANTECEDENTES

En este apartado se presentan algunos de los trabajos más representativos relacionados con el inventariado, diagnóstico y caracterización de árboles urbanos, así mismo, otros con relación a las preferencias y percepciones de los ciudadanos hacia los árboles.

De acuerdo con Benavides, (1989), los primeros estudios especializados en árboles urbanos surgen entre las décadas de 1970 y 1980. Comenzando por los estudios internacionales se encuentra el realizado por Wray y Mize (1985), que durante el año de 1978 inventariaron el arbolado de alineación de las calles, con seguimientos anuales en la ciudad de Iowa en Estados Unidos de América, donde se demostraron las condiciones generales de los árboles y recomendaciones de manejo, tomando 39,000 árboles al azar. Las especies que seleccionaron para las nuevas plantaciones, con base en el mínimo de necesidades de mantenimiento fueron: *Morus sp*, *Thuja sp*, *Fraxinus americana*, *Acer platanoides* y *Celtis occidentalis*.

En Génova Italia, Beer (1985) desarrolló un inventario dasonómico de 40,000 árboles, donde estudió parámetros como el estado estético del ejemplar, así como su esperanza de vida. Estimó que el bosque tendría una proporción del 45% para los años 1990 a 2010, el 40% entre 2010 a 2040 y el 15% después del 2040. Se concluyó enfatizando en la necesidad de realizar el cambio periódico de los ejemplares, así como su costo financiero.

Avanzando en el tiempo se encuentra el trabajo de McPherson *et al.* (1994) quienes realizaron entre los años 1991 a 1994 el Proyecto Climático del Bosque Urbano de Chicago, que tuvo como objetivo conocer cómo la vegetación dentro de las ciudades se relaciona en el entorno humano, se contabilizaron un aproximado de 50.8 millones de árboles en toda la superficie de los condados de Cook y DuPage, encontraron que el 66% del total estaban en

buenas y excelentes condiciones. Estimaron que durante 1991, los árboles de Chicago removieron un total de 6,145 toneladas de contaminantes, secuestraron un aproximado de 155,000 toneladas de carbono por año y redujeron los costos energéticos de las residencias, además este estudio sirvió como base en el fortalecimiento de las políticas y programas de manejo de los árboles urbanos en Chicago.

Así mismo, McPherson (1998) realizó en el condado de Sacramento, California en Estados Unidos de América, un estudio que tuvo como objetivo describir la estructura del bosque urbano y evaluar su sustentabilidad a largo plazo, contabilizó un aproximado de 6 millones de árboles. Concluyó indicando que el bosque urbano de Sacramento es relativamente sustentable, el 70% de los árboles contó con buenas y excelentes condiciones, la población se distribuye adecuadamente por edades y por especies, además las especies más abundantes se encontraban bien adaptadas a las condiciones locales. Finalmente indica que existen algunos factores que podrían provocar cambios durante los próximos cincuenta años y que las especies con mayor capacidad para adaptarse a esas condiciones deben ser evaluadas y planificadas en un futuro, para seguir manteniendo todos los beneficios de los árboles urbanos.

En el 2015 se realizó un estudio de arbolado viario en el municipio de Boadilla del Monte en España, que tuvo como objetivo la obtención de parámetros técnicos relacionados con la adaptación a la ciudad, resistencia a condiciones sanitarias y estructurales para conocer su estado actual y mejorar la gestión del arbolado del municipio. Se inventarió un total de 25,425 árboles, pertenecientes a 31 familias y 74 especies. El 90.54% (23,020) corresponde al arbolado de alineación y el 9.45% (2,405) a parques. Las familias Pinaceae y Platanaceae sumaron el 60% de los ejemplares. Las especies *Platanus x hispánica* (plátano de sombra) y *Pinus pinea* (pino piñonero) constituyeron el 50% del total de los individuos, se identificaron

105 ejemplares muertos, así mismo, el 95.8% de los árboles presentaron buen estado fitosanitario, seguido de regular con 2.7% y un estado malo con el 0.2%. El 19.5% de los individuos evidenciaron algún tipo de daño en raíces, ramas o troncos. Concluyeron con recomendaciones específicas para nuevas plantaciones, tipo de poda, mantenimiento, alcorques y riego (Consultoría e Ingeniería Ambiental MELISSA, S.L., 2015)

McPherson, Van Doorn y De Goede (2016), realizaron una compilación de inventarios en 50 ciudades de California, Estados Unidos de América con 929,823 datos de árboles en las calles. Obtuvieron que la densidad de árboles en las calles se redujo de 65.6 a 46.6 árboles por kilómetro, es decir, un 30%. A nivel estatal el único árbol que comprende más del 10% del total sugerido como una especie buena y diversa es el Plátano (*Platanus hispanica*). Sin embargo, en proporción, 39 de las comunidades son dependientes de una sola especie. En general los árboles en las calles remueven 567,768 toneladas de CO₂ anualmente, equivalente a las emisiones de 120,000 automóviles y encontraron que algunas de las implicaciones en el manejo incluye la plantación de 16 millones de árboles en espacios libres y/o remplazo, así mismo es necesario invertir en la poda de formación estructural de la población de árboles jóvenes ya que así se reducirán los costos subsecuentes cuando estos árboles maduren.

Otro estudio es el realizado por Gerstenberg y Hofmann (2016), que analizaron las percepciones y preferencias de los ciudadanos alemanes por los árboles y cómo éstos contribuyen en su salud psicosocial mediante imágenes, descripciones de árboles y un análisis de escala multidimensional, identificaron que los habitantes prefieren árboles de talla grande, con copas de igual dimensión y caducos, mencionan que resulta importante considerar las preferencias de los ciudadanos ya que se estimula la satisfacción de los habitantes y genera

bienestar, además de involucrar algunos factores climáticos y de urbanización para incrementar dicha satisfacción.

En lo que respecta a América Latina, se encuentra el trabajo de Martínez (2005), que tuvo como objetivo el diagnóstico del arbolado urbano en las vías de acceso a la comuna de Maipú en Chile tomando en cuenta las preferencias de los habitantes, registró un total de 8,598 árboles donde las especies más frecuentes fueron *Robinia pseudoacacia* (16.6%), *Schinus molle* (9%) y *Platanus x acerifolia* (7.5%), el promedio de altura se encontró entre los 4 y 8 metros, del total de árboles el 46.5% presentaron condición regular y un 31.8% mal estado; las principales tareas de mantenimiento son el control de insectos y/o enfermedades en el 90.6% de los árboles, la poda de levantamiento en el 80.2%, la reparación de heridas en el 76.8% y poda de limpieza en el 60%. En cuanto las preferencias de los habitantes se evidenciaron que son necesarios los trabajos comunitarios de sensibilización, educación y capacitación para manejar los árboles.

Existe otro estudio realizado en Chile por Torres (2006), mismo que resulta innovador ya que indaga en el análisis de la percepción que los habitantes de la comuna de Reina tienen acerca del manejo y estado del arbolado urbano, mediante la aplicación de encuestas obtuvo que la gente quiere que el arbolado de su barrio sea bello, proporcione sombra, sea fácil de mantener, que no genere grandes cantidades de hojas o tenga frutas y que debe ser mantenido por el municipio.

Durante el año 2010 se realizó un inventario forestal urbano en los 390 barrios de San José Costa Rica, se contabilizaron todos los individuos ubicados en banquetas y espacios verdes, consideraron árboles, arbustos, palmas y otro tipo de plantas. Se censaron 47,901 individuos de 485 especies distribuidas en 101 familias, el 58% de los ejemplares son exóticos

y 42% nativas. Se identificaron 22,682 ejemplares de árboles, 13,961 de arbustos, 9,002 palmas y 1,467 hierbas o plantas menores. Las lesiones mecánicas en los troncos son la principal causa de las condiciones sanitarias negativas, finalmente el 18% de los individuos producen daños e interferencias a los postes de luz, cableado eléctrico, banquetas, rótulos, basureros y muros de las casas (Sánchez y Artavia, 2013).

Mario (2013), evaluó la sustentabilidad del arbolado urbano viario de la ciudad de Buenos Aires en Argentina, mediante el diseño de indicadores de los que se pueden mencionar biodiversidad, cobertura, composición etaria, estado sanitario, adaptabilidad al medio, pertinencia, criticidad y factor de ocupación. Con la interpretación de los indicadores, concluyó con que el arbolado viario cuenta con algunos aspectos de sustentabilidad, sin embargo, éstos podrían verse mejorados si las políticas urbanas se hubieran llevado a cabo con eficiencia, indica además que los trabajos de mantenimiento son tardados y que existe una relación directa del estado sanitario de los árboles con la adaptabilidad al medio que estos presentan, así como que la pertinencia de los mismos debe considerarse al disponer de nuevos espacios de ocupación.

Durante el 2014 Castillo y Pastrana realizaron un diagnóstico del arbolado viario de El Vedado en la Habana, Cuba; identificaron la especie, tipo de planta (árbol, arbusto, palma), altura, diámetro del tronco y copa, estado fitosanitario y la existencia de conflictos con el espacio urbano. Contabilizaron un total de 7,662 ejemplares arbóreos, de los cuales 6,010 son árboles, 1,652 palmas y 440 arbustos. De los árboles se identificaron 33 especies, de los cuales *Ficus sp.*, *Calophyllum antillanum* y *Terminalia cattapa* suman en conjunto el 42% del total. El 34% del arbolado presentó problemas serios de salud, las principales afectaciones se presentaron en las copas.

En el contexto nacional, se cuentan con las referencias de Jiménez (1988), quien realizó un diagnóstico ecológico de las áreas verdes de la Delegación Cuauhtémoc de la Ciudad de México, reportando a las especies arbóreas más frecuentes a *Fraxinus uhdei*, *Ligustrum lucidum* y *Ulmus parvifolia* y como las especies con mejor estado fitosanitario a *Bambusa arundinaria*, *Cupressus lindleyi*, *Eucalyptus sp.* y *Jacaranda mimosifolia*.

Benavides y Villalón (1992), con algunos aspectos del arbolado de alineación de la delegación Venustiano Carranza, D.F. donde se realizó un inventario del arbolado considerando variables como: la localización del ejemplar, espacios disponibles para plantación, especie, diámetro del tronco, altura, etapa de desarrollo, tipos de poda, ubicación y daños a banquetas; dentro de las conclusiones se encuentran que el arbolado de alineación se componía en ese momento de 68 especies diferentes, 46 de árboles y 26 de arbustos, agrupados en 38 familias botánicas y la mayoría eran introducidas.

En la zona industrial de la ciudad de Guadalajara Chagollan (1994), realizó un análisis dasonómico del arbolado urbano, censó un total de 24 calles equivalentes a 54 manzanas, registró 3,393 individuos comprendidos en 34 especies de 30 géneros, agrupados en 19 familias. Los más abundantes fueron la Naranja agria (*Citrus aurantium*), Ficus (*Ficus benjamina*), Fresno (*Fraxinus udhei*) y Trueno (*Ligustrum lucidum*). Identificó que la mayoría de los árboles y arbustos eran susceptibles y propensos por la contaminación, siendo uno de los factores que estaban provocando la alteración de su ciclo fenológico y en algunos casos su muerte.

En el 2001, Zamudio presenta su estudio comparativo del arbolado de Linares en Nuevo León durante los periodos de 1995 y 1999, inventariando un total de 525 individuos de 39 especies en 1995 y total de 922 individuos de 49 especies para 1999 en donde las especies

dominantes fueron *Ficus benjamina*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus udhei*, *Ligustrum japonicum* y *Sapium sebiferum*, indica además que la cantidad de individuos se duplicó, pero que la diversidad por el contrario se mantuvo prevaleciendo el fenómeno que denomina ficusmania ya que es la especie con mayor presencia en la ciudad.

Otro estudio relacionado el presentado por Reyes (2010), que tiene el fin de conocer la diversidad, origen, densidad, parámetros dasométricos y ecológicos de los árboles en Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León en el municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Dentro de sus principales resultados están la evaluación de un total de 3,608 árboles con proyección de copa promedio de 43.93 m², altura promedio 6.73 m, diámetro promedio de 30 cm, en cuanto a la diversidad arbórea, se determinaron 37 familias, 65 géneros y 81 especies. Las especies con mayor presencia fueron *Fraxinus berlandieriana* y *Ligustrum lucidum*, en cuanto al número de especies encontradas el 33.3% son de origen nativa y el 66.7 son introducidas. Se encontró que el estado de salud de los árboles en general es bueno, para la calidad de la poda, se consideró que el 41.13% es realizada de manera inadecuada.

En el mismo año Vélez, realizó un estudio de árboles en camellón y banqueta de una de las principales avenidas de la ciudad de León, Guanajuato, con el fin de caracterizarlos y hacer propuestas de manejo. Inventarió un total de 114 individuos, de los cuales 35 se ubicaban en banqueta y 79 en camellón. Identificó 11 diferentes especies arbóreas, la especie con mayor abundancia fue la de Pirul mexicano (*Schinus molle*) con 56 ejemplares, seguido de Benjamina (*Ficus benjamina*) con 18 y Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) con 8. El 63% del total de los árboles presentaban buena condición física, las principales afectaciones que los individuos mostraban eran heridas en el fuste, mutilaciones por vandalismo evidentes en

cortes del ápice de crecimiento, falta de mantenimiento y seguimiento a ejemplares con tutores.

La estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec llevada a cabo por Benavides y Fernández en el 2012, constituyen otro de los trabajos relacionados, en él se determinaron las características dendrométricas y dasométricas del arbolado, determinaron que existe una densidad promedio de árboles de 295/ha, un valor promedio de cobertura de copa por árbol de 27.19 m² y que la cubierta del dosel excede 80% de la superficie, así mismo que el valor promedio de área basal por árbol fue de 0.10 m² y los fustes ocupan 0.32% de dicha superficie.

En el contexto local existen referencias que si bien no tiene relación directa con el manejo de árboles urbanos o el inventario forestal urbano, son precedentes concretos de la diversidad arbórea en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Para comenzar se encuentra Isidro (1997), quien realizó un estudio etnobotánico en Copoya, El Jobo y San José Terán (comunidades zoques del municipio de Tuxtla Gutiérrez), que tuvo como fin identificar el uso tradicional de las plantas en dichas comunidad, con apoyo de entrevistas, colectas, observaciones e investigación bibliográfica identificó 357 especies de plantas útiles, de las cuales 132 corresponden a especies arbóreas. Concluye su estudio manifestando que el uso y conocimiento tradicional de las plantas es distintivo, pero éste se está perdiendo, debido a que la transmisión verbal ha cambiado en los últimos años, así mismo se han remplazado diversos recursos florísticos por materiales sintéticos.

Otro estudio con relación al arbolado urbano es el libro *Los diversos y floridos árboles de los parques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas* de Gispert *et al.*, (2002) donde se presenta la descripción botánica de 98 especies arbóreas, arbustivas y palmas en nueve de los parques más

importantes de la ciudad, encontraron también que la proporción de árboles nativos de México y América es del 74.77% y el restante, es decir, el 25.23% son exóticos. Un aspecto distintivo de este trabajo es la inclusión de algunos aspectos culturales como poemas, versos, refranes, entre otros, que hacen alusión al reconocimiento que los tuxtlecos y los zoques tienen sobre los árboles.

En lo que respecta a la normativa, el municipio de Tuxtla Gutiérrez cuenta con un reglamento de protección ambiental y aseo urbano que tiene como parte de sus objetivos regular la poda, desrame y derribo de árboles ubicados en las zonas urbanas del municipio, en él se define a la poda como la eliminación o corte del follaje a partir de las ramas terciarias hacia fuera, con el fin de mejorar la forma o saneamiento del mismo; al desrame como la eliminación o corte del follaje a partir de las ramas secundarias y terciarias hacia fuera, con el fin de mejorar la forma y saneamiento del mismo; y al derribo como la tala o eliminación total del árbol.

Se indica que es obligación de los propietarios o poseedores de inmuebles, conservar y mantener en buen estado los árboles ubicados en aceras y banquetas colindantes con dicho predio, que no se requiere de permiso para podarlos y que es su responsabilidad evitar que estos causen molestias con sus ramas y frutos, afectando techos, ventanas, bardas, tanques de almacenamiento de agua, desagüe pluvial y sanitarios (H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, 2005).

Así mismo, la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN, 2012), publicó un catálogo de flora nativa de Tuxtla Gutiérrez, con el objetivo de divulgar parte de la riqueza vegetal nativa del municipio, en él se muestra un total de 50 plantas distribuidas en 26 familias y 46 géneros. El catálogo está dividido en tres bloques, el primero de herbáceas, el

segundo de arbustos y el tercero de árboles, en donde se describen sus características de forma, permanencia, fisiológicas, usos y aplicaciones, estado de conservación, dentro de los más relevantes.

Por otra parte se encuentra el estudio realizado por Sánchez (2014), que tuvo como propósito determinar la estructura y composición florística de la subcuenca del Río El Sabinal (Tuxtla Gutiérrez se encuentra asentada en esta cuenca), mediante colectas en campo registró un total de 144 familias, 648 géneros y 1327 especies, de las cuales 290 son árboles.

Finalmente, Román (2014) presenta su trabajo de servicios ambientales en dos áreas verdes de Tuxtla Gutiérrez (Centro Ecológico Recreativo el Zapotal y los parques Centro Recreativo Deportivo Caña Hueca y Parque Recreativo Don Salomón González Blanco), donde caracteriza los ecosistemas relacionando la complejidad del entorno y la oferta de servicios ambientales en cada sitio, sus resultados demuestran que el nivel de integración ambiental es proporcional a la diversidad de servicios ambientales, contabilizó un total de 750 árboles distribuidos en 68 especies de las cuales 6 son exóticas, con un diámetro promedio de 0.26 m y una altura promedio de 8.1 m.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Bases ambientales

Para comenzar con la contextualización teórica de esta investigación, se considera pertinente presentar una de las constantes históricas fundamentales que resume parte de la realidad actual y que inicia la reflexión.

“La especie humana actúa sobre la naturaleza en función de sus necesidades virtualmente ilimitadas; la domina y explota, la transforma, depreda y eventualmente destruye. En el mismo proceso, la especie humana se hace a sí misma, se transforma, desarrolla capacidades y fuerzas productivas. Todo ello se da en el interior de redes de relaciones entre individuos y entre grupos. La especie humana ejerce un control creciente sobre su entorno, crea o domestica fuerzas de toda índole; se convierte en el agente decisivo de la evolución de la biósfera y en el principal predador del planeta al que degrada hasta amenazar su propia supervivencia” (Kaplan, 1998, p.7).

Plasmado lo anterior, resulta necesario comenzar con los conceptos básicos que den pauta al entendimiento integral de esta investigación, iniciando con los relacionados al ambiente.

3.1.1 Ambiente, Biodiversidad y Ecosistema

En la Real Academia Española (2016) el término ambiente es definido como el “compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre”

En la legislación mexicana se establece en el artículo 3º, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 2015, que el ambiente es “el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y

desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.”

Así mismo, de acuerdo con Sánchez y Guiza (1989), el ambiente es todo aquello que rodea al ser humano y está conformado por elementos naturales físicos y biológicos, elementos artificiales, elementos sociales y las interacciones entre todos los elementos.

De las definiciones anteriores, es importante resaltar que el ambiente no representa únicamente el espacio en donde se desarrolla la vida ya que involucra además, el lugar donde ocurren dinámicas propias del ser humano, así como los elementos que lo rodean por ejemplo el suelo, la atmósfera, el agua, por mencionar algunos.

La biodiversidad o diversidad biológica hace referencia básicamente a la variedad de la vida, este concepto es tan amplio que abarca a la diversidad de especies de todas las formas de vida existentes en un sitio, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. Se incluyen además los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (CONABIO, 2009b).

En todos los niveles de la biodiversidad se pueden reconocer tres atributos, el primero es la composición que hace referencia a la identidad y variedad de los elementos, es decir, qué especies están presentes y cuántas hay; el segundo es la estructura que es la organización física o el patrón del sistema, en donde se incluyen la abundancia relativa de las especies y de los ecosistemas, grado de conectividad, entre otros. El tercero es la función que son los procesos ecológicos y evolutivos por ejemplo la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, por mencionar algunos (CONABIO, 2009b).

Por su parte, el ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico, a través de procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Todas las especies del ecosistema dependen unas de otras, dichas relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema (CONABIO, 2009c)

El término ecosistema y su significado han evolucionado desde su origen, ya que se ha aplicado a unidades de diversas escalas espaciales. Así mismo se conocen como ecotonos a las zonas de transición entre ecosistemas (CONABIO, 2009c).

3.1.2 Especie

Una especie es el grupo de organismos que pueden reproducirse y producir descendencia fértil (CONABIO, 2009d). Obedeciendo a su historia y a sus capacidades de dispersión las especies consiguen dominar grandes regiones o estar restringidas a pequeños territorios, aunado a estas condiciones naturales, las actividades antropogénicas, son en la actualidad los principales agentes que modifican las áreas de distribución de las especies, devastando o constituyendo hábitats, estableciendo barreras y corredores así como transportando accidental o voluntariamente a las especies a nuevos lugares (CONABIO, 2009a).

Por lo manifestado en el párrafo anterior, se cree necesaria y útil la conceptualización de términos que permitan identificar la distribución de las especies, que de acuerdo con la CONABIO (2009a) son:

- Especie nativa. Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. Forma

parte de las comunidades bióticas naturales del área, tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies con las que han compartido su historia y están bien adaptadas a las condiciones locales. También son conocidas como especies autóctonas.

- Especie endémica. Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.
- Especie exótica. Especie introducida fuera de su área de distribución original. No tienen relaciones evolutivas con las especies con las que se encuentran en su nuevo territorio y pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas. Son conocidas como especies alóctonas o introducidas.
- Especie invasora. Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.

3.1.3 Ecosistemas urbanos

Considerar a la ciudad como un sistema vivo no es una idea de reciente creación, de acuerdo con Higuera (2009), han sido cuantiosos los autores que han abordado el tema, desde Geddes en 1904, Mumford en 1938 y Piccinato en 1988, sin embargo el análisis de la importancia del ecosistema ciudad fue reconocido internacionalmente hasta 1973 dentro del programa Man and Biosphere de la UNESCO.

Siguiendo la idea de la misma autora, un ecosistema cualquiera en el planeta, se puede entender por los flujos de materia y energía que suceden en él. La materia transita entre los seres vivos y el medio formando un ciclo cerrado renovándose constantemente, por el contrario la energía, atendiendo el segundo principio de la termodinámica, se forma en un flujo que se degrada continuamente. Los seres vivos necesitan degradar energía y materiales para mantenerse vivos y la única forma de regenerar dicha energía entrópica en los sistemas abiertos terrestres es la utilización de la energía solar, que es fijada a través de la fotosíntesis y es utilizada por otros seres vivos en la cadena alimenticia.

La ciudad surge como un medio urbanizado formada por seres vivos, con sus interacciones y relaciones, donde el ser humano es parte principal de la misma. Aparece una actividad interna urbana con funcionamientos a base de intercambios de materia, energía e información. Por lo anterior, la ciudad puede compararse con un ecosistema siendo el ser humano y sus sociedades subsistemas del mismo. A pesar de ello, en la ciudad se incumplen dos de los requerimientos definitivos en la definición de un ecosistema natural, en primer lugar, no posee un metabolismo de ciclo cerrado y en segundo no tiene una fuente de energía inagotable que garantice eternamente su funcionamiento (Higuera, 2009).

En otras palabras, las ciudades son ecosistemas, sistemas abiertos y dinámicos que consumen, transforman y liberan materia y energía; se desarrollan y se adaptan; están determinados por los humanos e interactúan con otros ecosistemas (Barrios, 2009). Dado lo anterior, hay que considerar que son ecosistemas significativamente artificiales y que se sustentan en la explotación de los servicios que otros ecosistemas les aportan así mismo demandan la absorción de lo que su metabolismo excreta a los ecosistemas cercanos por

ejemplo contaminantes, residuos, aguas negras, entre otros (Amaya, 2005; Barrientos y Monge-Nájera, 2011; Barrios, 2009).

Las ciudades constituyen estructuras complejas, sin comparación con otra existente y sus interconexiones se extienden por todo el planeta interviniendo en territorios lejanos debido al avance de la tecnología y a las nuevas redes de transporte. La principal característica del ecosistema urbano se encuentra en los grandes recorridos horizontales de los recursos de agua, alimentos, electricidad, personas, equipos y combustibles que genera, capaces de explotar otros ecosistemas distantes y generar importantes desequilibrios territoriales, al mismo tiempo se caracteriza también por trasladar sus desechos a zonas circundantes; por lo tanto su metabolismo es lineal y doble, tanto para provisiones como para residuos o excedentes (Barrientos y Monge-Nájera, 2011; Higuera, 2009).

En este contexto, Higuera (2009), indica que en el ecosistema urbano existen cuatro principales ciclos:

- a) Ciclo atmosférico, que tiene como principal objetivo disminuir la contaminación atmosférica y reducir el efecto de isla de calor.
- b) Ciclo hidrológico, que tiene como objetivo reducir escorrentías superficiales, captación de aguas de lluvia y reducción del consumo de agua potable.
- c) Ciclo de la materia orgánica y residuos cuyo objetivo es el manejo integral de los residuos desde su generación hasta su disposición final.
- d) Ciclo energético donde el objetivo es la utilización de energías renovables y no contaminantes para las actividades urbanas.

En suma, de lo mencionado en los párrafos anteriores y considerando a la ciudad como un ecosistema, desde el enfoque metabólico, se puede afirmar que existen dependencias en su

mayoría totales del resto de ecosistemas no urbanos como proveedores de servicios de aprovisionamiento, soporte, regulación y culturales (Barrios, 2009).

Como breve conclusión de este apartado, vale la pena mencionar que la percepción de las ciudades como lugares alejados y ajenos a la naturaleza es incorrecta así como también que son carentes de biodiversidad, las ciudades son ecosistemas con componentes abióticos como la lluvia y el sol y con componentes bióticos que incluyen organismos de los cinco reinos biológicos, interconectados por un flujo de energía y materia. La diferencia radica en que en las ciudades son los humanos los seres dominantes y por consiguiente, voluntaria o involuntariamente, modifican los flujos de energía, los ciclos biogeoquímicos y determinan las especies que cohabitarán en este hábitat llamado ciudad (Barrientos y Monge-Nájera, 2011).

3.1.4 Conservación de la naturaleza urbana

Las ciudades se forman teniendo como base a la naturaleza, los espacios agrarios o naturales en su entorno, no como un continuum, sino en saltos, fragmentos, infraestructuras, servicios, industrias, formando el paisaje en una matriz urbana, en donde también se van subsistiendo entremezclados fragmentos verdes (parques formales o espacios sin construir, más o menos naturales al interior de las urbes o en la periferia (Vélez, 2007). De acuerdo con Livington, Shaw y Harris (2003), el interés por la protección de la biodiversidad en parques, jardines y lotes públicos y privados, considerados ya en su conjunto como espacio abierto urbano al que ya se le demandan funciones ecológicas, además de las estéticas y sociales ha incrementado.

En la actualidad en las grandes ciudades o metrópolis del mundo no sólo se habla de bosques urbanos, parques ecológicos, redes y cinturones verdes, sino de naturalización de áreas verdes urbanas, que en otras palabras, se trata de reconocer, frente a la actual

urbanización a la naturaleza, su presencia, su importancia y por consecuencia, la necesidad de su conservación (Vélez, 2007).

Hablar de conservación de la naturaleza en las ciudades, todavía parece extraño, insustancial o atrevido en algunos ámbitos sociales e institucionales; e incluso, la misma denominación de naturaleza urbana quizá también suene contradictoria (Vélez, 2007). Por lo tanto es necesario presentar la forma en la que debe ser conceptualizada.

El concepto de naturaleza urbana puede tener varias acepciones, desde los que indican que el término excluye a los parques manejados y a los jardines, hasta las conceptualizaciones que ven a la naturaleza urbana como un gradiente desde lo prístino hasta lo cultivado, lo manejado y lo densamente urbano. En cualquiera de los casos, esta situación puede prestarse a confusiones o ciertas ambigüedades interpretativas, por lo que en la primera apreciación, la exclusión de parques y jardines tiende a restablecer el binomio ciudad–naturaleza, o a asociar naturaleza con naturalidad como condición básica; y en la segunda, se corre el riesgo de extender el calificativo de natural, sin más, a todo el verde urbano (Vélez, 2007).

Desde esta perspectiva puede incluirse también la desarrollada por Kendle y Forbes (1997), que tal vez es más clara en términos de reconocer y diferenciar la naturaleza (los procesos naturales) en el verde urbano, clasificándola en tres grupos denominados relictos naturales; paisajes ecológicos construidos (naturaleza plantada y manejada); y flora y fauna urbana espontánea.

Vélez (2007), indica que la conservación de la naturaleza urbana no es un propósito referente solo al mantenimiento de áreas naturalizadas existentes en las ciudades, sino que además, incluye a las áreas verdes formales que son manejadas o asistidas y qué precisamente eso, es el reto para la gestión urbana ya que no sólo demanda un salto cuantitativo hacia la

conservación de espacios abiertos no vinculados aún al sistema oficial de espacios públicos verdes; sino también porque el plantear la conservación de la naturaleza urbana se acepta y reconoce su importancia.

Dado lo anterior, surgen varias preguntas, por ejemplo ¿por qué conservar a la naturaleza dentro de las ciudades y no en sus periferias? Vélez (2007), manifiesta que estos cuestionamientos surgen debido a que las personas que crecen en las ciudades tienen la idea de que la naturaleza está fuera o debe estar afuera y habitualmente existe una costumbre de relacionar políticas y estrategias de conservación de la naturaleza en áreas rurales, incluso remotas. Así mismo la clásica y constante prioridad e interés de la protección de especies amenazadas y su hábitat, antes de las que son comunes o beneficiadas por las actividades antrópicas.

De acuerdo con Bryant (2006); Cilliers, Müller y Drewer (2004); Freeman (1999); Kendle y Forbes (1997); Savard, Clergeau y Mennechez (2000), citados en Vélez (2007), el interés por la conservación de la naturaleza en la ciudad posee otras explicaciones, dado que el área urbana no es el hábitat de especies con dicha característica, se trata de razones y condiciones fundamentales, que se encuentran en la base de la protección de la biodiversidad, se habla entonces de la educación y la ética.

El reconocimiento y conservación de las especies comunes, no solo mejora el medio ambiente urbano, sino que tiene ante todo plena validez ética y un gran valor educativo porque representa a las especies locales y regionales, características del paisaje cotidiano de los ciudadanos (Vélez, 2007). Por tanto hay que agregar a los objetivos de la conservación de la naturaleza urbana relacionados con los hábitats y la biodiversidad, la posibilidad de que los

urbanitas se relacionen con la naturaleza en la ciudad, como parte de una experiencia frecuente y de la mayoría de la población (Kendle y Forbes, 1997; Savard *et al.*, 2000).

Vélez (2007), indica que la conservación de la naturaleza en la ciudad se trata, por una parte, de reconocer el espacio abierto en la ciudad difusa, desarrollada en parques, cementerios, jardines, solares de interior, espacios abiertos privados, áreas residuales de industrias, canteras y escombreras, espacios verdes de instituciones públicas y de centros educativos, lotes no construidos y no manejados, carriles abandonados, retiros y taludes de autopistas y caminos, retiros o rondas de barrancos o del sistema hídrico, áreas complementarias del sistema vial, humedales y áreas agrícolas o forestales de borde o periféricas.

Y por la otra, de potenciar el valor que por su influencia sobre el clima urbano, la hidrología, la vida silvestre, y los procesos ecológicos, la sociedad demanda, reconociendo otras escalas y relaciones de la vegetación y la fauna, más allá de la consideración del árbol urbano individualmente. Se plantea diseñar comunidades de plantas, biotopos o paisajes verdes en su funcionalidad en el paisaje urbano (Vélez, 2007).

Los principios de gestión de los ecosistemas buscan una escala natural basada en límites ecológicos, geomorfológicos e incluso geológicos como las cuencas; sin embargo, los límites políticos no respetan estos criterios. Con el afán de crear ciudades modernas, la naturaleza ha pasado en segundo término y ha sido eliminada del proceso de diseño, obviando los ciclos de energía, nutrientes, entre otros del ecosistema. Es necesario examinar las infraestructuras y buscar la forma para que interactúen y se articulen con la naturaleza urbana (Mock, 2005).

3.1.5 Sustentabilidad

La construcción histórica de la relación hombre-naturaleza ha manifestado un proceso dialéctico que ha originado cambios y transformaciones reflejados en alteraciones del equilibrio ecológico a escala mundial (Bonasewicz, 2004). De dicha relación, surge el componente transformador denominado desarrollo, que se ha caracterizado por una explotación total, dejando al margen las consecuencias que esto ha tenido sobre la naturaleza y las sociedades (Mateus y Brasset, 2002).

Durante los años 1970 y 1980 surgen movimientos que ponen manifiesto la situación ambiental, en donde la explotación de la naturaleza y la contaminación del ambiente eran las escenas más evidentes, nace así la preocupación por integrar lineamientos, acuerdos y estrategias mundiales para regular los problemas suscitados (Cantú, 2012).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) creó la Comisión Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1983, en donde se formó un equipo de trabajo para realizar estudios sobre el tema culminando en abril de 1987, con la publicación y divulgación del informe llamado Nuestro Futuro Común mejor conocido como Informe Brundtland, en él se señala que la sociedad debe modificar su estilo y hábitos de vida, si no se quiere que la crisis social y la degradación de la naturaleza se extiendan de manera irreversible, así mismo se reconoce que existen desigualdades entre los países y que se profundizan con la pobreza de las naciones en desarrollo (Cantú, 2012; Ramírez, Sánchez, y García, 2004).

En un intento de generar una aceptación general y unificar las posiciones e intereses de países y sociedades diversas que hacen compleja la interpretación de la idea de sustentabilidad, se define al Desarrollo Sustentable como: el desarrollo que satisface las

necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades (Ramírez *et al.*, 2004).

El propósito fundamental del desarrollo sustentable es establecer un proceso que permita el desarrollo social, de manera que, para las generaciones venideras, deben seguir permaneciendo los recursos naturales y los ecosistemas que garanticen un bienestar y una calidad de vida adecuados (Cantú, 2012).

De acuerdo con Ramírez *et al.* (2004), el desarrollo sustentable requiere de una política donde la actividad productiva se encargue de satisfacer las necesidades de la población actual y contemple las necesidades de las generaciones futuras, en función de los recursos disponibles, lo que, necesariamente implica orden y límites que deben establecerse a la organización social presente.

Así mismo, para lograrlo se necesita de una buena voluntad de los gobiernos mundiales, obviando u omitiendo premeditadamente, que en la actualidad se vive en un mundo donde los sistemas económicos y políticos contradicen todo principio de sustentabilidad (Ramírez *et al.*, 2004).

Desde que el término desarrollo sustentable se incorporó al lenguaje académico, científico y político, éste ha sido definido de diversas formas, de acuerdo con las diferentes posturas o visiones, generando varias interpretaciones incluso contradictorias e incompatibles entre sí. La causa de esta situación es la traducción del término en inglés sustainable development, en donde algunos hablantes hispanos lo tradujeron como sostenible y otros como sustentable (Cantú, 2012; Ramírez *et al.*, 2004).

Así como existen convergencias en la terminología, existen también diferentes enfoques y que de acuerdo con (García y Guerrero, 2006), se reconocen tres principales:

- a) Uno neoliberal que destaca la necesidad de sostener un crecimiento económico a partir de la incorporación de los costos de degradación y agotamiento de los recursos naturales que el crecimiento impone.
- b) El enfoque asociado a las necesidades básicas, expuesto por autores como Hardoy, Mitlin, y Satterthwaite (1992), que propone al desarrollo sustentable como un medio para lograr una buena calidad de vida partiendo del reconocimiento y mantenimiento de una serie de condiciones ecosistémicas que son necesarias para sustentar la vida humana.
- c) Uno más estructuralista presentado por autores como Costanza (1997); Martínez y Roca (2000) y Redcliff (1987), que señalan el acceso y control inequitativo de los recursos naturales que caracterizan los patrones actuales de desarrollo y propone un modelo que reformule los medios y metas del desarrollo basándose en los principios de equidad y justicia social.

En lo que respecta a esta investigación, el término desarrollo sustentable, desarrollo sostenible, sustentabilidad o sostenibilidad será manejado indistintamente, es decir, tendrán el mismo significado. Así entonces, como breve conclusión, la sustentabilidad es una meta, un estado deseado, donde los humanos puedan acceder a todos los bienes y servicios que la sociedad actual demanda, incluyendo las tecnologías necesarias para desenvolverse en un planeta con recursos finitos, procurando una relación armoniosa con sus iguales y el medio del que se rodea, es decir, la naturaleza.

3.1.6 Sustentabilidad Urbana

Hace 200 años la mayoría de las personas vivían en pequeñas comunidades rurales y habían pocas ciudades grandes; el crecimiento rápido y continuo de las poblaciones urbanas indica que para el año 2020 seis de cada diez seres humanos habitarán en ciudades; las áreas urbanas dominan cada vez más la vida social y económica (Luhr, 2011). La demanda de espacios y servicios a consecuencia de dicha urbanización generan problemas ambientales percibidos a escala doméstica y mundial (Kuchelmeister, 2000).

Las ciudades, desde la perspectiva ecológica, forman sistemas heterotróficos porque dependen de la producción primaria originada en otros lugares (Bettini, 1998 y Rueda, 1998 citados en Vélez, 2007), han funcionado sobre la adquisición de recursos y la expedición de residuos. En la actualidad los impactos ambientales tienen mayor repercusión tanto dentro del territorio urbano como en su entorno por ejemplo: bordes, región metropolitana, ciudad, región, áreas suburbanas o espacios rurales de influencia (Vélez, 2007).

La conformación de metrópolis o megaciudades, ha llevado consigo un proceso de urbanización de la vida, es decir, un distanciamiento entre los habitantes urbanos y la naturaleza, dicho distanciamiento no solo es físico sino también espiritual, mental, ético, de valores, conceptual, entre otros (Terradas, 2001). Los habitantes urbanos tienden a aislarse de la naturaleza y viven en un mundo creado y manipulado por el hombre, donde las dependencias existentes entre los procesos de producción de la tierra son difíciles de percibir, por lo que desconocen el origen y destino de la materia y energía que se consumen (Vélez, 2007).

Por lo anterior y a falta de soluciones alternativas, la tendencia proporciona una salida, la sustentabilidad, el desarrollo urbano sustentable o la llamada ciudad sustentable. Como una

breve mención histórica, hay que recordar que derivado del acelerado crecimiento poblacional del siglo XX, se desarrolló la planeación urbana, que por principio reglamentó y clasificó los usos del suelo en las grandes ciudades para establecer el orden luego, se adoptaron enfoques sistémicos matemáticos basados en flujos; a principios de la década de 1970 se intentó comprender y explicar las nuevas dinámicas urbanas como flujos de materia y energía (López, 2004).

López, (2004) señala que en 1992 en la Cumbre Mundial de Medio Ambiente de Río de Janeiro, se define el término desarrollo sustentable a partir de indicadores sociales, económicos, ecológicos, de autosuficiencia, seguridad alimentaria, entre otros, sin embargo nunca en términos de urbanización, a pesar de ello se consideran tres elementos base:

- el desarrollo sustentable se inscribe en un entorno físico, es decir, el del hábitat en todas sus escalas y dimensiones.
- el desarrollo sustentable se inscribe en el tiempo, en la historia, tiene que permanecer.
- el desarrollo sustentable debe inaugurar una nueva era de prosperidad sustentable, en otras palabras, transmisible, patrimonial.

Los elementos anteriores son la primera aproximación de desarrollo sustentable aplicado a las ciudades, pero no son suficientes para formular el concepto de sustentabilidad urbana, es hasta la Conferencia Mundial de Hábitat 2 en Estambul que se reconoce el importante papel de las ciudades y las autoridades locales en la implementación de estrategias globales que inciden en una mejor calidad de vida (Lezama y Domínguez, 2006; López, 2004).

Desde este enfoque, la ciudad se entiende como un complejo sistema que interactúa entre sí con relaciones interdependientes. Por esta razón, cuando se trata de sustentabilidad

urbana o ciudades sustentables hay que considerar las dimensiones que la integran, sociedad, economía, ambiente y cultura, porque no existe un tipo o modelo debido a que cada urbe es única y depende de sus propias características locales y regionales, reconociendo que no todas las ciudades atraviesan por las mismas problemáticas (Lezama y Domínguez, 2006).

De acuerdo con Lacomba (2010), para que una ciudad sea sustentable, hay que planificar, procurar, garantizar y mantener en condiciones óptimas y eficientes los siguientes factores:

- a) Urbanísticos, de transporte y de vialidad
- b) Arquitectónicos
- c) De salubridad y salud ambiental
- d) Económicos
- e) Políticos
- f) Energéticos
- g) Educativos
- h) Sociales, humanos e históricos
- i) Ecológicos
- j) Legales o normativos

La sustentabilidad urbana, entonces busca el equilibrio entre los factores ya mencionados y por equilibrio hay que entender de acuerdo con la teoría de sistemas que los ciclos positivos y negativos están equilibrados y que los grandes stocks del sistema, en este caso la población, el capital, la tierra, la fertilidad del suelo, los recursos no renovables y la contaminación, se mantienen relativamente estables. Sin duda difícilmente alguien tiene la capacidad de desarrollar lo que el concepto de sustentabilidad implica, no existen fórmulas o recetas, nadie tiene certeza de cómo es o será el mundo de la sustentabilidad, a pesar de ello la sociedad mundial en su conjunto ha admitido esta situación como un deber y una obligación para el desarrollo presente y futuro. La construcción de sociedades sustentables deberá ser

armónica y gradual; se desprenderá de las visiones, experimentos y acciones que miles de millones de personas realicen, conscientes de la necesidad de preservar el equilibrio del planeta (López, 2004).

Finalmente la construcción de una sustentabilidad urbana o ciudad sustentable se concibe como un concepto sistémico, a partir del cual se origina un significado alternativo de ciudad, en el cual un asentamiento o urbe tiene la capacidad de proveer y suministrar de forma duradera y eficiente la energía y los recursos necesarios para cumplir con los objetivos que en el subsistema social (bienestar social), espacio físico urbano (calidad físico espacial), económico (productividad) y ecológico (restauración y preservación ecológica) requieran las generaciones presentes y las futuras que habitan y habitarán dicho espacio (Lezama y Domínguez, 2006; López, 2004).

3.2 Árboles y Bosques Urbanos

3.2.1 Definición de árboles y bosques urbanos

Los árboles son definidos por Linford (2007), como una planta con tallo leñoso, con un mínimo de tres metros de altura; con troncos que se ramifican a una altura considerable del suelo, así mismo el tallo debe contar con una circunferencia mínima de 30 centímetros y poseer un eje principal o tronco con una copa definida por ramas principales y secundarias.

Calaza e Iglesias (2016), indican que se emplean los términos árbol frutal y forestal, para referirse al uso de los mismos con fines productivos, pero al utilizar el término árbol urbano se realza su uso en las ciudades y se da por hecho que no cuenta con una finalidad productiva.

Los árboles urbanos son los árboles que crecen dentro de una población, ciudad o municipio y que han sido manejados durante muchas generaciones (Piedra, 2000). Como su nombre lo indica, está conformado principalmente por lo que se define de manera individual como árbol, siendo el arbolado urbano el conjunto de árboles que se encuentran dentro de los límites territoriales de las ciudades (Rivas, 2005).

En resumen, el árbol urbano es aquel que se encuentra dentro de los límites de un asentamiento humano, cuando se ubican de manera ordenada formando líneas rectas en las calles, avenidas, boulevares, banquetas, camellones incluso andadores, son llamados arbolado de alineación o arbolado viario (Benedetti y Campo de Ferreras, 2007).

Otro concepto que vale la pena mencionar es el de árbol ornamental, que hace referencia a aquellos árboles que los hombres utilizan y disponen con fines esencialmente estéticos, así mismo se pueden ubicar en asentamientos humanos pequeños o de grandes dimensiones (Calaza e Iglesias, 2016).

Calaza e Iglesias (2016), indican que en Europa y Norteamérica existen visiones más desarrolladas donde utilizan el término bosque urbano para referirse a todos los grupos de árboles urbanos así como a los que se encuentran de manera individual dentro de las ciudades y, de esta manera procurar un manejo correcto e integral.

Un bosque urbano es el conjunto de árboles y vegetación asociada (arbustos y herbáceas) que se ubican en las calles, avenidas y camellones (arbolado de alineación); áreas verdes urbanas como parques, jardines, glorietas, huertos; cementerios, derechos de vía, barrancas y riberas de los ríos o arroyos que se encuentran en una ciudad, así como las masas arboladas, naturales o inducidas, que se encuentren dentro de los límites de la misma (Benavides, 1989; Kuchelmeister, 2000; Miller, 1997; Thomas y Geller, 2013; Wu, 2008).

Miller (1997) indica además que los espacios ocupados por el bosque urbano varían desde comunidades rurales hasta grandes áreas metropolitanas, algunos de los árboles son premeditadamente plantados y son cuidadosamente administrados por sus dueños, mientras que otros son producto de las decisiones económicas eventuales, topográficas y del abandono del uso de la tierra.

McPherson, Nowak y Rowntree (1994), mencionan que el término bosque urbano no es común y que no solo se refiere a la totalidad de la vegetación sino también al suelo urbano, a propósito, Pesci (2004), señala que el bosque urbano se compone de los recursos naturales agua, suelo, clima, paisajes, plantas y organismos asociados, que se desarrollan relacionados con asentamientos humanos (pueblos y ciudades), cerca de edificios, en jardines públicos y privados, en parques urbanos de diversa escala, en lotes baldíos, cementerios entre otros, así como en las áreas agrícolas, forestales y naturales, localizados en áreas urbanas y periurbanas.

Del párrafo anterior, es necesario enfatizar que el componente principal del bosque urbano es la vegetación, pero también se conforma de otros sistemas o elementos (suelo, atmósfera, agua, biodiversidad) y que la vegetación privada, es decir, la que se encuentra en los jardines, patios traseros o terrenos de las residencias privadas en conjunto forman el ecosistema urbano.

3.2.2 Estructura de los árboles

Para comprender el funcionamiento de los árboles es necesario conocer su composición estructural o los aspectos básicos de su fisiología vegetal (Figura 1). Esencialmente un árbol se constituye por la parte aérea (tronco y copa) y por la subterránea (raíces) que regularmente ocupa una superficie similar o mayor a la de la parte aérea (Ayuntamiento de Barcelona, 2011).

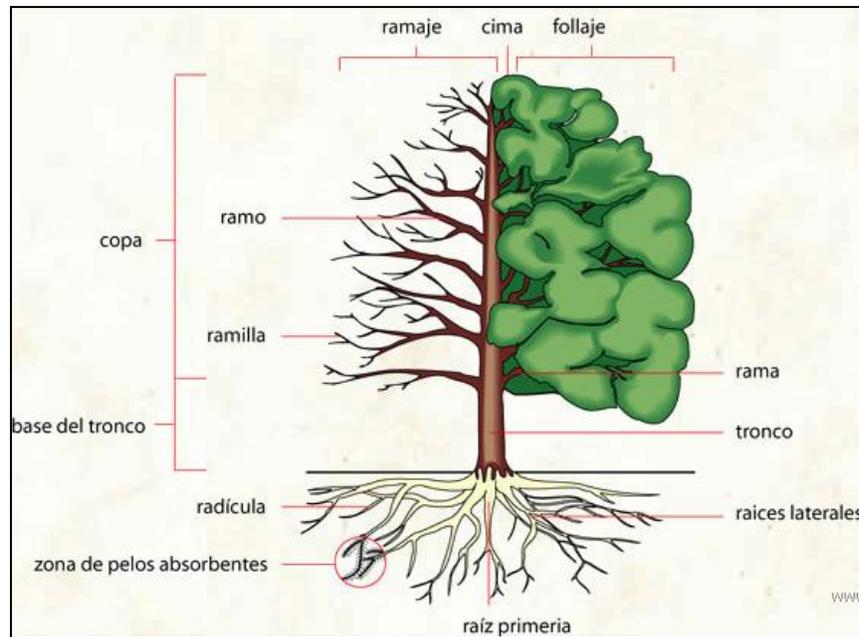


Figura 1. Estructura del árbol. Fuente: www.infovisual.info

- Raíces: son los elementos básicos del aparato aéreo, es un eje que contiene dos grandes regiones morfológicas: el ápice y el cuerpo radicular. En las periferias del ápice las raíces están protegidas por una epidermis cubierta de pelos absorbentes. Se distinguen dos principales funciones del sistema radicular: asegurar el aprovisionamiento de agua y de sustancias minerales, acción fortalecida por la presencia de micorrizas (hongos que rodean las raíces) que aumentan la superficie de intercambio catiónico con el suelo y favorecen la penetración de nitrógeno y fósforo; y el anclaje del árbol al suelo por la raíz vertical o primaria, sobre todo en árboles jóvenes esta raíz se hunde a gran profundidad, en relación a la altura del árbol (Ayuntamiento de Barcelona, 2011; Drénou, 2000).
- Tronco o fuste: sistema de vasos y de arquitectura compleja que sirve de transporte de la savia. Su capa exterior es llamada corteza, su color, textura y espesor es variable, se compone de vasos leñosos que son los que transportan la savia bruta y cuentan con un

flujo ascendente de nutrientes y agua; y de vasos cribosos que son los que transportan la savia elaborada, cuentan con un flujo descendente de agua y materia orgánica (Ayuntamiento de Barcelona, 2011) .

- Copa: es la parte superior de la estructura aérea del árbol, se define como el arreglo de las ramas y follaje, en esta estructura se encuentran las hojas que son las responsables de la elaboración de materia orgánica, donde se produce la transpiración y la evapotranspiración (Ayuntamiento de Barcelona, 2011).

3.2.3 Diferencias entre un bosque urbano y bosque silvestre

Cuando se trata de temas ambientales en las ciudades, específicamente los relacionados con vegetación y superficies, hay que considerar que en la literatura se encuentran diversas terminologías que en muchas ocasiones dificultan o hacen complejo su entendimiento, por ejemplo arborización urbana, huertos o agricultura urbana, verde urbano, verde de la ciudad, espacios al aire libre, espacios públicos, espacios verdes, zonas verdes, jardines, parques públicos, parques recreativos, parque urbano, plazas, cinturones verdes, corredores verdes, áreas verdes urbanas, infraestructura verde, por mencionar algunos.

Las principales diferencias entre los bosques urbanos y los bosques silvestres se mencionan a continuación:

- La diversidad y complejidad. Los bosques urbanos son frecuentemente, diferentes a los bosques silvestres por la utilización y la propiedad de la tierra y a los objetivos de gestión. Los numerosos usos de la tierra crean paisajes complejos con una diversidad de especies arbóreas, arbustivas y en general cubiertas vegetales, tipos de suelo, microclimas, fauna silvestre, así como una gran cantidad de personas, edificios e infraestructura (FAO, 2016).

- La fragmentación y conexión. La urbanización irremediablemente da paso a la fragmentación del paisaje. En comparación con los bosques naturales, los bosques urbanos habitualmente se encuentran poco distribuidos y escasamente interconectados; a pesar de ello están vinculados con otros elementos del entorno urbano, como vías y construcciones, cuentan con una relación directa con las personas que viven en ellos y sus periferias (FAO, 2016).
- La dinámica y dimensión urbanas. Los bosques urbanos dependen de recursos humanos que promueven cambios vertiginosos en el uso y la gestión de los terrenos urbanos. Las acciones y las actitudes humanas intervienen ampliamente en la planificación, el establecimiento, el mantenimiento y la conservación de los bosques urbanos (FAO, 2016).

Otras de las diferencias son las que distingue Benavides (1989), el establecimiento de los bosques y árboles urbanos satisface en la mayoría de las veces al hombre, su proximidad invariable de las poblaciones humanas, su distribución se encuentra influenciada por los requerimientos urbanos, la ausencia en muchos de los casos de otros estratos como el sotobosque y una capa de materia orgánica, la malformación de los árboles por las podas, suelos compactados y de materiales diferentes a los naturales como cemento y asfalto, poco espacio para el desarrollo óptimo de raíces y copa y la iluminación a la que mucha vegetación está expuesta durante la noche ya que puede modificar y dañar su proceso de fotosíntesis.

3.2.4 Servicios ambientales de los árboles y bosques urbanos

Los árboles urbanos constituyen un elemento de suma importancia del ecosistema urbano y desempeñan funciones esenciales en la sustentabilidad de las urbes, los ciudadanos perciben cada vez más que los árboles mejoran su calidad de vida (Kuchelmeister, 2000) mediante los

llamados servicios ambientales definidos por Millennium Ecosystem Assessment (MEA) como los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas (MEA, 2005). Estos se clasifican en cuatro categorías.

Los servicios de aprovisionamiento son los bienes tangibles, también llamados recursos naturales o bienes, proporcionan el sustento básico de la vida humana; los esfuerzos por asegurar su provisión guían las actividades productivas y económicas. Los servicios de regulación incluyen procesos ecosistémicos complejos mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente en que los seres humanos realizan sus actividades productivas (MEA, 2005).

Los servicios de soporte son los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de servicios de aprovisionamiento, de regulación y culturales, finalmente los servicios culturales que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca de aquéllos y de sus componentes, los cuales pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles (MEA, 2005). En el Cuadro 1 se presentan los servicios ambientales de los árboles y bosques urbanos.

Cuadro 1. Servicios ambientales de los árboles y bosques urbanos

Servicios		Descripción
Aprovisionamiento	Generación de oportunidades de empleo	Genera un aporte económico a las personas de las ciudades, relacionadas con empresas de traslado de árboles, cuidado técnico, viveros, entre otros
	Aporte productivo	Todas las especies de plantas tienen la capacidad de producir alimento, madera, leña, forraje, tinturas, artesanías, medicinas, entre otras
Regulación	Captación y almacenamiento de carbono	Las hojas absorben el dióxido de carbono del aire para formar hidratos de carbono que son utilizados en la estructura y las funciones de la planta
	Regulación climática	La vegetación urbana controla la absorción directa de la radiación de las superficies cubiertas por asfalto y controla y regula la humedad y temperatura gracias al proceso de evapotranspiración disminuyendo considerablemente los trastornos climáticos que se generan en las ciudades
Soporte	Conservación de la diversidad biológica	La capacidad de proveer hábitat a diferentes especies biológicas
	Conservación del agua	Los árboles interceptan el agua, almacenan parte de ella, reducen el escurrimiento excesivo causado por las tormentas y la posibilidad de inundación
	Conservación de suelos	Las raíces de muchas especies presentan relaciones simbióticas con microorganismos fijadores de nutrientes
Cultural	Belleza Escénica	Se relaciona con aspectos tales como la coloración de flores y frutos, el sonido de las ramas y hojas con el viento, forma y textura de los troncos entre otros
	Mejora en la Calidad de Vida	Se refiere al bienestar general de la población, y éste depende totalmente de la percepción personal
	Generación Actividades Recreativas	Algunas de las características como el follaje denso, ramas bajas, fuertes y de poca altura pueden servir como elementos de recreación
	Recolección aspectos culturales y sociales	Los árboles representan importantes símbolos culturales. Para muchas culturas, el árbol es símbolo de longevidad y poderes divinos e incluso de relación con la formación de la vida

Fuentes: (Céspedes, 2007; MEA, 2005)

Como se observa en el cuadro anterior, los servicios ambientales que los árboles y los bosques urbanos proporcionan a los habitantes de las ciudades son múltiples, además de los anteriores, diversos autores mencionan que los beneficios que proveen los árboles urbanos pueden clasificarse en tangibles, ambientales, sociales, salud pública, comunitarios y económicos (Cuadro 2).



Cuadro 2. Beneficios de los árboles urbanos

Beneficios de los árboles urbanos							
Beneficios	Clasificación de beneficios						
	Tangibles	Ambientales	Sociales	Comunitarios	Económicos	Salud pública	Estéticos
Generación de alimentos	X				X		
Generación de leña	X				X		
Madera para la construcción	X				X		
Combustibles (carbón)	X				X		
Forraje	X				X		
Producen sombra							
Proveen microclima		X					
Reducción de los efectos isla de calor		X	X				
Reducción de contaminación atmosférica (NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀)		X					
Mejora en la calidad del aire		X					
Absorción y reducción de bióxido de carbono (CO ₂)		X					
Producción de oxígeno		X					
Absorción de rayos UV		X					
Mitigación del cambio climático		X					
Conservación del agua		X					
Absorción del agua (recarga de mantos acuíferos)		X					
Control de inundaciones		X	X		X		
Conservación del suelo		X					
Desechos sólidos y regeneración de tierras.		X					
Utilización de aguas negras		x					
Aumento y conservación de la biodiversidad		X					
Reducción de vientos		X					
Influencia en la precipitación y humedad		x					
Control de erosión y estabilización de taludes		X	X		X		
Reducción de índices de contaminación		X					
Mejoramiento de la salud pública			X			X	
Atenuación de la contaminación acústica		X				X	
Empleo			X		X		
Educación			X				
Actividades recreativas			X			X	
Sentimiento comunitario			X	X			
Realce del valor de la propiedad			X		X		



Beneficios	Clasificación de beneficios						
	Tangibles	Ambientales	Sociales	Comunitarios	Económicos	Salud pública	Estéticos
Valor arquitectónico (paisajístico)				X			
Privacidad				X			X
Dirigen el tránsito peatonal y vehicular				X			X
Reducción de costos energéticos					X		
Uso estético							X
Forman parte de la historia de las ciudades			X				
Aporte cultural y simbólico				X	X		
Disminución de estrés			X			X	
Esparcimiento			X				
Vínculos y relaciones sociales (cohesión social)			X			X	
Fomentan la práctica de deportes			X	X		X	
Convivencia y armonía			X				
Antimicrobiano (efecto bactericida de las hojas de los árboles)						X	
Reducción de olores						X	
Reducción de partículas aéreas que se relacionan con enfermedades bronco-pulmonares						X	
Mejoramiento de los enfermos						X	
Embelllecimiento de casas y ciudades							X
División de espacios							X
Reducción de costos relacionados con oxidación y corrosión de infraestructura					X		
Reducción de costos asociados a medicamentos (provocados por el estrés)					X		
Equilibrio Psicológico			X			X	
Definen calles y barrios			X	X			X
Constituyen elementos estructurales de las casas			X	X			X
Reducción de crímenes			X				
Incremento en la satisfacción pública			X				
Incremento en las visitas turísticas (compras y negocios)					X		
Sitios para la investigación científica			X				

Fuentes: Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Secretaría Distrital de Ambiente, y Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2010; Ayuntamiento de Barcelona, 2011; Benavides, 1989; Chen y Jim, 2008; Kuchelmeister, 2000; Martínez-Trinidad, 2013; McPherson *et al.*, 1994; Miller, 1997; Morgenrotha *et al.*, 2016; Mullaney *et al.*, 2014; Schwab, 2009; Thomas y Geller, 2013.

Con lo expuesto hasta aquí relacionado con los beneficios y servicios que los árboles urbanos proveen a los ciudadanos, es indiscutible su valor, la vida de los humanos se



encuentra estrecha y directamente vinculada con la calidad de los alimentos, del aire que se respira, del agua que se consume, de los niveles de estrés con que se cuentan y de la calidad estética y paisajística del entorno próximo. Por tanto, la vida en la ciudad depende de la capacidad que ésta tenga de satisfacer las necesidades vitales de los humanos, procurar árboles y en general un bosque urbano sano y equilibrado facilitará esta tarea (Kuchelmeister, 2000).

3.2.5 Problemas, daños y riesgos asociados a los árboles urbanos

Existen múltiples ejemplos que permiten afirmar que los árboles urbanos y en su conjunto los bosques urbanos mitigan o controlan algunos riesgos si son manejados correctamente, pero también se reconoce que su deficiente manejo puede ocasionar algunos eventos que resulten en peligros y daños para la sociedad y sus bienes.

Uno de los riesgos asociados al deficiente manejo del bosque urbano es precisamente el debilitamiento físico, enfermedades y disminución de vida útil de los árboles a causa de factores como plantación inadecuada, traumatismos, podas sin técnica, es decir, sin criterio ni conocimiento, lo que causa un crecimiento sin vigor y origina individuos vulnerables y débiles, así como cambios en el régimen de lluvia o riego (Ayuntamiento de Barcelona, 2011).

Lo anterior deriva en efectos negativos propios a los individuos así como en caídas de árboles enteros o ramas que dañen la infraestructura y a los inmuebles por ejemplo viviendas, calles, banquetas, luminarias, postes de electricidad, automóviles, entre otros e incluso afecte la integridad de las personas al presentarse algún fenómeno natural como vientos o lluvias intensas, así como algún evento provocado por el hombre como choques automovilísticos.

De acuerdo con Benavides (1989) y Chagollan (1994), los árboles en el contexto urbano pueden representar y provocar molestias u obstrucciones a los ciudadanos, a su infraestructura y sus bienes (Figura 2) de los que se pueden mencionar:

- Generación de residuos orgánicos que producen las hojas, flores y frutos de los árboles en la vía pública, en especial las especies caducifolias
- La interferencia y daño que produce la copa de los árboles a las instalaciones del cableado aéreo (eléctrico y telefónico)
- El levantamiento y rompimiento de banquetas, guarniciones, muros e incluso construcciones por el crecimiento de las raíces de los árboles, lo que se traduce en un aspecto de inseguridad para los peatones
- Daños materiales provocados por caída de ramas o fustes en automóviles o construcciones y que puede poner en peligro la vida de los transeúntes
- Daño a las fincas
- Daño al pavimento, a la red de agua potable y drenaje debido al crecimiento de las raíces
- Daño a las instalaciones subterráneas
- Obstrucción de señalamientos de tránsito y vialidad por las ramas y hojas del árbol
- Obstrucción de anuncios publicitarios por las ramas y hojas del árbol
- Obstrucción de la visibilidad de automovilistas y peatones
- Obstrucción de alcantarillas

Vale la pena señalar que los árboles urbanos no son responsables de los daños antes mencionados, estos se originan debido a la falta de planificación y gestión del arbolado, a la inadecuada o nula selección de especies con relación a las características del sitio en el que se encuentran; los problemas asociados a los árboles urbanos se terminarán o reducirán sustancialmente cuando se realice una correcta gestión y planificación del bosque urbano (Benavides, 1989).

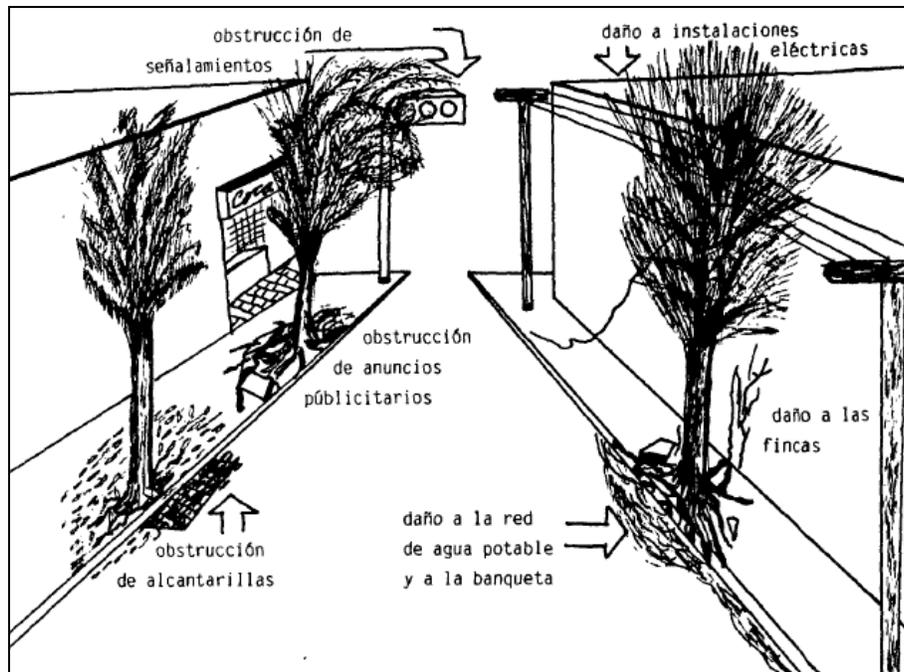


Figura 2. Daños y obstrucciones del arbolado urbano. Fuente: Chagollan, (1994).

Por otro lado, Calaza e Iglesias (2016), clasifican los inconvenientes relacionados con el arbolado urbano en tres grupos:

a) Inconvenientes de tipo físico o mecánico:

- Especies con problemas mecánicos, ramas quebradizas o potencialmente peligrosas, que por su anatomía, densidad de madera, arquitectura, entre otros, son más propensas a sufrir roturas o desprendimientos de algunas de sus partes.
- Problemas derivados del desarrollo del sistema radicular, que se manifiesta en el levantamiento de pavimento, aceras, alcorques, la obstrucción, levantamiento o rompimiento de tuberías y redes sanitarias.
- Rebrotos de raíz, que pueden invadir áreas contiguas y dificultan el tránsito peatonal.
- Presencia de espinas.

b) Inconvenientes relacionados con la salud y bienestar de las personas

- Presencia de sustancias venenosas, ya que algunas especies contienen sustancias nocivas para las personas en sus hojas, frutos o flores.

- Provocar alergias, algunos árboles contienen polen o sus semillas provocan problemas cutáneos o respiratorios para personas sensibles.
- Plagas molestas, en algunas especies se desarrollan plagas que pueden causar molestias o ser perjudiciales para la salud de las personas.

c) Inconvenientes relativos al medio en el que se desarrollan

- Especies que empobrecen el suelo, algunos árboles absorben el agua y nutrientes del suelo y su follaje incluidos sus flores y frutos contienen sustancias que impiden el crecimiento de otras especies.
- Especies que producen olores desagradables y/o ensucian el pavimento
- Presencia de sustancias alelopáticas, algunas especies vegetales sintetizan sustancias que pueden en alguna medida limitar la germinación, crecimiento de raíces y rebrotes.

3.2.6 La salud de los árboles

En la actualidad existe una tendencia en minimizar la diversidad y variedad de especies arbóreas en los ecosistemas urbanos, es decir, están en aumento las prácticas que tienden al monocultivo, lo que genera por consecuencia riesgos de sufrir afectaciones por enfermedades y/o plagas, aunado a esto, la vegetación en la ciudad crece bajo condiciones de estrés, contaminación, tránsito vehicular y peatonal, suelos compactados y poca disponibilidad de nutrientes, por mencionar algunos que los hace más propensos (Bigre, 1987; Villalba, 1996).

El término enfermedad será entendido como un proceso generado por un agente causal con efectos colaterales negativos que son expresados a través de síntomas (Donoso, 1996). La enfermedad en los árboles se representa mediante el denominado triángulo de las enfermedades de las plantas, en donde se necesita un promotor (patógeno), un hospedante (cultivo susceptible) y unas condiciones ambientales favorables (Bigre, 1987; Villalba, 1996).

La existencia de enfermedades es evidente a través de síntomas, mismos que son definidos como las respuestas de la planta a la acción de un agente dañino, por ejemplo cambios del color en el follaje, resinación, marchitez, formación de tumores y presencia de organismos (larvas de insectos comiendo hojas, fructificaciones o partes de un hongo, hojas comidas, galerías en madera y corteza, aserrín en la base del tronco o perforaciones en el fuste) (Parra y González, 2000).

Bigre (1987) y Villalba (1996), indican que las enfermedades pueden ser causadas por agentes bióticos (parasitarios) o agentes abióticos (factores medioambientales); los primeros, son conocidos como patógenos, que son los que afectan a un organismo vivo o cultivo llamado hospedante, los principales patógenos que afectan a las especies arbóreas en las ciudades son hongos, virus, bacterias y nemátodos, causando enfermedades en las plantas interviniendo de las siguientes maneras:

- Mediante el consumo de los contenidos de las células con las que entran en contacto
- Mediante la secreción de toxinas o sustancias que inhiben o alteran el metabolismo de las células
- Mediante el bloqueo de los tejidos conductores

El daño es entendido como el proceso causado por una acción no prolongada o eventual, que por lo regular es traumático para la planta, los agentes que causan daño son conocidos como fitófagos, provocando deterioro por sus hábitos alimenticios o por ser vector de patógenos, los insectos y ácaros son sus principales representantes. Cuando dichos daños son los causantes de pérdidas económicas, los fitófagos cambian de nombre por el de plaga (Bigre, 1987 y Villalba, 1996).

En cuanto a los agentes abióticos que provocan desórdenes y anomalías en los árboles se encuentran el exceso o deficiencia de uno o varios de los siguientes factores temperatura, humedad, luz, viento, pH, nutrientes, rayos, toxicidad (Bigre, 1987 y Villalba, 1996).

Finalmente según Araya y Estay (2004), las principales enfermedades en los árboles urbanos son las manchas foliares, chancros, tumores, pudrición de raíces así como tumores en cuello y raíces, que tienen una relación directa con su estado sanitario, con su edad, factores de estrés como podas severas que les hacen perder vigor y resistencia.

3.2.7 Poda en los árboles

En las ciudades los árboles son los mejores ejemplos de naturaleza, por esta razón cortar su follaje es una manipulación técnica delicada, de gran trascendencia y debe aportar en la solución de algún conflicto, protegiendo a la par sus beneficios. La responsabilidad social, ecológica y ambiental que tiene el podador es muy grande, porque cortar resulta una tarea muy fácil, sin embargo pegar las partes afectadas resulta imposible (Rivas y Prieto, 2010).

La poda es necesaria en el ámbito urbano para adaptar el árbol a las condiciones urbanas, así como para velar por la seguridad de los ciudadanos (Ayuntamiento de Barcelona, 2011).

¿Qué es la poda?

La poda es definida como la corta selectiva de las partes de un árbol con un propósito definido. Por lo regular se podan las ramas y las raíces, pero existen otras prácticas de remoción similares en hojas, flores y frutos, para mejorar la producción en los frutales, que son llamadas podas. Es una combinación de arte con técnica, basado en el conocimiento biológico del árbol (Piedra, 2000).

Los árboles responden a las podas de acuerdo a su edad, fisiología, fortaleza y estacionalidad. La plantación correcta de los árboles en la ciudad cuenta con trasfondos de principios filosóficos, éticos y culturales, que relacionan al ser humano con la naturaleza, por ser los responsables de plantar los árboles en sitios diferentes a su entorno natural (Piedra, 2000).

Rivas y Prieto (2010), mencionan que los árboles son seres vivos, autótrofos y necesitan de su denso follaje para producir su alimento. Indican además que las recientes investigaciones explican y demuestran que la realización correcta de la poda en menos de la cuarta parte de su follaje, el árbol responde distribuyendo su nuevo crecimiento en toda la copa; contrario al desmoche, que por lo regular se realiza sin criterio y se elimina más de la mitad del follaje, cuya reacción es la muerte o la rápida generación de nuevos y vigorosos brotes en lugares donde el crecimiento es indeseable. Por ende se tiene que trabajar y realizar esfuerzos para contrarrestar la idea que defiende que los árboles se alimentan del suelo, los árboles generan su alimento mediante la fotosíntesis que sus hojas producen.

¿Se debe podar? Consideraciones

Los árboles no necesitan poda, ya que en él existe un equilibrio o armonía entre su copa, tronco y raíz, estas tres partes no pueden faltarle ya que podrían ocasionarle algún daño, debilitamiento, enfermedad y acortar su vida; sin embargo se reconoce que los árboles plantados años atrás necesitan de podas de reestructuración debido, a la elección inadecuada de la especie y a la presión del entorno (Ayuntamiento de Barcelona, 2011; Pérez, 2011).

Pérez (2011), señala que la poda debe considerarse únicamente como un mecanismo de respuesta entre un conjunto de posibilidades que deben permitir favorecer una mejor

adaptación del árbol a su medio, esta acción se ejecuta por lo regular, en la mayoría de árboles de alineación, debido principalmente por:

- La incorrecta selección de especies con relación al sitio donde se desarrolla
- La afectación de especies que crecen correctamente por obras que compactan el terreno, su elevación o la eliminación del suelo superficial donde se por lo general se encuentran las raíces funcionales
- Ausencia de un plan de gestión del arbolado y la solución a la mala planificación que genera riesgos en la salud de los individuos arbóreos

La no identificación de espacios a plantar, la elección incorrecta de especies, el nulo cuidado de la formación de los individuos en su etapa de vivero y durante sus primeros años condicionan la adaptación de los árboles al entorno urbano, su desarrollo y sanidad, por ende la poda, en otras palabras, si se elige, planta y forma bien a los árboles se evitaran las podas (Pérez, 2011).

Las principales razones para podar son quitar ramas muertas, remover extremidades sobrepuestas o que se rozan y eliminar las que sean peligrosas, para incrementar la luz y el aire en la copa o debajo del árbol (Rivas, 2001b), así como también por la seguridad de los peatones, la sanidad del árbol, la liberación de cableado aéreo y estética del paisaje (Vélez, 2010). De acuerdo con el Ayuntamiento de Barcelona (2011), antes de podar, hay que considerar:

- Las características de la especie: porte, momento de floración
- La etapa de desarrollo en la que se encuentra el árbol
- La época del año
- La estructura y el estado general de cada árbol

Tipos de poda

Para mantener a un árbol en buenas condiciones, es decir, seguro, bello y sano pueden ser necesarios los siguientes tipos de poda:

- De formación o entrenamiento (ejemplares juveniles): cuando es necesaria la solución de tallos codominantes, distribución de las ramas a lo largo y alrededor del tronco, estructura, ahusamiento del fuste, control de crecimiento en altura (Rivas y Prieto, 2010).
- De mantenimiento (árboles maduros) para mantener al arbolado en buenas condiciones:
 - a) Seguridad: son las más frecuentes en el arbolado urbano pueden reducirse en buena medida con la aplicación de prácticas correctas de plantación del árbol, son las más riesgosas y debe contratarse a expertos para su ejecución. Se emplean en ramas muy bajas que obstruyen la visibilidad, ramas colgadas o inclinadas sobre techos, cables conductores, banquetas, camellones, arroyo vehicular; ramas tapando señales de tránsito, la visibilidad de un inmueble y también para las ramas superiores de la copa para que no alcancen las líneas de energía eléctrica (Piedra, 2000).
 - b) Sanitaria: su objetivo es vigorizar la copa del árbol al eliminar la carga que tiene, por mantener ramas inutilizadas o que representan un riesgo de cerrar demasiado la copa y evitar el paso de los rayos solares y del viento (Piedra, 2000), involucra la eliminación de la madera enferma o infestada de insectos, el adelgazamiento de la copa para mejorar la ventilación y reducir problemas de plagas, así como la remoción de ramas que rozan o se entrecruzan. Estimular el



desarrollo de una estructura vigorosa en los árboles y reducir la probabilidad de que los dañen las inclemencias del tiempo, es su principal tarea. Quitar las ramas rotas o dañadas ayuda a sanar las heridas (Bedker, O'Brien, y Mielke, 1992).

- c) Estética: la apariencia física del árbol es el propósito de este tipo de poda, se practica en árboles y arbustos públicos y privados; incluye las podas topiarias (figuras de animales o geométricas), los abanicos (sobre las paredes o espalderas de madera), los rasurados (redondeo de la copa individual o formando túneles poliédricos continuos con la copa de árboles alineados; rasurado cilíndrico o cónico, como arbolitos de navidad) y los setos (trapezios formados con todo el arbusto desde el piso, puede ser ondulado, recto y continuo o interrumpido) (Piedra, 2000).
- d) Limpieza: involucra la remoción de ramas muertas, moribundas, aglomeradas, débilmente unidas y de bajo vigor (Figura 3), así como también el retiro de cuerdas, alambres, enredaderas y clavos en el tronco (Rivas, 2001b).
- e) Aclareo de copa: es la remoción selectiva de ramas para incrementar la penetración de la luz y el movimiento del aire a través de la copa (Figura 3), abre el follaje del árbol, reduce el peso de extremidades muy grandes y contribuye en el mantenimiento de la forma natural del árbol (Rivas, 2001b).
- f) Elevación de copa: remueve las ramas bajas de un árbol con el fin de dar accesibilidad para edificios, vehículos, peatones y vistas (Rivas, 2001b). También se conoce como poda basal de la copa, se utiliza en árboles y arbustos desde jóvenes, sobre todo en las especies que tienen tendencia a presentar brotes en el tronco, ramas inferiores o rebrotes desde el cuello radicular (Figura

- 3). Se utiliza en árboles de sombra o de alineación en camellones, avenidas y banquetas, donde las ramas deben tener una altura de 3 a 4 m para librar el paso peatonal y del tráfico vehicular (Piedra, 2000).
- g) Reducción de copa: reduce el tamaño de un árbol, con frecuencia para liberar líneas de conducción (Figura 3). Para disminuir la altura o expansión de un árbol, es mejor acortar hasta una rama lateral lo suficientemente grande para sumir el papel terminal (al menos un tercio del diámetro de la extremidad a ser cortada). A diferencia del desmoche, esta técnica ayuda a mantener la forma e integridad estructural del árbol (Rivas, 2001b) La reducción de la copa es un último recurso y suele dejar en los troncos grandes heridas que pueden atraer la pudrición. Este método nunca debe aplicarse a un árbol de forma piramidal (Bedker *et al.*, 1992).
- h) Restauración o restructuración: implica una reducción de biomasa de la copa cuando las ramas están en mal estado o los árboles están desequilibrados o mal formados (Ayuntamiento de Barcelona, 2011).

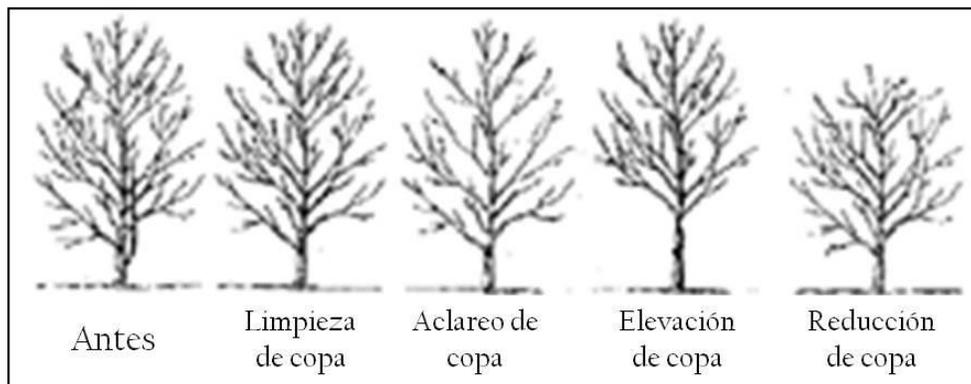


Figura 3. Tipo de podas. Fuente: Rivas, 2001b.

Temporada de poda

Por lo general la poda para remover extremidades débiles, enfermas o muertas, se puede realizar en cualquier época del año con poco efecto sobre el árbol. Como una regla general, el crecimiento es maximizado y el cierre de las heridas es más veloz si la poda se realiza antes de las brotaciones de primavera, es decir en invierno (Rivas, 2001b), cuando los árboles se encuentran en reposo vegetativo las prácticas de poda no le causan mucho daño debido a que las reservas de alimento son altas, lo que permite formar una cicatrización rápida y fuerte, además se observa como ventaja que la estructura del árbol es visible y el ataque de patógenos es menor (Pérez, 2011).

Se debe evitar la poda severa después del crecimiento de primavera, porque los árboles ya ocuparon su energía en la producción de follaje y crecimiento de los brotes, la eliminación de un gran porcentaje de follaje en esta etapa puede resultar un factor estresante para el árbol (Rivas, 2001b).

Uno de los peores momentos para podar es justo cuando las hojas están en formación ya que sus reservas se encuentran en un nivel bajo, también cuando el árbol presenta síntomas evidentes de ataques patógenos, en este caso solo se deberán podar las ramas secas y muertas (Pérez, 2011).

Reglas básicas de la poda

Rivas y Prieto (2010), mencionan que existen ocho reglas básicas antes, durante y después de la poda:

- 1 Contar con un diagnóstico y dictamen del problema del árbol
- 2 No cortar más de la cuarta parte del follaje vivo del árbol

- 3 Respetar la arruga de la corteza y el collar o cuello de la rama
- 4 En el despunte dejar una rama lateral o tirasavia lo suficientemente gruesa
- 5 No pintar las heridas de la poda
- 6 Utilizar la herramienta apropiada
- 7 Emplear personal, equipo y técnicas adecuadas
- 8 Disponer de una dirección técnica en el campo

Ventajas de la poda en comparación con el desmoche

Rivas y Prieto (2010), indican además que existen ventajas al emplear técnicas correctas de poda, realizando los diagnósticos previos necesarios en comparación con la práctica del desmoche o cortar los árboles sin criterios biológicos y funcionales:

- 1 Cantidad: productividad
- 2 Calidad: estructura y fisonomía del árbol
- 3 Frecuencia: intervenciones por año
- 4 Economía: costo en tiempo y trabajo con ramas y troncos
- 5 Seguridad: menor riesgo de caída y accidente con motosierra
- 6 Eficiencia: facilidad de maniobras y movimientos
- 7 Ecología: fauna, flora, suelo, agua
- 8 Social: recreación, cultura, educación, identidad, historia
- 9 Estética: imagen urbana, arquitectura del paisaje
- 10 Ambiental: clima, aire, oxígeno, captura de carbono

3.3 Ciencias que intervienen en el estudio de los árboles urbanos

3.3.1 Dasonomía Urbana

El concepto dasonomía urbana es un término que se desarrolló a mediados de la década de 1960, debido a un periodo de enfermedades que los árboles urbanos de Estados Unidos de América y Canadá presentaron, indica además que los métodos y técnicas de la disciplina existen desde hace mucho tiempo antes (Benavides, 1989).

De acuerdo con el mismo autor, la dasonomía urbana es una disciplina forestal que se encarga del estudio, conservación y manejo del bosque urbano, con la finalidad de obtener beneficios permanentes del mismo por medio de su cultivo y aprovechamiento. Indica también que el valor de los árboles urbanos no se encuentra en su potencial maderable, sino en la capacidad que tienen de proveer diversos beneficios por el mayor tiempo posible, dentro del cual tendrán que resistir varios factores adversos que pueden reducir su vida en un ambiente hostil y artificial como las calles y ciudades.

Por su parte Rivas (2001), la define como la teoría y la práctica de la administración y manejo de los recursos forestales, específicamente de los árboles porque son los elementos de mayor importancia debido a su tamaño y longevidad, dentro y alrededor de los centros de población, con el fin de contribuir al bienestar físico y psicológico de los ciudadanos.

Kuchelmeister (2000), indica que en muchos países industrializados el término en inglés urban forestry es traducido como dasonomía urbana, silvicultura urbana o ingeniería forestal urbana y es utilizado indistintamente ya que dependiendo de las regiones, la disciplina se ha centrado en aspectos recreativos y de servicios para países desarrollados y en los países en vías de desarrollo o subdesarrollados, se ha enfocado a cubrir las necesidades básicas de los habitantes.

Al respecto Rivas, (2001) menciona que la silvicultura urbana derivada de la silvicultura tiene una connotación de cultivo de los bosques y que sería insuficiente dentro del campo del manejo de los bosques urbanos ya que se involucran factores ecológicos, técnicos, sociales, económicos, políticos y legales.

American Forestry Association (2008), publicó en su diccionario del bosque el concepto de urban forestry y lo definen como “el arte, ciencia y tecnología de la gestión de los árboles y los bosques en un entorno de ecosistemas comunitarios urbanos por los beneficios psicológicos, sociales, económicos y estéticos que los árboles proporcionan a la sociedad”.

Por último la definición de Schwab (2009), que menciona que la urban and community forestry, es decir, la dasonomía urbana y comunitaria es la planeación y programación con enfoque en el desarrollo y mantenimiento de los bosques urbanos, incluidos todos los elementos de la infraestructura verde dentro de la comunidad en un esfuerzo por optimizar los beneficios sociales, ambientales, de salud pública, económicos y de estética resultantes, en especial los que se den como resultado de un proceso y visión de metas comunitarias.

3.3.1.1 Inventarios de arbolado urbano

Los bosques y árboles urbanos al igual que las masas forestales, necesitan de la caracterización de su estructura, por esta razón y dentro de los lineamientos de la dasonomía urbana, los inventarios facilitan el conocimiento de sus características físicas (altura, edad, diámetro, cobertura de copa) composición, densidad, estado físico y estado sanitario, con la finalidad de definir su situación, acciones de mantenimiento, programar y presupuestar los recursos necesarios para su conservación y manejo así como el establecimiento de su programa de manejo (Benavides y Fernández, 2012; Rivas, 2000).

Los inventarios de árboles urbanos son los registros que permiten reconstruir la historia de del ecosistema urbano, particularmente de los árboles; brindan la información necesaria para su diagnóstico así como los resultados de las prácticas necesarias para su manejo. Se fundamentan en el levantamiento y mapeo del arbolado siguiendo la traza urbana y determinando la presencia de cada árbol urbano, su especie, edad, dimensiones, estado, valores particulares, problemas detectados, antecedentes de manejo, situaciones de riesgo, además de información del entorno arquitectónico y de otros elementos naturales presentes (Ledesma, 2008).

Gutiérrez (1997), menciona que el inventario forestal urbano, es un método o procedimiento básico que permite la obtención de información necesaria para diagnosticar de forma práctica y certera la condición y distribución del bosque urbano, predecir y efectuar mantenimiento preventivo y ayuda en la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo. Además es la base que permite el establecimiento de un sistema integral de manejo y, de esta manera, lograr una adecuada administración del recurso forestal urbano.

Los inventarios deben estar en constante actualización para determinar cambios en la condición del arbolado, en la mortalidad, el crecimiento de los árboles, la composición de especies y la distribución de la cobertura de copas (Nowak, Crane, Stevens e Ibarra, 2002).

Ramilo, (2015) indica que los inventarios pueden ser de tres tipos:

- Parcial: se utiliza cuando solo se estudia una parte del arbolado, por ejemplo una colonia, un parque, una avenida principal o una zona delimitada.
- Muestreo: cuando se estudia un 10 o 15% del total del arbolado y éste porcentaje es tomado al azar, se utiliza cuando el arbolado es homogéneo y los recursos son escasos

- Total: cuando se estudian todos los árboles de la ciudad y los potenciales sitios a forestar, también es llamado censo.

3.3.1.2 Mapa verde

Los mapas en el manejo integral de los espacios verdes de las ciudades son actualmente la herramienta más efectiva para la administración y seguimiento de los inventarios forestales urbanos (Sorensen, Barzetti, Keipi y Williams, 1998).

Los mapas verdes, permiten localizar geoespacialmente a todos los individuos que componen al bosque urbano, representan de forma gráfica todos los elementos que forman parte del paisaje urbano, proporcionan datos actuales sobre el estado de los árboles e impulsan la incorporación y actualización de nueva información. Así mismo, conforman un artefacto de visualización rápida, segura y específica de los puntos o zonas estratégicas en donde se necesitan realizar acciones de manejo, por ejemplo: plantación, poda, derribo, abono, reposición, entre otros (Sorensen *et al.*, 1998).

De manera general los mapas verdes constituyen una herramienta esencial de acervo verde como lo mencionan Benedetti y Campo de Ferreras (2007), es decir, es el instrumento que permite la interpretación y por lo tanto la continuación en la estrategia de gestión, utilizando información como especies, tamaño, estado sanitario, mantenimiento, espacios vacíos, daños, para planificar a corto, mediano y largo plazo.

3.3.2 Arboricultura

La arboricultura es considerada como la ciencia encargada del cultivo y cuidado de los árboles, arbustos y enredaderas, considerados como individuos. Generalmente se encuentran en las calles, parques, plazas, camellones, andadores, en otras palabras, su objeto de estudio es

el árbol, para ello, se considera como un organismo vivo, incluso un ecosistema (Rivas, 2001a).

Las herramientas y técnicas en esta ciencia son la producción, la selección, la plantación, los sistemas de instalación, poda, trasplante, cordaje, derribo, manejo de la salud del árbol, sistemas de refuerzo, instalación de pararrayos en los árboles, acolchado, fertilización, aireación y mejoramiento del suelo, protección en las construcciones, riego, seguridad en el trabajo con los árboles, diagnóstico, valoración, por mencionar algunos (Rivas, 2001a).

Con el fin de esclarecer los criterios de manejo y diferencias entre la arboricultura y la silvicultura urbana Rivas (2015), presenta una comparación entre dichas ciencias (Cuadro 3):

Cuadro 3. Comparación entre arboricultura y silvicultura urbana

Comparación entre la arboricultura y la silvicultura urbana		
Criterio	Arboricultura	Silvicultura urbana
Definición	Cuidado y protección del árbol urbano	Cultivo de montes y bosques urbanos
Objeto de estudio	Árbol urbano	Bosque urbano
Modelación digital (Sistemas de Información Geográficas)	Punto – individuo	Polígono – conjunto de individuos
Ciencia de origen	Horticultura	Dasonomía
Unidad de manejo	Árbol	Rodal
Prácticas que se realizan	Producción en viveros, selección de la especie, plantación, instalación, riego, fertilización, acolchado, aireación del suelo, poda, derribo, protección en las construcciones, evaluación del riesgo, sistemas de refuerzo estructural, valoración económica, inventarios, planes de manejo de árboles urbanos, cuidado de árboles ancianos	Producción en viveros forestales, aclareo, siembra directa, plantación, riego, poda, derribo, limpieza, conservación de suelos y agua, protección contra incendios, plagas, enfermedades, desmontes y sobrepastoreo, inventarios, planes de manejo dasonómicos urbanos, cortas de saneamiento, métodos de regeneración natural, agroforestería
Traducción al inglés	Arboriculture	Urban silviculture / Urban forestry
Profesional que la practica	Arborista	Ingeniero Forestal

Fuente: Rivas, 2015.

3.3.3 Ecología urbana

La ecología urbana es una disciplina procedente de las ciencias biológicas, producto de la problemática ambiental derivada del desarrollo urbano y sus dificultades asociadas, surge la necesidad de estudiar la situación de manera integral, incluyendo la perspectiva social y desde las ciencias de la Tierra; esta disciplina se orienta en el análisis de los patrones y procesos ecológicos referentes a los sistemas urbanos (MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez, 2013).

Existen investigaciones de corte ecológico en las ciudades desde varias décadas atrás, sin embargo el estudio de las urbes como ecosistemas transformados por el hombre se remonta a principios de 1990 en Estados Unidos de América y países de Europa Occidental (Grimm, Grove, Pickett y Redman, 2000). La ecología urbana es esencial en la comprensión de las ciudades desde un enfoque ecológico, pero también en la generación de información para la toma de decisiones, la aplicación de políticas públicas y la planificación urbana; de esta manera se concibe como un área potencial que provee la información necesaria y oportuna para enfrentar los retos impuestos por el incremento en el desarrollo urbano a nivel local y regional (MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez, 2013).

Otra definición de esta ciencia es la generada por Hough, (1998) que indica que la ecología urbana examina la integración del urbanismo con la finalidad de establecer una perspectiva local y bioregional más amplia y realizar las respectivas conexiones entre elementos dispares, revelando unas posibilidades que de otra forma no resultarían evidentes.

3.3.4 Historia ambiental

La historia ambiental es una disciplina que surge como respuesta a la crisis ambiental manifestada en los movimientos ambientalistas y conferencias mundiales de 1970, no desde la

historia misma. Por esta razón sienta sus bases en la geografía histórica y la antropología ecológica (Palacio, 2001).

La historia ambiental no es una ciencia biológica o ecológica, ni mucho menos social, por el contrario, es un campo de estudios que tiende puentes entre las ciencias naturales y las sociales-históricas (Palacio, 2001).

De acuerdo con Palacio (2001), la historia ambiental tiene como fin la descripción y análisis de las interacciones entre los elementos bióticos y abióticos de la naturaleza incluidos los humanos, mismos que por coexistir en sociedad transforman la naturaleza mediante la cultura.

La cultura por su parte es definida por Geertz (1992), como la pauta del significado, lo que conduce a una discusión meramente de sentido común ya que no todos los significados pueden ser culturales, es decir, de acuerdo con lo propuesto por Strauss y Quin (2001), aquellos significados compartidos con una estructura generacional e histórica puede ser llamada verdaderamente pauta del significado.

Otra de las definiciones que quizá pueda parecer más sencilla es la que ofrece la UNESCO (2005), cultura representa los rasgos distintivos, espirituales, materiales y afectivos que caracterizan una sociedad o grupo social.

De manera más concreta y, retomando lo valioso de cada una de las descripciones anteriores, la cultura es una forma de organización social, que se construye de significados compartidos con un valor histórico y generacional único, que refuerza y unifica los lazos sociales de los individuos que constituyen un grupo o comunidad.

Entendiendo qué es la cultura se puede comprender por ende la importancia que ésta tiene en el estudio y conocimiento de la historia ambiental ya que la acción transformadora del humano hacia la naturaleza obedece a diferentes motivos, así también cómo los diferentes recursos de la naturaleza que existen a lo largo y ancho del planeta Tierra marcaron o diferenciaron el establecimiento de las diferentes culturas y sociedades; en otras palabras como el ambiente influyó en el desarrollo del ser humano, cómo los recursos que la naturaleza ofrece fueron moldeando las adaptaciones y cómo éstas se convirtieron en conocimientos sobre el ambiente.

Según Worster (1991), la historia ambiental trata de la función y del lugar de la naturaleza en la vida del humano, organizándola en tres niveles de análisis:

1. Entendimiento de la naturaleza (cómo funcionó y se organizó en el pasado)
2. Aspecto socioeconómico y como se relaciona con la naturaleza
3. Exclusivamente humano, intangible, mental (percepciones, valores, ética, leyes, mitos).

Siguiendo la propuesta de Woster y adaptándola en el estudio de los árboles y bosques urbanos, habría primero que conocer, analizar e interpretar la composición y funcionamiento del ecosistema original, segundo, conocer, interpretar y analizar cómo ese espacio fue ocupado por un grupo social (además de caracterizarlo), cómo los elementos naturales del sitio dieron origen a una ciudad y tercero, analizar las percepciones y los usos que dicho grupo social le dio a todos los elementos de la naturaleza.

Por lo anterior, se considera que la historia ambiental es significativamente útil y cobra un valor importante en el estudio y entendimiento de los ecosistemas urbanos, particularmente en los árboles y bosques urbanos, ya que en su conjunto proporciona las bases del proceso de

transformación de un territorio, integrando la relación que existe las acciones del hombre y el estado actual de la naturaleza.

3.3.5 Percepciones acerca de la naturaleza

La apreciación que se tenga sobre la naturaleza depende de las personas, por lo que resulta importante describir algunos conceptos que faciliten su estudio, en este sentido el conocimiento ambiental es el primero de ellos, éste involucra el almacenamiento, organización y reconstrucción de imágenes de las características ambientales que no están a la vista en un momento dado. Una vez sistematizada dicha información se procede a la acción, es decir, a las actitudes con respecto al ambiente que son los sentimientos favorables o desfavorables que las personas tienen hacia las características del ambiente físico o algún problema relacionado con él (Maloney y Ward 1973; Maloney, Ward y Braucht, 1975).

Las percepciones ambientales se conciben a partir de la clasificación de la realidad, que actúa a través del uso de códigos, patrones o símbolos establecidos por factores sociales, económicos, culturales, políticos, por mencionar algunos, ya que cada individuo observa y entiende de distinta manera al ambiente que lo rodea y lo define de acuerdo con su propia historia de vida (Calixto y Herrera, 2010).

La percepción ambiental proporciona la información básica que determina las ideas que un individuo se forma sobre el ambiente, así como sus actitudes hacia él. A su vez, a partir de estas ideas y conocimientos, surge una serie de expectativas con respecto al ambiente de que se trata y éstas modelan la percepción ambiental. Dicho de otra manera, la percepción ambiental es el proceso por el cual las personas conocen o interpretan a su ambiente físico inmediato a través de los sentidos (Maloney *et al.*, 1975).

En este orden de ideas, la percepción ambiental comprende intenciones en el momento de actuar, de esta manera, el individuo selecciona, clasifica y se dirige hacia la información que el ambiente le proporciona y que posibilita su acción; de manera que la percepción ambiental adquiere una función psicológica de dirigir y regular las actividades de la cotidianidad (Calixto y Herrera, 2010).

En la actualidad la crisis ecológica que amenaza al mundo es consecuencia de la conducta inadaptada de la gente con respecto a su ambiente físico. Sólo cuando mejoren las actitudes de los individuos como sociedad hacia el uso de la tierra, la eliminación de residuos sólidos y el consumo, surgirán conductas positivas y adaptativas (Maloney y Ward, 1973; Maloney *et al.*, 1975).

3.4 Manejo del Bosque Urbano

3.4.1 Gestión ambiental

En la década de 1970, nace la gestión ambiental como la reorientación del pensamiento ambiental (ecodesarrollo y desarrollo sostenible) y como instrumento de diagnóstico y planificación para la resolución de los problemas ambientales (Muriel, 2006).

De acuerdo con la Red de Desarrollo Sostenible de Colombia (s/f), la gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y de su patrimonio biofísico y cultural, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

Para conceptualizar integralmente qué es la gestión ambiental se presentan las siguientes definiciones:

- Es la administración y manejo de todas las actividades antropogénicas que influyen sobre el ambiente, mediante un conjunto de técnicas, mecanismos y pautas que aseguren la práctica de una política ambiental racional y sostenida (CEPAL y CLADES, 1981).
- Es el conjunto de acciones normativas, administrativas y operativas que impulsa el Estado para alcanzar un desarrollo con sustentabilidad ambiental (CEPAL y PNUMA, 1990).
- Es el conjunto de las actividades humanas encaminadas a procurar una ordenación del medio ambiente y contribuir al establecimiento de un modelo de desarrollo sustentable (aspectos institucionales y jurídicos del medio ambiente, incluida la participación de las organizaciones no gubernamentales en la gestión ambiental (Brañes, 1991).

Una vez definida la gestión ambiental, es conveniente conocer los componentes que la integran y que de acuerdo con Weitzenfeld (1996), se dividen en:

- Esenciales: que son constituidos por la política, el derecho y la administración ambientales, la política ambiental es el conjunto de las acciones que se diseñan para lograr un ordenamiento racional del ambiente. El derecho ambiental es, desde la perspectiva de la política ambiental, un instrumento que habitualmente se emplea para establecer sus principios y algunos de sus mecanismos de aplicación. La administración ambiental es el manejo material que se hace del medio ambiente con el propósito de ordenarlo racionalmente y al mismo tiempo el sistema administrativo que se establece para este propósito.

- Operativos: se constituyen por la investigación y acopio de información sobre ambiente y recursos naturales, la planificación ambiental, la administración o manejo ambiental, el equipamiento e infraestructura y por el desarrollo de la normativa legal.

En cuanto a las etapas, fases o procesos que se llevan a cabo dentro de la gestión ambiental Muriel (2006) indica que se encuentran las siguientes:

- Preparación, sensibilización y planificación
- Ejecución: realización de los programas y proyectos definidos en los planes
- Seguimiento, control y evaluación
- Regulación y retroalimentación.

Como se observa en los párrafos anteriores, la gestión ambiental es el proceso mediante el cual el Estado en sus diversas dimensiones (nacional, estatal, municipal), regula las acciones que deberán adoptarse para procurar el equilibrio del ambiente, haciendo uso de herramientas técnicas, políticas, administrativas, de regulación y control para asegurar el buen estado de la naturaleza y los recursos naturales.

3.4.2 Gestión Integral del Bosque Urbano

La importancia que los bosques urbanos tienen es indiscutible, por lo que es lógico que deben ser manejados bajo criterios que proporcionen los medios adecuados para su establecimiento y procuración a lo largo del tiempo, de modo que como parte de la gestión ambiental se considera la gestión integral de los bosques urbanos.

La Organización de las Naciones Unidas define la Gestión Forestal Sostenible como “un concepto dinámico y evolutivo que tiene por objetivo mantener y mejorar los valores

económicos, sociales y ambientales de todo tipo de bosques en beneficio de las generaciones presentes y futuras” (FAO, 2014).

Además la gestión forestal sostenible involucra aspectos de planificación, administrativos, económicos, legales, sociales, técnicos y científicos que se pueden relacionar con diversos niveles de intervención humana, con acciones que van desde salvaguardar y mantener los ecosistemas forestales y sus funciones, hasta aquellas que buscan favorecer especies de valor social o económico con el fin de cumplir con objetivos ambientales, económicos, sociales y culturales específicos (FAO, 2014).

Dentro del conjunto de estrategias de la gestión forestal sostenible que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO por sus siglas en inglés, implementa, se encuentra la gestión de los bosques urbanos, donde se especifica que es necesaria una coordinación metódica entre las instituciones nacionales, regionales y locales así como de los propietarios privados (FAO, 2016).

Los procesos de toma de decisiones en los que participen las partes interesadas por ejemplo, los responsables de las políticas, investigadores, especialistas, instituciones gubernamentales, propietarios, usuarios de los bosques y comunidades locales, son con toda probabilidad la forma más eficaz para determinar las necesidades comunes, establecer las prioridades, así como diseñar y ejecutar los planes de gestión (FAO, 2016).

De acuerdo con la FAO (2016), existen tres objetivos básicos que los responsables de la planificación y la gestión de los bosques urbanos deben cumplir:

- asegurar que los bosques urbanos produzcan suficientes bienes y servicios ambientales para satisfacer las necesidades de las poblaciones urbanas en crecimiento

- lograr un equilibrio apropiado entre el desarrollo urbano y la conservación del medio ambiente
- garantizar la sostenibilidad de los recursos forestales urbanos y su capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Muriel (2006) , indica que cualquier proceso de gestión se considera integrado por regla general, ya que en él existen etapas o funciones de planificar, ejecutar, controlar y monitorear. Siguiendo esta premisa, en la gestión de los bosques urbanos se consideran también una serie de pasos básicos que de acuerdo con la FAO (2016) son:

1. Evaluar los recursos existentes:

El primer paso en el plan de gestión de un bosque urbano es la realización de un inventario en donde se contemple su historial, situación y los problemas existentes. El tipo y el alcance de los datos se encuentran en función de los objetivos de gestión, por ejemplo, producción, protección, recreación, entre otros, los cuales pueden ser distintos dentro de un paisaje urbano, entre las ciudades, estados y países. El alcance del inventario depende también de la disponibilidad de recursos económicos y tecnológicos. Existen diversas formas de realizar los inventarios, desde los totales, hasta levantamientos o muestras estadísticas. Los inventarios forestales urbanos deben contener evaluaciones de los riesgos para la salud y la seguridad de los ciudadanos, necesidades de mantenimiento y los conflictos existentes por lo que respecta a su gestión y utilización. La salud del árbol es un parámetro importante a considerar porque los árboles podridos o caídos pueden suponer riesgos a las personas así como a la infraestructura urbana. Resulta necesaria la recopilación de información sobre la

disponibilidad y la tenencia de la tierra, los recursos hídricos, viveros así como la disponibilidad de brinzales de diferentes especies potenciales a utilizar.

2. Determinar las necesidades y establecer las prioridades:

Se determinan los objetivos de gestión y se les otorgan un orden de prioridad. Los datos del inventario forestal y de otras fuentes por ejemplo los planes urbanos y estudios de impacto social, pueden ayudar a determinar los posibles problemas y las futuras necesidades de gestión, los sitios de plantación, los riesgos relacionados con los árboles y la posibilidad de producción de bienes y servicios ambientales. Estos datos proporcionan la base para los procesos de establecimiento de prioridades entre todas las partes interesadas y se logre un equilibrio adecuado. Los buenos resultados de la gestión de los bosques urbanos dependen de la colaboración, el involucramiento y la participación de la ciudadanía; por tanto, la intervención de la comunidad en el establecimiento de prioridades y en otros procesos de adopción de decisiones es primordial desde las primeras etapas.

3. Elaborar un plan de gestión:

Los planes de gestión de los bosques urbanos varían en la escala, por ejemplo, a nivel local, urbano, estatal, regional o nacional; en su duración, por ejemplo a corto, mediano o largo plazo; y por su tipo, por ejemplo, maestro, técnico o estratégico. Su elaboración requiere de datos de referencia adecuados, orientación profesional, tiempo, fondos y la colaboración de las partes interesadas. Un plan de gestión estándar o básico de bosques urbanos incluyen las siguientes secciones:

- antecedentes

- situación actual y problemas
- análisis de un posible desarrollo del bosque urbano
- marco administrativo y jurídico
- metas y objetivos (específicos, cuantificables, asequibles, pertinentes y de duración determinada)
- análisis de costos-beneficios
- presupuesto
- establecimiento, mantenimiento, protección, eliminación y utilización de los árboles
- actividades de extensión y educación pública, incluida la seguridad
- proceso de participación de la comunidad
- obtención de respaldo político
- plan de trabajo con calendario.

4. Aplicar el plan de gestión:

Los responsables de la aplicación deben adoptar las medidas especificadas en el plan de gestión de manera oportuna, eficiente y eficaz. Se elabora un plan de trabajo detallado donde se puntualicen con claridad las responsabilidades y las medidas específicas. El enfoque adoptado para la aplicación del plan de gestión está en función del sistema administrativo y las leyes, el nivel de desarrollo del entorno urbano y el grado de participación pública. Sin embargo, la aplicación del plan de gestión del bosque urbano conlleva regularmente los siguientes pasos:

- aclarar y lograr un acuerdo sobre las respectivas responsabilidades de las entidades que gestionan los arbóreos urbanos
- aprobar leyes, reglamentos o políticas sobre árboles
- poner a disposición los recursos financieros necesarios

- contratar a profesionales en arboricultura y/o planificar programas de gestión comunitaria
- elaborar programas de educación pública
- llevar a cabo actividades de conformidad con el plan de trabajo detallado.

5. Realizar un seguimiento y evaluación:

Para garantizar la sostenibilidad de los bosques urbanos es necesario un programa de seguimiento a largo plazo para que se puedan evaluar los efectos de las intervenciones de gestión y el logro o no de sus objetivos. Los programas de seguimiento generan información que útil para la adaptación del plan de gestión.

Para Mock (2005), la gestión integral de los bosques urbanos demanda de un conjunto de acciones dentro de las cuales destacan el manejo de árboles individuales así como de los árboles de alineación, la concientización y educación de la comunidad y la coordinación entre los organismos o instituciones ya que actúan de manera independiente. Así mismo indica que para que un bosque urbano sea sustentable son necesarios contar con árboles sanos, contar con una gestión integral y el apoyo e integración de la comunidad.

Al respecto Benavides (1989), indica que el arbolado urbano es un servicio y un bien que en principio debe ser proporcionado por los gobiernos municipales, mismos que deben mantenerlo en la mejor condición posible, considerando la opinión de los habitantes del lugar buscando el sentimiento de identidad y arraigo con el bosque urbano.

Dentro de los planes de gestión, existen diversos objetivos de manejo que dependen totalmente de los beneficios que el bosque urbano proporcione a los habitantes de una ciudad o comunidad en particular, así como de los que son necesarios obtener del propio bosque urbano. Como ejemplo y con el fin de disminuir algunos de los efectos provocados por

ciclones tropicales en Florida, existe el Programa de Recuperación del Bosque Urbano Afectado por Huracanes, que surgió después de la devastación de los huracanes de los años 2004 y 2005, eventos donde ocurrieron grandes afectaciones por la caída de los árboles provocados los fuertes vientos.

El objetivo principal de este programa es fomentar un bosque urbano saludable que sea más resistente a los vientos, está dirigido a los ciudadanos y a las comunidades que buscan reconstruir y establecer mejores prácticas de manejo para que los eventos futuros sean menos devastadores; se han adoptado varias formas de manejo, incluyendo la plantación de árboles nuevos, el inventario y la evaluación de los daños y el reemplazo de vegetación por especies más resistentes al viento (Universidad de la Florida, 2006).

Al mismo tiempo, se han diseñado estrategias de manejo previo a los eventos catastróficos, como la evaluación de las condiciones del bosque urbano y después de los eventos con guías de cómo manejar a los árboles en diversas situaciones de riesgo. Este es un ejemplo práctico de cómo la incorporación de los principios básicos de la arboricultura aplicados a la gestión del bosque urbano proporcionan herramientas y resultados favorables para disminuir los efectos de los ciclones tropicales (Universidad de la Florida, 2006).

Como se ha desarrollado a lo largo del texto, los bosques urbanos son dinámicos, su estructura, su composición y distribución pueden cambiar drásticamente por las decisiones y acciones que los responsables de él hagan o dejen de hacer, por esta razón, los planes de gestión de los bosques urbanos deben considerarse a largo, mediano y corto plazos, realizando estudios de carácter ecosistémico y social, adaptable a los cambios, contemplando siempre la generación de servicios ambientales y procurando un costo operacional bajo.

4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Realizar un análisis del arbolado de alineación y de percepción a los habitantes en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para brindar información a los tomadores de decisiones en cuanto a la gestión del arbolado urbano.

Objetivos específicos

- Identificar la condición física de las especies arbóreas presentes en las calles de la ciudad mediante la generación de un inventario.
- Conocer el stock verde de las colonias a través de la relación número de árboles de alineación y la densidad de población.
- Representar espacialmente las condiciones del arbolado de alineación por medio del diseño de mapas verdes de una colonia en particular.
- Conocer la percepción de los habitantes sobre el uso, aprovechamiento y el interés de las especies de árboles presentes en las calles de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Hipótesis

1. La falta de conocimiento básico de los habitantes sobre mantenimiento y elección de especies son las principales causas de las condiciones físicas que presenta el arbolado de alineación en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.
2. Los habitantes de la ciudad perciben, usan, aprovechan y se interesan por los árboles de alineación de diferentes maneras, debido a los distintos contextos socioeconómicos, escolaridad, así como al grupo de edad y género al que pertenecen.

5. METODOLOGÍA

5.1 Área de estudio

El área de trabajo de esta investigación fue la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Figura 4), cabecera del municipio, se localiza en la Región Socioeconómica I Metropolitana (CEIEG, 2010), colinda al norte con los municipios de San Fernando, Osumacinta y Chiapa de Corzo; al este con Chiapa de Corzo y Suchiapa; al sur con Suchiapa; y al oeste con Suchiapa, Ocozocoautla de Espinosa, Berriozábal y San Fernando, se ubica entre las coordenadas $16^{\circ}45'11''$ de latitud norte y el meridiano $93^{\circ}06'56''$ de longitud oeste, cuenta con una altitud promedio de 522 msnm (INEGI, 2010a).

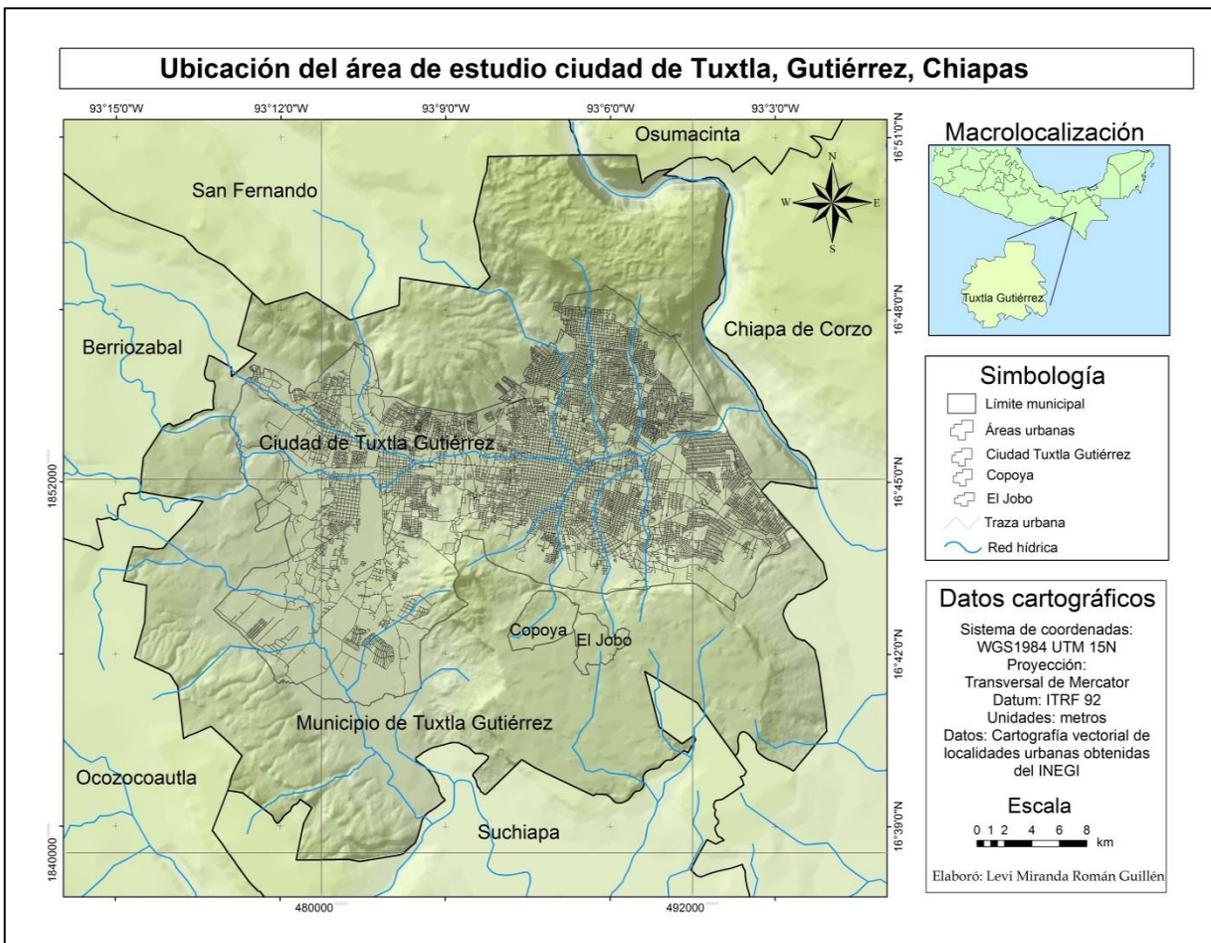


Figura 4. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez cuenta con una población de 537,102 habitantes (INEGI, 2010a), una superficie de 13,958 hectáreas y una densidad promedio de 35.9 habitantes por hectárea (ICIAM, 2012). A continuación se presentan algunas características sociodemográficas de la ciudad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características sociodemográficas de la población de Tuxtla Gutiérrez.

Característica	Total	Femenino	Masculino
Población (Pob.) total	537,102	281,223	255,879
Pob. de 15 años y más analfabeta	20,373	14,031	6,342
Pob. de 15 años y más sin escolaridad	22,843	15,098	7,745
Grado promedio de escolaridad	10.10	9.65	10.62
Pob. económicamente activa	237,784	93,661	144,123
Pob. que habla lengua indígena y español	9,356	5,024	4,629
Pob. derechohabiente a servicios de salud	318,423		
Total de viviendas	165,206		

Fuente: INEGI, 2010.

5.1.1 Fisiografía

Tuxtla Gutiérrez se ubica en la provincia fisiográfica Sierras de Chiapas y Guatemala, dentro de una discontinuidad denominada Depresión Central de Chiapas, los sistemas de geoformas presentes son llanura aluvial con lomerío en un 34.98%, sierra alta de laderas tendidas con 29.72%, meseta típica con 25.18%, valle de laderas tendidas con lomerío con un 4.21%, lomerío típico con 3.85% y cañón típico con 2.06% (INEGI, 2010b). Las principales elevaciones son los cerros Loma Verde y Matumactzá (CEIEG, 2010).

5.1.2 Geología

La ciudad se asienta en una plataforma sedimentaria con rocas caliza-lutita en un 37.5%, caliza con 24.95%, limolita-arenisca con 11.88%, lutita-arenisca con 4.90% y suelos aluviales en un 20.77%, correspondientes a los periodos Cretácico 46.8%, Paleógeno 32.43% y Cuaternario en un 20.77% (INEGI, 2010b).

5.1.3 Edafología

Los suelos predominantes son el Leptosol con un 28.69%, Regosol con 9.65%, Vertisol con 9.63% y Luvisol con 10.36%, (INEGI, 2010b).

5.1.4 Clima

El clima en Tuxtla Gutiérrez, se distingue por ser cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación anual es de 982mm, con lluvias entre los meses de mayo a octubre. Los vientos tienen una dirección dominante del noroeste, con velocidades de 2 a 4 m/s (7.2 a 14.4 km/h). La temperatura media anual es de 24.2 °C, durante los meses más calurosos que son mayo, junio y julio, la temperatura alcanza los 37.6 °C, mientras que durante los meses fríos diciembre, enero y febrero, la temperatura oscila entre los 15 y 20 °C (CEIEG, 2010).

5.1.5 Hidrografía

Tuxtla Gutiérrez se ubica dentro de la Región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, en la cuenca del Río Grijalva, subcuencas Tuxtla Gutiérrez, Suchiapa y Presa Chicoasén (INEGI, 2010b). El municipio se conforma por las microcuencas Arroyo Poc-Poc, Cerro Hueco, Santa Ana, San José Arenal, San Roque, Pomarroza, 24 de Junio y Arroyo Centro, que convergen hacia la subcuenca del río El Sabinal (IC IPLAM, 2012). Las principales escorrentías son los ríos El Sabinal, Sabino, San Francisco y Poti (CEIEG, 2010).

5.1.6 Vegetación y uso del suelo

La vegetación presente se distribuye de la siguiente manera: vegetación secundaria (de selva caducifolia) con el 33.89%; vegetación inducida con el 5.26%; sin vegetación aparente con el 0.88%; selva caducifolia con el 0.73%; vegetación secundaria (de selva perennifolia) con el 0.6% y bosque de encino con el 0.12% (INEGI, 2010b).

5.1.7 Áreas Naturales Protegidas

El municipio cuenta con 4,920.07 hectáreas de Áreas Naturales Protegidas que representan el 14.51% de la superficie total del municipio, dentro de las que se encuentran la Reserva Estatal Cerro Mactumatzá, el Centro Ecológico Recreativo El Zapotal y la Zona Forestal Vedada Villa Allende todas estas de competencia estatal, en cuanto al nivel federal corresponde una porción del Parque Nacional Cañón del Sumidero (IC IPLAM, 2012).

5.2 Diseño de muestreo

Dado que en la mayoría de estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, se debe proceder a realizar muestreos, aunque fuera posible localizar y medir todas las unidades de la población, la información no sería más útil ni significativa que la derivada de un muestreo adecuado (Matteucci y Colma, 1982).

Para realizar el diagnóstico dasométrico y de condición del arbolado de alineación, se implementó un sistema de inventario en calles de colonias, para ello, se adaptó la propuesta metodológica de Benavides y Villalón (1992) que consistió en tomar el 20% del total de las colonias al azar y elegir de la misma manera las calles para realizar un recorrido de 2 km en cada una.

En este sentido y con base en el catálogo de asentamientos humanos del INEGI (2015), el total de colonias, barrios, fraccionamientos, unidades y conjuntos habitacionales en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es de 463, así el 20% corresponde a 92.6 colonias, es decir, se procedió a realizar un muestreo de árboles de alineación en 93 colonias elegidas al azar. La ubicación de las colonias se puede ver en la Figura 5 y la lista se encuentra en el anexo 1 donde se presenta el nombre de la colonia, zona geográfica, así como el grado de marginación con la que cuentan de acuerdo a la CONAPO, (2010).

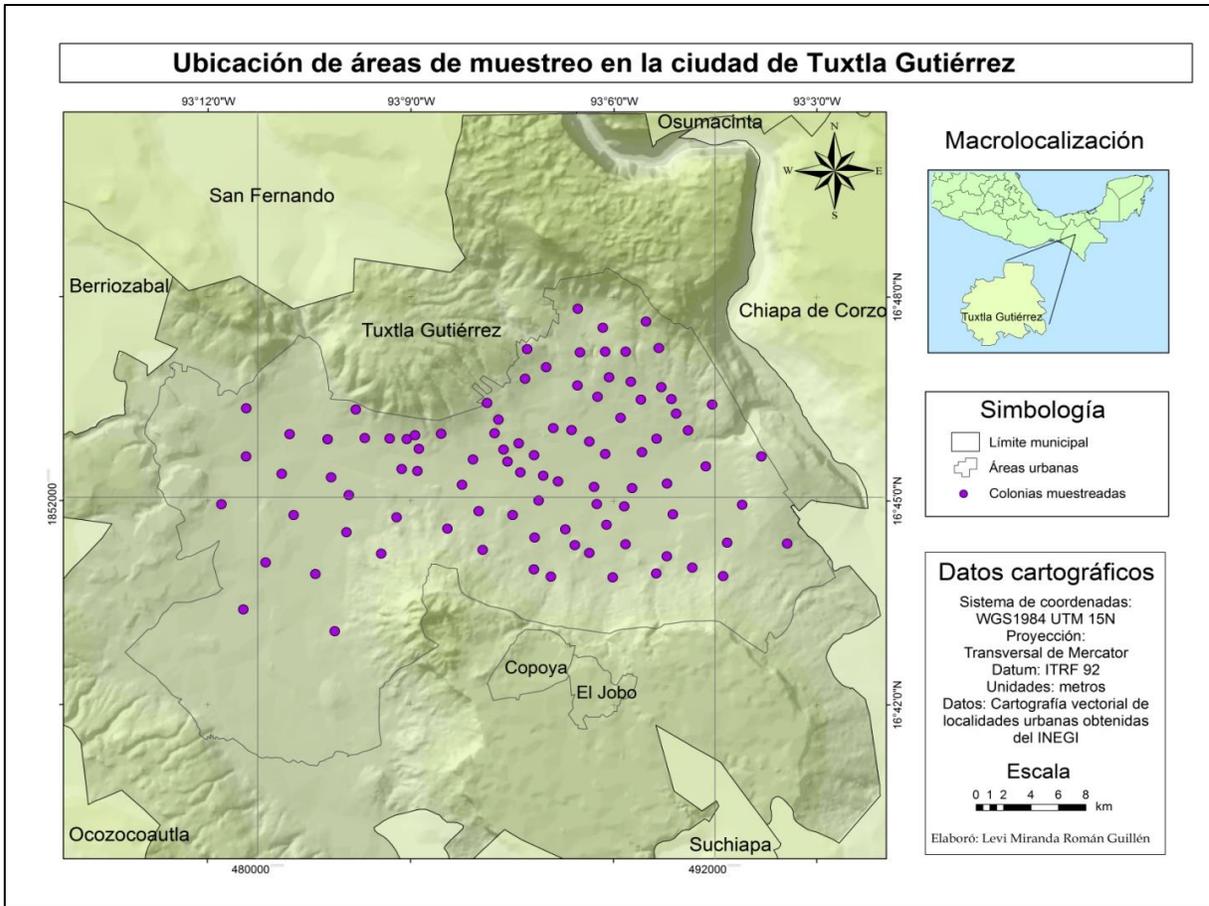


Figura 5. Ubicación de las colonias muestreadas. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Determinación de Variables

Para este apartado se consideraron las propuestas metodológicas de López y Flores (1997), Benavides y Fernández (2012) y Velasco, Cortés, González, Moreno y Benavides (2013), para este estudio, las variables se clasifican en tres segmentos, el primero de localización, el segundo la caracterización dasométrica y el tercero corresponde a la condición y vigor.

5.3.1 Localización

- **ubicación:** lugar en el que se localiza el individuo, anotando la clave correspondiente:
 B = banqueta, C = calle, Ca = camellón, G = glorieta.

- **número de árbol:** número asignado para la identificación en campo, es consecutiva en todas las áreas, por lo que cada individuo tiene un registro único.
- **ubicación georreferenciada:** coordenadas geográficas de cada individuo.
- **calle:** nombre o número de la calle.

5.3.2 Caracterización dasométrica

Identificación de especie

La identificación de especie se realizó directamente en campo anotando su nombre común y científico con base en bibliografía especializada de Breedlove (1981); Flora Mesoamericana (2016); Gentry (1996); Macías, Ochoa, Zamora, Martínez y Peters (2015); Martínez (1979); Miranda (1998); Niembro (1986); Pennington y Sarukhán (2005); Ricker y Daly (1998); Rzedowski (1991).

Altura

Para medir la altura de los árboles se procedió a realizar lo siguiente:

- Medir desde la base del árbol 10 metros (hasta donde se observe su copa) y este punto es el lugar de observación.
- Apuntar el clinómetro hacia la parte más alta del árbol y leer cuántos grados de inclinación marca.
- Buscar en el cuadro de ángulos y pendientes (anexo 2), el porcentaje de pendiente que le corresponde al ángulo que se obtiene con el clinómetro.
- Después se multiplican los 10 metros por el porcentaje de la pendiente y el resultado se divide entre 100 (ver Figura 6); esto es:

$$H \Delta = \frac{dh * \% P}{100}$$

Donde:

$H \Delta$ = altura del triángulo

dh = distancia horizontal

%P = porcentaje de pendiente

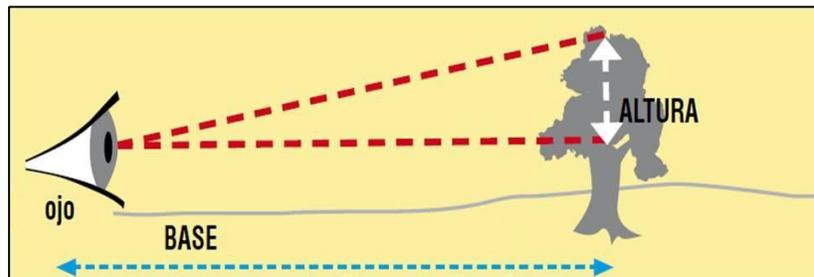


Figura 6. Visualización de la medición de la altura de un árbol. Fuente: Vargas, Álvarez, y Cuesta, (2011).

- Al resultado obtenido con la fórmula anterior se le suma la altura de la persona que hace la medición, así, este valor será la altura total del árbol.

$$\text{Altura del árbol} = H\Delta + \text{Altura de la persona}$$

Diámetro de los árboles

El diámetro de los árboles es medido con la corteza a la altura del pecho (1.3 m) salvo en los casos particulares presentados en la Figura 7, este diámetro se denomina DAP o diámetro normal, así mismo, es necesario realizar una medición del diámetro del árbol a una altura de 20 cm desde su base, llamado diámetro basal (DB). Para la medición se utilizó una cinta diamétrica.

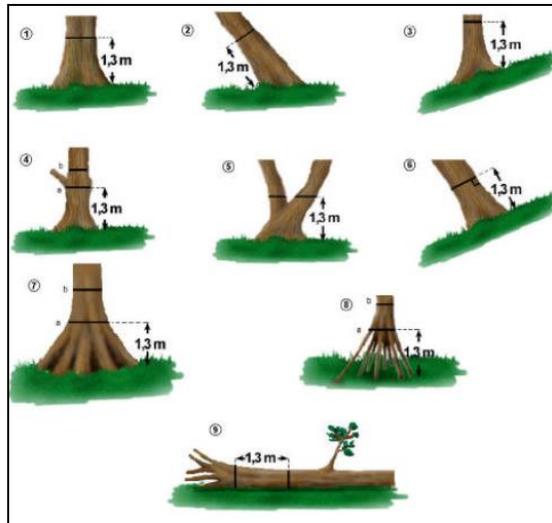


Figura 7. Uso correcto de la cinta métrica. En las situaciones 4, 7 y 8 la cinta se desplaza a la posición b para medir el diámetro. Fuente: Schlegel, Gayoso y Guerra, (2001).

Cobertura de copa

La cobertura de copa se obtuvo a través de la sumatoria de la distancia horizontal que existe entre la punta de las ramas más distantes norte-sur y la distancia horizontal entre las ramas más distantes este-oeste, dividido entre dos, es decir, el promedio del diámetro de la copa.

Para calcular la cobertura, es necesario realizar la siguiente ecuación:

$$CC = \pi \left(\frac{dpC}{2} \right)^2$$

Donde:

CC = Cobertura de copa

dpC = diámetro promedio de la copa

$\pi = 3.1416$

5.3.3 Condición de estado y vigor

Etapas de desarrollo del árbol

Se procedió a la estimación mediante una identificación visual del individuo, clasificándolo en juvenil cuando su copa no está bien definida y se encuentra en crecimiento; maduro cuando los ejemplares contarán con una copa bien definida y su talla promedio haya sido alcanzada; senil o muerto cuando los individuos mostraran contracciones en la copa, desprendimiento de tronco y que por sus características se aprecie que se encuentra en las últimas etapas de vida. No se incluyeron a los individuos con diámetro igual o menor a 5 cm, porque estas plantas son susceptibles a cualquier daño físico (vandalismo) o pérdida de vigor debido a la competencia o por la influencia de algún factor abiótico, lo que significa que este grupo se encuentra en un proceso de fluctuación muy dinámico en el corto plazo (Benavides y Fernández, 2012).

Condición del tronco

Se procedió a una inspección visual del estado físico del tronco del individuo para detectar algún síntoma o evidencia de deterioro o daño mecánico y/o vandalismo (marcas provocadas por objetos punzocortantes, presencia de clavos, alambres y anuncios), clasificándolo de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Bueno = sano y sólido
- Regular = corteza desprendida o presencia de huecos
- Malo = presencia de huecos, desprendimientos de corteza y raíz expuesta
- Pésimo = se encuentra en un proceso de muerte que por su condición representa un peligro para las personas y bienes
- Muerto = ejemplares muertos en pie o secos.

Condición de la copa

Se procedió a una inspección visual del estado físico de la copa del individuo para detectar algún síntoma o evidencia de deterioro o daño, clasificándolo de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Bueno = Copa densa, completa y balanceada
- Regular = Copa completa y desbalanceada o incompleta y balanceada
- Malo = Copa incompleta y desbalanceada
- Pésimo = Copa escasa y desbalanceada

Para determinar si la copa es densa o completa, semi densa/incompleta o escasa, se utiliza el siguiente criterio: Copa con más de tres cuartas partes con follaje = denso/completo, Copa entre tres y dos cuartas partes con follaje = semi denso/incompleto y Copa con una cuarta parte con follaje = escaso.

En cuanto a la determinación del balance, se considera balanceado cuando el follaje de la copa guarda un equilibrio entre sus partes y si ésta presenta más del 30 % cargada en alguna dirección o extremo se encuentra desbalanceado.

Vigor

Se realizó una evaluación visual de la condición de vigor del individuo, clasificándolo en:

- Vigoroso = buena conformación del tronco y nula inclinación con relación a la vertical
- Declinación incipiente = ejemplares vigorosos, con alguna malformación del tronco que comienza a producir inclinación
- Declinación moderada = ejemplares vigorosos, con alguna malformación del tronco y con inclinación menor a 10 grados
- Declinación avanzada = ejemplares con poco vigor, mala conformación del tronco y con inclinación del tronco con respecto de la vertical mayor a 20 grados

- Declinación severa = ejemplares sin vigor, mala conformación del tronco y con inclinación del tronco mayor a 30 grados.
- Muerto: ejemplares muertos en pie o secos.

Estructura del árbol

Se procedió a una evaluación física de la estructura del árbol clasificándola en:

- Buena = formación radial buena, sin bifurcaciones y sin presencia de ramas muertas o rotas
- Regular = formación radial buena, con bifurcaciones y sin presencia de ramas rotas o muertas
- Malo = formación radial mala, con bifurcaciones, con una rama rota o tocones de ramas.
- Péximo = formación radial mala, con bifurcaciones y más de dos ramas rotas o tocones de ramas.

Estado sanitario del tronco

Se realizó una evaluación de afectaciones por plagas o enfermedades en el tronco, de acuerdo con las características que se presenten en el individuo se clasifica en:

- Sano = apariencia limpia, tronco sin lesiones físicas y sin presencia de plagas y enfermedades
- Regular = presencia plaga o alguna enfermedad y el tronco lesionado
- Malo = árbol en decadencia, la corteza presenta una condición crítica de plagas y síntomas de enfermedad.
- Muerto = ejemplares muertos en pie o secos.

Estado sanitario de la copa

Se realizó una evaluación de las afectaciones por plagas o enfermedades en la copa, de acuerdo con las características que se presenten en el individuo se clasifica en:

- Sano = apariencia limpia, copa sin lesiones físicas y sin presencia de plagas, enfermedades y defoliación
- Regular = presencia plaga o alguna enfermedad, copa lesionada y ramas secas
- Malo = ejemplares con un estado general de decadencia, las ramas se encuentran en su totalidad secas, las hojas marchitas, cubiertas de polvo, enroscadas, con una condición crítica de plagas y síntomas de enfermedad
- Muerto = ejemplares muertos en pie o secos.

Riesgos o daños asociados

Se realizó una evaluación visual de las afectaciones que el follaje, las ramas, el tronco o alguna otra parte del árbol esté causando a las instalaciones eléctricas, telefónicas, luminarias, banquetas, drenaje, agua potable, mobiliario urbano, arroyo vehicular entre otros, así como a las obstrucciones visuales que el ejemplar pueda ocasionar en el tráfico de peatones, vehículos o señalética.

Requerimiento de mantenimiento

Se realizó una evaluación visual del ejemplar y si éste necesitaba de algún procedimiento de mantenimiento como trasplante, derribo o poda. Para el caso específico de la poda se consideraron las siguientes clasificaciones:

- Poda de seguridad = debido al carácter público del arbolado hace que por él mismo se deba responder ante situaciones que estos produzcan afectando a bienes y personas, por lo tanto deben eliminarse las ramas muertas o deterioradas y las que, teniendo uniones demasiado débiles, presentan mayores riesgos
- Poda sanitaria = cuando un árbol presenta síntomas de debilidad, su sistema radicular ha sufrido daños por compactación y/o movimientos de tierra, así como frenar o dificultar la propagación de parásitos y enfermedades

- Poda estética = conducción de copas a formas artificiales
- Poda de limpieza = remoción de ramas muertas, moribundas, aglomeradas, débilmente unidas y de bajo vigor. También cuerdas, alambres, enredaderas y clavos en el tronco
- Aclareo de copa = remoción selectiva de ramas para incrementar la penetración de la luz y el movimiento del aire a través de la copa. El aclareo abre el follaje de un árbol, reduce el peso de extremidades grandes y ayuda a mantener la forma natural del árbol
- Elevación de copa = remueve las ramas bajas de un árbol con el fin de dar accesibilidad para edificios, vehículos, peatones y vistas.
- Reducción de copa = reduce el tamaño de un árbol, con frecuencia para liberar líneas de conducción. A diferencia del desmoche, esta técnica ayuda a mantener la forma e integridad estructural del árbol.

Presencia de fauna

Se realizó una observación general del ejemplar y se anotó la presencia de especies animales sobre el árbol.

5.4 Relación árbol-población

Para estimar la relación existente entre la cantidad de árboles de alineación y la población, se procedió a tomar los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 que en su apartado: principales resultados por AGEB y manzanas urbanas, ofrecen datos estadísticos y de población a nivel manzana. Un AGEB es definido como un área geoestadística básica que representa la extensión territorial correspondiente a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo identificado en el terreno (INEGI, 2010c).

La cantidad total de habitantes se obtuvo de un ejercicio realizado manzana por manzana, tomando los datos de las calles recorridas previamente en el inventario de árboles urbanos por cada colonia o barrio de la ciudad. Después, con ayuda de una base de datos que incluían el nombre de la colonia, el número total de ejemplares arbóreos vivos y el número de habitantes se procedió a relacionar la cantidad de árboles y la cantidad de personas que habitan dichas calles mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{Na}{h} = Rel\ ah$$

Donde:

Na = número de árboles por colonia

h = número de habitantes

Rel ah = relación árbol-habitante

La cifra que resultó equivalió al número de árboles que existen por persona. Ahora bien, para conocer la proporción persona-árbol, se realizó la misma ecuación de manera inversa, es decir, se dividió el número de habitantes entre el número de árboles, el resultado obtenido fue el número de personas que existe por cada árbol.

5.5 Diseño del mapa verde

Como ya se describió en el apartado de marco teórico un mapa verde es la representación gráfica de los inventarios del arbolado urbano, permite una visualización rápida, detallada y de fácil entendimiento. Para la elaboración del mapa verde de esta investigación se seleccionó una de las colonias muestreadas, se eligió Infonavit Grijalva, ubicada en la zona norte-oriente de la ciudad, delimitada al norte por el Libramiento Norte, al oriente por la Avenida Rosa del Poniente y el Parque del Oriente, al sur por la avenida Artículo 123 y al Poniente por el Boulevard Fidel Velázquez.

Posteriormente, con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap 10, se elaboró una base de datos con los siguientes campos: ID, Coordenadas X y Y, Calle, Especie, Condición física, Condición sanitaria, Mantenimiento y Daños a la infraestructura, una vez hecho lo anterior, se realizó una codificación para su análisis en dicho SIG y se diseñaron los siguientes mapas temáticos:

- Mapa verde general (ubicación y especies)
- Mapa verde por condición física
- Mapa verde por condición sanitaria
- Mapa verde por tipo de mantenimiento
- Mapa verde con interferencia al cableado aéreo
- Mapa verde con raíces expuestas

5.6 Percepción

5.6.1 Diseño y selección de la muestra

En cuanto a los aspectos de percepción sobre el uso, aprovechamiento y el interés en la conservación de los ciudadanos tuxtlecos a cerca de los árboles de alineación, se consideró la aplicación de una encuesta. Para ello se utilizaron las muestras probabilísticas o aleatorias que son aquellas en donde todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidos (Hernández-Sampieri, Fernández, y Baptista, 1997)

A su vez, las muestras probabilísticas se subdividen, en este caso se utilizaron los muestreos estratificados, que consisten en dividir a la población de estudio en subgrupos con respecto a alguna característica elegida (Hernández-Sampieri *et al.*, 1997), en este trabajo los estratos fueron las colonias en donde los árboles de alineación fueron muestreados. El mismo

autor indica que en la práctica cada estrato constituye una muestra independiente, por lo que en cada uno se procede a realizar un muestreo aleatorio.

Para el tamaño de la muestra, se consideran dos tipos de poblaciones, las finitas que son poblaciones de tamaño reducido y que se conoce; y las infinitas que son aquellas de tamaño muy grande (a partir de 100,000 sujetos), indefinido o cuyo tamaño exacto se desconoce. El total de habitantes en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es de 537,102 (INEGI, 2010), es decir, el tipo de muestra que se necesita para este trabajo es de poblaciones infinitas.

Determinado lo anterior y con base en López (1998), que indica que una muestra debe ser representativa y no proporcional al tamaño del universo, debido a que conforme el universo crece el tamaño de la muestra también, sin embargo, llega un punto donde independientemente de cuanto crezca el universo el tamaño de la muestra se equilibra. El mismo autor menciona que la relación entre la muestra y el universo está dada por las conductas y opiniones del tema tratado, por lo que las respuestas son finitas y repetitivas, esto indica que a partir de un tamaño determinado las apreciaciones serán repetitivas y no contribuirán con nueva información a la investigación.

López (1998), menciona para los universos mayores a 100,000 utilizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, las muestras corresponden a 380.

Una vez determinado el tamaño de la muestra resultó necesario establecer los estratos donde se aplicaron las encuestas, para ello haciendo uso de dos de los criterios (infraestructura vial y cantidad de ejemplares árboles) identificados en el inventario de árboles de alineación que se realizó previamente se seleccionaron 20 colonias, 5 por cada relación.

Los criterios utilizados fueron:

- buena infraestructura vial + colonias con mayor cantidad de árboles (5)
- buena infraestructura vial + colonias con menor cantidad de árboles (5)
- regular infraestructura vial + colonias con mayor cantidad de árboles (5)
- regular infraestructura vial + colonias con menor cantidad de árboles (5)

Las clasificaciones se realizaron con base en los siguientes referentes, que las calles estuvieran definidas y pavimentadas, que contaran con banquetas, camellones (si ese fuese el caso) y guarniciones bien establecidas.

Por lo anterior, corresponden 19 encuestas por cada colonia, sin embargo, para redondear los números se decidió agregar una más y realizar un total de 20 por cada colonia y así contar con un total de 400 encuestas. La lista de las colonias seleccionadas se encuentra en el anexo 3.

5.6.2 Diseño de la encuesta

La encuesta se formuló con preguntas abiertas y cerradas, ya que de acuerdo con lo establecido por Hernández-Sampieri *et al.*, (1997), se utilizan las preguntas cerradas cuando las respuestas se establecen de antemano o por el objetivo del trabajo se requiere la selección de algunas de las opciones propuestas; en cambio se recurre a las preguntas abiertas cuando se desea que los encuestados respondan libre y abiertamente o cuando no se conozcan las posibles respuestas. En el anexo 4 se muestra la encuesta.

Ya que el muestreo es aleatorio, todos los individuos tuvieron las mismas posibilidades de ser elegidos, sin importar su sexo, condición socioeconómica y ocupación. En lo que respecta a las edades se consideran personas de 15 años en adelante, ya que el grupo de edad

menor a este (niños) se cree no cuentan con los elementos suficientes de conocimiento sobre la mayor parte del tema.

El cuestionario está estructurado en cinco apartados, el primero se relaciona con el conocimiento general de los habitantes por los árboles, su significado y diversidad de especies; el segundo uso y aprovechamiento que los ciudadanos hacen de los árboles, vale la pena aclarar la diferencia entre los dos conceptos en esta investigación, el primer término hace alusión al uso general que las personas hacen de los árboles con fines recreativos o culturales, en dicho uso, los árboles no se modifican, ni se obtiene ninguna materia o recurso del mismo, en cambio en el segundo término se utilizan a los árboles o alguna de sus partes con fines económicos, medicinales, o comestibles es decir, se modifica y obtienen recursos que pueden convertirse en activos económicos.

La tercera sección es de problemática asociada a los árboles y el contexto en el que se encuentran, en la cuarta sección se aborda la temática de importancia, es decir, los beneficios que los árboles proveen según el criterio de los habitantes, por último el apartado de manejo e interés, que se refiere a las prácticas de cuidado y la disposición la población por contribuir en estas labores.

6. RESULTADOS

6.1 Inventario de árboles de alineación

Durante los meses de julio a noviembre del 2016, se recorrieron las 93 colonias muestra que son equivalentes a un aproximado de 1,900 cuadras y 186km. Se registraron un total de 7,539 árboles, de los cuales 334 o el 4.4% se encuentran muertos en pie.

En el Cuadro 5 se muestran las colonias con el número total de individuos y las diferentes especies identificadas por cada una; cabe mencionar que, varias de ellas no cuentan con las vialidades definidas y pavimentadas, así como que carecen de infraestructura vial, banquetas y guarniciones (Figura 8), lo anterior es importante porque la finalidad de este ejercicio es el conteo de los árboles de alineación, es decir, los que se ubican en las banquetas y camellones y al no estar definidas éstas dos últimas, el trabajo de campo se limitó a realizar el recorrido y observar dichas situaciones.



Figura 8. Calles de las colonias a) CCI y b) Julio César Ruiz Ferro.

De lo comentado en el párrafo anterior, resulta significativo resaltar que aunque la condición de infraestructura vial delimitó el trabajo, esto no representa la inexistencia de ejemplares arbóreos y de otro tipo de vegetación en las colonias, solo que estos no pudieron

Cuadro 5. Listado de colonias con número de árboles y especies identificadas

Colonia	N.A	N.S	Colonia	N.A	N.S	Colonia	N.A	N.S	Colonia	N.A	N.S
6 de Junio	31	11	Foviste Matumatzá	44	12	Las Lomas	78	20	San Francisco	209	36
7 de Abril	14	7	Francisco I. Madero	46	9	Las Torres	170	24	San José Terán	104	23
Agua Azul	26	9	Guadalupe	67	9	Linda Vista Shanka	80	25	San José Yeguiste	169	20
Albania Alta	86	16	Hidalgo	252	24	Loma Bonita	16	11	San Marcos	79	8
Albania Baja	108	13	Infonavit El Rosario	209	23	Los Electricistas	95	14	San Pedro	79	14
Albores Guillén	29	13	Infonavit Grijalva	243	19	Los Flamingos	128	15	San Pedro Popular	67	23
Alianza Campesina	21	7	Infonavit Los Laguitos	212	22	Los Laureles	182	22	Santa Ana	62	6
Ampliación Terán	78	17	Infonavit Solidaridad	146	18	Los Manguitos	73	18	Santa Cruz	59	22
Arboledas	91	20	Jardines de Tuxtla	95	20	Maldonado	33	12	Santo Domingo	22	5
Asturias	71	22	Jardines del Pedregal	43	18	Malibú	73	21	Satélite Loma Larga	0	0
Balcones del Sur	50	12	Julio César Ruiz Ferro	38	12	Mexicanidad Chiapaneca	62	10	Siglo XXI	67	13
Bonampak	138	19	Juy Juy	40	12	Miravalle	94	21	Terán	161	22
Burocrática Maya	85	11	La Colonial	36	7	Montebello	34	5	Tzocotumbak	162	23
CCI	20	13	La Condesa	21	7	Natalia Venegas	46	18	Vida Mejor	179	28
Colón	225	26	La Esperanza	18	11	Paraíso Ojo de Agua	84	16	Vista Hermosa	45	15
Cruz con Casitas	33	12	La Ilusión	90	12	Paseo del Bosque	53	18	Vista Hermosa	95	8
Diana Laura	0	0	La Magisterial	86	10	Pedregal San Antonio	86	24	Xamaipac	75	9
El Brasilito	73	17	La Misión	83	22	Penipak	104	20	Xamaipac Popular	61	9
El Calvario	9	2	La Obrera	66	15	Plan de Ayala	80	19			
El Campanario	155	15	La Reliquia	35	13	Plan de Ayala Amp. Sur	49	29			
El Cerrito	72	16	La Salle	71	15	Potinaspak	39	10			
El Magueyito	51	11	La Victoria	57	19	Potrero Mirador	84	19			
El Pedregal	109	14	Ladera de la Loma	93	21	Real del Bosque	40	15			
Emiliano Zapata	15	9	Las Águilas	58	14	Residencial La Hacienda	188	20			
Estrada	46	16	Las Granjas	28	13	San Fernando	60	8			

Nota: N.A= número de árboles, N.S= número de especies.

ser contabilizados debido a su ubicación en espacios de recreo, parques o lotes baldíos, jardines y las propias casa-habitación. De tal manera que en las colonias Diana Laura y Satélite Loma Larga no se realizó en conteo. En cuanto a las colonias 7 de Abril, CCI, Albores Guillén, Emiliano Zapata, Julio César Ruiz Ferro, La Condesa, La Esperanza y Loma bonita, en donde la mayoría de las calles no se encuentran pavimentadas, el arbolado de alineación no se encuentra definido y el número de ejemplares contabilizado fue mínimo.

Los árboles muestreados se distribuyen en 38 familias, 88 géneros y 114 especies (Cuadro 6). Las familias con mayor representación por especies son Fabaceae con 22, Moraceae con 10, Bignoniaceae con 7, Malvaceae, Meliaceae y Rutaceae con 6 especies cada una (Figura 9). Las familias con mayor representación en cuanto a la cantidad de individuos son Moraceae con 3387, Combretaceae con 1008, Fabaceae con 448, Bignoniaceae con 438 y Boraginaceae con 279 individuos (Figura 10).

Cuadro 6. Número de familias, géneros y especies

Familias	Géneros	Especies
Anacardiaceae	4	4
Annonaceae	2	5
Apocynaceae	3	3
Araceae	1	1
Araucariaceae	1	1
Bignoniaceae	6	7
Bixaceae	2	2
Boraginaceae	2	5
Burseraceae	1	2
Chrysobalanaceae	2	2
Combretaceae	1	1
Cupresaceae	2	3
Ebenaceae	1	1
Elaeocarpaceae	1	1
Fabaceae	17	22
Hernandiaceae	1	1
Lamiaceae	1	1

Familias	Géneros	Especies
Lauraceae	2	2
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	5	6
Meliaceae	5	6
Moraceae	5	10
Moringaceae	1	1
Myrtaceae	2	2
Oxalidaceae	1	1
Phyllanthaceae	1	1
Polygonaceae	1	1
Rosaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Rutaceae	1	6
Salicaceae	2	2
Sapindaceae	2	2
Sapotaceae	3	3
Simaroubaceae	1	1
Styracaceae	1	1
Ulmaceae	1	1
Urticaceae	1	1
Zygophyllaceae	1	1
Total	38	114

El listado con las especies identificadas en las calles de la ciudad de encuentran en el Cuadro 7, que muestra las familias, nombre científico y común, número de individuos censados, origen y si se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como se observa en el Cuadro 7, la especie con mayor representación es benjamina (*Ficus benjamina*) con 2,804 individuos, seguida de almendro (*Terminalia catappa*) con 1,008, laurel (*Ficus nítida*) con 559, matilisguate (*Tabebuia rosea*) con 258, mango (*Mangifera indica*) con 207, cupapé (*Cordia dodecandra*) 204 y guaya (*Talisia olivaeformis*) con 200 ejemplares; de éstas matilisguate (*Tabebuia rosea*), cupapé (*Cordia dodecandra*) y guaya (*Talisia olivaeformis*) son nativas.

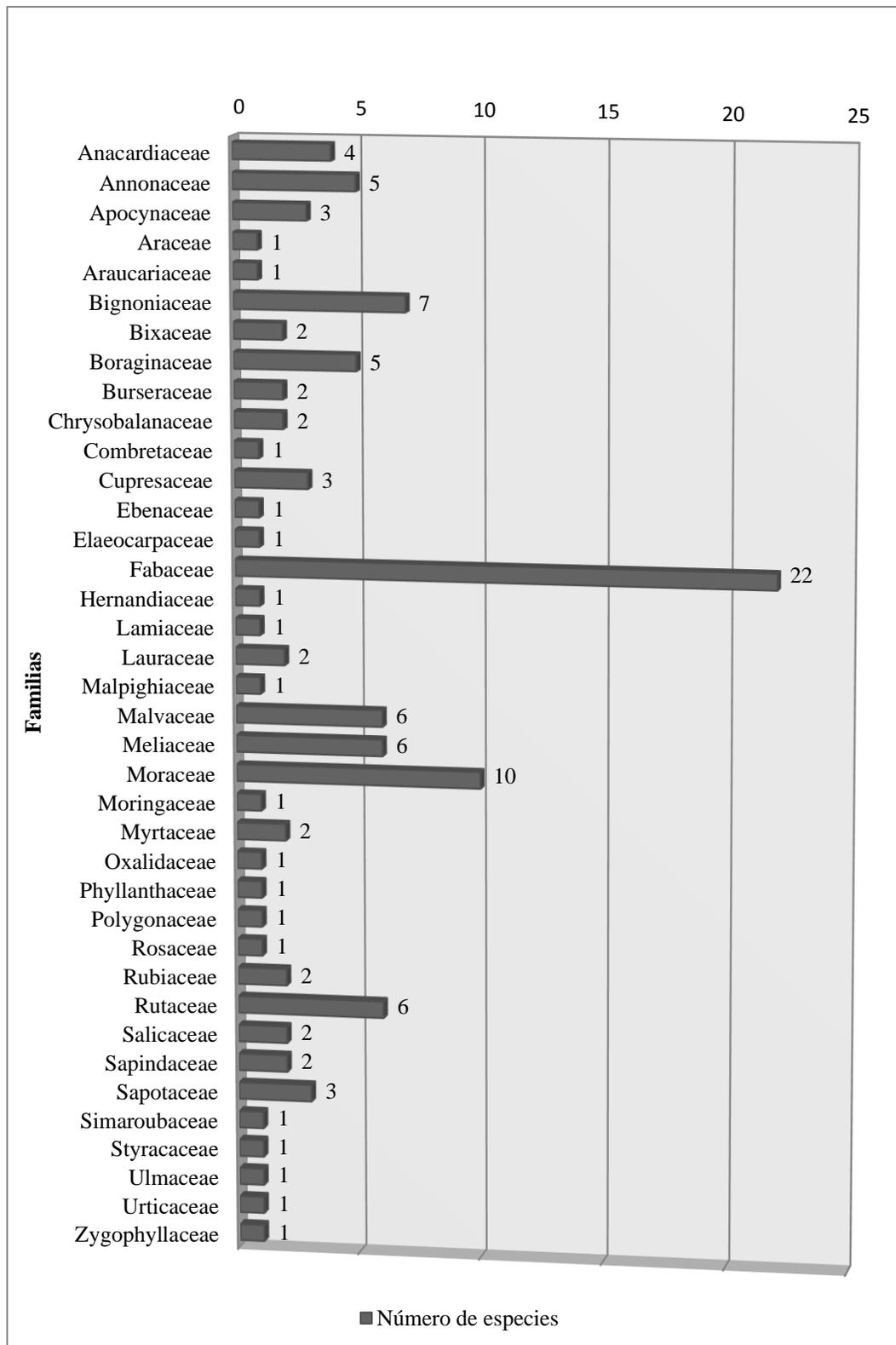


Figura 9. Distribución de especies por familias



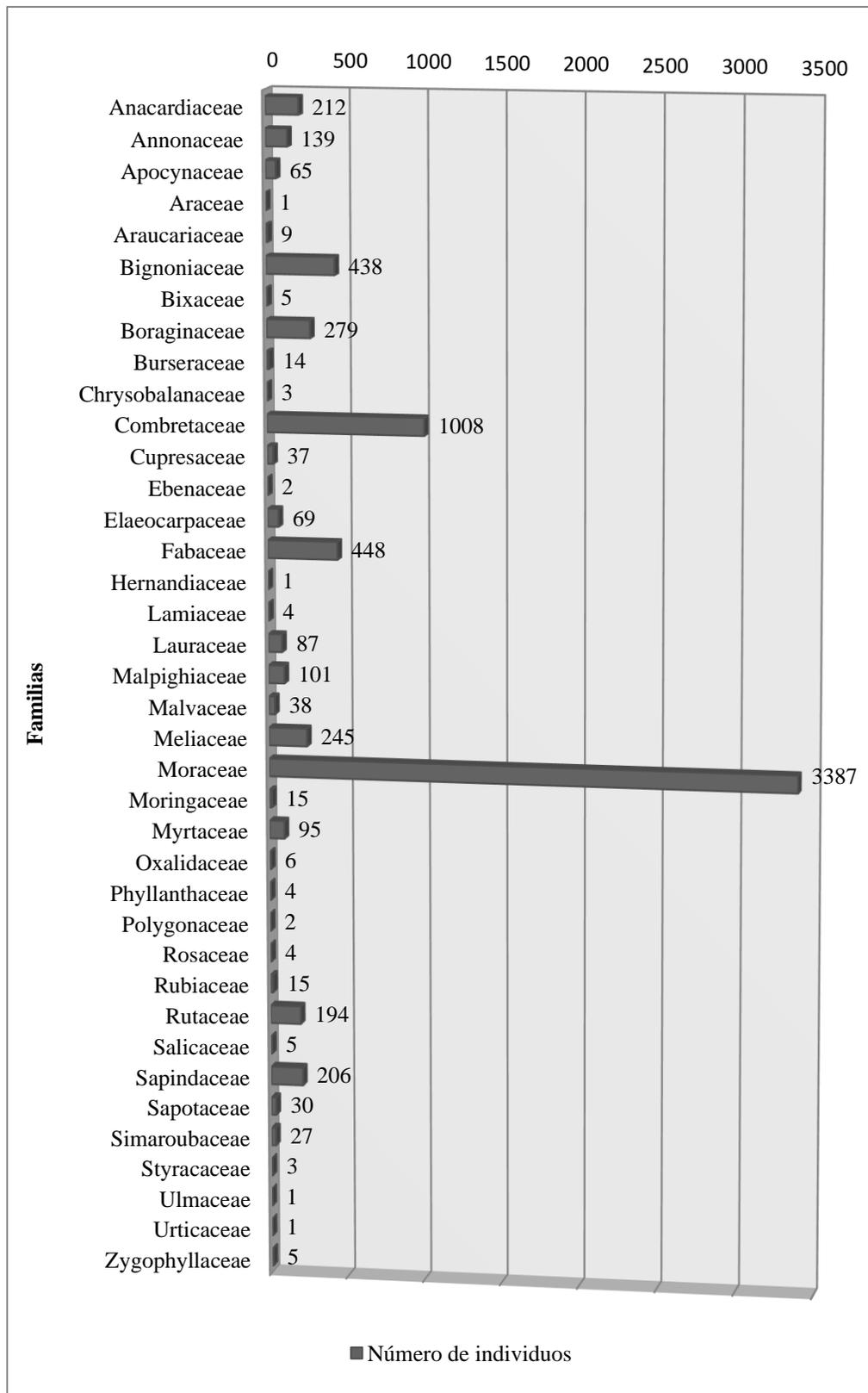


Figura 10. Distribución de individuos por familias



Cuadro 7. Listado de especies arbóreas de las calles de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez

Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de Riesgo
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón	1	N	SR
	<i>Spondias purpurea</i> L.	Jocote agrio	1	I	SR
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	207	I	SR
	<i>Tapirira mexicana</i> Marchand	Ujtui	3	N	SR
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i> Saff.	Papausa	50	N	SR
	<i>Annona lutescens</i> Saff.	Anona amarilla	3	N	SR
	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	72	N	SR
	<i>Annona reticulata</i> L.	Anona colorada	11	N	SR
	<i>Rollinia mucosa</i>	Chirimoya	3	N	SR
Apocynacea	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	Chilka	21	N	SR
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Flor de mayo	40	N	SR
	<i>Thevetia ovata</i> (Cab.) A. DC.	Convulí	4	N	SR
Araceae	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Piñanona	1	N	SR
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	Araucaria	9	I	SR
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	Morro	1	N	SR
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> Dom.	Jacaranda	26	I	SR
	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Cuajilote	6	N	SR
	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Tulipán de África	25	I	SR
	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Primavera	110	N	SR
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Matiliguat	258	N	SR
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Candox	12	N	SR
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	4	N	SR
	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Pumposhuti	1	N	SR
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (RyP) Oken	Bojón	5	N	SR
	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem &Schult	Matzú	7	N	SR
	<i>Cordia dodecandra</i> A. DC.	Cupapé	204	N	SR
	<i>Cordia elaeagnoides</i> A. DC.	Grisiño	4	N	SR
	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Nambimbo	59	N	SR
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	Copal	1	N	SR
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo mulato	13	N	SR
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Icaco	2	N	SR
	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	Sonzapote	1	N	SR
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro	1008	I	SR
Cupresaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés	10	N	SR
	<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>stricta</i> L.	Ciprés	17	I	SR
	<i>Thuja orientalis</i> L.	Tulia	10	I	SR
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	Zapote negro	2	N	SR



Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de Riesgo
Elaeocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulín	69	N	SR
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	2	N	SR
	<i>Acacia pringlei</i> Rose	Guamuchil negro	1	N	SR
	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	Pelos de ángel	15	I	SR
	<i>Albizia leucocalyx</i> (Britton & Rose) L. Rico	Guacibán	1	N	SR
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Barba de mantel	1	N	SR
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de vaca	46	I	SR
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Chinchimalinchi	10	N	SR
	<i>Cassia fistula</i> L.	Cañafistula	10	I	SR
	<i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf	Flamboyan	197	I	SR
	<i>Diphysa robinoides</i> Benth.	Guachipilín	1	N	SR
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacastle	8	N	SR
	<i>Erythrina berteriana</i> Kunth	Pitillo	3	N	SR
	<i>Erythrina variegata</i> L.	Colorín	39	I	SR
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Cuchunuc	23	N	SR
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Palo brasil	4	N	SR
	<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. Et Sess) Benth.	Guaje de castilla	4	N	SR
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Guaje	42	N	SR
	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	Tepeguaje	2	N	SR
	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	Tepenaguaste	5	N	SR
	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	Hormiguillo	1	N	SR
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Mezquite	5	N	SR	
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	28	I	SR	
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinoi</i> Lemus	San Felipe	1	N	SR
Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> L. F.	Teca	4	I	SR
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> H.B.K.	Laurel	1	N	P
	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	86	N	SR
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K	Nance	101	N	SR
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (H.B.K.) Britt. & Baker	Lantá	1	N	SR
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	11	N	SR
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote	2	N	SR
	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Coastal/ Sea Hibiscus	2	I	SR
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Zapote de agua	6	N	SR
	<i>Pseudobombax ellipticum</i> HBK	Sospó	16	N	SR



Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de Riesgo
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Neem	92	I	SR
	<i>Cedrela odorata</i> M. Roem.	Cedro	45	N	PE
	<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	32	I	SR
	<i>Swietenia humilis</i> King.	Caobilla	59	N	SR
	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	Caoba	15	N	SR
	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Limoncillo	2	N	SR
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg	Árbol de pan	3	I	SR
	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jack / Yaca	2	I	SR
	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw	Mojú	2	N	SR
	<i>Castilla elastica</i> Cerv.	Hule	9	N	SR
	<i>Ficus benjamina</i> Lin	Benjamina	2804	I	SR
	<i>Ficus cookii</i> Standl.	Chumite	1	N	SR
	<i>Ficus involuta</i> (Liebm.) Miq	Matapalo	4	N	SR
	<i>Ficus nitida</i> Thumb.	Laurel	559	I	SR
	<i>Ficus padifolia</i> H.B.K.	Palo de higo	1	N	SR
	<i>Trophis racemosa</i> Urb.	Ramón colorado	2	N	SR
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	15	I	SR
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> L'Hér.	Eucalipto	2	N	SR
	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	93	N	SR
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	6	I	SR
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> L.	Grosella	4	I	SR
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe Var. <i>antigonoides</i> (Rob) Standl & Steyerm	Aguaná	2	N	SR
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	4	I	SR
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Maluco	1	N	SR
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	14	I	SR
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> Osbeck	Limón mandarina	2	I	SR
	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christ) Swingle	Limón	96	I	SR
	<i>Citrus limetta</i> L.	Lima	2	I	SR
	<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	Toronja	1	I	SR
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	1	I	SR
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	92	I	SR
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Sauce	1	N	SR
	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Mill	Paraguaita	4	N	SR
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	6	N	SR
	<i>Talisia olivaeformis</i> (H.B.K.) Radlk	Guaya	200	N	SR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de Riesgo
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Bramdegee	Chumí	6	N	SR
	<i>Manilkara zapota</i> (L.) Royen	Chicozapote	22	N	SR
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Mamey	2	N	SR
Simarouba- ceae	<i>Simarouba glauca</i> D.C.	Aceituno	27	N	SR
Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i> Presl.	Chucamay	3	N	SR
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Capulín	1	N	SR
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	1	N	SR
Zygophylla- ceae	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Guayacán	5	N	A

Nota: Origen (N= nativa; I= introducida). Estatus de riesgo (SR= sin riesgo; PE= protección especial; A= amenazada; P = Peligro de extinción).

En cuanto a las especies con alguna categoría de protección se identificaron que cedro (*Cedrela odorata*) se reconoce como especie con protección especial, laurel (*Litsea glaucescens*) en peligro de extinción y guayacán (*Guaiacum sanctum*) como especie amenazada.

Con respecto al origen de las especies 81 son nativas y 33 introducidas (Figura 11).

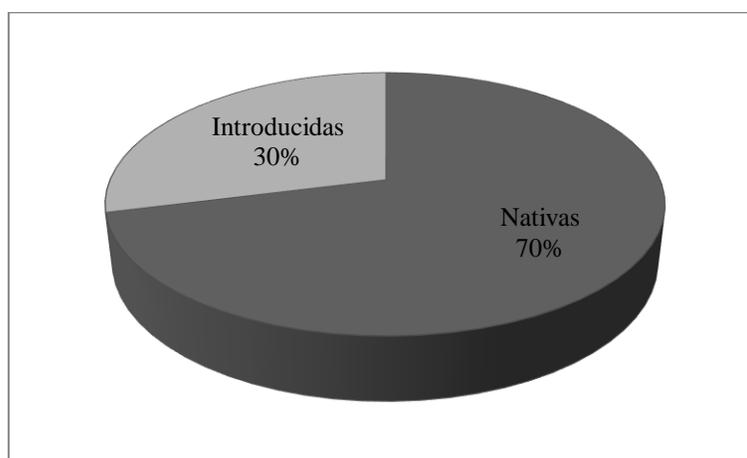


Figura 11. Distribución de las especies por su origen

En comparación con la Figura 11, en donde se muestra que la mayoría de las especies registradas son nativas, en la Figura 12, se observa que la mayoría de los ejemplares contabilizados son introducidos (5,373) y en menor proporción nativos (1,832).

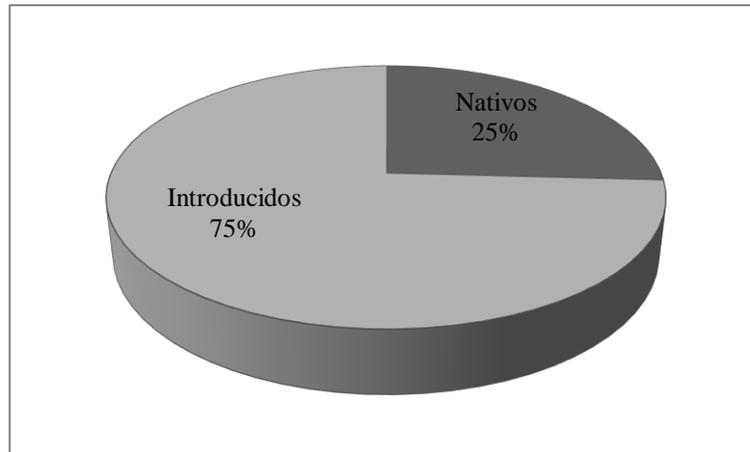


Figura 12. Porcentaje de individuos por origen

En la Figura 13. Se muestra la ubicación de los árboles, predomina el establecimiento en las banquetas con 6,014, seguido de camellón con 1,109 y calle con 82 individuos.

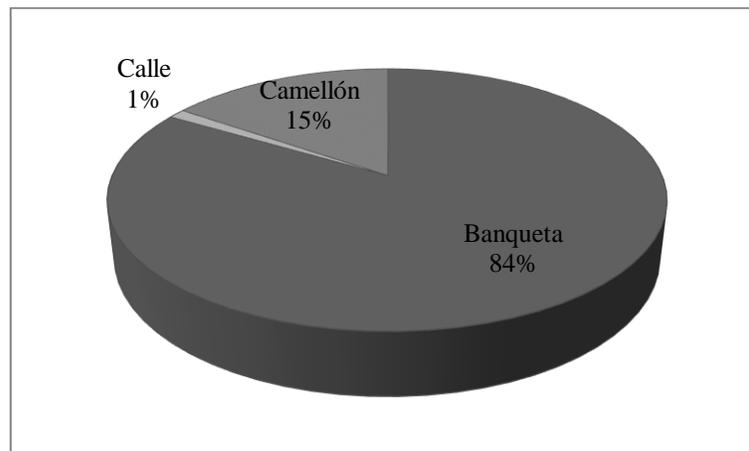


Figura 13. Ubicación de los árboles

En cuanto a la etapa de desarrollo de los árboles, 149 individuos se encuentran en el estadio juvenil, 6,911 maduros, 145 seniles y 334 muertos ver Figura 14.

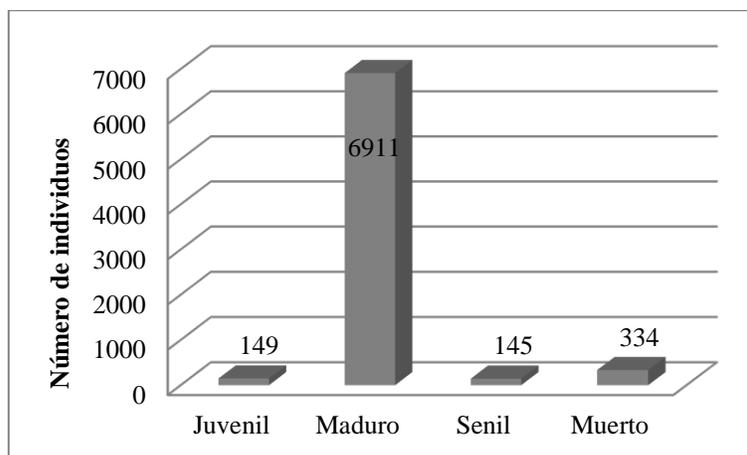


Figura 14. Etapa de desarrollo de los árboles

La información dasométrica de los árboles se encuentra en el Cuadro 8, que muestra el total de árboles vivos, la suma del atributo, el promedio, la mediana, la moda, el valor máximo y mínimo.

Cuadro 8. Datos dasométricos del arbolado de alineación

	Total	Suma	Promedio	Mediana	Moda	Max	Min
Altura (m)	7, 205	41, 400.98	5.75	5	4	20	1.5
DAP (cm)	7, 205	273, 381.35	37.94	33.26	36.61	210	6.53
DB (cm)	7, 205	215, 854.06	29.96	26.74	25.46	173	7.96
CobC (m)	7, 205	193, 964.26	26.92	15.90	15.9	531	0

En lo que toca a la condición física (Figura 15) se observa que los troncos de los árboles presentan características regulares y malas sumando el 75% del total, lo que denota daños mecánicos, vandalismo, corteza desprendida, huecos y raíces expuestas (Figura 16).



Figura 15. Condición física de los troncos: a) y b) raíces expuestas, c), d), e) y f) daño mecánico.

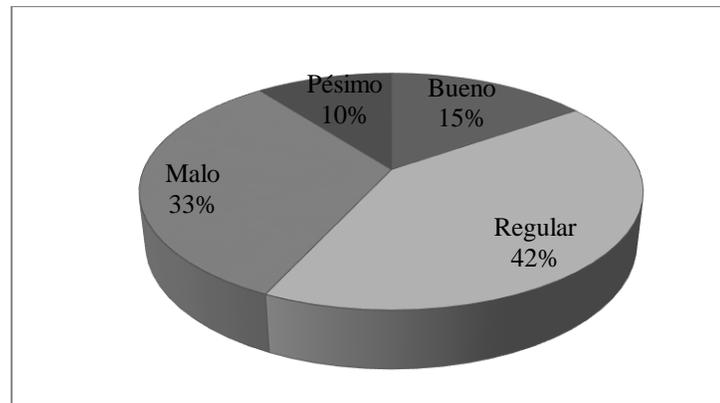


Figura 16. Distribución de las condiciones físicas de los troncos

Con relación a la copa (Figura 17) la mayoría se ubican en condiciones buenas y regulares, es decir, se encuentran completas, densas y balanceadas, seguido de condición regular que muestran copas desbalanceadas o incompletas (Figura 18). En la categoría de pésimo se categorizaron a aquellos ejemplares cuyas copas fueran inexistentes o ínfimas debido a la poda extrema que presentan.



Figura 17. Diferentes condiciones de las copas: a) y c) copa incompleta, b) y f) corte lateral por cableado aéreo, d) desmoche total, e) corte en V para cableado aéreo.

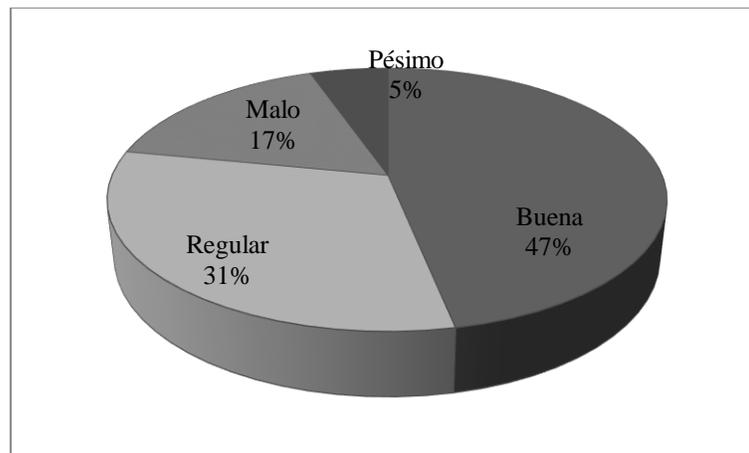


Figura 18. Distribución de las condiciones físicas de las copas

En el caso del estado sanitario que los árboles presentan en el tronco (Figura 19), la mayoría de los árboles cuentan con un estado sano 46%, seguido de regular con un 42%, malo con 9% y pésimo con 3%, lo que significa que prácticamente la mitad de los individuos censados presentan algún síntoma o evidencia de enfermedad, plaga o troncos lesionados (Figura 20).

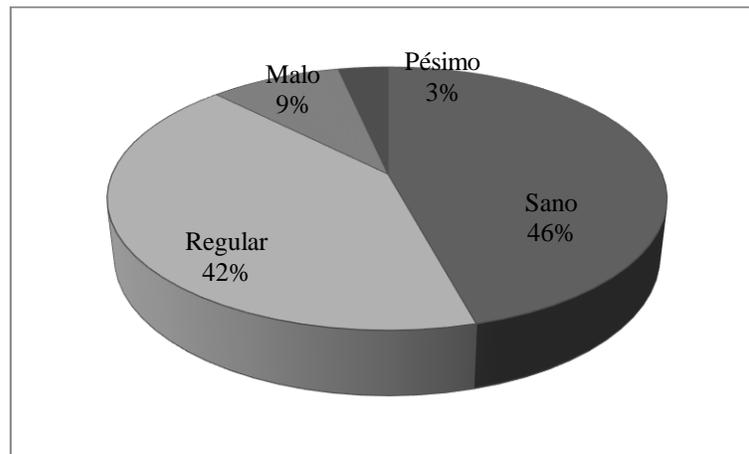


Figura 19. Distribución del estado sanitario de los troncos



Figura 20. Estado sanitario de los troncos: a), b), e), f) y g) pésimo; c), d) y h) malo.

De manera paralela, las copas de los árboles presentan en un 66% condiciones sanas, seguida de regular, malo y pésimo. En este parámetro se incorporó el campo no aplica (NA), para dar cabida a los individuos que no presentaban copa y por tanto la determinación de su estado sanitario fue inviable (Figura 21).

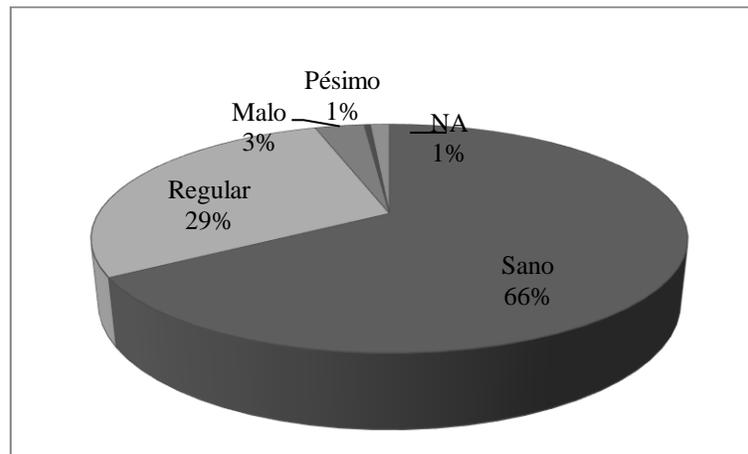


Figura 21. Distribución del estado sanitario de las copas

Por otra parte, los árboles muestreados, presentan una estructura mala, seguida de regular, pésima y buena (Figura 22), lo que demuestra que en su mayoría éstos tienen bifurcaciones, ramas muertas y tocones (Figura 23).

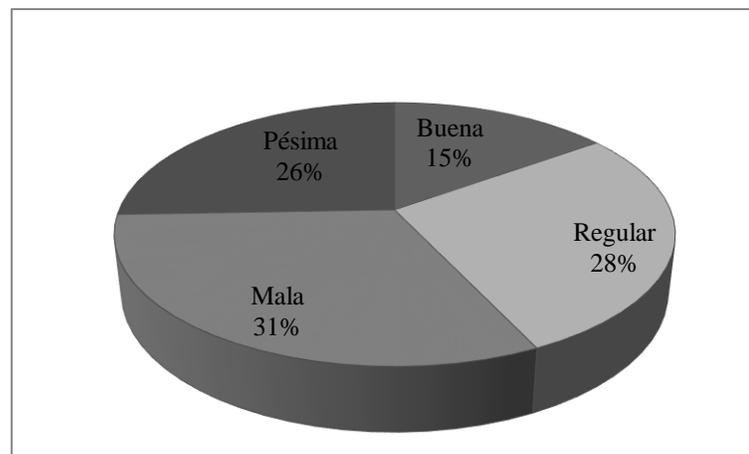


Figura 22. Distribución de la estructura de los árboles



Figura 23. Estructura de los árboles: a) bifurcaciones, b), c), d), e) y f) ramas y tocones.

En cuanto al vigor de los árboles representado en la Figura 24., la mitad de ellos se ubican en la categoría de vigoroso, seguido de declinación incipiente, moderada, avanzada y severa (Figura 25).

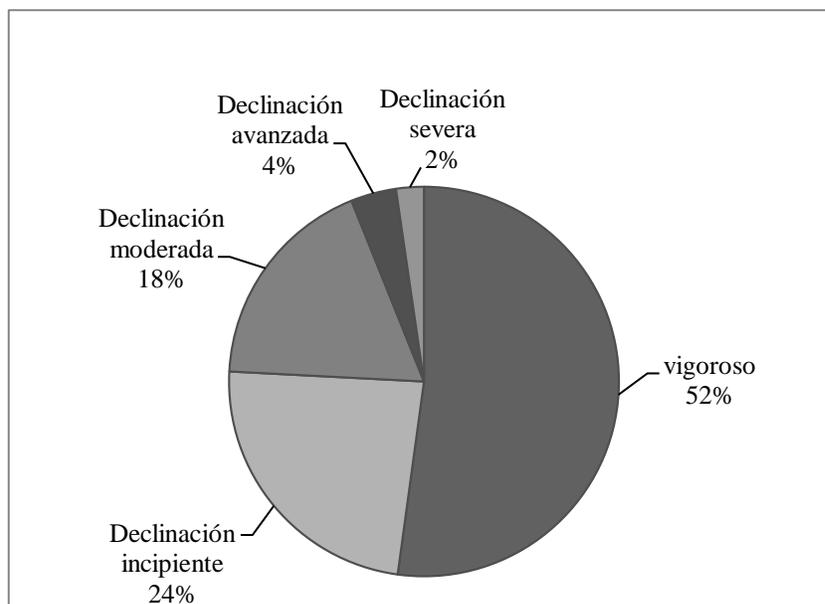


Figura 24. Distribución del vigor de los árboles



Figura 25. Vigor de los árboles: a), b) y c) declinación severa, d) declinación avanzada, raíz expuesta, condición del tronco y copa mala, estado sanitario malo, desmoche.

El mantenimiento requerido por los árboles de alineación se presenta en la Figura 26, cabe mencionar que en el concepto de derribo se incluyen a los ejemplares muertos en pie, por lo que 3,668 individuos no requieren de algún tipo de poda.

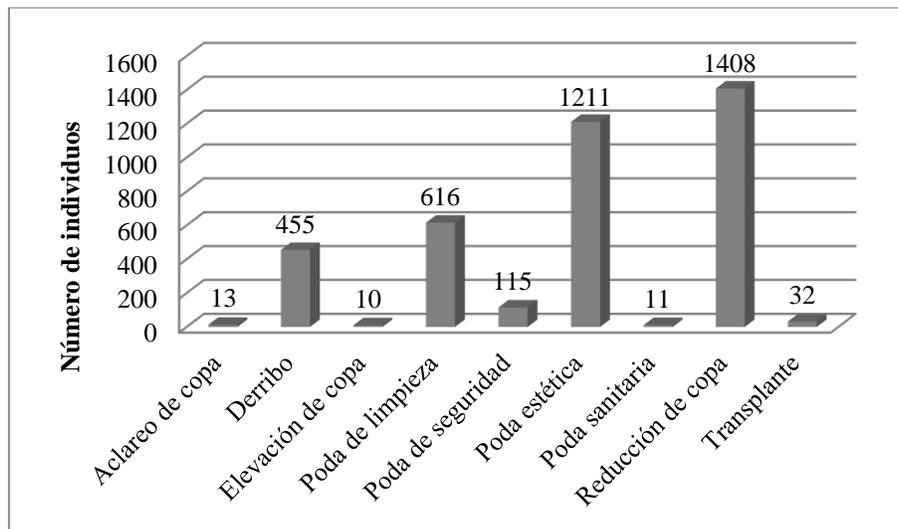


Figura 26. Mantenimiento requerido por los árboles

Los daños y problemas asociados a los árboles se muestran en la Figura 27, de manera que el 36.2% de los individuos presentan daños a las banquetas (Figura 28), el 24% interfieren con el cableado eléctrico, el 35.6% tiene la raíz expuesta, el 2.4% tienen cuerdas o alambres en

su tronco o ramas (Figura 29), el 2.17% tienen clavos (Figura 29), el 1.06% ahorcados, el 18.25% tiene el tallo pintado, el 39.6% están o tienen evidencia de desmoche (Figura 30), el 6.6% tiene anuncios (Figura 29) y el 5.5% se encuentra en un proceso de muerte y muertos en pie (Figura 31).

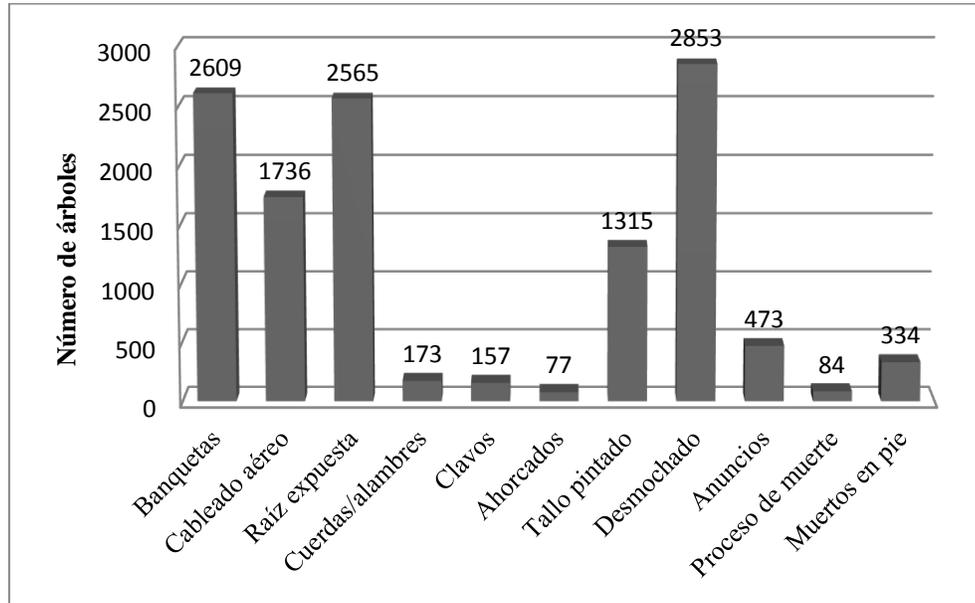


Figura 27. Daños y problemas que los árboles generan



Figura 28. Daños a banquetas: a) daños a líneas hidráulicas, b), c), d), e) y f) banquetas.



Figura 29. Alambres, cuerdas, clavos y anuncios en los árboles.



Figura 30. Ejemplares desmochados.



Figura 31. Árboles muertos en pie.

De igual modo, se identificó si los árboles contaban con alcorque, es decir, el espacio abierto en el pavimento que debe existir alrededor del tronco del árbol para riego, fertilizante, abonado, entre otros, los resultados indican que el 20.6% (1,481 individuos) cuentan con él, el 76.6% (5,519 individuos) no lo tienen y el 2.8% (205 individuos) se encuentran encementados, por lo que no tienen espacio para crecer (Figura 32).



Figura 32. Ejemplos de alcorques, a) b) y c) encementados, d) sin alcorque y e) tiene alcorque.

El número de árboles observados con presencia de fauna (aves, mamíferos y reptiles) son 354, que corresponden al 4.7% del total considerando a los árboles muertos. En la Figura 33, se muestran algunas de las cotorras, nidos, panales y ardillas avistadas.



Figura 33. Fauna observada. Aves, ardillas, nidos y panales.

6.2 Relación árbol-población

Los resultados de este apartado se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Relación árbol-población

Colonia	Árboles vivos	Hab.	R. árbol hab.	P. hab. árbol	Colonia	Árboles vivos	Hab.	R. árbol hab.	P. hab. árbol
6 de Junio	31	1,401	0.022	45.2	Infonavit Grijalva	236	1,189	0.198	5.0
7 de Abril	14	710	0.020	50.7	Infonavit Los Laguitos	197	1,360	0.145	6.9
Agua Azul	26	1,472	0.018	56.6	Infonavit Solidaridad	140	1,163	0.120	8.3
Albania Alta	80	1,382	0.058	17.3	Jardines de Tuxtla	94	410	0.229	4.4
Albania Baja	108	871	0.124	8.1	Jardines del Pedregal	42	2,083	0.020	49.6
Albores Guillén	29	664	0.044	22.9	Julio César Ruiz Ferro	38	963	0.039	25.3
Alianza Campesina	21	232	0.091	11.0	Juy Juy	40	1,126	0.036	28.2
Ampliación Terán	75	891	0.084	11.9	La Colonial	33	651	0.051	19.7
Arboledas	86	295	0.292	3.4	La Condesa	21	834	0.025	39.7
Asturias	71	1,064	0.067	15.0	La Esperanza	18	1,106	0.016	61.4
Balcones del Sur	43	274	0.157	6.4	La Ilusión	83	646	0.128	7.8
Bonampak	126	1,048	0.120	8.3	La Magisterial	78	619	0.126	7.9
Burocrática Maya	82	568	0.144	6.9	La Misión	80	2,327	0.034	29.1
CCI	20	655	0.031	32.8	La Obrera	61	1,310	0.047	21.5
Colón	221	1,624	0.136	7.3	La Reliquia	34	946	0.036	27.8
Cruz con Casitas	33	808	0.041	24.5	La Salle	67	631	0.106	9.4
El Brasilito	72	962	0.075	13.4	La Victoria	55	1,242	0.044	22.6
El Calvario	8	914	0.009	114.3	Ladera de la Loma	91	509	0.179	5.6
El Campanario	143	1,982	0.072	13.9	Las Águilas	57	1,048	0.054	18.4
El Cerrito	69	1,286	0.054	18.6	Las Granjas	28	1,855	0.015	66.3
El Magueyito	51	448	0.114	8.8	Las Lomas	74	739	0.100	10.0
El Pedregal	88	1,287	0.068	14.6	Las Torres	165	1,268	0.130	7.7
Emiliano Zapata	15	762	0.020	50.8	Linda Vista Shanka	75	925	0.081	12.3
Estrada	45	836	0.054	18.6	Loma Bonita	16	608	0.026	38.0
Foviste Matumatzá	41	481	0.085	11.7	Los Electricistas	93	693	0.134	7.5
Fco. I. Madero	43	1,721	0.025	40.0	Los Flamings	126	1000	0.126	7.9
Guadalupe	63	1,012	0.062	16.1	Los Laureles	180	532	0.338	3.0
Hidalgo	242	1,392	0.174	5.8	Los Manguitos	70	1,235	0.057	17.6
Infonavit El Rosario	205	1,789	0.115	8.7	Maldonado	32	1,120	0.029	35.0

Colonia	Árboles vivos	Hab.	R. árbol hab.	P. hab. árbol	Colonia	Árboles vivos	Hab.	R. árbol hab.	P. hab. árbol
Malibú	66	348	0.190	5.3	San José Terán	90	2,314	0.039	25.7
Mexicanidad Chiapaneca	59	1,299	0.045	22.0	San José Yeguiste	152	995	0.153	6.5
Miravalle	89	1,081	0.082	12.1	San Marcos	78	851	0.092	10.9
Montebello	34	234	0.145	6.9	San Pedro	77	1,289	0.060	16.7
Natalia Venegas	46	1,081	0.043	23.5	San Pedro Popular	66	723	0.091	11.0
Paraíso Ojo de Agua	84	667	0.126	7.9	Santa Ana	62	1,258	0.049	20.3
Paseo del Bosque	53	1,051	0.050	19.8	Santa Cruz	59	1,241	0.048	21.0
Pedregal San Antonio	85	572	0.149	6.7	Santo Domingo	21	618	0.034	29.4
Penipak	95	1,059	0.090	11.1	Siglo XXI	65	634	0.103	9.8
Plan de Ayala	76	1,596	0.048	21.0	Terán	144	1,366	0.105	9.5
Plan de Ayala Ampliación Sur	49	1,109	0.044	22.6	Tzocotumbak	150	1,423	0.105	9.5
Potinaspak	34	1,145	0.030	33.7	Vida Mejor	179	845	0.212	4.7
Potrero Mirador	78	1,247	0.063	16.0	Vista Hermosa	90	1,300	0.146	6.9
Real del Bosque	40	1,401	0.029	35.0	Vista Hermosa	40	617	0.031	32.5
Residencial La Hacienda	184	747	0.246	4.1	Xamaipac	69	619	0.111	9.0
San Fernando	60	1,649	0.036	27.5	Xamaipac Popular	56	824	0.068	14.7
San Francisco	200	2,356	0.085	11.8					
Total						7,205	94,528	0.076	13.1

Nota: Hab. = habitante, R. árbol hab. = Relación árbol-habitante, P. hab. árbol = Proporción habitante-árbol.

Como se observa en el cuadro anterior, el total de árboles vivos fue 7,205 y el de habitantes 94,528, la relación árbol-habitante es de 0.076, es decir, existe un árbol por cada 13 personas (proporción habitante-árbol). Cabe mencionar que las colonias Diana Laura y Satélite Loma Larga se excluyeron de este cuadro debido a que no pudieron contabilizarse árboles de alineación en sus calles. Los estadísticos descriptivos se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10 Estadísticos Relación árbol-población

	Total	Promedio	Mediana	Max	Min
Árboles vivos	7205	79.18	69	242	8
Habitantes	94528	1038.77	1,012	2,356	232
R. árbol hab.	0.076	0.088	0.068	0.338	0.009
P. hab. árbol	13.1	19.7	14.6	114.3	3.0

Nota: R. árbol hab. = Relación árbol-habitante, P. hab. árbol = Proporción habitante-árbol.

En conjunto, la proporción habitante-árbol es de 13 personas por un árbol y el promedio que existe en las colonias muestreadas es de 19 personas por árbol.

Las colonias que están por arriba del promedio de la proporción habitante-árbol son 56, las que tienen una relación mayor en orden ascendente son Los Laureles y Las Arboledas con 3 personas por árbol cada una, seguidas de Residencial La Hacienda, Jardines de Tuxtla y Vida Mejor con 4 personas por árbol cada una.

En contraste, son 35 las colonias que se encuentran por debajo del promedio, de las que se pueden mencionar en orden descendente Emiliano Zapata con 48 personas por árbol, seguido de Agua Azul con 56, La Esperanza con 61, Las Granjas con 66 y El Calvario con 114 personas por árbol.

6.3 Mapa verde

En este apartado se muestran seis mapas con diferentes temáticas. El primero de ellos es el mapa de ubicación y distribución de especies (Figura 34), en donde se observa gráficamente la distribución espacial de los ejemplares identificados, así como la especie a la que pertenece con un color que lo representa.

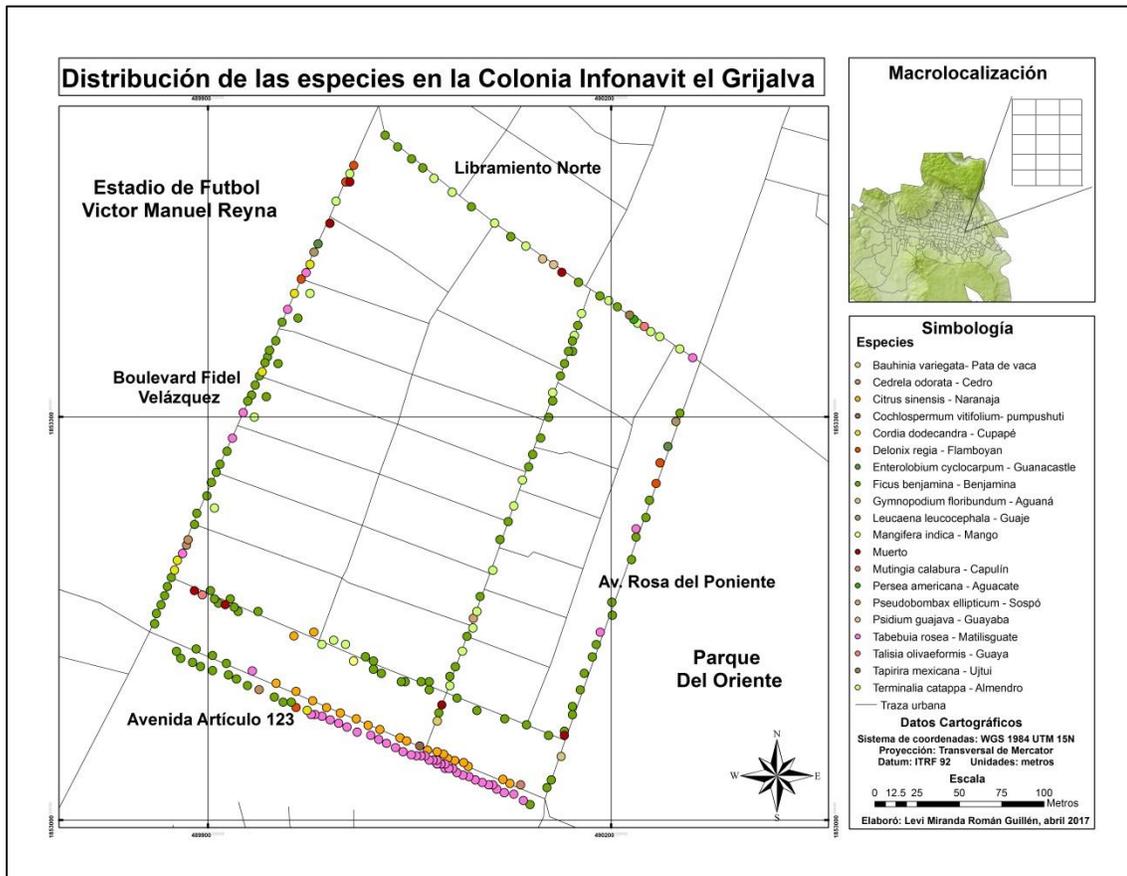


Figura 34. Mapa 1. Distribución de especies en la colonia Infonavit Grijalva. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 35 se observa el mapa de las condiciones físicas presentes en los árboles de la colonia Infonavit el Grijalva, el color verde representa una condición buena, el amarillo regular, el rojo una condición mala y el café representa a los árboles muertos.



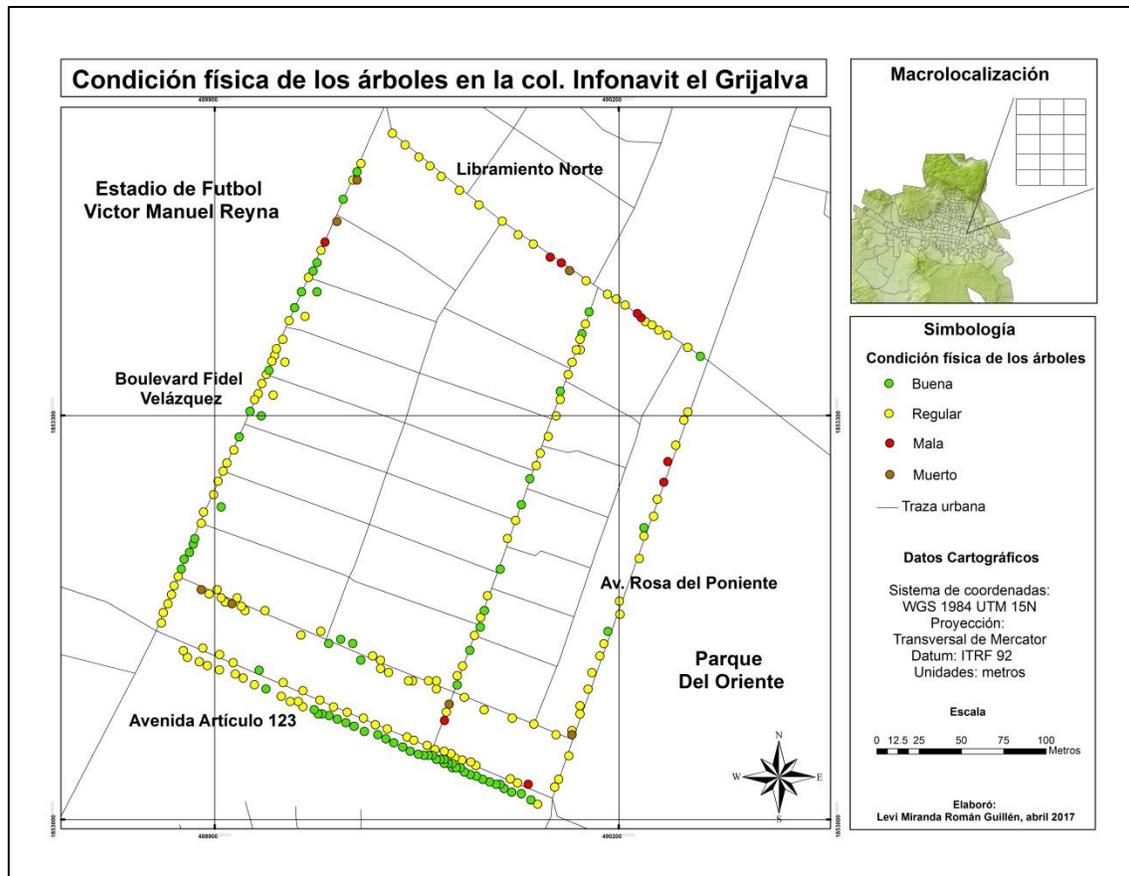


Figura 35. Mapa 2. Condición física de los árboles en Infonavit Grijalva. Fuente: elaboración propia.

El estado sanitario de los árboles se muestra en la Figura 36, el color verde representa un estado sano, el amarillo regular, el rojo malo y el color café representa a los ejemplares muertos en pie.

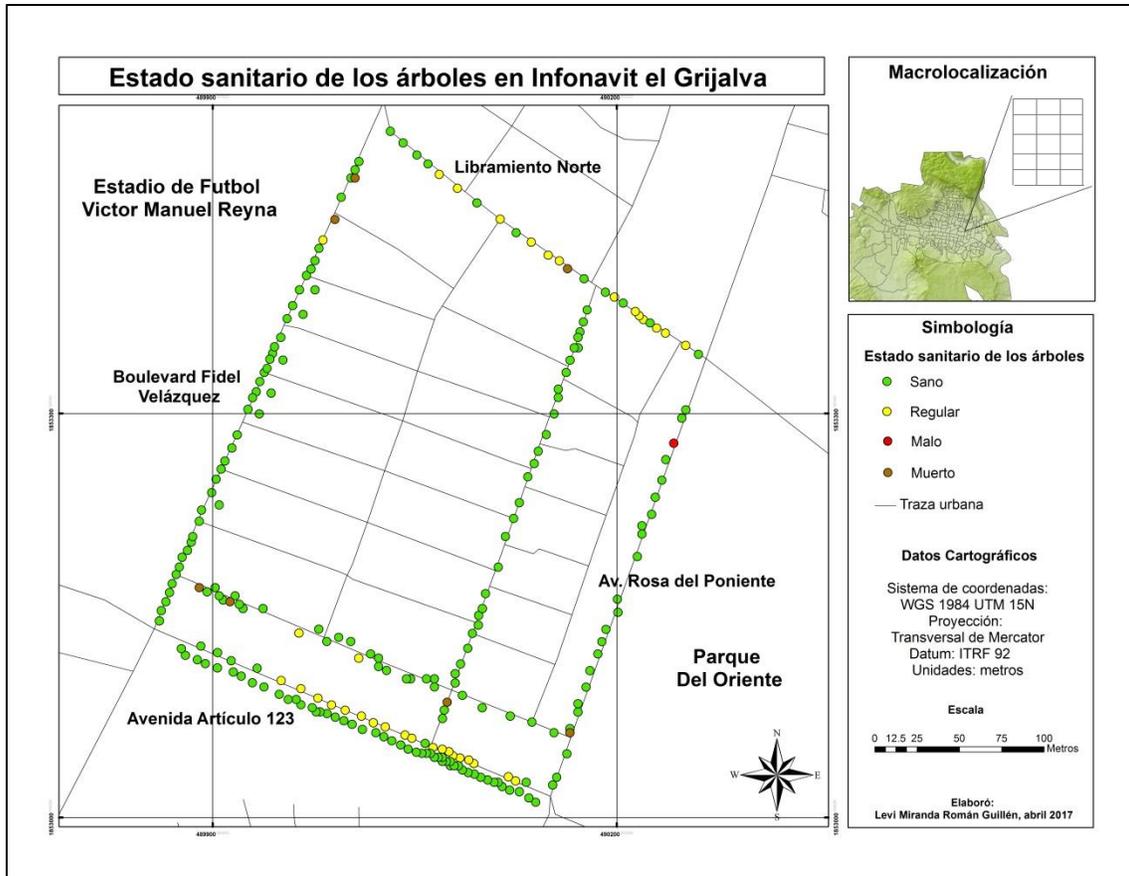


Figura 36. Mapa 3. Estado sanitario de los árboles en la colonia Infonavit Grijalva. Fuente: elaboración propia.

El mapa de mantenimiento se muestra en la Figura 37, de color café se representan los árboles que requieren derribo, de color anaranjado aquellos que no necesitan ningún tipo de mantenimiento, de color verde los ejemplares que precisan de una poda de limpieza, de morado una poda estética y de color azul los individuos que demandan reducir su copa.

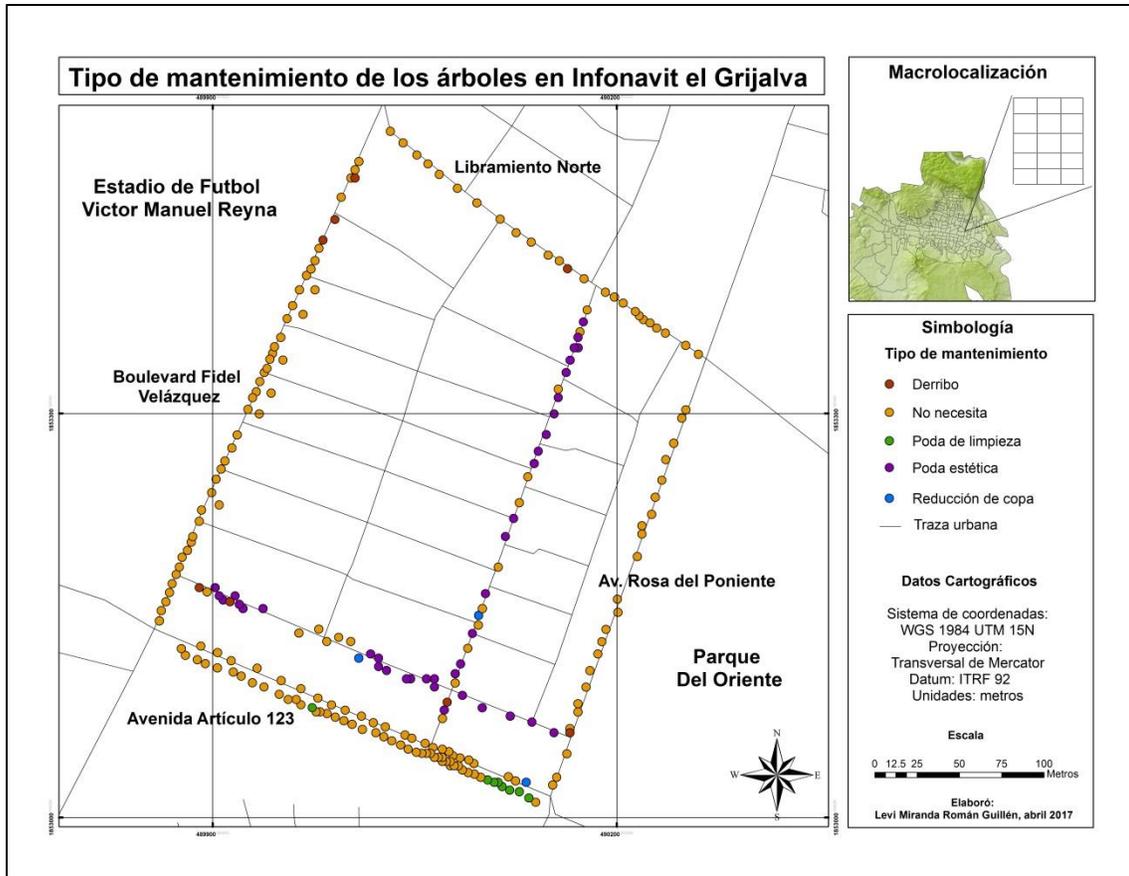


Figura 37. Mapa 4. Tipo de mantenimiento requerido por los árboles en Infonavit Grijalva. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 38 se muestran los árboles que presentan interferencia con el cableado aéreo de color azul se representan aquellos que no cuentan con este problema y el color amarillo indica que los ejemplares cuentan con dicha interferencia, en esta colonia solo dos de los individuos afectan el cableado aéreo.

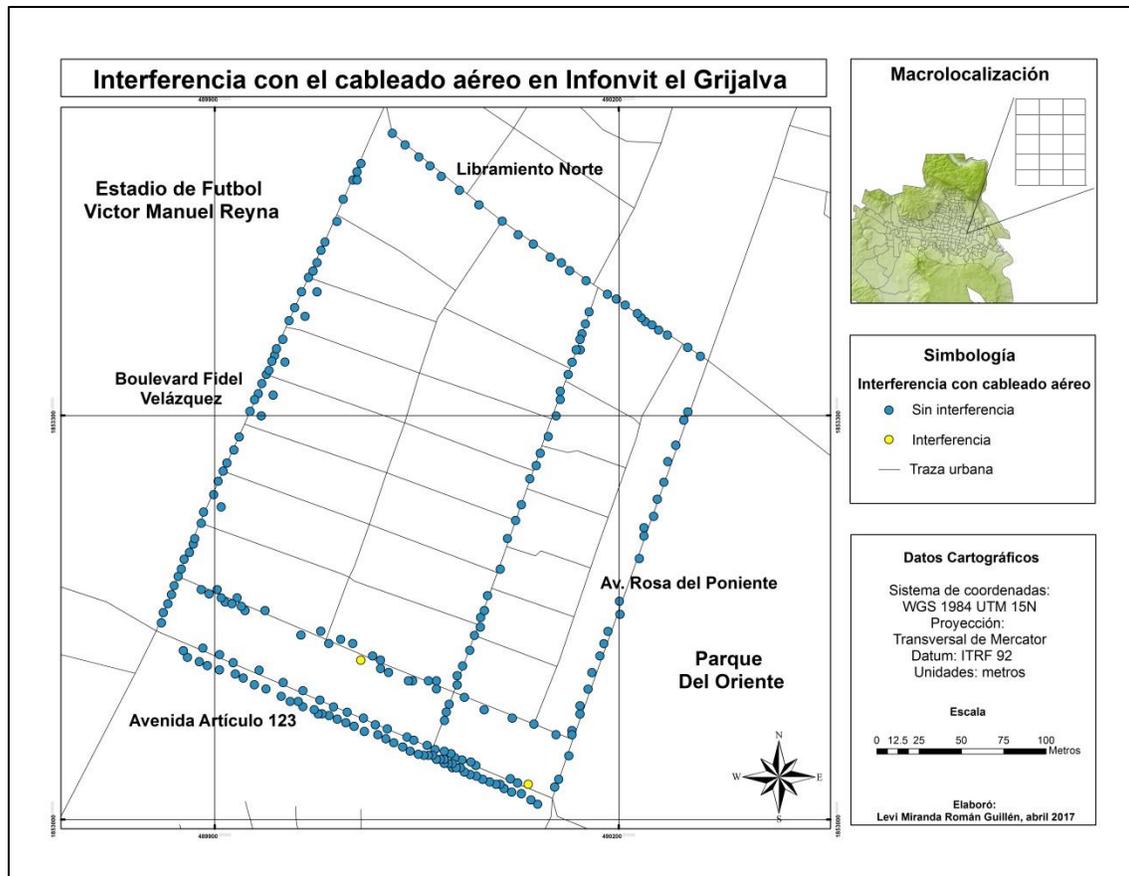


Figura 38. Mapa 5. Árboles con interferencia en el cableado aéreo. Fuente: elaboración propia.

Finalmente en la Figura 39 se encuentra el mapa que representa a los árboles que cuentan con las raíces expuestas, el color amarillo indica a los individuos con dicha situación (la mayor parte de los árboles) y el color rojo representa a los árboles sin raíces expuestas.



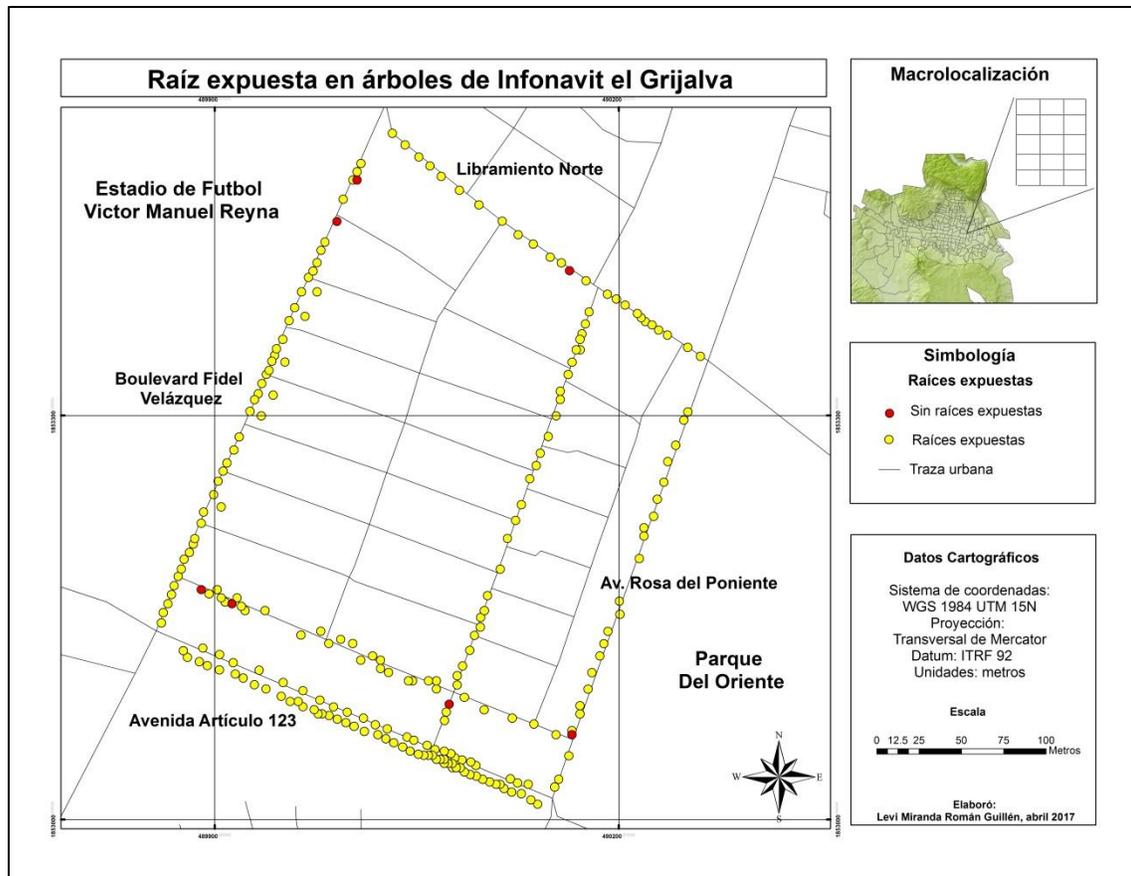


Figura 39. Mapa 6. Árboles con raíces expuestas en Infonavit Grijalva. Fuente: elaboración propia.

6.4 Percepción

En este apartado se presentan los resultados de la encuesta de percepción realizada a los habitantes de las colonias seleccionadas, a continuación se muestran el número total de participantes, por sexo y grupo de edad (Cuadro 11) y los porcentajes en el Cuadro 12.

Cuadro 11. Número total de participantes en la encuesta

Sexo \ Grupo de edad	15 - 30 años	31- 60 años	> 60 años	Totales
Mujeres	105	53	20	178
Hombres	96	80	46	222
Totales	201	133	66	400

Cuadro 12. Porcentaje total de participantes en la encuesta

Sexo \ Grupo de edad	15 - 30 años	31- 60 años	> 60 años	Totales
Mujeres	26.2%	13.2%	5%	44.4%
Hombres	24%	20%	11.6%	55.6%
Totales	50.2%	33.2%	16.6%	100%

Con base en los cuadros anteriores, salta a la vista que poco más de la mitad de los encuestados son hombres, así mismo la participación del grupo de edad 15 a 30 años (sector joven) corresponde a la mitad de los participantes. La persona con menor edad que participó en la encuesta tiene 17 años y la de mayor edad es de 68 años.

La escolaridad de los encuestados se representa de la siguiente manera: 9% (36 personas) primaria concluida, el 19.5% (78 personas) secundaria concluida, el 48% (192 personas) preparatoria concluida, el 20.5% (82 personas) licenciatura y el 3% (12 personas) maestría.

Los resultados de la encuesta de percepción se muestra por secciones, la primera de ella es la de conocimiento, la primer pregunta fue ¿para usted qué es un árbol? Las respuestas en general fueron cortas y sencillas, destacando las siguientes:

- Un árbol es vida y fuente de vida
- Un árbol es un ser vivo
- Un árbol es agua
- Es una planta con hojas y frutas
- Un organismo del reino plantae
- Los árboles son elementos indispensables para la vida en el planeta
- Los árboles son la casa de los animales
- Un árbol es símbolo de vida
- Un árbol es fuente de alimento
- Los árboles son parte de la cultura
- Un árbol es protección
- Los árboles son naturaleza
- Los árboles ayudan a limpiar la contaminación
- Un árbol es familia
- Los árboles son la vida que dios creó para la humanidad

Dado las respuestas anteriores se infiere que la población en general percibe a los árboles como seres vivos, proveedores de frutos, elementos de la naturaleza y símbolo de vida, en particular existieron tres respuestas que se repitieron poco pero resultan de gran valor para este análisis, la primera fue que los árboles son protección, que son familia y que forman parte de la cultura, las respuestas anteriores demuestran un nivel de conciencia y aprecio por la naturaleza mayor, probablemente tengan afinidad por la temática.

La pregunta siguiente es que se mencionaran cinco cosas en las que piensan cuando escuchan la palabra árbol, se obtuvieron un total de 77 relaciones destacando en orden

descendente vida, oxígeno, frutas, sombra, aire, frescura, hojas, verde, animales, tranquilidad, belleza, madera, agua y hogar. La totalidad de relaciones se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Cosas en las que piensan las personas al escuchar la palabra árbol.

Agua	Bienestar	Especies	Leña	Parque	Río
Aire	Bosque	Flora	Libertad	Paz/calma/tranquilidad	Salud
Alegría	Buena vista	Flores	Lluvia	Planta	Sequía
Algo grande	Campo	Fotosíntesis	Lombrices	Pozo de agua	Ser vivo
Alimento	Casa	Frescura	Madera	Punto de reunión	Sombra
Amor	Clorofila	Frío	Materia orgánica	Pureza	Tiempo
Animales	Colores	Fruta	Materia prima	Raíz	Tierra
Ardillas	Columpio	Fuerza	Medicinas	Ramas	Tristeza
Aromas	Conservación	Futuro	Naturaleza	Recreación	Tronco/tallo
Atmósfera	Corteza	Grandeza	Nutrientes	Recurso	Vegetación
Aves	Cultura	Hábitat	Olor a humedad	Reforestación	Verde
Basura	Descanso	Hojas	Oxígeno	Respeto	Vida
Belleza	Ecosistemas	Jardinería	Papel	Respiración	

De las respuestas anteriores se puede observar claramente tres categorías de relación, la primera de ellas es la natural o de naturaleza que se refiere a la estructura del árbol (raíz, tronco, hojas, ramas, corteza), a su origen y sus funciones, la segunda categoría es la de aprovechamiento y beneficios obtenidos, por ejemplo: alimento, leña, lluvia, papel y oxígeno; la tercera y última es la socio-psico-cultural que tiene que ver con los sentimientos, los estados anímicos, los valores y significados que los árboles poseen y generan.

La pregunta tres es la explicación del por qué relacionan la primera palabra de la pregunta anterior con un árbol, para los fines prácticos de esta investigación solo se presentan las cinco relaciones principales, la mayor parte de las respuestas fueron sencillas y directas:

- Vida: los árboles son vida, la proveen y los humanos lo necesitamos para existir
- Oxígeno: los árboles son la principal fuente de oxígeno en el planeta y lo proporcionan a los humanos

- Frutas: los árboles producen frutas y los humanos las comemos
- Sombra: sus ramas y hojas la proporcionan
- Aire: es necesario para vivir y cuando se está debajo de un árbol el aire es más fresco

La siguiente pregunta fue que mencionaran cinco árboles que conocieran y se encontraran en su colonia, los encuestados identificaron un total de 67 especies de árboles diferentes que se presentan en el Cuadro 14, es necesario aclarar que dentro de la lista se encuentran algunas especies de forma biológica diferente, pero se presentan debido a que fueron mencionadas por los ciudadanos, entre éstas se encuentran la bugambilia, la chaya, el chipilín, el coco, la muralla, las palmeras o palmas y el plátano.

Cuadro 14. Árboles mencionados por los habitantes y que se encuentran en su colonia

Aguacate	Ceiba	Flamboyán	Limón	Papaua
Aguacatillo	Chaya	Flor de mayo	Mandarina	Papaya
Almendro	Chicozapote	Guaje	Mango	Paraíso
Anona	Chinchimalinchi	Guamúchil	Matilisguate	Pino
Araucaria	Chincuya	Guanábana	Moringa	Plátano
Benjamina	Chipilín	Guanacaste	Mulato	Primavera
Brasil	Ciprés	Guaya	Muralla	Sabino
Bugambilia	Ciruelo	Guayaba	Nance	Tamarindo
Cacaté	Coco	Higo	Nanguipo (Matzú)	Tulipán
Caimitillo	Cocoite (Cuchunuc)	Hormiguillo	Naranja	Zapote
Caoba	Copal	Huizache	Neem	Zapote Negro
Capulín	Cuajilote	Jacaranda	Noni	
Caulote	Cupapé	Jocote	Ocote	
Cedro	Durazno	Laurel	Palmas	

La pregunta cinco es la mención de cinco árboles que conocieran y se encontraran en la calle donde viven, se obtuvieron un total de 53 especies diferentes (Cuadro 15), muchas de las cuales ya se encuentran en el cuadro anterior, sin embargo, existen algunas diferencias, por ejemplo: el caimito, candox, canela, eucalipto, matzú y pirinola.

Cuadro 15. Árboles mencionados por los habitantes y que se encuentran en su calle

Aguacate	Ceiba	Flamboyán	Mandarina	Papaya
Almendro	Chaya	Flor de mayo	Mango	Paraíso
Anona	Chicozapote	Granada	Matilisguate	Pino
Benjamina	Chipilín	Guaje	Matzú	Pirinola
Bugambilia	Ciprés	Guanábana	Mulato	Plátano
Caimito	Coco	Guaya	Nance	Primavera
Candox	Cocoite (matarratón, cuchunuc)	Guayaba	Nanguipo	Tamarindo
Canela	Copal	Jacaranda	Neem	Toronja
Capulín	Cuajilote	Laurel	Ocote	Zapote negro
Caulote	Cupapé	Lima	Palma	
Cedro	Eucalipto	Limón	Papausa	

La segunda sección es la del uso y aprovechamiento la respuestas se presentan en el Cuadro 16, se observa que son pocas las personas encuestadas que utilizan los árboles con otros fines que no sean la provisión de sombra, adorno o comestible. La mayor parte de los encuestados dijeron que no utilizaban a los árboles con algún fin en especial.

Cuadro 16. Uso y aprovechamiento de los árboles

Árbol	Para que lo utiliza	Parte que utiliza	Frecuencia	Cómo lo usa	Donde lo consigue	Temporada
Guayaba	Dolor de estomago	Hoja tierna	Cuando se necesita	Té	Calle, vecino	Todo el año
Guayaba	Estreñimiento	Fruto	Cuando es necesario	Agua concentrada	Vecino, mercado	Todo el año
Limón	Alimento	Fruto	Siempre	Agua fresca, té	Calle, vecino, mercado	Todo el año
Limón	Remedio, dolor de estomago	Hoja	Siempre	Té	Calle, vecino, mercado	Todo el año
Aguacate	Alimento	Fruto	Cuando hay	Preparado	Mercado, calle	Todo el año
Mora	Alimento	Fruto	Cuando hay	Agua fresca	Banqueta	Cuando hay
Matzú	Pegamento	Fruto	De vez en cuando	Exprimiend o la fruta	Vecino	Siempre
Chaya	Remedio para la tos	Hoja	Cuando es necesario	Té	Casa	Todo el año
Capulín	Dolor estomago	Hojas	Cuando es necesario	Té	Vecino, calle	Todo el año
Capulín	Fiebre	Hoja	Cuando es necesario	Té	Calle, vecino, banqueta	Todo el año



Árbol	Para que lo utiliza	Parte que utiliza	Frecuencia	Cómo lo usa	Donde lo consigue	Temporada
Chicozapote	Remedio	Hoja	Cuando es necesario	Té	Banqueta	Todo el año
Chicozapote	Fruto	Alimento	En temporada	Alimento	Mercado, banqueta	Temporada
Chicozapote	Chicle	Resina	De vez en cuando	Recogiendo la resina	Casa	Temporada
Cuchunuc	Remedio contra la picazón	Hojas	Cuando es necesario	Té	Vecino, banqueta	Todo el año
Cuajilote	Remedio	Fruto y hoja	Cuando es necesario	Té	Casa	Todo el año
Eucalipto	Remedio	Hoja	Cuando es necesario	Té	Calle	Todo el año
Copal	Dolor de cabeza	Hoja	Cuando es necesario	Té	En la colonia	Siempre
Almendro	Regularizar la glucosa	Hojas	Cuando es necesario	Té	Casa	Todo el año
Mango	Chincongunya	Hojas	Dos veces al día	Té	Casa	Todo el año
Guanábana	Diarrea	Fruto	Cuando es necesario	Consumirlo	Mercado, vecino	Todo el año
Guaje	Comestible	Semilla	Cuando hay	Alimento	Banqueta, calle, mercado	Temporada
Canela	Venta	Las ramas	Cuando se seca	No aplica	Casa	Siempre
Neem	Diabetes	Hojas	3 veces por semana	Té	Vecino	Siempre
Neem	Limpiar heridas	Hojas	Cuando es necesario	Infusión	Banqueta	Siempre
Bugambilia	Remedio tos	Hojas	Cuando es necesario	Té	Calle, banqueta, vecino	Siempre
Papaya	Limpieza de cutis	Cascara	Una vez por semana	Aplicándolo al rostro	Mercado	Todo el año
Naranja	Alimento	Fruto	Siempre	Alimento	Calle, mercado	Todo el año
Papaya	Alimento	Fruto	Siempre	Alimento	Banqueta, mercado	Todo el año
Granada	Alimento	Fruto	Temporada	Alimento	Casa, mercado	Todo el año
Primavera	Sombra/adorno	Copa	Diario	No aplica	Fuera de su casa	Siempre
Ceiba	Sombra	Copa	Diario	No aplica	Fuera de su casa	Siempre
Cedro	Sombra	Copa	Diario	No aplica	Fuera de su casa	Siempre
Benamina	Sombra/adorno	Copa	Diario	No aplica	Fuera de su casa	Siempre



Árbol	Para que lo utiliza	Parte que utiliza	Frecuencia	Cómo lo usa	Donde lo consigue	Cuándo (fechas)
Laurel	Sombra/adorno	Copa	Diario	No aplica	Fuera de su casa	Siempre
Almendro	Sombra	Copa	Diario	No aplica	Fuera de su casa	Siempre
Tamarindo	Alimento	Fruto	Temporada	Agua fresca	Banqueta, vecino, mercado	Temporada
Cupapé	Venta	Fruto	Temporada	No aplica	En su casa, banqueta	Temporada
Cupapé	Alimento	Fruto	Temporada	En dulce	Mercado, banqueta	Temporada
Moringa	Artritis, hipertensión	Hojas	Siempre	Té	Banqueta, mercado	Todo el año
Pino	Adorno	Todo	Siempre	No aplica	Fuera de su casa	Todo el año

La tercera sección de la encuesta es la relacionada con la problemática asociada, la primera pregunta de este apartado se presenta en la Figura 40, donde se observa que casi el 50% de los encuestados consideran que los árboles cuentan con un estado regular, seguido de buen estado, malo, pésimo y excelente.

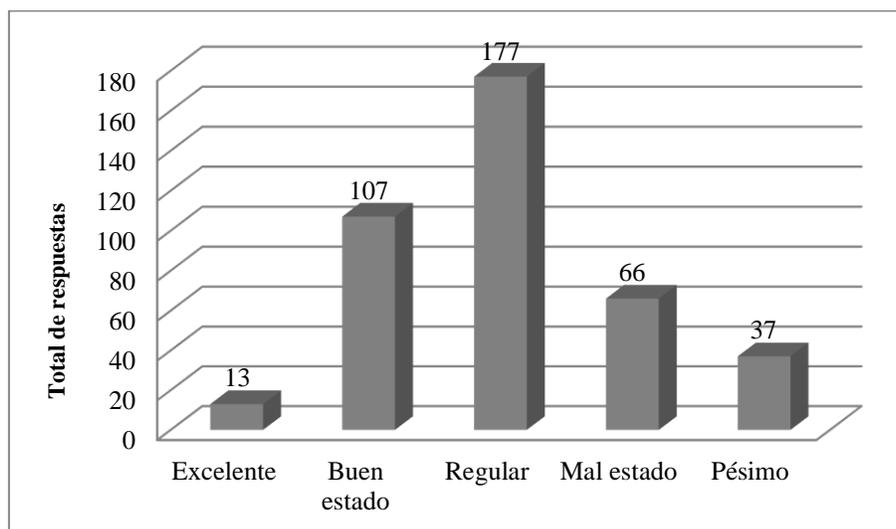


Figura 40. ¿Cuál es el estado en el que se encuentran los árboles de la ciudad?



Por otro lado, el 50% de los encuestados indican que el estado de los árboles en su colonia es regular, existen algunas variaciones con relación a los estados malo y pésimo, ya que como se observa en la Figura 41, la percepción de que el arbolado en las colonias de las personas es bueno y excelente aumenta considerablemente.

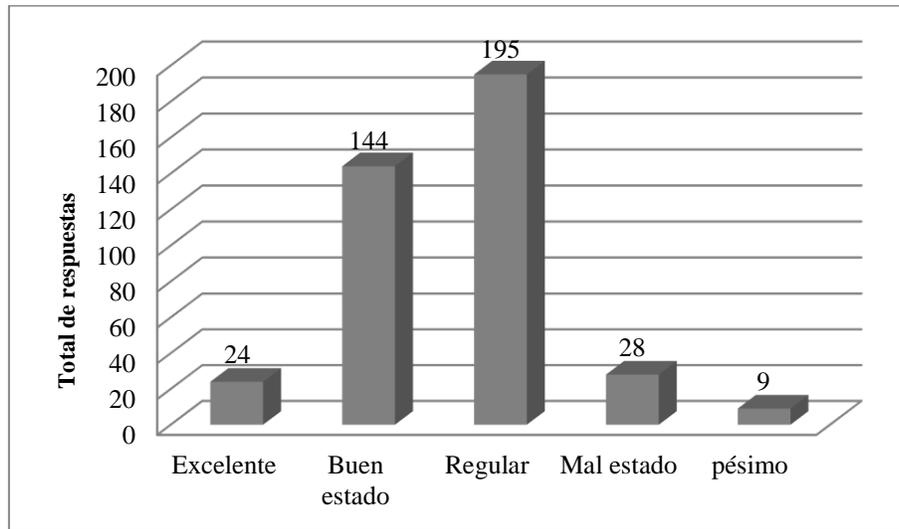


Figura 41. ¿Cuál es el estado en el que se encuentran los árboles en su colonia?

En la Figura 42, se observa que el 19.7% de los encuestados consideran que en la ciudad hay muchos árboles y el resto (80.3%) que existen pocos.

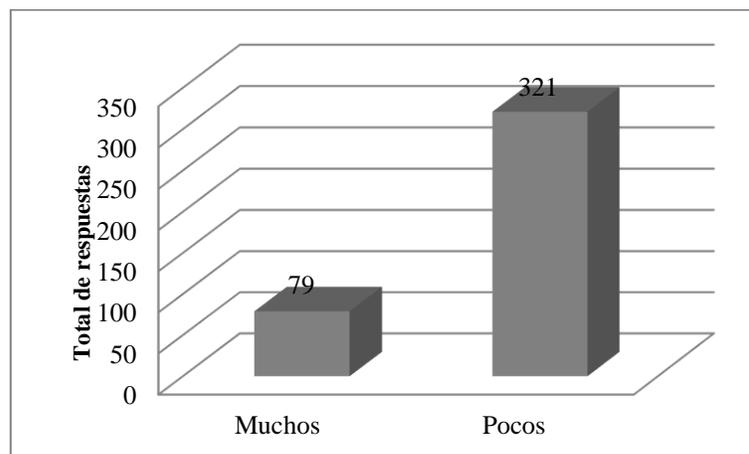


Figura 42. ¿Cree que en la ciudad hay muchos o pocos árboles?

Lo interesante de esta cuestión en particular es conocer el porqué de las respuestas, los ciudadanos indicaron que consideran que hay muchos árboles debido a que no están bien distribuidos, a que a donde quiera que se trasladen dentro de la ciudad ven muchos árboles, a que los habitantes los conservan y siembran, a que la ciudad es pequeña aún y su crecimiento es lento, las personas respetan la naturaleza y finalmente porque los ciudadanos se preocupan por los árboles de su calle.

Contrario a las opiniones anteriores, las razones que los encuestados proporcionaron para justificar que en la ciudad hay pocos árboles son las siguientes: el crecimiento de la ciudad y la mancha urbana, el incremento de la población, porque eliminaron árboles al realizar las obras de construcción de nuevas viviendas y remodelación de calles, por las construcciones, porque existe mucha contaminación, porque se les da un mal uso y cuidado, las personas no tienen el hábito de mantenerlos, porque no hay áreas verdes, es evidente a simple vista, los humanos ya no los valoramos, se está perdiendo la cultura de sembrar árboles, por la invasión del ser humano, por la falta de amor, se han talado, hay pocos porque existen espacios que se pueden reforestar y no se utilizan, hace falta conciencia ambiental, no se manejan correctamente los recursos naturales, porque a las autoridades no les interesan los espacios verdes sólo se enfocan en la infraestructura y por falta de conocimiento.

En la pregunta 10 se pidió que las personas indicaran qué árboles sembrarían si tuvieran la oportunidad y por qué, dentro de las respuestas predominaron en orden descendente los árboles frutales, árboles frondosos, árboles que proporcionen sombra, mango, todos (porque no tienen preferencia por alguno), laurel y la primavera. En el Cuadro 17 se puede observar cuáles fueron los árboles que las personas sembrarían junto con sus motivos.

Cuadro 17. ¿Qué árboles sembraría y por qué?

¿Qué árbol sembraría?	¿Por qué?
Acacia	Es un árbol que puede acompañarme en mi vejez
Aguacate	Se puede consumir, da sombra
Almendro	Crece rápido, es alto, fuerte, de copa amplia, da mucha sombra
Árboles de hojas grandes	Da más sombra
Árboles que den sombra	Es necesario tener sombra y ayudarían a refrescar
Árboles frondosos	Dan más sombra y más oxígeno
Árboles frutales	Para aprovechar la fruta y consumirla, brindan oxígeno, mejorar el ambiente, el sector de población "marginado" tendría una solución gratuita de alimento
Árboles grandes	Da sombra, ofrece protección, da vida y son los mejores
Árboles nativos	Se adaptan a la región, ayudan al ecosistema
Árboles que den flores	Le gustan
Benjamina	Dan sombra, refrescan, se les puede dar forma, le gusta
Brasil	Da sombra y le gustan
Bugambilia	Sus flores son muy bonitas, dan sombra y oxígeno
Canela	Aprovechar la canela para té y venta
Caoba	Es un árbol que puede acompañarme en mi vejez, es grande y da sombra
Cedro	Es un árbol que crece alto, vive mucho tiempo, da sombra, se puede utilizar su madera, son escasos, proveen oxígeno y refrescan
Ceiba	Por su sombra para los animales y personas, le gusta y ayudaría a refrescar los espacios
Ciprés	Le gustan
Coco	Es un árbol que puede acompañarme en mi vejez y se puede aprovechar el fruto
Cupapé	Se puede aprovechar el fruto, sus flores son bonitas y da sombra
Flamboyán	Es un árbol que puede acompañarme en mi vejez, es grande, da sombra, es casa para los animales
Flor de mayo	Es un árbol de flores hermosas, agradable aroma
Guanábana	Porque se aprovecha la fruta y ayudan a mejorar el ambiente
Guanacaste	Su copa da mucha sombra
Guayaba	Se puede aprovechar el fruto
Laurel	Es fácil de sembrar, da sombra y oxígeno, se le puede dar forma
Limón	Es un árbol que puede aprovecharse, ya no los compraría
Maderables	Es un recurso que se exporta, es muy explotado y brindan frescura
Mamey	Da fruto y se puede aprovechar
Mango	Para aprovechar la fruta y da sombra



¿Qué árbol sembraría?	¿Por qué?
Medicinales	Son necesarios para los remedios, se está perdiendo la costumbre y pueden servir para sobra y animales
Mezquite	Ayudan al ambiente y le gusta
Naranja	Consumo del fruto y porque les gusta
Neem	Da sombra, sirve de hábitat para las aves porque son frondosos
Ninguno	No cuentan con el tiempo necesario para mantenerlos
Nogal	Está desapareciendo y me gustaría contribuir a que no se acabe
Ocote	Está desapareciendo y me gustaría contribuir a que no se acabe
Palmas	Por su sombra, dan vida y oxígeno
Papaya	Se aprovecha el fruto y le gusta la forma del árbol
Pino	Es un árbol bello, da sombra y oxígeno
Primavera	Dan sombra, son bonitos
Roble	Es un árbol que crece alto y vive mucho tiempo
Sabinos	Da sombra para los animales y las personas
Sospó	Le gusta la forma del árbol
Tamarindo	Es un árbol que puede aprovecharse y da sombra
Todos	Son fuente de oxígeno, purifican el aire y ayudan al medio ambiente

En seguida se muestra el Figura 43, donde se observan quiénes plantaron los árboles de las calles donde viven los encuestados, casi el 50% indicó que los vecinos, seguido de no saber quién lo hizo, ellos mismos, nacieron solos, el ayuntamiento, ya estaban, la asamblea del barrio y que no es necesario que alguien lo haga, cualquier persona puede hacerlo.

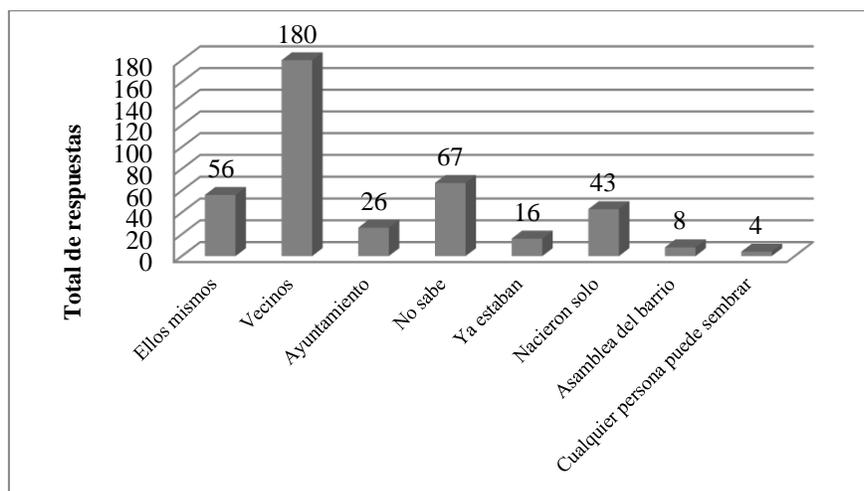


Figura 43. ¿Quién decidió plantar los árboles de su calle?

A continuación se presentan los Cuadro 18 y Cuadro 19 que muestran las preferencias de los habitantes por los árboles que se encuentran en su colonia y los motivos, es interesante analizar la que algunas especies se encuentran en ambos cuadros, por ejemplo la benjamina y el mango ya que existen porqués válidos, con relación a la primer especie los encuestados indican que proveen sombra y se pueden podar con formas, por el contrario otro grupo de encuestados manifestaron que dicha especie daña la infraestructura y poseen elementos que producen irritación.

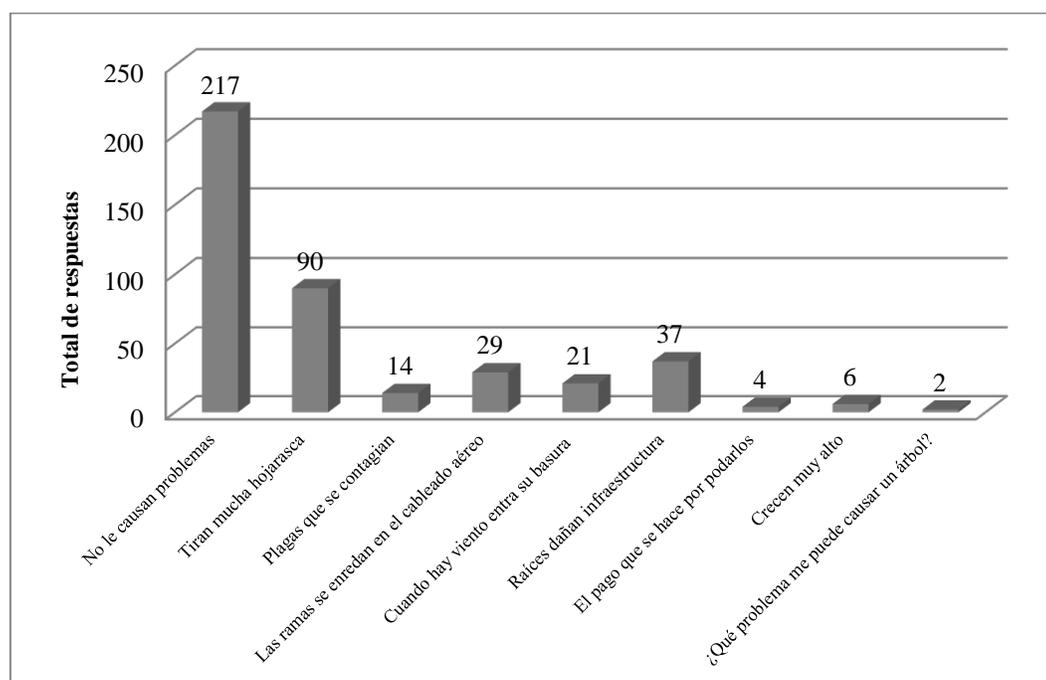
Cuadro 18. Árboles que los habitantes prefieren

Prefieren	¿Por qué?
Todos (sin preferencia)	Todos proveen oxígeno o frutos, tienen vida, le gustan todos, todos benefician y son hermosos
Frutales	Para aprovecharlos, para consumirlos
Pino	Por la sombra
Primavera	Sus flores son bonitas y le gusta el árbol
Limón	Para aprovecharlo y no rompe banquetas
Almendra	Por la sombra y porque es casa de ardillas
Árboles con sombra	Por la sombra
Benjamina	Se le puede dar forma a la copa
Naranja	Para aprovechar la fruta
Aguacate	Para aprovechar la fruta
Mango	Para aprovechar la fruta
Ceiba	Le gusta su grandeza
Nance	Para aprovechar la fruta
Chaya	Es de su consumo
Árboles nativos	Se adaptan al ecosistema, son los mejores
Laurel	No crecen mucho y se le puede dar forma a la copa
Guayaba	Para aprovechar la fruta
Árboles grandes	Son bonitos y le gustan
Neem	Se ven bonitos y frondosos
Cupapé	Son pequeños, le gusta, aprovechar la fruta
Caulote	Son pequeños y le gusta
Matarratón	Son pequeños, le gusta, sus flores son bonitas
Árboles pequeños	Son mejores y no crecen mucho
Los que no tiren hojas	No le gusta levantar la basura que producen, producen suciedad
Hule	No levanta banquetas

Cuadro 19. Árboles que los habitantes no prefieren

No prefieren	¿Por qué?
Benjamina	Perjudican las instalaciones subterráneas, tiran pica pica, sueltan sus hojas, no es nativa, no sirve para nada
Tamarindo	Tiran mucha basura
Cedro	Crecen muy alto y sus raíces son muy grandes
Ceiba	Crecen muy alto, sus raíces son muy grandes y tienen espinas
Coco	Crecen muy alto y le caen rayos
Los que tiran hojas	No le gusta levantar la basura
Guanacaste	Es muy grande y sus raíces también
Mango	En temporada hace mucha basura, junta muchas moscas y abejas

La última pregunta de esta sección fue conocer si existen problemas que los árboles le causen a los encuestados, las opiniones manifestadas se agruparon en nueve categorías representadas en la Figura 44, destacando que el 50% indicó que los árboles no les causan problemas, seguido de la molestia que les causa la hojarasca que producen y que las raíces interfieren con la infraestructura (banquetas y tuberías).

**Figura 44. ¿Hay algún problema o no hay algún problema que los árboles le causen?**

En lo que toca a la cuarta sección (importancia), se realizaron tres preguntas, la primera de ellas fue que mencionaran si los árboles son importantes para la ciudad y que explicaran los motivos, a excepción de dos personas, los encuestados manifestaron que en efecto, los árboles son elementales en la ciudad, a continuación se muestran las razones:

- Refrescan
- Dan sombra
- Dan vista a la ciudad
- Proveen biodiversidad
- Purifican el aire
- Controlan en cambio climático de la ciudad
- En tiempo caluroso dan tiempo agradable
- Aportan oxígeno
- Ambiente más limpio
- Disminuye la contaminación
- Procuran la vida
- Suministran frutos
- Absorben el bióxido de carbono
- Mantienen el suelo firme
- Atraen a la lluvia
- Reducen las caídas de suelo
- Son relajantes

Las dos personas que indicaron que los árboles no son importantes manifestaron que los árboles son importantes para la vida, pero que en la ciudad no porque se necesitan espacios libres para ésta siga creciendo y los árboles representan obstáculos.

En la pregunta 15 (Cuadro 20) se solicitó que los encuestados mencionaran cinco beneficios que los árboles proporcionan a la colonia en donde viven, los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 20. Beneficios que los árboles proporcionan a las colonias

Abono	Captan la lluvia	Fertilizan la tierra	Lujo para la casa	Proveen relajación
Absorbe CO ₂	Decoración	Filtran el agua	Madera	Proveen salud
Aire	Disminuyen el viento	Fotosíntesis	Medicina	Sirven de ubicación
Alegría	Producen emociones	Frescura	Oxígeno	Sombra
Alimento (frutos)	Estacionamiento para carros	Hábitat	Ofrecen protección	Temperatura agradable
Armonía visual	Estética	Inspiración	Proveen espacios naturales	Tranquilidad
Belleza	Felicidad para los pajaritos	Leña	Proveen paz	Vida



En lo que toca a la pregunta 16 donde se solicitó que se mencionaran tres beneficios directos que se obtienen de los árboles, las respuestas fueron las siguientes:

- Alegría
- Alimento
- Armonía
- Aves
- Buena vista
- Comodidad
- Cubre del vientos
- Decoración de casa
- Estacionamiento
- Felicidad
- Flores
- Fruta
- Medicina
- Motivación
- Oxígeno
- Para colgar hamacas
- Refresca su casa
- Los rayos del sol no entren directo a su ventana
- Relajación
- Sombra
- Tranquilidad
- Ubicación (encontrar un lugar)

En esta sección es interesante analizar que los encuestados identifican varios de los servicios ambientales en sus cuatro categorías: aprovisionamiento (leña, frutos), soporte (hábitat, lluvia), regulación (absorción de CO₂) y culturales (relajación, belleza, inspiración, salud), (para mayor información consultar el marco teórico), en los árboles con los que tienen contacto.

La última sección se centró en el manejo e interés sobre los árboles, la primera de las preguntas fue saber de qué manera los encuestados cuidan a los árboles de su casa, si es que los tuvieran, las respuestas fueron las siguientes:

- Regándolos
- Poniéndoles abono
- Podándolos
- Hablándoles
- Manteniendo la humedad
- Cuidarlo de plagas
- Fertilizándolos
- Limpiándolos
- Quitándoles partes muertas
- Pintándoles el tallo con cal para que no se le suban animales
- Respetándolos
- Cuidando que los vecinos no lo maltraten

La pregunta 18 se centró en conocer qué acciones realizan las personas con el fin de cuidar y proteger a los árboles de su colonia así como de la ciudad, aproximadamente la

tercera parte de los encuestados mencionaron que no realizan nada, el resto respondió lo siguiente:

- Ponerles cerca
- Regarlos
- Concientizar a las personas sobre su cuidado
- Los respeto
- Evito tirar basura
- No los maltrato
- Nada
- No los corto
- No dañando las jardineras
- No arrancar las hojas
- Cada persona que está cerca de un árbol lo debe cuidar
- No está en mis manos cuidar todos
- Solo cuido los de mi casa
- Podándolos
- Participo en programas de reforestación

Siguiendo el orden toca turno a la pregunta 19, que aborda la forma en que los ciudadanos están dispuestos a participar en programas de conservación y manejo de árboles urbanos (Figura 45), la mayor parte de los encuestados coinciden que participarían en conjunto con el comité del barrio y en colaboración con el ayuntamiento, seguido de recibir información por correo, en las opciones marcadas como otros, los encuestados manifestaron no tener tiempo, no cortándolos y participando de todas las formas posibles.

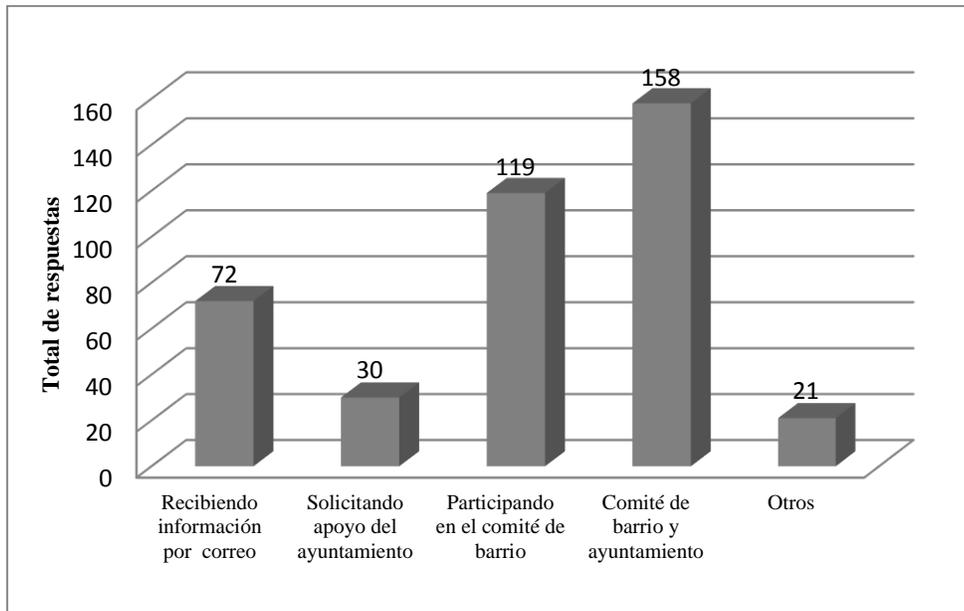


Figura 45. ¿De qué manera está dispuesto a participar en programas de conservación de árboles urbanos?



En la penúltima pregunta se indagó quién o quiénes creen los ciudadanos que son los responsables del manejo y cuidado de los árboles urbanos, las opiniones están representadas en la Figura 46, se observa que casi el 50% coinciden con que los responsables son el ayuntamiento en coordinación con los vecinos organizados, seguido de los vecinos organizados, todos los ciudadanos, el ayuntamiento y cada persona.

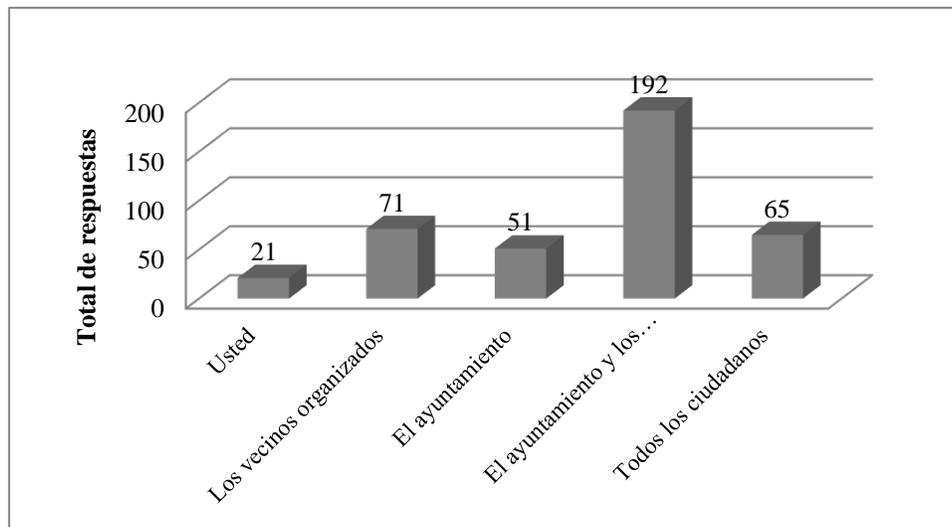


Figura 46. ¿Quiénes son los responsables del manejo de los árboles urbanos?

Por último se muestran las opiniones de los encuestados con relación a su percepción de las gestiones realizadas por el gobierno para mantener en buen estado los árboles, la mayor parte de ellos indicaron que las gestiones son negativas y aproximadamente una octava parte indicó que las gestiones son buenas, en la siguiente lista se muestran los resultados:

- Las gestiones son buenas porque el gobierno ha donado árboles a las colonias
- Se hacen esfuerzos pero no son visibles
- Excelente porque es el único medio que difunde la importancia de la vegetación en el estado
- No son buenas / Son malas
- Los proyectos no cumplen con su fin

- Debe existir un programa de seguimiento porque solo se toman fotos y después no hacen nada
- No se le da la importancia necesaria a los árboles
- El gobierno se ha mostrado incapaz de hacer algo bueno
- Deberían aumentar las propuestas en temáticas parecidas
- No se utilizan bien los fondos para el cuidado de los árboles y la naturaleza en general
- Pésimo, porque no debieron cubrir los boulevares con cemento y piedras se ve feo
- No existe una gestión / No hay gestiones, no las conozco
- Son insuficientes / Existen pocas / Son ineficientes
- Que hay pocos árboles y deberían existir programas para reforestar
- Es necesaria más información
- Sería bueno formular leyes en la materia
- Es necesario que el gobierno se enfoque también en las calles y no solo en los parques
- La actuación del gobierno es muy pasivo, pero también el de la sociedad
- No sé, desconozco del tema
- Solo he escuchado acciones para los medios “silvestres”, nunca para la ciudad, no sé si existan
- Hace falta apoyo e integración de toda la comunidad para lograr buenas cosas.



7. DISCUSION DE RESULTADOS

7.1 Inventario del arbolado de alineación

Los resultados demuestran que, si bien se identificaron 38 familias, sólo dos Fabaceae y Moraceae cuentan con el 28% del total de especies identificadas, así mismo las familias Moraceae y Combretaceae representan el 61% de los ejemplares contabilizados.

El total de especies identificadas fue de 114, de las cuales, 71 cuentan con 10 o menos individuos, así mismo, si se considera el total de ejemplares de las especies benjamina (*Ficus benjamina*) y almendro (*Terminalia catappa*), suman en conjunto el 52.9% de todos los árboles contabilizados, lo que indica que existe poca diversidad arbórea en la ciudad.

A propósito de la diversidad arbórea en Tuxtla Gutiérrez, Román (2014) identificó 68, Gispert *et al.* (2002) registraron 78, mientras que Isidro (1997) determinó 132, la diferencia entre los estudios radica en los lugares de análisis, ya que el primero y segundo se realizaron en parques y áreas verdes de la ciudad y el tercero en tres comunidades zoques del municipio. Los datos indican que existen 36 especies más en el ecosistema de alineación de la ciudad en comparación con los parques y que, con relación a las comunidades zoques la diferencia es de 18 especies, sin embargo, debe considerarse que dos de ellas (Copoya y el Jobo) no forman parte de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, su ubicación geomorfológica y altitud es diferente (meseta entre los 840 y 900 msnm), mientras que los parques de la ciudad se ubican en un valle fluvial con altitudes que oscilan entre los 500 y 700 msnm.

En el contexto nacional, Zamudio (2001), identificó en su estudio de arbolado urbano en Linares, Nuevo León 49 especies representadas en 27 familias y que del total de ejemplares censados, el 78% corresponden a fresno blanco (*Fraxinus americana*), fresno americano

(*Fraxinus uhdei*), trueno (*Ligustrum japonicum*), Chaines (*Sapium sebiferum*) y benjamina (*Ficus benjamina*), de éstas sólo la primera es considerada nativa.

Por su parte Robles (2010), registró 47 especies representadas en 25 familias en Jiutepec, Morelos y las especies laurel (*Ficus microcarpa*) y jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) sumaron el 60.8% del total de individuos contabilizados. Así mismo guamúchil (*Pithecellobium dulce*) considerada nativa, fue la especie con mayor frecuencia, representada solamente con el 4.5% del total.

En el mismo sentido, Suárez y Robles (2008), registraron en las áreas verdes de la ciudad de Oaxaca, un total de 68 especies arbóreas, el 52.98% de ellas están constituidas por benjamina (*Ficus benjamina*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), laurel (*Ficus retusa*), chaya (*Cnidioscolus chamayamansa*), alamillo (*Populus tremuloides*) y casuarina (*Casuarina equisetifolia*).

Al respecto Mock (2005), indica que un bosque urbano diverso debe estar constituido por no más del 10% de árboles de una especie, no más del 20% de un género y no más del 30% de una familia, porque de esta forma la muerte de árboles de especies determinadas no causarán la pérdida total del ecosistema urbano, ya que no estará afectando a más del 5 o 10% del total.

De manera similar, Terrazas *et al.*, (1999); Velasco *et al.*, (2013) y Zamudio, (2001) indican que a partir de sus análisis, las áreas verdes urbanas y en general la diversidad florística urbana en el país es pobre y esta situación representa un riesgo latente frente al embate de plagas y enfermedades, pues se sugiere que ninguna especie esté presente por arriba del 5% del total de las mismas.

Castillo y Pastrana (2015) manifiestan que la diversidad de especies del arbolado de alineación es pobre debido a que existen deficiencias en la gestión, carencias en la oferta arbórea del mercado, problemas en la producción de cada especie, desconocimiento general de otras especies interesantes por parte de las autoridades correspondientes y diseñadores e inclusive las modas jardineras.

Con relación al origen de las especies el 70% (81 especies) es nativo y el 30% (33 especies) introducido, es decir, dos terceras partes del total corresponden a especies nativas, sin embargo, este escenario invierte su sentido cuando el análisis se realiza por el origen de los individuos y así el 75% corresponde a individuos de origen introducido y solo el 25% de individuos nativos, lo que significa que prácticamente dos terceras partes de los individuos son introducidos.

Un caso similar se presentó en el trabajo de Benavides y Villalón (1992), en donde observaron que el 73.6% del total de los ejemplares eran introducidas y sólo un 26.4% nativas, cifras similares a las de este estudio.

Añádase a eso también que dentro de las cien especies exóticas invasoras más dañinas del mundo que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, por sus siglas en inglés informa en su lista se encuentran: guarumbo (*Cecropia peltata*), guaje (*Leucaena leucocephala*) y tulipán de África (*Spathodea campanulata*) mismas que se identificaron en la flora arbórea de la ciudad de estudio (Lowe, Browne, Boudjelas y De Poorter, 2004).

Así mismo, tulipán de África (*Spathodea campanulata*), pelos de ángel (*Albizia lebeck*), pata de vaca (*Bauhinia variegata*), cañafistula (*Cassia fistula*), flamboyán (*Delonix regia*), tamarindo (*Tamarindus indica*), paraíso (*Melia azedarach*), grosella (*Phyllanthus*

acidus) y naranja (*Citrus sinensis*) son identificadas como especies invasoras de México por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO, 2016).

Por lo anterior, el número de ejemplares contabilizados de especies invasoras corresponde a 450, equivalente al 6.2% del total, cifra que probablemente no resulte alarmante, sin embargo, debe considerarse como prioritario ya que además son introducidas, así mismo, habrá que tomar en cuenta este dato para los futuros planes de manejo y revegetación de árboles urbanos en la ciudad.

Las especies con mayor representación como ya se mencionó en párrafos anteriores son benjamina (*Ficus benjamina*) (38.9%) y almendro (*Terminalia catappa*) (14%) que en conjunto suman el 52.9% ambas introducidas y de las especies nativas con más de 200 individuos (*Tabebuia rosea*, *Cordia dodecandra* y *Talisia olivaeformis*) solo se representa el 9.2% del total.

Se puede afirmar con los datos anteriores que existe una preocupante y alarmante ficusmanía, término empleado por Alanís (2000), citado en Zamudio (2001), que hace alusión al fenómeno social que se presenta en el noreste del país, en donde se ha plantado de manera masiva esta especie en calles y avenidas de las principales zonas del área metropolitana de Monterrey, esta preferencia no es exclusiva de aquella región de México, puesto que tras analizar el inventario realizado para esta investigación dicho fenómeno se presenta en esta ciudad.

Se observó también que la gran mayoría de los ejemplares de la especie son utilizados para realizar formas artificiales en sus copas, algunos de estos ejemplos se muestran en la Figura 47, se entiende que uno de los motivos de las preferencias de las personas por las benjamins (*Ficus benjamina*), es precisamente, la facilidad que éstas ofrecen para la

realización de formas y figuras que resultan agradables y bellas para ese conjunto de ciudadanos.



Figura 47. Formas artificiales de las copas de la especie *Ficus benjamina* (Benjamina).

Arriaga, Cervantes, y Vargas-Mena (1994), indican que las especies arbóreas en las ciudades, deben ser preferentemente nativas, porque están adaptadas a las condiciones climáticas, edáficas, geológicas e hídricas, así mismo, sus semillas o propágulos se encuentran localmente, resguardan la diversidad genética, proporcionan hábitat para la fauna local, en relación con las enfermedades y agentes patógenos (plagas) difícilmente alcanzan proporciones mayores, los daños se limitan a individuos seniles o débiles.

Por el contrario, Sánchez y Artavia (2013) mencionan que uno de los más controversiales temas en la arborización urbana es el origen de la vegetación, puesto que muchos especialistas consideran la plantación de especies nativas para no dañar los hábitats de la biodiversidad silvestre local, sin embargo, las especies exóticas también son importantes porque muestran ciertas características que las hacen adecuadas para la ciudad, por ejemplo: resistencia a la contaminación, porte pequeño, crecimiento rápido, follajes y floraciones llamativos. Los mismos autores indican que la literatura especializada demuestra que se puede hacer un del 75 y 80% de especies nativas y utilizar el restante con especies exóticas.

En atención a los dos párrafos anteriores y analizando la situación del origen del arbolado de la ciudad, en donde el 75% de los individuos contabilizados son introducidos, es notoria la dominancia de estas especies, cuando se sabe que Chiapas es uno de los estados llamados megadiversos porque cuenta con más de 9,000 especies de plantas (González-Espinosa, Rey-Benayas, Ramírez-Marcial, Huston y Golicher, 2004), así como que se calcula que la flora en México cuenta con 3,639 especies arbóreas nativas conocidas (Villaseñor e Ibarra-Manríquez, 1998) y que de ese total probablemente se encuentre en el estado el 40% (González-Espinosa, Ramírez-Marcial, Méndez-Dewar, Galindo-Jaimes y Golicher, 2005).

Así mismo Rocha-Loredo, Ramírez-Marcial y González-Espinosa (2010), indican que la riqueza de especies arbóreas en la depresión central de Chiapas se representa por 233 especies y Sánchez (2014), sugiere que la diversidad arbórea de la cuenca del río El Sabinal está representada por alrededor de 290 especies, resulta contradictorio que se esté optando por la utilización y proliferación masiva de unas cuantas especies exóticas y que éstas dominen las calles del ecosistema urbano cuando existe una diversidad arbórea amplia en la región.

Otro de los aspectos que valen la pena analizar son los datos dasométricos de los árboles urbanos, donde la altura promedio es de 5.75 m, que corresponde a la altura a la que se encuentra por lo general el cableado eléctrico, la altura máxima reportada corresponde a 20 m y pertenece a ejemplares de primaveras y una benjamina.

En cuanto a los diámetros normal y basal es evidente que las proporciones son mayores en el primero debido a que la mayoría de los árboles presentan bifurcaciones o protuberancias a esta altura y corresponde por lo regular, a las deformaciones de los troncos causados por las podas que dejan evidentes problemas y cicatrices, el ejemplar que presentó el máximo DAP es

un tepenaguaste (*Pithecellobium saman*) y el de mayor DB corresponde a un guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*).

Con relación a la cobertura de copa se obtuvo un total de 19.4 hectáreas, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez ocupa una superficie de 13,507 ha (H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, 2016), por lo tanto representa el 0.14%, este valor corresponde al 20% de las colonias, si se toma como parámetro base, en la ciudad existen 97 ha ocupadas por copas de los árboles o el 0.72% de la superficie. Esta cantidad, podría considerarse mínima o insignificante, sin embargo, es parte del ecosistema urbano que no se considera dentro de las áreas verdes, habría que retomar lo que la Organización Mundial de la Salud recomienda acerca de la existencia de, por lo menos, 9 m² de áreas verdes por habitante, las cuales se deben encontrar a no más de 15 minutos de distancia de los mismos y contar además, por lo menos, con un agente de seguridad por cada mil habitantes (Rodríguez, 2002).

En este contexto, en el documento Tuxtla 2030 La Agenda Estratégica de Nuestra Ciudad se menciona que en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez existe un estimado de 7.02 m² de áreas verdes por habitante, así mismo 193 parques y que su superficie es relativa a las 69.48 ha, mientras que los 93 boulevares ocupan una superficie equivalente a 27.9 ha (IC IPLAM, 2012), por lo que las 97 ha ocupadas por las copas arbóreas son de suma importancia en el ecosistema urbano, contribuyendo de manera directa e inmediata en la provisión de algunos servicios ambientales, por ejemplo en la disminución de islas de calor urbanas, captura de CO₂, conservación de la biodiversidad, belleza escénica, entre otros.

Acerca de la condición física tanto de los troncos como de las copas, en donde la mayoría se encuentran categorizadas de regular a pésimas condiciones, se cree con base en lo observado y percibido durante los recorridos que se debe al desconocimiento general de la

población con respecto a la estructura funcional de los árboles, de las condiciones ambientales de la ciudad, puesto que en temporada de seca los árboles pierden sus hojas, de la incorrecta selección de especies y de las inadecuadas técnicas de poda.

El vigor y la estructura tienen una correlación directa entre ellos, cuanto más vigor posea un árbol, éste podrá enfrentar de mejor manera las agresiones y daños externos, por lo tanto, implica que contará con una mayor capacidad para generar una estructura bien definida y conformada (Shigo, 2008). Un árbol en los términos que la Real Academia Española indica, es decir, un tronco único, nítido y derecho, requiere de un alto vigor en el mismo. En contraste, la carencia de vigor produce troncos torcidos, inclinados o ahorquillados y copas debilitadas (Shigo, 2008).

En este sentido, examinando las condiciones de los árboles muestreados en donde prácticamente la mitad presentan declinaciones que van de incipientes a severas y el 85% cuentan con estructuras de regulares a pésimas, es decir, manifiestan uno o la combinación de varios de los siguientes aspectos: ramas muertas o tocones, uniones débiles o frágiles, malformaciones en el tronco expresadas en horquillas o bifurcaciones, desprendimiento de corteza, huecos, fracturas, grietas y madera en pudrición. Hay algo más que añadir y que resulta el origen de prácticamente la totalidad de este escenario y es que en el ambiente urbano, los principales agentes de cambios o productores de daños físicos y mecánicos en los árboles son los mismos habitantes con las prácticas de poda que se ejercen en ellos y por el desconocimiento de la fisonomía de este ser vivo.

Avanzando en las interpretaciones toca turno a los daños originados por los árboles, al redor del 35% de ellos presentan deterioros en banquetas y tienen las raíces expuestas, esta situación es la consecuencia de la repetida e incorrecta toma de decisiones manifestadas en la

poda invasiva, ya que al retirar la mitad de la copa a los árboles se provoca una inestabilidad y pérdida del balance que provoca que éste desarrolle raíces justo del lado donde la copa fue eliminada y que coincidentemente se encuentran en las fachadas de las casas, levantando banquetas, perjudicando el acceso peatonal así como problemas con puertas y portones.

Otro aspecto es el desconocimiento de las características físico-biológicas de las especies, es decir, cómo y cuánto crecen los árboles y sus raíces, que finalmente tiene que ver con los criterios de selección de especies para los sitios específicos. Cabe señalar que existen ejemplos a nivel mundial que muestran avances significativos e importantes en la materia, por ejemplo el caso de Barcelona y Jerez en España, el de Quito en Ecuador, el de Medellín y Bogotá en Colombia, el de Santiago en Chile, por mencionar algunos.

Como muestra de estos avances en Barcelona, España clasifican a los árboles urbanos de acuerdo a sus dimensiones: de porte pequeño (diámetro de copa menor de 4 m y altura menor de 6 m), de porte mediano (diámetro de copa entre 4 y 6 m y altura entre 6 y 15 m) y de porte grande (diámetro de copa mayor de 6 m y altura mayor a 15 m); así mismo categorizan las dimensiones de las calles y avenidas en: calles estrechas (ancho de acera menor a 3.5 m = especies de porte pequeño), calles medianas (ancho de acera entre 3.5 y 6m = especies de porte mediano) y calles anchas (ancho de aceras mayores a los 6 m = especies de porte grande) (Ayuntamiento de Barcelona, 2011).

Así mismo en el contexto nacional, existen algunos ejemplos claros como el de Zurita (2009), con Guía de árboles y otras plantas nativas en la zona metropolitana de Monterrey y el de Terrones, Partida, González y Tovar (2014), con Plantas silvestres en el paisaje urbano del municipio de León Guanajuato, ambos estudios muestran un listado de diferentes plantas nativas con posibilidad de ser utilizadas en el ambiente urbano, especificando entre otros, sus

dimensiones totales (altura, copa y raíces), riego, tipo de suelo, condiciones climáticas, velocidad de crecimiento y porte.

Los análisis con respecto a los criterios de selección de especies van más allá, de las dimensiones, se consideran también si se encuentran en polígonos o líneas, es decir, áreas verdes o arbolado de alineación, glorietas y parques, temporadas de siembra, floración y fructificación, estacionalidad, tipo de alcorque, vida útil, origen, salud, mantenimiento, principios de poda, entre otros.

Con los ejemplos anteriores se intenta demostrar que la situación de los árboles en la ciudad no obedece a un solo origen, sino más bien, que es multifactorial y compleja, que existen relaciones directas entre la estructura, el vigor, las condiciones físicas, la salud, la poda y el mantenimiento de los árboles.

A propósito de los daños que algunos de los árboles producen a la infraestructura urbana Vargas-Garzón y Molina-Prieto (2010), indican que benjamina (*Ficus benjamina*), caucho (*Ficus elástica*), flamboyán (*Delonix regia*), árbol de pan (*Artocarpus communis*) y tulipán de África (*Spathodea campanulata*), (especies arbóreas identificadas en este estudio) son árboles urbanos que producen severos problemas en las construcciones arquitectónicas, obras civiles, redes de servicios e iluminación pública en diez de las principales ciudades de Colombia, utilizados durante décadas debido a su valor estético, floración, tamaño, follaje, entre otros.

Las principales afectaciones que estas cinco especies producen se deben a que sus raíces son extendidas y gruesas tipo rizoma, superficiales y aéreas, crecen en muchas direcciones, incluso se reportan raíces horizontales de las especies árbol de pan (*Artocarpus communis*) y tulipán de África (*Spathodea campanulata*) de hasta 100 m de largo, por lo

resultan agresivas y destructivas en muros, pavimentos, vialidades, banquetas, alcantarillado y redes hidráulicas, obstruyendo, perforando, fracturando cimientos de viviendas y otro tipo de construcciones generando gastos públicos que en muchas ocasiones deben ser solventados por los ciudadanos (Vargas-Garzón y Molina-Prieto, 2010). Los mismos autores indican que en algunas ciudades Colombianas, estas especies están vetadas para su plantación en espacios urbanos, ya que se han demostrado las múltiples afectaciones a la infraestructura urbana.

Así como se analizan y comprenden los daños que los árboles producen, existen también los que los humanos les producimos, el 12.2% del total equivalente a 880 individuos tienen clavos, grapas, cuerdas, alambres, anuncios y evidencias de ahorcamientos, ¿qué está sucediendo con las personas? ¿Olvidamos que los árboles son seres vivos? En efecto, las plantas no manifiestan dolor o sensaciones con sonidos, pero emplean otro tipo de expresiones, que demuestran que algo no está bien y que les está produciendo algún desequilibrio, a pesar de contar con clavos y alambres que en muchas ocasiones llegan a formar parte de su cuerpo, siguen vivos, siguen produciendo hojas, flores, frutos y siguen formando parte de los múltiples y diversos ciclos que generan la vida en el planeta.

Como última de las observaciones con relación a los daños que los humanos provocamos a los árboles, se presenta el desmoche con el 39.6% del total de individuos contabilizados, es decir, que dos quintas partes del total tienen evidencia de este tipo de poda, en este contexto Rivas y Prieto (2010), mencionan que:

“El desmoche deja el árbol completamente desfigurado, mutilado, destrozado, riesgoso, condenado a morir de hambre, inerme y expuesto a todo tipo de ataques por plagas y enfermedades; no es posible que se dé el proceso de compartimentación y por lo general, se generan grandes

cavidades y pudriciones. En cambio la poda deja al árbol sano y seguro, con su copa y ramas completas para continuar elaborando su alimento; habrá muchas heridas pequeñas que el árbol puede fácilmente compartimentar y cerrar.

La poda de los arboles es una práctica sustentable, el desmoche es una actividad nociva, de contaminación visual y destrucción ecológica. La primera es cultural, el segundo es fruto de la ignorancia y tal vez de la mala fe.

El desmoche afecta la dignidad de un árbol, si técnicamente no es posible podarlo es preferible el derribo. Un árbol desmochado está casi inhabilitado para proporcionar servicios ambientales.” p. 16.

En definitiva, la cultura, el desconocimiento y la desvalorización sobre el ambiente son el reflejo de esta práctica, olvidando que los árboles y en general todas las plantas producen su alimento mediante la fotosíntesis donde el follaje se vuelve indispensable, por eso Rivas y Prieto (2010), indican que condenamos a los árboles a morir de hambre, porque los dejamos sin hojas.

En este orden de ideas, Rivas y Prieto (2010), al mencionar que la provisión de servicios ambientales es nula, se están refiriendo a qué muchos de los beneficios que los árboles ofrecen a los humanos en las ciudades, dependen del estado de salud y equilibrio que guarden, ¿cómo producirán sombra, capturarán CO₂, producirán oxígeno y alimentos, ofrecerán resguardo a otras formas de vida si se les ha quitado el follaje y parte indispensable de su estructura?

Purcell (2015), advierte que el desmoche es un tipo de poda que nunca se debe de hacer, destruye y deforma la estructura y salud del árbol. Esta remoción indiscriminada de ramas propicia tocones y heridas que no sanan apropiadamente. Se favorecen las enfermedades y descomposición, produciendo problemas que pueden llegar a ser mortales para el árbol; éste responde creando varios brotes que no tienen buenas uniones y son propensos a dañarse ante el más mínimo tensionante. Las nuevas yemas latentes en los tallos se conectan únicamente al xilema y no se sobreponen ni unen al tallo principal de sustento. Esta es una unión inadecuada que crece rápidamente y se convierte en un problema de seguridad. Por consiguiente, las ramas tienen mayor probabilidad de caer y generar riesgos de heridas o daños en el árbol, a las personas y su infraestructura.

Antes de finalizar, concluyo este apartado con una analogía, el desmoche es similar a que una persona se mutile los dedos o la mano para que no se tenga que cortar las uñas (Rivas, 2010).

Finalmente, estas condiciones son uno de los principales causantes del estado sanitario del tronco y de la copa, donde el 54 y 34% respectivamente se encuentran categorizados de regular a pésimo, basta revisar la Figura 20, donde se muestran algunos de los casos más extremos de estados sanitarios para darse cuenta qué propicio dicha situación.

7.2 Relación árbol-población

Como se presentaron en los resultados, las relaciones entre los árboles de alineación y las personas no son equitativas ya que se obtuvo que, para un total de 94,528 habitantes (en las colonias muestreadas) existen 7,205 árboles el déficit existente para que, por lo menos, exista un árbol por habitante, es de 87,323.

En este apartado vale la pena retomar los datos del anexo 1 lista de colonias muestreadas, que presenta el índice de marginación de las AGEB en donde se encuentran las colonias. De acuerdo con la CONAPO (2011), la marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado por el modelo de producción económico, mismo que se manifiesta en las desigualdades en la distribución del progreso a varios grupos sociales y son privados de sus beneficios.

En este sentido, el índice de marginación está constituido en cuatro indicadores socio-económicos, el primero la educación, el segundo vivienda, el tercero la distribución de la población y el último el nivel de ingresos. Estos indicadores reflejan en su conjunto gran parte de la realidad social y económica de las personas y, por lo tanto de las condiciones presentes en las colonias muestreadas en este estudio.

Así pues, en las colonias en donde el déficit es menor (Los Laureles, Arboledas, Residencial la Hacienda, Jardines de Tuxtla y Vida Mejor), el grado de marginación es bajo y muy bajo, con excepción del último en donde la marginación está clasificada como alta. Por el contrario, en las colonias donde el déficit es mucho mayor los índices de marginación aumentan a grado alto y muy alto, durante los recorridos se identificó que las principales características de estas colonias son: encontrarse en las periferias, ser populares y no contar con vialidades definidas y/o pavimentadas o estar en mal estado.

De ahí que, por ejemplo en Las Granjas (grado de marginación medio), varios de los habitantes mencionaron que a raíz de las rehabilitaciones de las vialidades por concreto hidráulico muchos de los árboles que se encontraban en banquetas fueron removidos y no se sustituyeron, cambiando drásticamente el paisaje. El caso del Calvario (grado de marginación

bajo) es particular debido a que es precisamente en este barrio donde se ubica la zona centro de la ciudad, cuenta con mercados públicos y la mayoría del comercio se puntualiza ahí.

Es importante analizar también las diferencias que existen en el total y promedio de la proporción habitante-árbol, esta diferencia existe porque las colonias presentan diferentes características en cuanto al número de ejemplares arbóreos y población, la cifra se equilibra al conjuntar los datos en un solo universo (número total de habitantes y número total de árboles).

Por lo anterior se consideró pertinente presentar en el Cuadro 9 todos los datos por colonia y, de esta manera, no realizar generalizaciones de las relaciones y proporciones, debido a que existen diferencias tan grandes como por ejemplo los Laureles donde la proporción es de tres personas por árbol en comparación con el Calvario donde es de 114 personas por árbol.

Aun así los datos son negativos y el déficit de árboles es alto. Habría que considerar también que este ejercicio es parcial porque solo se tomó en cuenta el arbolado de alineación y el bosque urbano se compone de otros estratos como el arbustivo y el herbáceo, así como la vegetación presente en áreas verdes poligonales y la vegetación riparia (asociada a cuerpos de agua) del Río El Sabinal.

Sin embargo, los resultados demuestran una situación que no dista mucho de la realidad (si se realizara el mismo ejercicio contemplando los estratos antes mencionados), debe considerarse como un parámetro inicial o de partida para comprender el estado actual de la naturaleza urbana. De acuerdo con Benedetti y Campo de Ferreras (2007), hay una relación entre los árboles y la calidad de vida de los ciudadanos, debido a que los árboles en la ciudad cuentan con un papel importante ya que son componentes biológicos dentro de un medio

antropogénico, responden a cambios ambientales de forma rápida y, por lo tanto proveen de información histórica y cultural.

Esta situación no es única Benedetti y Campo de Ferreras (2007) realizaron un estudio en un barrio de la ciudad de Buenos Aires en Argentina e identificaron que en ese solo sitio habitaban 3,848 personas y existía un total de 1,249 árboles, por lo tanto existía un déficit de 2,599 árboles para que existiera un árbol por persona como mínimo.

7.3 Mapa Verde

En cuanto a los mapas verdes, se considera que no es necesario un análisis tan profundo como el de los apartados anteriores, debido a que el objetivo principal de estas herramientas son las representaciones gráficas de la realidad para un entendimiento sencillo, fácil y rápido, sin embargo, habría que decir que el ejemplo realizado es la base para la planificación y gestión de los árboles en el contexto urbano. Toda la información dasonómica que se recabó en esta investigación está georeferenciada y puede ser utilizada para su representación en mapas temáticos.

Para abundar en el tema, se observa que los seis mapas que se realizaron (distribución de especies, condición física, condición sanitaria, mantenimiento, afectaciones al cableado aéreo y raíces expuestas) son totalmente entendibles y que proporcionan información clara, directa y útil, de manera que haciendo uso de una paleta de colores se relacionan las condiciones específicas de cada individuo en la colonia Infonavit el Grijalva.

Si esta herramienta se utilizara por los gestores del desarrollo de Tuxtla Gutiérrez, se obtendrían grandes beneficios, no solo para mantener en buen estado y saludables a los árboles, si no para administrar los recursos que se le destinan, coordinar tiempos y actividades. La utilización de los SIG's en la administración de los árboles urbanos es necesaria, ya lo dice

Rivas (2000), en México cuando se realizan inventarios forestales urbanos, los individuos no son geoposicionados ni se contempla la utilización de bases de datos interconectadas. Los resultados conducen a que la información pierda vigencia en poco tiempo, la información proporcionada por los inventarios no se utiliza al máximo y se minimiza su potencial en la toma de decisiones.

El mismo autor menciona que la falta de bases de datos dificulta la realización de planes y programas de gestión del arbolado urbano, ya que en muchos de los casos esta tarea se facilitaría respondiendo preguntas básicas de manejo, por ejemplo: ¿qué?, ¿cuánto?, ¿dónde?, ¿cómo? Y ¿por qué plantar y cuidar los árboles? Mismas que serían proporcionadas o respondidas por los SIG's y su representación gráfica, es decir, los mapas.

A nivel internacional se identificaron tres estudios que demuestran la importancia del uso de los SIG's y mapas en el estudio del arbolado urbano, el primero de ellos es la tesis de Rivas (2000), en donde propone un modelo de Sistemas de Información Geográfica exclusivo para los árboles urbanos, el segundo de Benedetti y Campo de Ferreras (2007), que realizan un estudio diagnóstico del arbolado urbano de un barrio en Bahía Blanca, Argentina representándolo mediante mapas y el tercero, un estudio realizado en la ciudad de Boadilla el Monte, España, que inventarió todos los árboles urbanos y simbolizó a través de mapas.

7.4 Percepción

En este apartado se presentan las discusiones sobre la encuesta de percepción, la forma en que se plasmaron fue por sección (conocimiento, uso y aprovechamiento, problemática, importancia, manejo e interés).

Es necesario aclarar que una de las hipótesis de esta investigación fue la existencia de diferencias en la percepción de las personas en torno a los árboles por su nivel

socioeconómico, edad, escolaridad y género, el análisis que se presenta a continuación y los resultados plasmados en la sección anterior, no se realizaron de esa manera, ya que no se observaron diferencias significativas.

Para comenzar, se analizan en conjunto las respuestas de las preguntas sobre qué es un árbol y en qué piensa cuando escucha la palabra árbol, se observa que no existen muchas diferencias entre ambas, ya que la segunda en muchos de los casos fueron descriptores de un árbol, por ejemplo su color, sus partes y su tamaño.

Con relación al conocimiento sobre las diferentes especies de árboles que se encuentran en la ciudad, se reconocieron un total de 60, prácticamente la mitad de las especies arbóreas identificadas en el inventario, sin embargo las que fueron mencionadas por los encuestados son las más abundantes y habituales en el medio urbano, en la lista se encuentran tanto árboles de origen nativo como exóticos.

En el apartado de uso y aprovechamiento los encuestados identificaron un total de 32 especies con diferentes usos, destacando el medicinal, sombra, alimento, ingreso económico y ornamental, esto no significa que sean los únicos usos y que sean los únicos árboles en la ciudad que puedan ser utilizados con otros fines.

Al respecto, existe un estudio realizado en la ciudad sobre la etnobotánica de los zoques en Tuxtla, en donde Isidro (1997), reportó un total de 357 especies útiles, la mayoría de ellas se encontraban en los traspacios y mercados locales. Del hecho anterior, es importante destacar que la misma autora indica que para esas fechas el conocimiento local y tradicional de los habitantes de Tuxtla Gutiérrez ya presentaba cambios y se ve afectado por diversos fenómenos culturales por ejemplo la aculturación que es la adopción de algunos rasgos de otra cultura y la deculturación que es la pérdida de los rasgos de la propia cultura, ambos

fenómenos dados por la influencia de otras culturas, migración, intercambios comerciales, viajes, medios de comunicación, entre otros (Albó, 2003).

En la tercera sección en donde se abordan las problemáticas del arbolado urbano, es interesante analizar que la mayor parte de los encuestados coinciden con que el estado de los árboles va de regular a bueno y esta relación aumenta cuando se les preguntó sobre las condiciones de los árboles de sus colonias, en esta pregunta los estados excelente y bueno aumentaron considerablemente.

En general la población es consciente de la situación del arbolado en la ciudad, coinciden con que hay pocos ejemplares en la ciudad debido a su rápida expansión y al deficiente manejo que se le da.

Con relación a las preferencias de los habitantes por los árboles que sembrarían es inevitable identificar que mencionaron árboles frutales (cualesquiera que sean éstos), árboles grandes y frondosos, porque de ese tipo de especies se obtienen beneficios que los humanos disfrutamos directamente, es decir, alimentos y la provisión de sombra que se convierte en ambientes más frescos y por consecuencia microclimas. Son pocas las personas que manifestaron una visión más amplia e integral (incluir a otras formas de vida) de sus preferencias por alguna especie en particular.

En cuanto a las especies que no prefieren los habitantes de la ciudad resultó evidente la incomodidad o molestia que los árboles les causan debido a la pérdida de su follaje en temporada de seca, ya que esto provoca en términos de los propios encuestados suciedad, basura y fealdad, así mismo, comienzan a ser innegables los efectos que las raíces de las benjamins provocan en las banquetas y la tubería subterránea.

Otra situación que se considera importante es el problema mencionado por los encuestados con relación a que los árboles y sus ramas interfieren con el cableado aéreo, se infiere que este escenario es la causa de muchas de las podas innecesarias y mal hechas, en otras palabras, los desmoches que sufren la mayor parte de los árboles en la ciudad, mismos que podrían evitarse con una correcta selección de especies.

Para precisar la idea del párrafo anterior, vale la pena comentar que durante los recorridos en campo para el inventario de los árboles, muchas personas se acercaron para preguntar en qué área del ayuntamiento se podían solicitar las podas porque los árboles ya se encontraban en palabras de los ciudadanos muy monterones, crecidos, ramudos, es decir, el follaje de la copa ya había crecido y que era necesario cortarlos porque alcanzaban los cables y los postes.

Se considera que esta situación es el reflejo del desconocimiento general sobre la estructura y forma de los árboles, así como un descuido importante por parte de las autoridades correspondientes para informar a los ciudadanos de los procesos (siembra, elección de especie, crecimiento, dimensiones finales, cuidados, vida útil) y procedimientos básicos (riego, abonado, poda, si es necesaria) de mantenimiento de la vegetación urbana.

En lo relativo al apartado de importancia, se observa gratamente que tal como se había previsto, los ciudadanos identificaron varios de los servicios ambientales en sus cuatro categorías, sin embargo sigue predominando la visión antropocéntrica de uso.

Román (2014), determinó que los habitantes de Tuxtla Gutiérrez relacionan sus conocimientos y los ejemplifican en sus respuestas relacionadas con la temática de beneficios y mejorías que las áreas verdes proporcionan a la ciudad y a los ciudadanos indicando por lo menos tres tipos de servicios ambientales: de regulación (disminución de temperatura,

disminución de contaminación, disminución del ruido y mitigación del cambio climático); de soporte (provisión de oxígeno y conservación de biodiversidad) y culturales (recreación, mejora de la salud y bienestar, mejora del paisaje, relajación, cultura y conciencia ambientales, ejercicio, felicidad y alegría, menor delincuencia y turismo).

Indica además que existe un reconocimiento del valor que tiene la naturaleza, pero que se basa en pocos criterios donde la mayoría son de carácter cultural, mismos que se asocian con una percepción antropizada, donde los fenómenos ecosistémicos, tanto de soporte como de regulación, son poco reconocidos y quizá poco valorados.

Es evidente también que dentro de los beneficios que los ciudadanos señalaron obtienen de los árboles para sus colonias, se le otorga una mayor importancia o interés al uso y beneficio en términos culturales (14 de 35 beneficios son de esta categoría, por ejemplo: paz, salud, armonía, belleza, inspiración) y poco reconocimiento a los procesos ecosistémicos, lo que puede ser un reflejo de la carencia de una cultura ambiental holística bien consolidada, puesto que solo se tiene la perspectiva de que la naturaleza es, exclusivamente, para el uso y bienestar humanos, olvidando que también nosotros (los seres humanos) somos parte de un conjunto de seres vivos que formamos parte de la dinámica de un mismo ecosistema.

Con relación a la última sección manejo e interés es necesario el análisis de las formas en que los cuidados cuidan o mantienen a los árboles, se observa que existen dos formas de hacerlo, la primera que surge de las acciones básicas (riego, abono, fertilizante, eliminación de plagas) y la segunda que es la del conocimiento popular (hablarles, respetándolos, cuidarlos de los vecinos, ponerles cal a los tallos), no se trata de menospreciar todas las acciones, solo de analizar sus orígenes y razones.

Llegado este momento es sustancial comentar que dentro de ese conocimiento popular, existe la creencia de que la poda es una forma de cuidar, proteger y mantener a los árboles, sin embargo, como ya se comentó en párrafos anteriores y en la sección de marco teórico, las podas no son procesos que los árboles necesiten en un ambiente natural, al encontrarse en una ciudad los humanos modificamos su estructura mediante esa técnica sin conocimientos básicos de cómo realizarla, es por eso que se considera de suma importancia aclarar que esta práctica es conocida y reconocida tradicionalmente como parte de los cuidados de los árboles en las ciudades pero se desconocen las verdaderas causas y motivos por las cuales se debe realizar.

De modo que el problema no es exclusivo de un sector, si no que forma parte del conocimiento general de la población y las autoridades competentes por no difundir la información necesaria, así mismo, la falta de interés y acción por temas ambientales de los ciudadanos contribuye en el estado actual de los árboles.

En este marco hay que analizar las formas en que los ciudadanos prefieren participar en actividades de cuidado y manejo de los árboles, de acuerdo con las respuestas obtenidas la mayor parte considera que la mejor forma de hacerlo es en organización de grupos vecinales con ayuda del ayuntamiento, seguido de realizarlo en grupos vecinales, se observa claramente que las personas coinciden en que la organización y la unión es la forma más sencilla de trabajar por un bien en común, en este caso los árboles urbanos. Un porcentaje de encuestados prefieren realizar el trabajo de manera individual y otro tanto prefiere que el ayuntamiento se haga cargo.

Lo anterior, se relaciona con quiénes creen los ciudadanos que son los responsables del manejo y cuidado de los árboles, las respuestas indicaron la mayor parte de los encuestados consideran que los vecinos organizados en conjunto con el ayuntamiento son los encargados,

seguido de los vecinos organizados, la opción todos los ciudadanos y los vecinos organizados, solo una octava parte indicó que el ayuntamiento, de esto es sustancial destacar que los habitantes de la ciudad reconocen que no existe un solo administrador o responsable, si no que esta actividad es compartida y de acompañamiento mutuo.

Lo cierto es que resulta imprescindible la gestión eficiente de los árboles urbanos de Tuxtla, con iniciativas de la sociedad organizada y las autoridades competentes, a quienes les corresponde difundir, informar y organizar sobre el tema, realizar inventarios, capacitar personal y proporcionar el material necesario.

Paralelamente, los ciudadanos coinciden con que las gestiones realizadas por el gobierno para mantener a los árboles urbanos son deficientes, en muchos de los casos desconocen de su existencia, es decir, hace falta información del tema. Al respecto se considera de suma importancia resaltar algunas de los comentarios de los encuestados, el primero de ellos es que el trabajo del gobierno es excelente, porque es el único medio que difunde la importancia de la naturaleza, hecho que pone en manifiesto las debilidades de muchas de las organizaciones civiles e instituciones de educación superior, ya que parte de los objetivos y metas de ambas figuras es la difusión y transmisión del conocimiento a través de la investigación, servicio social, prácticas profesionales, entre otros.

Así mismo, se tendría que revisar la forma en que las Universidades, por ejemplo ésta (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas), forman a sus alumnos en temas ambientales, en especial aquellas carreras con dicho enfoque y que se procure la realización de investigaciones en el medio urbano, ya que es ahí donde la mayor parte de las personas en el planeta habitan, resolviendo situaciones, fenómenos y problemas ambientales.

Continuando con la discusión se considera pertinente revisar las responsabilidades de todos los medios de comunicación y organizaciones sociales, ya sean privadas o sin fines de lucro, ya que todas tienen la capacidad para promover y difundir temas ambientales.

Otra de las respuestas interesantes fue la realización de seguimiento a las obras realizadas, varios ciudadanos manifestaron que en la mayor parte de los trabajos solo se toman fotos para los periódicos o noticieros, no existe un seguimiento por parte de las autoridades y las obras quedan inconclusas o no se inician.

En este sentido, otra de las inquietudes de los ciudadanos fue la modificación de los boulevares en la ciudad, indicaron que las obras realizadas contaminaron los camellones por colocar planchas de cemento y lajas (rocas calizas en láminas), la discusión en este apartado es la importancia de involucrar a la sociedad en la toma de decisiones para que se sienta parte de la misma y se identifique, ya que realizar modificaciones de gran magnitud generan rechazo hacia las decisiones que toman las autoridades.

La inexistencia de leyes que regulen al recurso forestal urbano fue otra de las opiniones que la sociedad manifestó, indicando que si existieran la tarea para su mantenimiento y cuidado se facilitaría, por esta misma razón parte de los encuestados indicaron que es muy común enterarse de acciones en pro de la naturaleza pero en medios silvestres, allá lejos en la selva, como mencionaron los ciudadanos.

Finalmente uno de los comentarios que más llaman la atención y que tiene que ver con que los ciudadanos reconocen que las gestiones de las autoridades están focalizadas a los parques y no a los árboles de las calles, en este sentido, en el primer informe de gobierno del periodo actual (2015-2018), se hace mención de la importancia de la recuperación de las áreas verdes por lo que se han dado a la tarea de mantener constantemente a los 192 parques,

jardines y plazuelas, así como a los 107 boulevares y avenidas, 50 monumentos y 20 fuentes (Ayuntamiento de Tuxtla, 2017).

Añádase a lo anterior que el mismo documento indica que se les ha estado dando mantenimiento a los 100 parques más importantes de la ciudad, además de emprender programas culturales en los mismos.

Con lo anterior no se pretende enaltecer a las actividades del ayuntamiento, sino más bien poner en evidencia lo que pública y oficialmente se dice, además de reafirmar lo que las opiniones de los ciudadanos manifiestan, mucha importancia a los parques y poca a los árboles de las calles. Con relación a éstos últimos, en el Informe de gobierno se indica que para el actual periodo se tiene previsto la siembra de 80,000 árboles nativos frutales y ornamentales, así como que para el año 2016 ya se reforestó con un aproximado de 30,000 árboles frutales y 10,000 plantas de especies nativas, de las que destacan primaveras (*Tabebuia donnell-smithii*), matiliguatate (*Tabebuia rosea*) y chinchimalinchi (*Caesalpinia pulcherrima*), para contrarrestar de alguna forma, el impacto que causa el crecimiento de la ciudad, minimizando los efectos del cambio climático y manteniendo la biodiversidad urbana.

En este punto vale la pena hacer una pequeña regresión sobre el número total de ejemplares arbóreos contabilizados en el inventario de esta investigación que fue de 7,205 árboles vivos, ¿podría ser real que se sembrara tal cantidad de árboles? Si se considera que durante los meses de julio a noviembre del 2016 se realizaron todos los recorridos por gran parte de la extensión de la ciudad, sería evidente la plantación de dichos ejemplares, pero no se observó actividad alguna.

Otra cuestión importante y por la que toma relevancia esta investigación es conocer los motivos de la elección de especies plantadas, en el informe solo se menciona tres, pero por

qué motivo se seleccionaron, quién lo decidió, para qué tipo de espacios se sembraran cada una y he aquí la importancia de la participación de toda la sociedad, ya que para que pueda apropiarse de su entorno es necesaria la participación en la toma de decisiones.

Debe quedar bastante claro que con todo lo manifestado anteriormente no se pretende estar de acuerdo o alinearse a los datos oficiales , por el contrario, se está demostrando que existen intenciones del gobierno pero no se están llevando a cabo de la mejor manera, los datos están plasmados y la comparación de la cantidad de árboles es incoherente con la observada en la realidad, dicha información trata de hacer ver que las cosas marchan bien pero, las observaciones de los ciudadanos no pueden estar del todo equivocadas.

Se desea, en este contexto, subrayar la importancia de los estudios de la percepción social sobre los árboles urbanos y en general del ambiente en la ciudad, en este sentido, Reyes-Reyes (2010), indica que la imagen urbana desde la perspectiva del arbolado, debe ser por naturaleza un proyecto de paisaje sustentable, que demuestre la noción de ciudad que se anhela, en donde consideren los valores espaciales de los ejemplares arbóreos con sus adecuados métodos de manejo dasonómico y los valores distintivos del territorio en cuestión, así como los socioculturales de su población.

Reyes-Reyes (2010), indica que la vinculación de los valores anteriores debe procurar un diseño del paisaje urbano con conexión espacio y tiempo de los árboles, que en conjunto estimulen en los ciudadanos sentimientos de identidad y representaciones de memoria, mediante procesos de percepción sensorial. De manera que:

“el ciudadano común asimila o capta inconscientemente el paisaje cultural en donde permanece o transita e instantáneamente hace la valoración de la imagen, realizando una síntesis visual de acuerdo a su sensibilidad y acervo

cultural, de los diferentes elementos que componen esa imagen, realizando la abstracción correspondiente de ella, es decir, quedarse con lo que es esencial, eliminando lo accesorio. Esto casi siempre se hace de manera inconsciente, sin darse cuenta. Es un acto de apreciación con validez estética. Una sumatoria de lugares bien resueltos y articulados a escala urbana desde la óptica de su arbolado, generará espacios públicos con una imagen definida, con identidad de alto valor para propios y foráneos. Incluso en ciudades donde la planificación y gestión de su trazado urbano y el diseño de espacios públicos no ha sido considerado o desarrollado.”(Reyes-Reyes, 2010, p. 48).

Por otro lado, los seres humanos son atraídos estéticamente por elementos naturales y por las composiciones de paisajes en particular (Joye, 2007). Dentro del diseño urbano del paisaje se debe considerar la satisfacción residencial, las preferencias y los efectos que los árboles promueven en la salud de las poblaciones. Actualmente las investigaciones sobre las preferencias forestales urbanas han generado conocimientos aplicados tanto a los árboles de manera individual como a los que se encuentran agrupados (Gerstenberg y Hofmann, 2016).

Una encuesta reciente realizada en Europa por expertos en temas de percepción y preferencias forestales urbanas reveló que el valor recreativo de los bosques urbanos aumentan con el tamaño de los árboles, la edad de la población y la composición de las especies arbóreas; por el contrario, los pobladores asocian de manera negativa a los bosques con grandes espacios vacíos y evidencias de infraestructura (Edwards *et al.*, 2012). Así también identificaron que los valores recreativos de estos espacios se ven influenciados directamente por los niveles de penetración visual, es decir, que aquellas áreas verdes y parques que son de

alguna forma más accesibles y con una visión del fondo del sitio son percibidos como seguros y bellos (Edwards *et al.*, 2012).

No obstante, en otro estudio realizado en las calles residenciales de ciudades en Estados Unidos de América se encontró una relación positiva entre la densidad de la cubierta arbórea y la preferencia de los residentes (Jiang, Larsen, Dea y Sullivan, 2015). Las investigaciones sobre la aceptación de los árboles en ambientes urbanos han demostrado efectos positivos en calles con árboles cerca así como que las personas prefieren escenas o espacios que cuenten con árboles más que aquellas que presentan elementos inanimados, además de manifestar más emociones positivas en comparación con el segundo contexto (Lohr y Pearson-Mims, 2006; Schroeder, Flannigan y Coles, 2006).

Camacho-Cervantes, Schondube, Castillo y McGregor-Fors (2014), realizaron una encuesta en Morelia, Michoacán, donde encontraron que las personas prefieren árboles altos, frondosos y proveedores de sombra, consideran también que los árboles son benéficos para su persona y para la ciudad, ya que proporcionan oxígeno, sombra, embellecen el paisaje urbano, y mejorar la calidad ambiental.

Al igual que en esta investigación, Camacho-Cervantes *et al.*, (2014), indican que las personas consideran como un rasgo desagradable la generación de residuos de los árboles debido al desprendimiento de las hojas, por su parte, los daños o afectaciones más mencionados que los árboles generan son a la infraestructura y los accidentes que pueden provocar. A pesar de ello, la mayoría de los encuestados está de acuerdo en que debería haber más árboles en la ciudad.

Otro estudio similar es el que realizó Torres (2006), en Santiago, Chile, mediante encuestas a los habitantes de un barrio, identificó que la percepción del estado y manejo de los

árboles y el nivel de compromiso del municipio se vincula directamente a las obras que el municipio realice en la ciudad, los encuestados prefieren que los árboles cuenten con belleza, provean sombra, sean fáciles de mantener y que no suelten grandes cantidades de hojas o tengan frutos; coincidieron con que la responsabilidad del cuidado y mantenimiento de los árboles debe estar a cargo del municipio, por último encontró que los ciudadanos piensan que las gestiones realizadas por el ayuntamiento es regular, lenta y burocrática.

Así mismo, en Pereira Colombia, se realizó una investigación con relación a los valores sociales del bosque urbano de esa ciudad, se identificó que la mayor parte de los participantes eran jóvenes (entre 20 y 40 años), los habitantes de la ciudad señalaron que los principales valores del bosque son los ambientales y psicológicos, destacando la tranquilidad, la accesibilidad, el contacto con las personas, la calidad del aire, la identidad cultural, la belleza del paisaje y propios árboles, los sonidos, la conexión con la naturaleza, la frescura y la sombra Ospina (2015).

Con los ejemplos anteriores, se pone en evidencia que los principales resultados de esta investigación y otros similares, independientemente del lugar en donde se realicen, las percepciones y preferencias en torno al papel de los árboles en las ciudades coinciden, ya que las personas y en su conjunto las sociedades reconocen la importancia que éstos tienen en la calidad de vida, regulación climática, efectos en la salud física y psicológica, disminución de la contaminación, además de todos los beneficios sociales y culturales que emanan.

Otro aspecto importante en la percepción de los ciudadanos con relación a los árboles son las formas que tienen, en las investigaciones de Lohr y Pearson-Mims (2006); Sommer (1997); Sommer y Summit (1996), se demostró que las personas prefieren árboles de copas anchas y de forma globulares, árboles con gran follaje y de troncos cortos.

Por lo tanto, el tamaño de la copa preferida está estrechamente relacionado con el tamaño del tronco, pero no con su altura (Sommer y Summit, 1995). Para finalizar con este marco de análisis, Reyes-Reyes (2010), menciona que la percepción de la forma de los árboles es solo una parte de lo visible, es decir, la forma en que captan la luz durante el día, su geometría incluso las apreciaciones profesionales y estéticas, mismas que les concede un dinamismo interesante dentro del espacio que ocupan en la ciudad.

7.5 Análisis integral de los árboles urbanos de Tuxtla Gutiérrez

Se inicia el análisis con conceptos de índole socio-cultural, ya que se consideran de suma importancia para la comprensión de la situación ambiental de esta investigación, el primero de los términos es la identidad social, misma que ya se mencionó en secciones anteriores, de acuerdo con Giménez (2007), las sociedades forman tejidos o redes con conocimientos, valores, ideologías, tradiciones, educación, lengua entre otros, en común y esto en conjunto la constituye.

Tajfel (1981), indica que el autoconocimiento de un individuo que deriva de su concepto de pertenencia a un grupo social en específico, así como también su valoración, forman la identidad social. Por lo tanto se asume que la identidad social, se deriva del sentimiento de afiliación o pertenencia a un entorno concreto significativo, resultando así en una categoría social más, considerándolo una construcción social (Valera, s/f).

De lo anterior es importante analizar las diversas vertientes que puede tomar ésta identidad en la gestión de los árboles urbanos ya que para poder administrarlo, mantenerlo y/o protegerlo es necesario que la comunidad (todos y cada uno de los habitantes de la ciudad) los sientan parte suya y formen parte de su identidad social.

En este sentido, los ciudadanos deberían convertirse en actores sociales, es decir, grupos de población con intereses, condiciones y rasgos únicos que los identifican como tales y a las capacidades que se tengan de manera organizada para la gestión de los procesos que signifiquen oportunidades para el desarrollo de la colectividad (Portilla, 2003).

Se puede decir que los actores sociales destacan por su participación-acción y las consecuencias que dichas acciones tengan en el progreso o bien común del grupo. En el caso particular de Tuxtla Gutiérrez, se considera primordial el conocimiento y reconocimiento que se tenga sobre la vegetación y su dinámica, en otras palabras, cómo la identidad cultural y social de los tuxtlecos se vincula, interviene y se reflejan en las acciones de conservación de la vegetación.

Por tal motivo la condición ideal de participación, es decir, que los actores sociales activos (entendidos como los principales promotores de su gestión) deberían ser todos los habitantes de Tuxtla Gutiérrez que son beneficiados por el conjunto de bienes y servicios ecosistémicos que el bosque urbano ofrece. Sin embargo, en la realidad se observa un panorama contrario siendo los ciudadanos los actores pasivos.

Lo anterior se relaciona con los cambios propios de la dinámica cultural, entendida como las variaciones en las técnicas de producción, en los niveles de conocimiento, en las tecnologías inventadas, en el idioma practicado, en las creencias religiosas vigentes, en los valores, en las normas y actitudes (Salazar, 1991). Se puede referir que todos estos cambios, en específico la de los habitantes de ésta ciudad, se ha visto envuelta en procesos de aculturación (adopción de rasgos de otras culturas), deculturación (pérdida de rasgos de la propia cultura) y transculturación (fenómeno dado por los procesos de globalización y que influye directamente en todas las culturas) (Albó, 2003), debido al flujo e inmigración de

habitantes en este territorio, habría que recordar que el municipio creció poblacionalmente de 1980 al 2010 en un 332% equivalente a una población de 166 476 a 553 374 habitantes (INEGI, 2010).

Si se relaciona este crecimiento con los cambios en el ecosistema de la ciudad, reflejado en la pérdida de árboles y vegetación, probablemente se puedan evidenciar algunos aspectos, además de la toma de decisiones, como la transformación de la cultura debido al incremento de habitantes no nativos con usos y costumbres (específicamente hacia la naturaleza), diferentes a los propios del territorio, al no identificarse cultural y ambientalmente con el entorno, sus acciones y la ausencia de ellas se reflejan en el estado actual del bosque urbano.

Así mismo la pérdida de conocimientos locales debido a otro fenómeno denominado cultura de masas, que de acuerdo con Giménez (2007), es el proceso que homogeniza, desmemoriza, cancela y absorbe todas las diferencias entre las culturas, es decir, de manera general es un proceso actual como consecuencia del modelo capitalista y la globalización que modela las acciones, costumbres, ideales y necesidades en una sola, misma que es aún más crítica que los otros acontecimientos culturales.

La importancia que tienen los árboles y en su conjunto el bosque urbano es indiscutible, la tarea es entonces, mostrarla a los actores clave en esta ciudad, proponer estrategias que involucren a todos los sectores de la sociedad en su gestión, en modelos de crecimiento planificado considerando todos los beneficios que la vegetación ofrece al entorno urbano considerando por supuesto las tradiciones locales, es decir, retomar y revalorizar la cultura con la que Tuxtla Gutiérrez se formó, tomando en cuenta los fenómenos recientes de

transculturación, para que de esta manera la existencia del bosque urbano no dependa de unos cuantos sectores y actores.

A éste propósito, cabe hacer mención de lo que el término territorio constituye y de acuerdo con Giménez (2007), debe entenderse como aquel espacio que es apropiado por un grupo social para asegurar su reproducción y la satisfacción de sus necesidades vitales, sean estas últimas materiales o simbólicas; esta interpretación, pone a discusión el entendimiento homogéneo de los términos espacio y apropiado, en este sentido, el espacio se debe entender como un área de la superficie terrestre con características propias que le dan una configuración geomorfológica y ambiental específica, cuando esta superficie es utilizada y ocupada, existe entonces la apropiación, surge entonces el territorio.

Entender el territorio dice Sosa (2012), “es el resultado de la representación, construcción y apropiación que del mismo realizan grupos sociales, así como de las relaciones que lo impactan en una simbiosis dialéctica en la cual tanto el territorio como el grupo humano se transforman en el recorrido histórico” (p.7). En otras palabras, el territorio es la configuración de un espacio construido socialmente, es decir, histórica, social, económica, cultural y políticamente.

Retomando lo planteado por Giménez (2007), la apropiación del territorio tiene diferentes acepciones, la primera delimitando fronteras, poblaciones, ciudades, vías de comunicación, es decir, la apropiación del territorio se ejerce mediante las relaciones de poder que un grupo social tenga sobre un espacio. La segunda forma de apropiación es la denominada simbólico-cultural, esta se da cuando el territorio tiene connotaciones de historia y tradición, de identidad cultural.

Una vez aclarado el concepto de territorio, vale la pena mencionar la importancia que tiene comprenderlo como un eje fundamental en el estudio de diversos fenómenos de índole socio-ambiental como la gestión de los árboles urbanos, entendida como un modelo de creación de medidas y acciones en favor de la conservación y mantenimiento de la vegetación en una ciudad (territorio), considerando una visión integral de los usos y beneficios que se hacen de ella.

En este sentido y de acuerdo con Dollfus (1976), citado en Sosa (2012), la acción humana tiende a transformar el medio natural al apropiarse de un territorio y reivindicar el acceso, control y uso de las condiciones de producción de vida. Los recursos naturales de un espacio determinado tienen valor únicamente en función de una sociedad, de una época y de unas técnicas de producción determinadas.

Tomando como base lo anterior, en donde las acciones humanas son determinantes en la transformación del territorio y sus recursos naturales son valorados en un tiempo social, nace una nueva interpretación de importancia que tiene la naturaleza en el entorno urbano, es decir, la propuesta de gestión integral de los árboles urbanos coincide con esta premisa, ya que se considera un manejo de la vegetación en sus condiciones ecológicas y sociales actuales.

Habría que decir también que, sí se entiende al territorio como una forma de delimitar poderes, la propuesta de gestión tiene en uno de sus postulados básicos el manejo del espacio desde el municipio, es decir, la jurisdicción es única desde esta figura y los habitantes que la integran, ya que el bosque urbano es una conceptualización de la vegetación y las relaciones que tiene con los seres humanos, considerando siempre la identidad y las dinámicas propias de cada cultura.

Es importante enfatizar que, desde el concepto de territorio la sociedad transforma la superficie terrestre y la utiliza, así mismo, es un constructo que los seres humanos formamos del espacio donde habitamos, por eso la relación hombre-naturaleza se torna compleja al involucrar todas las dinámicas sociales como la cultura, las tradiciones, las formas de vida y, desde mi visión lo más importante, el valor que le otorgamos a nuestro entorno, mismo que es evidente en el estado actual de los árboles de la ciudad de Tuxtla, originado directa e indirectamente por las acciones tomadas y la ausencia de ellas.

En la actualidad, es necesario que las ciudades sobresalgan por ser únicas y diferentes, estas cualidades fomentan y facilitan la sensación de pertenencia, por lo tanto, el sentimiento de compromiso por parte de los ciudadanos en términos de creación, transformación y desarrollo de sus propias comunidades, mismas que implica un aumento en la participación y su democracia (Lira, 2001).

Identificar los elementos que configuran a la identidad que crean los habitantes de una ciudad en especial, dice Lira (2001), permite comprender la forma en la que la sociedad en su conjunto siente apego a una determinada porción del territorio y permitirá también, interpretar la forma en que la aman.

Lira (2001), indica que cuando alguien (individuo o conjunto de individuos) se identifica con algo (ciudad, por ejemplo), se construyen juicios de valor, es decir, existe unidad entre aquello con lo que se identifica y uno mismo; por lo tanto, al identificarse con una ciudad, de alguna manera esto implica que dicha ciudad y la persona son uno mismo. Lo anterior trasladado al sentido de pertenencia e identidad de los habitantes de Tuxtla Gutiérrez y los árboles urbanos, significa que los ciudadanos deberían sentir que la ciudad es suya, debido a que nacieron, crecieron y se desarrollaron aquí, así como que este espacio es la

imagen del mundo que tienen, por lo tanto, los tuxtlecos pertenecen a la ciudad y la ciudad pertenece a los tuxtlecos.

Este estudio, es dinámico porque se constituye en la necesidad de información con propósitos de planificación y manejo ambiental, se considera que en la caracterización de cada uno de los individuos se obtienen propiedades con valor diagnóstico, debido a que existen relaciones entre los árboles y la calidad de vida de los ciudadanos, de modo que, los árboles urbanos funcionan como indicadores porque cuentan con la facultad de respuesta frente a factores ambientales, por lo tanto desempeñan un papel importante facilitando información histórica y cultural (Benedetti y Campo de Ferreras, 2007).

De lo anterior, es necesario el entendimiento de la importancia con la que cuentan los árboles como significados transcendentales en todas las culturas, al respecto León, (2011) indica que:

“El árbol como parte de la naturaleza y como elemento cultural depositario de una riqueza simbólica, tiene la capacidad de sobrepasar su sentido natural y primario, puede ser definido como un símbolo polisémico, ya que aparece de distinta manera ante los sentidos y el entendimiento. El árbol ha estado presente a lo largo de la historia y sus diferentes representaciones han constituido un pretexto para estimular, crear, inspirar mitos, rituales, leyendas, literatura, pintura y cine. Sus múltiples significados en las diferentes épocas y latitudes, se aproximan a lo sagrado, a lo profano, a lo erótico, a lo religioso, a lo medicinal, evocan la vida y la muerte. Los árboles antiguos, monumentales, centenarios, son testigos de innumerables historias, han sentido los avatares del tiempo y aunque su presencia física es estática, su existencia denota y genera movimiento en la memoria humana lo cual

origina que se asuma alguna identidad relacionada con ellos, así que al ser depositarios de memoria juegan un rol en la reconstrucción de la misma y de la identidad. El árbol se despliega en sus múltiples concepciones y a través de estas se pueden observar diferencias y tensiones en los grupos culturales” (p. 6).

En resumen, no hay que entender al árbol solo como un elemento biológico, sino también como un ente de significados históricos y culturales, depositarios de memoria, símbolo de la relación del hombre y la naturaleza, de fertilidad, de vida, respeto, amor, fuerza, vitalidad y deidad.

La intención de analizar las temáticas de identidad, cultura y territorio se debe a que todos estos elementos son la base y el origen del estado actual del bosque urbano de Tuxtla y que se manifiestan y evidencian en interacciones, relaciones, conocimientos, ideologías, creencias, necesidades, rituales, tradiciones, percepciones, preferencias, valores, decisiones, acciones y la falta de las mismas por parte sus habitantes y autoridades.

Ahora bien, el crecimiento acelerado de la ciudad ha sido otro de factores de la condición actual de los árboles urbanos, es decir, la pérdida de vegetación por la falta de planeación, a continuación se presenta una imagen satelital tomada de Google Maps (2017), con fecha 30 de diciembre de 1984 y otra del 30 de diciembre pero del 2016 (Figura 48), se observa la expansión que la ciudad tuvo en 32 años, así mismo con base en el censo de población y vivienda para el año de 1980 la población en la ciudad era de 131,096 habitantes y comparándola con los resultados del censo del año 2010 en donde la población fue de 537,102 habitantes (INEGI, 2010), es evidente que se incrementó más de cuatro veces en un periodo de 30 años.



Figura 48. Mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez periodo 1984-2016. Fuente: Google Earth (2017).

Una de las herramientas indispensables para la administración de los árboles y en general del ambiente en Tuxtla Gutiérrez, son las políticas en materia de crecimiento y ordenamiento del territorio, en este sentido, se identificó la existencia del Programa de ordenamiento de la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez, el Programa de desarrollo urbano del centro de población de Tuxtla Gutiérrez, el Reglamento de construcción, el Reglamento de protección ambiental y aseo urbano y un proyecto de reglamento de áreas verdes y arborización.

Los instrumentos anteriores, deben de contener en alguno de sus apartados el manejo e importancia de los árboles y vegetación en el contexto urbano, sin embargo se limitan a la estructuración de polígonos (áreas verdes, parques), hay que resaltar también que solo los mencionan pero no existe una tratamiento, identificación, valoración y proyección de su manejo.

En el caso particular del Reglamento de protección ambiental y aseo urbano, existe un apartado de poda, desrame y derribo de árboles que dice textualmente que es obligación de los propietarios, conservar y mantener en buen estado los árboles que se ubiquen en las banquetas de sus propiedades.

Lo anterior, no es conocido por la sociedad, en realidad son pocas las personas que indagan sobre la normativa vigente, de acuerdo con Benavides (1989) y Miller (1997), las autoridades municipales son las responsables de la administración del bosque urbano, ya que tienen en su encomienda velar por la seguridad y salud de sus conciudadanos. Habría entonces que, redefinir y coordinar las competencias tanto de las autoridades como de los ciudadanos, a propósito, los resultados de la encuesta indicaron que los responsables del mantenimiento de los árboles en Tuxtla son todos los ciudadanos incluidas las autoridades.

Con relación al proyecto de reglamento de áreas verdes y arborización, se considera que es una buena iniciativa y cuenta con aspectos importantes en cuanto a la selección de especies, sin embargo, sigue predominando la visión poligonal del ecosistema porque no se incluye una visión holística de la naturaleza urbana y la importancia de los árboles dentro de la ciudad como individuos en las calles, es decir, habría que incluir la forestación lineal, no se consideran a las especies exóticas y aunque estas no pertenezcan evolutivamente a este ambiente, forman parte de la identidad cultural de los tuxtlecos y no debe excluirse su

utilización; se indica también que los ciudadanos son los responsables del mantenimiento de los árboles, pero no se muestran los criterios básicos de dicho mantenimiento, por ejemplo, cómo podarlos, si es que es necesario.

Para concluir con esta sección, se enfatiza, como se ha venido desarrollando a lo largo de este documento, la importancia con la que cuentan los árboles y toda la vegetación en general tanto para Tuxtla (espacio físico-territorio-ciudad), como para los seres humanos (sociedad-tuxtlecos) que la habitamos y que las formas que éstos tienen de conectarse e interpretar a los árboles son el resultado de su composición-diversidad, condición física y de salud, así como de su utilización.

8. CONCLUSIONES

Se censaron 7,539 árboles de los cuales 334 se encuentran muertos, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez existe una diversidad arbórea representada por 114 especies agrupadas en 88 géneros y 38 familias. Las especies más frecuentes son benjamina (*Ficus benjamina*), almendro (*Terminalia catappa*), laurel (*Ficus nítida*), matilisguate (*Tabebuia rosea*) y mango (*Mangifera indica*).

La benjamina (*Ficus benjamina*) y almendro (*Terminalia catappa*), suman en conjunto el 52.9% del total de los árboles censados. El 74% de los individuos son introducidos y solo el 26% nativos, en contraste, el 70% del total de especies es nativo y el 30% introducido. Es decir, existe una relación inversa entre el origen de las especies por individuos y por la diversidad de especies.

Se identificó que cedro (*Cedrela odorata*) es una especie con protección especial, laurel (*Litsea glaucescens*) peligro de extinción y guayacán (*Guaiacum sanctum*) especie amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La cobertura de las copas de los árboles fue de 19.4 ha que equivale a 97 ha en toda la ciudad, cifra mayor que la ocupada por los parques y boulevares. Las condiciones físicas de los troncos y copas van de buenas a regulares; así mismo las condiciones sanitarias tanto en las copas y los troncos van de sanas a regulares. Se identificó que la estructura y el vigor de los árboles se encuentran íntimamente relacionados y que una depende de la otra.

Los principales daños a la infraestructura son el levantamiento de banquetas debido a las raíces y la interferencia con el cableado aéreo, mismos que se relacionan directamente con la incorrecta selección de especies, la carencia de conocimientos de la biología de los árboles, así como a un mal manejo.

Los árboles de alineación funcionan como hábitat para la diversidad faunística, proporcionando espacios para su establecimiento y desarrollo.

La relación existente entre los habitantes y árboles fue de 13 personas por árbol, existe un déficit de 87,323 árboles para que, por lo menos, exista un árbol por persona en las áreas de estudio recorridas. Habría que recordar lo que la OMS indica acerca de la existencia de 9m^2 de áreas verdes por habitante, para que de esta manera se integren las coberturas arbóreas lineales (árboles de alineación) a lo que el municipio considera áreas verdes y así incrementarla.

Los mapas verdes son de gran utilidad para interpretar las condiciones y necesidades de los árboles en el ambiente urbano, representan una herramienta gráfica, de fácil entendimiento y accesibilidad.

Con relación a la percepción del uso, aprovechamiento y el interés de los ciudadanos por los árboles, se reconoce que los identifican como seres vivos y proveedores de vida. Los habitantes de Tuxtla utilizan a los árboles con fines ornamentales, de recreación, medicinal, por su sombra y frutos, así mismo el aprovechamiento se da por parte de algunos ciudadanos al usar frutos y cortezas con fines económicos.

En cuanto al interés, se identificó que la mayor parte de los ciudadanos son responsables por los árboles que se encuentran en sus propiedades y en sus banquetas, sin embargo, consideran que la sociedad en su conjunto debería hacerse cargo de los mismos, incluido el ayuntamiento. Se reconoce la carencia de información básica acerca del mantenimiento de los árboles así como que la sociedad está dispuesta a obtenerla en colaboración con expertos y autoridades.

Una parte importante de los encuestados manifestó desconocer la existencia de gestiones con relación al arbolado urbano y otra opina que las acciones que se llevan a cabo son pocas y no cumplen con su cometido.

A través de este estudio se confirma la importancia de los árboles en las ciudades, insistiendo en la reproducción y difusión de estos trabajos a nivel municipal para que, de esta manera, se puedan evaluar los progresos en la materia.

Es importante resaltar que en las ciudades son más evidentes los daños provocados a la naturaleza debido a la urbanización, es indudable que los ciudadanos somos los principales modeladores de cambio en el ambiente urbano, influenciando de manera directa en su desarrollo.

Es necesaria la incorporación de un programa de gestión integral de arbolado urbano en Tuxtla para asegurar la capacidad de proveer de forma duradera y eficiente todos los bienes y servicios ambientales que proveen, además debe incluir un manejo silvicultural así como las preferencias y sentimientos de la sociedad y, de esta manera, garantizar la sustentabilidad de este subsistema. En este sentido es indispensable la realización de programas de sustitución y revegetación arbórea con flora nativa, ya que la mayor parte de los árboles de alineación son introducidos.

Finalmente, este trabajo es la base para la implementación de un marco de conservación de la naturaleza urbana. La sustentabilidad de esta ciudad, está directamente influenciada por los árboles y las políticas públicas que de ellos emanen. La conservación y administración de los árboles urbanos forman parte de una iniciativa mundial para la conservación de la biodiversidad.

9. RECOMENDACIONES

Derivado de la investigación realizada, la experiencia y el conocimiento adquirido, se presenta en este apartado una serie de recomendaciones que pueden contribuir en el establecimiento, desarrollo y funcionamiento integral del bosque urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

En primer término y con base en las evidentes diferencias entre la cobertura arbórea en las colonias de la ciudad, se recomienda la elaboración de un plan integral de gestión del arbolado urbano, mismo que incluya antecedentes, situación actual/problemática (mediante un inventario del arbolado urbano), marco administrativo-jurídico, objetivos, necesidades y prioridades, análisis costo-beneficio, presupuestos, actividades por realizar, estrategia de vinculación-participación de la población y cronograma de actividades.

Para que lo anterior pueda llevarse a cabo, es necesario el respaldo político de las autoridades correspondientes (presidente municipal y área ambiental de la administración), así como la creación o asignación de un área de competencia municipal encargada de la gestión del bosque urbano, misma que debe coordinarse con otras, entre las que destacan desarrollo urbano, obras e infraestructura, protección civil, Comisión Federal de Electricidad, servicios de telecomunicaciones. Lo anterior sentará las bases para la creación de un reglamento municipal que establezca el manejo adecuado de los árboles urbanos en Tuxtla Gutiérrez, por lo que se recomienda ampliamente la realización de dichas actividades.

Será necesario definir criterios de clasificación de las áreas verdes urbanas en Tuxtla Gutiérrez para que, de esta manera, las estrategias de mantenimiento y recursos se destinen eficaz y eficientemente.

Es necesario generar estrategias de difusión del cuidado correcto de los árboles urbanos (poda si es necesaria, riego, abono, selección de especies), además de generar las propias para

que la comunidad tuxtleca se involucre en las acciones de mantenimiento, a través de los comités de barrio, brigadas escolares o similares.

La generación de puntos de difusión de información con relación a los árboles urbanos puede realizarse dentro de los eventos periódicos que se realizan en la ciudad y que ya están agendados, por ejemplo las vías recreativas y los corredores culturales en la calzada de los hombres ilustres y en el boulevard Belisario Domínguez.

Es de suma importancia la realización de un inventario total de los árboles en la ciudad, para conocer su estado actual, mismo que puede realizarse mediante esquemas de participación ciudadana a través de plataformas en línea, servicio social y prácticas profesionales de jóvenes universitarios.

Una vez realizados los inventarios del arbolado, es necesaria la actualización periódica de los espacios abiertos con que cuenta la ciudad y los déficits de espacios verdes.

Los sistemas de información geográfica son indispensables en la planificación del bosque urbano, por lo que se recomienda su utilización en el inventario de esta ciudad, por ejemplo i-Tree generado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos de América y GreenCityGis que se especializa en áreas verdes y parques en las ciudades.

Es necesario realizar un análisis de todos los beneficios que pueden ser obtenidos del bosque urbano y priorizar aquellos que son indispensables en el desarrollo y permanencia de la ciudad por ejemplo, el control de inundaciones, procesos de remoción en masa (deslaves), captura de agua, sumideros de carbono y generación de microclima, por lo que deberá hacerse una selección de especies arbóreas que proporcionen este tipo de servicios ambientales.

A lo largo y ancho de la ciudad existen espacios públicos (banquetas, cuchillas, glorietas y camellones) que se encuentran en abandono o no están bien aprovechados y pueden ser utilizados para la plantación de árboles, se recomienda que esta situación se considere en el plan integral de gestión del arbolado urbano.

Considerando la tendencia actual de crecimiento poblacional y territorial debe tomarse en cuenta la proporción mínima de áreas verdes que deben existir en cualquier tipo de obras de construcción, dentro del cual destacan los 9m² de áreas verdes por habitantes que la OMS recomienda como mínimo para contar con una aceptable calidad de vida en las ciudades.

Es indispensable conservar las áreas arboladas que se encuentran en las laderas norte y sur de la ciudad, así como aquellas zonas que ya se encuentran urbanizadas, ya que fungen como el principal captador de agua en temporada de lluvia y pueden evitar inundaciones en las zonas bajas del valle.

En cuanto a las obras de remodelación y/o pavimentación de calles y avenidas en la ciudad es necesario primero, respetar los espacios que ya están ocupados en las banquetas con los árboles, segundo considerar espacios para la plantación de los mismos y tercero no encementar o dejar sin espacio al cuello del tronco porque esto genera su muerte.

Con relación a la plantación de árboles se tendrán que realizar criterios de selección dentro de los cuales se deben considerar las condiciones climáticas, el entorno (físico, edificios, pavimento, circulación de peatones o vehículos, ancho de las banquetas, distancias, altura del cableado aéreo), la durabilidad de los ejemplares, el origen de las especies, la permanencia, el valor estético, social, cultural, identitario y económico, el follaje, cambio de coloración, la textura, forma y colores de la corteza y follaje, la floración, la fructificación, así como los olores que desprenden los árboles y si son especies con hojas caducas o perennes.

La generación de un listado de árboles potencialmente útiles en la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez es necesaria, esta debe contener varios criterios de selección dentro de los que destacan:

- **Altura:** se refiere a las dimensiones finales de las especies y se clasifica en:
 - a) **Árbol pequeño:** diámetro de copa inferior a 4 m y altura menor de 5 m
 - b) **Árbol mediano:** diámetro de copa entre 4 y 6 m y altura entre 6 y 15 m
 - c) **Árbol grande:** diámetro de copa mayor de 6 m y altura superior a 15 m
- **Dimensión de la calle:** se refiere al ancho en metros de las vialidades en la ciudad:
 - a) **Calles estrechas:** son las que cuentan con un ancho de banqueta menor a 2.5 m, las especies recomendadas son de porte pequeño. En banquetas con un ancho menor a 1.5 m no es conveniente la plantación. La distancia mínima entre los árboles es de 6 m.
 - b) **Calles medianas:** cuentan con un ancho de banqueta entre 2.5 y 5 m, los árboles recomendados son de porte mediano. La distancia mínima entre los árboles es de 8.
 - c) **Calles anchas:** cuentan con un ancho de banqueta mayor a 5 metros, el porte recomendado es el grande. La distancia mínima entre los árboles es de 10 m.
- **Uso:** se refiere a la aptitud de la especie para ser utilizada en banquetas (árboles de alineación o espacios abiertos (parques)).
- **Tipo:** se refiere al tipo de hoja de la especie (perenne o caduca).
- **Porte:** se refiere a la forma de la copa de las especies que se clasifican en:

a) Aparasolada	e) Elíptica	i) Palmiforme
b) Fusiforme	f) Esférica	j) Piramidal
c) Columnar	g) Péndula	k) Semiovoide
d) Cónica	h) Ovoide	l) Irregular



- Sistema radicular: se refiere a la forma de crecimiento de las raíces de los árboles.
- Tipo de alcorque: se refiere a las dimensiones del alcorque de acuerdo al tamaño del árbol y si éstos deben ser individuales o corridos (jardineras) se clasifica en:
 - a) Pequeño: alcorques de 0.5 x 0.5 m
 - b) Mediano: alcorque de 0.8 x 0.8 m
 - c) Grande: alcorque de 1 x 1 m.

A propósito de lo anterior, vale la pena mencionar que existe un proyecto de reglamento de áreas verdes y arborización en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que si bien contempla algunas de las características mencionadas (especie, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, forma biológica, altura, tipo de flor y establecimiento) no son todas y aun se encuentra en proceso (proyecto), por lo que se sugiere tomar estas recomendaciones para ampliarlo, que cuente con un verdadero valor dentro de la gestión integral y pueda competir a nivel internacional con las ciudades más avanzadas en el tema.

Es necesario remover a todos aquellos ejemplares contabilizados como muertos, ya que son los más propensos a generar daños adversos por caídas debido a vientos o inundaciones, así mismo a todos los individuos que están causando severos daños a las líneas de conducción de agua potable y drenaje.

La sustitución de especies que causan daños debe realizarse por otras que no sean agresivas en su sistema radicular y de porte pequeño o mediano para no interferir con el cableado aéreo o los edificios.

De manera urgente es necesario reemplazar gradualmente por lo menos, el 80% del total de los individuos de las especies benjamina (*Ficus benjamina*), almendro (*Terminalia catappa*) y laurel (*Ficus nítida*).

En cuanto a la manejo de los árboles es necesaria la realización de un manual básico de riesgos relacionados con el mantenimiento de los mimos, dentro de los cuales destacan técnicas de trepa de árboles, equipo y herramientas, equipo de seguridad entre los más importantes. Así mismo otro manual del tipo de poda requerida y los procedimientos básicos para dañar lo menos posible a los árboles.

Se recomienda un programa de sustitución y reforestación urbana con las especies idóneas a cada sitio, esto se facilitará con la realización previa del listado propuesto en párrafos anteriores, en dicho programa se debe involucrar a todos los actores sociales involucrados, dependencias municipales, universidades, centros de investigación, asociaciones civiles, estudiantes de todos los niveles, comités de barrio, sociedad en general y/o cualquier otro tipo de organización. La participación de la sociedad en general, facilitará la selección de las especies con sentido o relaciones socio-culturales, el cuidado y mantenimiento que se reflejará en acciones y mejoras en su estado físico y sanitario, así como una integración de los tuxtlecos y los árboles urbanos.

La diversidad arbórea debe ser uno de los principales pilares en la gestión integral del bosque urbano de la ciudad, por lo que se recomienda que no exista más del 7% del total de los árboles de una sola especie, no más del 20% de un género y no más del 30% de una familia.

Se sugieren adicionalmente las siguientes estrategias:

- Iniciar desde el respaldo de una Universidad o varias en coordinación interinstitucional un área encaminada al estudio del ecosistema urbano, con una visión interdisciplinaria, enfocándose en el uso de las diferentes especies de la vegetación en la ciudad y su significación en la cultura e historia. Así mismo el estudio de las especies arbóreas su relación con la resistencia y contribución a la absorción de diferentes contaminantes.

- Establecer convenios con las instituciones y empresas públicas y privadas en la ciudad para que se comprometan a que, por lo menos, en sus espacios de trabajo contar con un plan de gestión de las áreas verdes y que incluyan al arbolado de alineación de sus inmediaciones.
- Fomentar la participación ciudadana a través de campañas en los diferentes medios de comunicación (televisión, radio, prensa, internet y redes sociales).
- Crear eventos que estimulen a los habitantes de las colonias a embellecer sus calles con especies arbóreas que reflejen su identidad en la ciudad.

Derivado de este estudio se identificaron relaciones importantes entre los árboles y la fauna, por lo que se invita a la población estudiantil, investigadores e instituciones a que generen estudios en torno a las relaciones que existen entre las diferentes especies arbóreas y las aves.

Otra de las sugerencias es el estudio del efecto de la iluminación artificial de los árboles durante las noches desde el suelo a su copa; el análisis de la contribución en la adaptación y mitigación del cambio climático por parte del arbolado urbano; la evaluación de la capacidad de los árboles de disminuir y desviar los vientos, así como de mantener y retener los suelos en áreas urbanas integrarían de manera sustancial un conocimiento amplio del funcionamiento de la ciudad y proveería herramientas necesarias en la conformación de una ciudad sustentable.

Finalmente, hay que resaltar como ya se ha hecho en varios de los apartados de esta investigación que la participación de toda la sociedad es indispensable para que cualquier proyecto funcione, en especial la de los árboles urbanos de Tuxtla Gutiérrez, ya que no es responsabilidad de un solo sector, es responsabilidad de todos y para mantenerlos en buen estado debe existir comunicación e integración entre las autoridades y los ciudadanos.

10. LITERATURA CITADA

- Albó, X. (2003). *Cultura, Interculturalidad, Inculturación*. Caracas, Venezuela: Federación Internacional de Fe y Alegría.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Secretaría Distrital de Ambiente y Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. (2010). *Arbolado urbano de Bogotá: identificación, descripción y bases para su manejo*. Bogotá, Colombia: Scripto Gómez y Rosales Asociados Compañía LTDA.
- Amaya, C. (2005). El ecosistema urbano: simbiosis espacial entre lo natural y lo artificial. *Revista Forestal Latinoamericana*, 37, 1–16.
- American Forestry Association. (2008). Dictionary of Forestry. Recuperado a partir de <http://www.dictionaryofforestry.org/>
- Araya, J. y Estay, S. (2004). Principales problemas fitosanitarios en el arbolado urbano de la región Metropolitana (pp. 55–80). Presentado en Seminario Internacional: Funciones y valores del árbol urbano, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile: Universidad de Chile.
- Arriaga, V., Cervantes, V. y Vargas-Mena, A. (1994). *Manual de reforestación con especies nativas*. México: Instituto Nacional de Ecología-SEDESOL.
- Ayuntamiento de Barcelona (Ed.). (2011). *Gestión del Arbolado Viario de Barcelona*. Barcelona, España: Hábitat Urbano. Ayuntamiento de Barcelona.
- Ayuntamiento de Tuxtla. (2017). Recuperado el 17 de abril de 2017, a partir de <http://www.tuxtla.gob.mx>
- Barrientos, Z y Monge-Nájera, J. (2011). Ecología de ciudad: Lo que todos debemos saber sobre los ecosistemas urbanos. *Biocenosis*, 25(1–2), 20–26.
- Barrios, J. C. (2009). Ecosistemas urbanos. *Ambienta*, 7–13.
- Bedker, P., O'Brien, J. y Mielke, M. (1992). *Cómo podar los árboles*. St. Paul, MN: Servicio Forestal de los Estados Unidos de Norteamérica.
- Beer, R. (1985). La gestion du patrimoine arbore a l' aide de l' informatique: l' exemple de Geneve. *Journal Forestier Suisse*, 136(12), 1013–1021.
- Benavides, H. (1989). Bosque urbano: la importancia de su investigación y correcto manejo (pp. 966–992). Presentado en Congreso Forestal Mexicano, Toluca, Estado de México, México.
- Benavides, H. y Fernández, D. (2012). Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera y bosques*, 18(2), 51–71.
- Benavides, H. y Villalón, R. (1992). Algunos aspectos del arbolado de alineación de la delegación Venustiano Carranza, D.F. Presentado en Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria, Centro de Investigación de la Región Centro, Campo experimental Coyoacán.
- Benedetti, G. y Campo de Ferreras, A. (2007). Arbolado de alineación: el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Papeles de Geografía*, (45–46), 27–38.
- Bettini, V. (1998). *Elementos de ecología urbana*. Valladolid: Trotta.
- Bigre, D. (1987). *Enfermedades de las plantas ornamentales*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Bonasewicz, A. (2004). Las causas y los efectos de la globalización. *Actas Latinoamericanas de Varsovia*, 27, 34–39.
- Brañes, R. (1991). *Los retos de la gestión pública*. Washington, D.C.
- Breedlove, D. (1981). *Flora of Chiapas, Part I: Introduction to the flora of Chiapas*. San Francisco, California, EUA: The California Academy of Sciences.
- Bryant, M. (2006). Urban Landscape Conservation and the Role of Ecological Greenways at Local and Metropolitan Scales. *Landscape and Urban Planning*, 76, 23–44.

- Calaza, P. e Iglesias, M. (2016). *El riesgo del arbolado urbano. Contexto, concepto y evaluación*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Calixto, R. y Herrera, L. (2010). Estudio sobre las percepciones y la educación ambiental. *Tiempo de educar*, 11(22), 227–249.
- Camacho-Cervantes, M., Schondube, J., Castillo, A. y McGregor-Fors, I. (2014). How do people perceive urban trees? Assessing likes and dislikes in relation to the trees of a city. *Urban Ecosystem*, 17, 761–773.
- Cantú, P. (2012). El Axioma del Desarrollo Sustentable. *Revista de Ciencias Sociales. Universidad de Costa Rica*, III(137), 83–91.
- Castillo, L. y Pastrana, J. C. (2015). Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(2), 93–118.
- CEIEG. (2010). Perfiles Municipales. Recuperado el 25 de febrero de 2016, a partir de <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- CEPAL y CLADES. (1981). *Tesoro de medio ambiente para América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile.
- Céspedes, T. (2007). *Evaluación de los servicios ecosistémicos prestados por los árboles al campus de la Pontificia Universidad Javeriana* (Licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Chagollan, F. (1994). *Análisis dasonómico del arbolado urbano de la Zona Industrial en el municipio de Guadalajara Jalisco* (Licenciatura). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Chen, W. Y. y Jim, C. Y. (2008). Assessment and Valuation of the Ecosystem Services Provided by Urban Forests. En *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests International Perspectives*. New York, USA: Springer.
- Cilliers, S., Müller, N., y Drewer, E. (2004). Overview on Urban Nature Conservation: Situation in the Western-Grassland Biome of South Africa. *Urban Forestry and Urban Greening*, 3, 49–62.
- CONABIO. (2009a). Distribución de las especies. Recuperado el 19 de marzo de 2016, a partir de <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp.html>
- CONABIO. (2009b). ¿Qué es la biodiversidad? Recuperado el 19 de marzo de 2016, a partir de http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/pdf/Que_es.pdf
- CONABIO. (2009c). ¿Qué es un ecosistema? Recuperado el 19 de marzo de 2016, a partir de <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees.html>
- CONABIO. (2009d). ¿Qué son las especies? Recuperado el 19 de marzo de 2016, a partir de <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/queson.html>
- CONABIO. (2016). Sistema de información sobre especies invasoras en México. Recuperado el 3 de febrero de 2017, a partir de <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>
- CONAPO. (2010). Índice de marginación urbana 2010. Recuperado el 16 de septiembre de 2017, a partir de http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_de_marginacion_urbana_2010
- Consultoría e Ingeniería Ambiental MELISSA, S.L. (2015). *Estudio técnico del arbolado de alineación del municipio de Boadilla del Monte* (p. 106). Madrid, España: Ayuntamiento de Boadilla del Monte.
- Costanza, R. (1997). La economía ecológica de la sostenibilidad. Invertir en capital natural. En *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Más allá del Informe Brundtland*. Madrid, España: Trotta.
- Dollfus, O. (1976). *El espacio geográfico*. Barcelona, España: Oikos-Tau.

- Donoso, J. (1996). Patología forestal urbana (pp. 139–154). Presentado en Forestación Urbana, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Campus Antumapu, Universidad de Chile: Universidad de Chile.
- Drénou, C. (2000). *La poda de los árboles ornamentales*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Edwards, D., Jay, M., Jensen, F., Lucas, B., Marzano, M., Montagé, C., ... Weiss, G. (2012). Public preferences for structural attributes of forests: towards apan-European perspective. *Forest politic and economy*, 19, 12–19.
- FAO. (2014). Qué es la Gestión Forestal Sostenible. Recuperado el 15 de febrero de 2016, a partir de <http://www.fao.org/forestry/sfm/85084/es/>
- FAO. (2016). Silvicultura urbana y periurbana. Recuperado el 14 de mayo de 2016, a partir de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/urban-and-peri-urban-forestry/in-more-depth/es/>
- Flora Mesoamericana. (s/f). Recuperado el 31 de enero de 2017, a partir de <http://www.mobot.org/mobot/fm/>
- Freeman, C. (1999). Development of a Simple Method for Site Survey and Assessment in Urban Areas. *Landscape and Urban Planning*, 44, 1–11.
- García, S., y Guerrero, M. (2006). Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes. Parque urbano Monte Calvario, Tandil, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 35, 45–57.
- Geertz, C. (1992). *La interpretación de las culturas*. Barcelona, España: Gedisa.
- Gentry, A. (1996). *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gerstenberg, T., y Hofmann, M. (2016). Perception and preference of trees: A psychological contribution to tree species selection in urban areas. *Urban Forestry and Urban Greening*, 15, 103–111.
- Giménez, G. (2007). *Estudio sobre la cultura y las identidades sociales*. México: CNCA, ICOCULT.
- Gispert, M., Rodríguez, H., y González, A. (2002). *Los diversos y floridos árboles de los parques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. UNAM, Gobierno del Estado de Chiapas.
- González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Méndez-Dewar, G., Galindo-Jaimes, L., y Golicher, D. (2005). Riqueza de especies de árboles de Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. En *Diversidad Biológica en Chiapas* (pp. 81–116). México, D.F.: Plaza y Valdés.
- González-Espinosa, M., Rey-Benayas, J., Ramírez-Marcial, N., Huston, M., y Golicher, D. (2004). Tree diversity in the northern Neotropics: regional patterns in highly diverse Chiapas, Mexico. *Ecography*, 27, 741–756.
- Google Maps. (2017). Google Maps. Recuperado el 17 de abril de 2017, a partir de <http://www.google.com.mx/maps>
- Grimm, N., Grove, J., Pickett, S., y Redman, C. (2000). Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. *BioScience*, 50, 571–584.
- Gutiérrez, J. (1997). *Inventario dasonómico urbano de los árboles del campus de la Universidad Autónoma Chapingo* (Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo, México.
- H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. Reglamento de Protección ambiental y aseo urbano para el municipio de Tuxtla Gutiérrez (2005).
- H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. Plan de Desarrollo Municipal (2016).
- Hardoy, J., Mitlin, D., y Satterthwaite, D. (1992). *Environmental problems in Third World cities*. Londres, Inglaterra: Earthscan.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1997). *Metodología de la investigación* (2a ed.). México, D.F.: McGraw Hill.

- Higueras, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*. España: DAPP Publicaciones Jurídicas S.L.
- Hough, M. (1998). *Naturaleza y Ciudad: Planificación Urbana y Procesos Ecológicos*. Barcelona, España: Gustavo Gil.
- ICIPLAM. (2012). Tuxtla 2030, La Agenda Estratégica de Nuestra Ciudad. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- INEGI. (2010a). Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad. INEGI.
- INEGI. (2010b). Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. INEGI.
- INEGI. (2010c). Principales resultados por AGEB y manzana urbana. Recuperado a partir de http://www.inegi.org.mx/sistemas/consultas_resultados/ageb_urb2010.aspx?c=2811
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Censo de población y vivienda México. 1980, 1990, 2000, 2010. Recuperado a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/>
- Isidro, M. (1997). *Etnobotánica de los zoques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas: Gobierno del Estado de Chiapas-Instituto de Historia Natural.
- Jiang, B., Larsen, L., Deal, B., y Sullivan, W. (2015). A dose response curve describing the relationship between tree cover density and landscape preference. *Landscape and Urban Planning*, 139, 16–25.
- Jiménez, M. (1988). *Diagnóstico ecológico de las áreas verdes en la Delegación Cuauhtémoc del D.F.* (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Joye, Y. (2007). Architectural lessons from environmental psychology: the case of biophilic architecture. *Gen. Psychol*, 11(4), 305–328.
- Kaplan, M. (1998). *La Responsabilidad Jurídica en el Daño Ambiental. La Crisis Ambiental: Análisis y Alternativas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Kendle, T., y Forbes, S. (1997). Urban Nature Conservation. En *Landscape Management in the Urban Countryside* (pp. 282–316). Oxford University: Chapman and Hall.
- Kuchelmeister, G. (2000). Árboles y silvicultura en el milenio urbano. *Unasylva*, 51, 49–55.
- Kuo, F., y Sullivan, W. (2001). Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior*, 33, 343–367.
- Lacomba, R. (Ed.). (2010). *La Ciudad Sustentable: Creación y rehabilitación de ciudades sustentables*. México: Trillas.
- Ledesma, M. (2008). *Arbolado público: conceptos y manejo*. Córdoba, Argentina: Ediciones INTA.
- León, S. (2011). *Árboles, simbolismo, cultura, memoria e identidad: Representaciones en el paisaje arbóreo de Gualaquiza*. (Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador.
- Lezama, J. L., y Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, 12(49), 153–176.
- Linford, J. (2007). *El árbol: una maravilla de la naturaleza*. Barcelona, España: Parragon. Recuperado a partir de www.botanical-online.com
- Lira, R. (2001). Identidad urbana y vegetación en Concepción. *Urbano*, 24–30.
- Livingston, M., Shaw, W., y Harris, L. (2003). A Model for Assessing Wildlife Habitats in Urban Landscapes of Eastern, Pyma County, Arizona (USA). *Landscape and Urban Planning*, 60, 131–144.
- Lohr, V., y Pearson-Mims, C. (2006). Responses to scenes with spreading, rounded, and conical tree forms. *Environment and Behavior*, 38(5), 667–688.



- López, A., y Flores, L. (1997). La santé des arbres urbains dans le systemes de control au NE au México. Presentado en Symposium Unternational sur la Santé de I' Arbre Urbain, París, Francia.
- López, H. (1998). La metodología de la encuesta. En *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. Naucalpan, Estado de México.: Pearson.
- López, O. (2004). La sustentabilidad urbana. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(8), 8–14.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., y De Poorter, M. (2004). Cien de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo: una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras / UICN.
- Luhr, J. (2011). *Tierra*. México: Santillana.
- MacGregor-Fors, I., y Ortega-Álvarez, R. (Eds.). (2013). *Ecología Urbana: experiencias en América Latina*. México.
- Macías, J., Ochoa, S., Zamora, L., Martínez, M., y Peters, W. (2015). *Guía de campo para la identificación de árboles de la vertiente Pacífico de Chiapas*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Maloney, M., y Ward, M. (1973). Ecology: Let's hear from the people. *American Psychologist*, 28, 583–586.
- Maloney, M., Ward, M., y Braucht, C. (1975). A revised scale for the measurement of ecological attitudes and knowledge. *American Psychologist*, 30, 787–790.
- Mario, J. (2014). *Sustentabilidad del arbolado urbano viario de la ciudad de Buenos Aires* (Maestría). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez, J., y Roca, J. (2000). *Economía ecológica y política ambiental*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, María. (2005). *Bases para el Manejo del arbolado urbano de las principales vías de acceso a la comuna de Maipú, región metropolitana* (Licenciatura). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Martínez, Maximinio. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez-Trinidad, T. (2013). Bosques urbanos, los pulmones de la ciudad. *Urbanatura*, 26–27.
- Mateus, R., y Brassat, W. (2002). La globalización: sus efectos y bondades. *Economía y Desarrollo*, 1(1), 65–77.
- Matteucci, S., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, D.C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos.
- McPherson, G. (1998). Structure and sustainability of Sacramento's urban forest. *Journal of Arboriculture*, 24(4), 174–190.
- McPherson, G., Nowak, D., y Rowntree, R. (1994). *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project* (Informe Técnico No. 186) (p. 201). Radnor, PA, USA: Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.
- McPherson, G., van Doorn, N., y de Goede, J. (2016). Structure, function and value of street trees in California, USA. *Urban Forestry and Urban Greening*, 17, 104–115.
- MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Miller, R. (1997). *Urban forestry: planning and managing urban greenspaces* (2a ed.). Prentice Hall.
- Miranda, F. (1998). *La Vegetación de Chiapas* (3a ed.). Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas: CONECULTA/Talleres Gráficos del Estado de Chiapas.
- Mock, T. (2005). Construyendo un bosque urbano sostenible. *Revista Agricultura Urbana*, (13), 30–32.

- Moll, G., y Gangloff, D. (1987). Silvicultura urbana en los Estados Unidos. *UNASYLVA*, 39(155), 26–32.
- Morgenrotha, J., Östberg, J., Konijnendijk, C., Nielsen, A. B., Hauer, R., Sjöman, H., ... Jansson, M. (2016). Urban tree diversity: taking stock and looking ahead. *Urban Forestry and Urban Greening*, 15, 1–5.
- Mullaney, J., Lucke, T., y Trueman, S. (2014). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, 157–166.
- Muriel, R. (2006). Gestión ambiental. *Ideasostenible*, 3(13), 8–16.
- Niembro, A. (1986). *Árboles y arbustos útiles de México, naturales e introducidos*. México, D.F.: Universidad Autónoma Chapingo/Limusa.
- Nowak, D., Crane, D., y Stevens, J. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4, 115–123.
- Nowak, D., Crane, D., Stevens, J., y Ibarra, M. (2002). *Brooklyn's Urban Forest* (Informe Técnico No. NE-290). Newtown Square, PA, USA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station.
- Ospina, L. (2015). *Valores sociales del bosque urbano de la ciudad de Pereira* (Maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Palacio, G. (2001). En búsqueda de conceptos para una historiografía ambiental. En *Naturaleza en disputa* (pp. 38–73). Bogotá, Colombia: UNIBIBLOS/ICANH.
- Parra, P., y González, M. (2000). Plagas y enfermedades. En *Silvicultura, manejo, productividad y rentabilidad de Eucalyptus camaldulensis en Chile* (pp. 27–40). Santiago, Chile: Instituto Forestal.
- Pennington, T., y Sarukhán, J. (2005). *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies* (3a ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, F. (2011). Programa de arbolado público provincial: Capacitación en poda y conducción de árboles para uso urbano.
- Pesci, R. (2004). El bosque urbano de Xalapa, Veracruz. Recuperado el 30 de marzo de 2016, a partir de http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/BOSQUE_%2520URBANO.htm&num=1&strip=0&vwsr=0
- Piedra, T. E. (Ed.). (2000). *Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México*. México, D.F.: Gobierno del Distrito Federal.
- Portilla, M. (2003). Actores sociales en el desarrollo del territorio. *Sinopsis*, 8, 1–7.
- Purcell, L. (2015). *Lo esencial para la poda de árboles*. Divulgación, Purdue University.
- Ramilo, D. (2015). Censo del arbolado público. Presentado en Jornada de Capacitación para Municipios, Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Ramírez, A., Sánchez, J. M., y García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación*, 6(21), 55–59.
- Real Academia de la Lengua Española. (2016). Ambiente. Recuperado el 17 de junio de 2016, a partir de <http://dle.rae.es/?id=2HmTzTK>
- Red de Desarrollo Sostenible de Colombia. (s/f). Gestión Ambiental. Recuperado a partir de <http://www.rds.org.co>
- Redcliff, M. (1987). *Sustainable Development. Exploring the contradictions*. Londres, Inglaterra: Routledge.
- Reyes, C. (2010). *El arbolado de ciudad universitaria, a 50 años de su fundación: diversidad, densidad, condición y otros aspectos ecológicos* (Licenciatura). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Reyes-Reyes, H. (2010). Paisaje cultural: Imágen, identidad y memoria a través del arbolado urbano. *Cuaderno de Investigación Urbanística*, 68, 40–55.

- Ricker, M., y Daly, D. (1998). *Botánica económica en bosques tropicales: principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. México: Diana.
- Rivas, D. (1998). Dasonomía urbana: la ciencia de la administración de las áreas arboladas urbanas. Presentado en Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe, México, D.F.: Universidad Autónoma Chapingo.
- Rivas, D. (2000). *ARBOLSIG: Sistema de Información Geográfica para Árboles Urbanos* (Especialidad). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Rivas, D. (2001a). Dasonomía Urbana: Concepto, Importancia y Campo de Aplicación. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rivas, D. (Trad.). (2001b). Poda de árboles maduros. Sociedad Internacional de Arboricultura.
- Rivas, D. (2005). *Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal* (Doctorado). Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.
- Rivas, D. (2010). Por una cultura del árbol urbano en México: El problema del desmoche. Presentado en Foro sobre áreas verdes, México, D.F.: Asamblea Legislativa del Distrito Federal.
- Rivas, D. (2015, octubre 9). Comparación entre silvicultura urbana y arboricultura. Recuperado el 13 de julio de 2016, a partir de <http://www.rivasdaniel.com/Silvi-Arbor.html>
- Rivas, D., y Prieto, A. (2010). Desafíos en la Poda de árboles urbanos en México. *ArbolAMA*, 3, 7–20.
- Robles, F. (2010). *Inventario y caracterización dasonómica de los árboles urbanos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos* (Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Rocha-Loredo, A., Ramírez-Marcial, N., y González-Espinosa, M. (2010). Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87, 89–103.
- Rodríguez, C. (2002). Manejo de áreas verdes en Concepción: Mejor calidad de vida urbana. *Urbano. Universidad del Bío Bío*, 5, 41–42.
- Román, L. (2014). *Servicios ambientales y su relación con la complejidad del entorno en dos áreas verdes de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas* (Licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas.
- Rueda, S. (1998). Periurbanización y complejidad en los sistemas urbanos. En *La ciudad dispersa. Suburbanización y nuevas periferias*. (pp. 83–110). Barcelona, España: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.
- Rzedowski, J. (1991). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15, 47–64.
- Salazar, F. (1991). El concepto de cultura y los cambios culturales. *Sociológica*, 6, 7–16.
- Sánchez, D. (2014). *Estructura y composición florística de la subcuenca del río Sabinal, Chiapas, México* (Licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas.
- Sánchez, G., y Artavia, R. (2013). Inventario de la foresta en San José: gestión ambiental urbana. *Ambientico*, 232–233, 26–33.
- Sánchez, V., y Guiza, B. (1989). *Glosario de Términos sobre Medio Ambiente*. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Recuperado a partir de <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000855/085533sb.pdf>
- Savard, J., Clergeau, P., y Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48, 131–142.
- Schlegel, B., Gayoso, J., y Guerra, J. (2001). *Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.



- Schroeder, H., Flannigan, J., y Coles, R. (2006). Residents' attitudes toward streettrees in the UK and U.S. communities. *Arboriculture, Urban Forest*, 32, 236–246.
- Schwab, J. C. (Ed.). (2009). *Planning the Urban Forest: Ecology, Economy and Community Development*. Chicago, IL, USA: American Planning Association.
- SEMAHN. (2012). *Flora Nativa de Tuxtla Gutiérrez*. Chiapas: Vortex.
- Shigo, A. (2008). *Modern arboriculture. Touch trees*. Durham, Carolina del Norte, USA: Shigo and Trees Associates.
- Sommer, R. (1997). Further cross-national studies of tree form preference. *Ecology Psychol*, 9(2), 153–160.
- Sommer, R., y Summit, J. (1995). An exploratory study of preferred tree form. *Environment and Behavior*, 27(4), 540–557.
- Sommer, R., y Summit, J. (1996). Cross-national rankings of tree shape. *Ecology Psychol*, 8(4), 327–341.
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., y Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas*. Washington, D.C.
- Sosa, M. (2012). *¿Cómo entender el territorio?* Guatemala: Cara Parens.
- Strauss, C., y Quin, N. (2001). *A cognity theory of cultural meaning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Suárez, S., y Robles, E. (2008). Dasonomía Urbana del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Recuperado a partir de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2008/sarq.htm>
- Tajfel, H. (1981). Human groups and social categories. *Cambridge University Press*.
- Tarran, J. (2009). People and trees, providing benefits, overcoming impediments (Vol. 63–82). Presentado en Proceedings of the 10th national streettree symposium, Adelaide University, Adelaide South Australia.
- Terradas, J. (2001). *Ecología urbana*. Barcelona, España: Rubes Editorial.
- Terrazas, T., Cortés, M., Segura, S., Torres, B., Olalde, I., Villasana, L., y Tapia, L. (1999). *La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto. Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario* (Informe de investigación). México, D.F.: UNAM.
- Terrones, R., Partida, V., González, C., y Tovar, M. (2014). *Plantas silvestres en el paisaje urbano del municipio de León Gto*. León, Guanajuato: Instituto Municipal de Planeación.
- Thomas, K., y Geller, L. (2013). *Urban Forestry: Toward an Ecosystem Services Research Agenda: A Workshop Summary*. Washington, D.C.: The National Academy of Sciences Press.
- Torres, D. (2006). *Manejo y estado del arbolado urbano de la comuna de la Reina, desde la perspectiva de sus habitantes* (Licenciatura). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- UNESCO. (2005). UNESCO. (2005). Convención sobre la Protección y Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales.
- Universidad de la Florida. (2006). Programa de Recuperación del Bosque Urbano Afectado por Huracanes [Institucional]. Recuperado a partir de <http://edis.ifas.ufl.edu/uw343>
- Valera, S. (s/f). *El concepto de identidad social urbana: una aproximación entre la psicología social y la psicología ambiental*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Van Dillen, S., De Vries, S., Groenewegen, P., y Spreeuwenberg, P. (2012). Greenspace in urban neighbourhoods and residents health: Adding quality to quantity. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 66, 8–16.
- Vargas, A., Álvarez, M., y Cuesta, I. (2011). *Guía didáctica para la participación local en Programas de Servicios Ambientales*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas: Fray Bartolomé de las Casas A. C.

- Vargas-Garzón, B., y Molina-Prieto, L. (2010). Cinco árboles urbanos que causan daños severos en las ciudades. *Nodo*, 5(9), 115–126.
- Velasco, E., Cortés, E., González, A., Moreno, F., y Benavides, H. (2013). Diagnóstico y caracterización del arbolado del Bosque de San Juan de Aragón. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(19), 102–111.
- Vélez, Á. (2010). *Diagnostico de árboles urbanos y propuesta de plan de manejo en el municipio de León, Guanajuato* (Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Vélez, L. (2007). La Conservación de la Naturaleza Urbana: Un nuevo reto en la gestión ambiental de las ciudades, para el siglo XXI. *Bitácora Urbano Territorial*, 11(1), 20–27.
- Villalba, S. (1996). *Plagas y enfermedades de los jardines*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Villaseñor, J., y Ibarra-Manríquez, G. (1998). La riqueza arbórea de México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara*, 5, 95–105.
- Weitzenfeld, H. (1996). *Manual básico sobre Evaluación del impacto en el ambiente y la salud* (2a ed.). Metepec, Edo. de México, México: Organización Mundial de la Salud.
- Worster, D. (1991). Para hacer a Historia Ambiental. *Estudios Históricos*, 4(8), 201–210.
- Wray, P., y Mize, C. (1985). Species adapted for street-tree environments in Iowa. *Journal of Arboriculture*, 11(8), 249–252.
- Wu, J. (2008). Toward a Landscape Ecology of Cities: Beyond Buildings, Trees, and Urban Forests. En *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests International Perspectives*. New York, USA: Springer.
- Zamudio, E. (2001). *Análisis del comportamiento del arbolado urbano público durante el período de 1995 a 1999, en la ciudad de Linares, Nuevo León* (Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León.
- Zurita, O. (2009). *Guía de árboles y otras plantas nativas en la zona metropolitana de Monterrey*. Monterrey, Nuevo León, México: Fondo Editorial de Nuevo León.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Alcorque: espacio que se abre en el suelo alrededor del árbol, para favorecer el ingreso del agua de lluvia o de riego hacia las raíces.

Ambiente: Conjunto de elementos bióticos y abióticos que interactúan para formar la vida.

Árbol: planta con tallo leñoso que por lo general se ramifica a cierta altura del suelo, posee un eje principal y una copa definida por ramas principales y secundarias.

Árbol urbano: árbol que se encuentra dentro del área urbana de una población y han sido manejado por varias generaciones.

Arbolado de alineación: árboles que se encuentran dispuestos en forma de líneas rectas en las calles, avenidas, boulevares, banquetas, camellones incluso andadores, también son conocidos como arbolado viario.

Arboricultura: ciencia que se encarga de la plantación y mantenimiento de los árboles considerados como individuos que se encuentran en las zonas urbanas.

Arborización: plantación de árboles de manera que, las especies utilizadas y los espacios a plantar sean seleccionados de manera correcta, haciendo uso de técnicas y métodos propios de la arboricultura.

Arborizar: siembra de árboles en una zona en específico.

Arbustivo: categoría taxonómica relacionada con el tamaño de una especie arbórea, que se encuentra por debajo de los 4 metros de altura y que, por lo general, se ramifica desde la base del tronco.

Área verde urbana: zona delimitada en un área urbana que tiene como elemento principal a la vegetación, especialmente árboles, que cumple con funciones sociales, estéticas, ambientales, entre otros, destacan los parques urbanos, los parques temáticos, los jardines, y plazas.

Beneficios ambientales: son el resultado de todos los procesos que se llevan a cabo en los ecosistemas, mismos que son disfrutados por los humanos.

Biodiversidad: diversidad de la vida en todas sus formas.

Bosque urbano: conjunto de vegetación incluidas las hierbas, arbustos y árboles, que se encuentra establecida en un territorio urbano, que interactúan con las dinámicas propias de la ciudad y que van desde árboles aislados en calles y banquetas, hasta grupos de árboles establecidos en jardines, parques y la vegetación limítrofe de las ciudades.

Caducifolia: planta que pierde sus hojas en determinada época del año, para dar paso a la floración o permitir la renovación del follaje.

Ciencias ambientales: conjunto de ciencias que estudian las problemáticas ambientales que se caracterizan por una complejidad sistémica, involucran a las ciencias naturales, exactas y sociales.

Ciudad: territorio ocupado por una sociedad, en este espacio suceden intercambios de diversas índoles, mismos que facilitan la comunicación y movilización de información.

Ciudad Sustentable: ciudad que es capaz de proveer de manera continua en el tiempo la energía y los recursos necesarios para procurar el bienestar social con una calidad físico-biológica del espacio territorial así como garantizar una productividad económica para los habitantes en el presente y el futuro.

Conservación: métodos, estrategias, políticas y técnicas de utilización de un recurso natural o el ambiente total de un ecosistema particular, para prevenir la explotación, contaminación, destrucción o abandono y asegurar el futuro uso de ese recurso.

Dasonomía urbana: ciencia que tiene su origen en la dasonomía y se encarga del estudio, comprensión y manejo del bosque urbano para obtener y proveer la mayor cantidad posible de beneficios derivados del mismo.

Desmoche: práctica de poda que se realiza sin conocimientos físicos y biológicos de los árboles, eliminando ramas secundarias y principales, que genera entre otras cosas, debilitamiento, pérdida del vigor y estructura, así como enfermedades.

Diagnóstico del arbolado urbano: prácticas de reconocimiento y evaluación que permiten identificar las condiciones físicas, dasométricas, de salud y de riesgos asociados a los árboles urbanos.

Diversidad arbórea: abundancia de árboles por cada una de las diferentes especies.

Dosel: cubierta que es formada por el follaje de los árboles.

Ecología: es la rama de la biología que se encarga del estudio de las relaciones entre los organismos (intraespecíficas) y de éstos con su medio físico (interespecíficas) en un lugar y espacio determinados.

Ecología urbana: disciplina que tiene su origen en las ciencias biológicas y surge como alternativa de estudio a la problemática ambiental derivada del desarrollo urbano y sus dificultades asociadas, se orienta en el análisis de los patrones y procesos ecológicos referentes a los sistemas urbanos.

Ecosistema: espacio físico donde los seres vivos interactúan en un tiempo determinado.

Ecosistema urbano: territorio ocupado por asentamientos urbanos donde los seres humanos interactúan con otros seres vivos en un tiempo específico.

Especie: grupo de organismos que pueden reproducirse y producir descendencia fértil.

Especie exótica: especie que se encuentra fuera de su área natural de distribución, no cuenta con relaciones evolutivas ni ecológicas dentro del territorio, también son llamadas como alóctonas o introducidas.

Especie nativa: especie que se encuentra en su área de distribución original, cuenta con relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies, están adaptadas a las condiciones locales y también pueden ser llamadas especies autóctonas.

Especie invasora: especie que aumenta en su población y distribución espacial, cuentan con una gran capacidad de dispersión y colonización, pueden ser nativas o exóticas.

Especie endémica: especie que se encuentra delimitada a un territorio. Son frágiles frente a las perturbaciones.

Estructura del árbol: se refiere a la composición física de los árboles: raíz, tronco y ramas.

Flora: conjunto de especies vegetales que se desarrollan en un área en específico.

Flora arbórea: conjunto de especies vegetales, en específico aquellas pertenecientes a la forma biológica árbol en un territorio dado.

Follaje: conjunto de hojas y ramas de un árbol en su etapa de mayor desarrollo.

Fuste: tronco del árbol.

Gestión: proceso que involucra las etapas de preparación o planificación, ejecución, seguimiento y retroalimentación que se lleva a cabo en cualquier proyecto, puede entenderse también como administración.

Gestión ambiental: proceso mediante el cual se regulan las acciones que deben adoptarse para procurar el equilibrio del ambiente, haciendo uso de herramientas técnicas, políticas, administrativas, de regulación y control para asegurar el buen estado de la naturaleza y los recursos naturales.

Gestión forestal sostenible: proceso dinámico que tiene por objeto mantener y mejorar los valores económicos, sociales y ambientales de los bosques en favor de las generaciones presentes y futuras.

Gestión del bosque urbano: proceso mediante el cual se debe planificar el bosque urbano, con ayuda de herramientas técnicas, políticas, administrativas, de regulación y control para asegurar, por lo menos, los siguientes tres puntos: a) asegurar que los bosques urbanos produzcan suficientes servicios ambientales para satisfacer las necesidades de las poblaciones urbanas, b) lograr un equilibrio adecuado entre el desarrollo urbano y la conservación del ambiente y c) garantizar la sostenibilidad de los recursos forestales urbanos y su capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Hábitat: es el lugar o espacio donde viven los organismos y se caracteriza por determinadas condiciones físicas, químicas y biológicas.

Herbácea: estrato de la vegetación que se encuentra más cercano al suelo, plantas con características de hierba.

Individuo: organismo particular de una especie; Individuos arbóreos.

Infraestructura urbana: se refiere a las redes de agua potable, alcantarillado o drenaje y electricidad.

Infraestructura verde: término utilizado en las ciudades y que hace referencia a las redes de espacios verdes interconectados para conservar la biodiversidad en las urbes. Hace referencia también al uso de la vegetación, los suelos y los procesos naturales de un territorio para generar un mayor número y calidad de servicios ecosistémicos.

Infraestructura vial: es el conjunto de vías primarias, secundarias y terciarias, para esta investigación, se consideró también como infraestructura vial la pavimentación de calles y avenidas, la presencia de banquetas, camellones y guarniciones bien establecidos.

Inventario forestal: es la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de un área en específico que permite evaluar su estado actual, es la base del análisis y planificación, así mismo es el punto de partida para la gestión forestal sostenible.

Inventario de árboles urbanos: procedimiento que permite el registro de información para evaluar práctica y eficazmente la condición y distribución de los árboles urbanos y así facilitar las decisiones a corto, mediano y largo plazo en términos de mantenimiento, programación de recursos para su conservación y planes y programas de gestión. Dentro de dicha evaluación se determinan características físicas por ejemplo: la altura, edad, diámetros, cobertura de copa, la composición, densidad, estado físico y estado sanitario.

Mantenimiento: acciones destinadas a la procuración del buen estado del bosque urbano, mismas que pueden estar contempladas en diferentes etapas, por ejemplo: riego, podas, tratamientos sanitarios, identificación y relevo de ejemplares con potencial de caída o riesgo, abonos, limpieza, entre otros.

Mapa verde: herramienta gráfica que permite visualizar de manera sencilla y rápida las condiciones actuales en las que se encuentran los árboles en las ciudades, debe estar debidamente georreferenciado, además de incluir el nombre de las calles y avenidas.

Naturación: término que hace referencia a un cambio de paradigma o idea sobre las condiciones físicas y ecológicas en las ciudades. Son acciones encaminadas a naturalizar las ciudades, es decir, fomentar los espacios verdes comunitarios, estos pueden ser de dimensiones diferentes y van desde muros y techos verdes, parques, jardines hasta grandes masas arboladas. Su principal elemento es la vegetación en cualquiera de sus formas (flores, hierbas, cactáceas, pastos, arbustos y árboles).

Parques: espacios de encuentro que se definen en la ciudad, pueden agruparse en espacios abiertos o públicos, recreativos y de esparcimiento; sus principales funciones son generar escenarios adecuados para actividades recreativas y sociales, además de ser importantes para el ambiente físico, la biodiversidad y elevar la calidad ambiental.

Percepción ambiental: proceso mediante el cual los humanos conocen e interpretan a su ambiente físico inmediato (ambiente/ecosistema urbano) a través de los sentidos.

Perennifolias: son las especies vegetales que conservan durante todo el año su follaje.

Plan de manejo de bosques urbanos: es la forma organizada de llevar a cabo todas las tareas de gestión del bosque urbano, puede variar en escala (regional, local), duración (corto, mediano y largo plazo) y tipo (maestro, estratégico), sus principales componentes son: antecedentes, situación actual (problemática), marco administrativo-jurídico, objetivos, análisis costo-beneficio, presupuestos, actividades por realizar, estrategia de vinculación y participación de la población y cronograma de actividades.

Poda: práctica utilizada para eliminar o retirar por completo o por partes estructuras de la vegetación, esta práctica debe contar con conocimientos básicos de la estructura elemental de la anatomía de los árboles, para evitar daños colaterales.

Riesgos asociados: son todos aquellos conflictos que se encuentran vinculados con los árboles urbanos y puedan generar situaciones adversas y negativas para las personas, su infraestructura y al ambiente; estos pueden ser daños a la infraestructura, por ejemplo levantamiento de banquetas, daños físicos por ejemplo caída de los árboles o algunas de sus partes por acción mecánica o debilitamiento de los individuos por enfermedades.

Servicio ambiental: son todos los beneficios que se obtienen directamente de los ecosistemas. Son conocidos también como servicios ecosistémicos o beneficios ambientales.

Silvicultura urbana: ciencia que se encarga del cultivo y ordenamiento de los bosques urbanos, tiene como objetivo fortalecer los servicios ecosistémicos que proporcionan los árboles urbanos; la silvicultura urbana involucra aspectos de la arboricultura, la horticultura ornamental y el ordenamiento forestal, y cuenta con una relación directa con el diseño del paisaje.

Sustentabilidad: estado deseado, en donde los humanos pueden acceder a todos los bienes y servicios que la sociedad actual demanda, incluyendo las tecnologías necesarias para desenvolverse en un planeta con recursos finitos, procurando una relación armoniosa con sus iguales y el medio del que se rodea.

Sustentabilidad urbana: es el equilibrio armonioso de los siguientes factores: urbanísticos, de transporte, de vialidad, arquitectónicos, de salubridad, de salud ambiental, económicos, políticos, energéticos, educativos, sociales, humanos, históricos, ecológicos y legales en las ciudades.

Tocón: parte más baja del tronco del árbol que queda después de que el árbol ha sido derribado.

Urbanismo: estudio y planeación de las ciudades y de las regiones donde se asientan, tiene como objetivo la modelación y remodelación de las mismas.

Vegetación: el conjunto de plantas y asociaciones vegetales que se encuentran en un espacio determinado.

Vegetación urbana: es el conjunto de vegetación (estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo) que se encuentra dentro de los asentamientos humanos.

Vigor: capacidad de producción del número y la longitud de los nuevos tallos, del tamaño de flores y frutos y de la cantidad de hojas de un árbol, así mismo es la capacidad que posee un individuo para superar agresiones externas y generar una estructura bien definida.

Zona verde: áreas en las ciudades destinadas a la infraestructura verde y a la vegetación, estos espacios cumplen con funciones sociales, estéticas, ambientales, entre otros, destacan los parques urbanos, los parques temáticos, los jardines, las plazas e incluso los camellones.

12. PRODUCTOS

Derivado de la investigación realizada, se generó un artículo científico denominado: Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; mismo que fue enviado a la revista Maderas y Bosques para su posible publicación, a continuación se presenta evidencia de envío y resumen.

2/5/2017 Gmail - [MYB] 1559 Acuse de recibo de envío

 Levi Miranda Román Guillén <levi.miranda.roman@gmail.com>

[MYB] 1559 Acuse de recibo de envío
1 mensaje

Dr. Raymundo Dávalos Sotelo <raymundo.davalos@inecol.mx> 1 de mayo de 2017, 14:31
Para: Lic Levi Miranda Román Guillén <levi.miranda.roman@gmail.com>

Apreciable Lic Levi Miranda Román Guillén:

En nombre del Comité Editorial de la Revista Madera y Bosques acuso recibo de su manuscrito con el título "Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", para su revisión y posible publicación en la misma.

Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial:

URL del manuscrito:
<http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/author/submission/1559>
Nombre de usuario/a: leviroman

En caso de dudas, no dude en contactarme. Agradecemos su interés y el de sus coautores por publicar los resultados de sus investigaciones en Madera y Bosques.

Con un atento saludo,

Dr. Raymundo Dávalos Sotelo
Madera y Bosques

<http://myb.ojs.inecol.mx/>

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=ad8b6ba3bd&view=pt&search=inbox&th=15bc57f8ddafaf42&siml=15bc57f8ddafaf42> 1/1



Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Resumen:

El presente estudio se realizó en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas durante julio y noviembre del 2016, el objetivo fue realizar un diagnóstico dasométrico así como de las condiciones físicas y sanitarias del arbolado de alineación en la ciudad. Mediante un muestreo aleatorio en las colonias, se determinaron las especies y número de árboles, así como altura, diámetro, cobertura arbórea, daños y afectaciones a la infraestructura. Se contabilizó un total de 7539 árboles, distribuidos en 38 familias, 88 géneros y 114 especies, el 74% de los individuos son introducidos, la mayor parte de los árboles cuentan con condiciones físicas y sanitarias de regulares a buenas, los daños más frecuentes son el levantamiento de banquetas, raíces expuestas y la interferencia con el cableado aéreo.

Palabras clave: árboles urbanos; biodiversidad urbana; bosque urbano; dasonomía urbana; inventario forestal urbano; sustentabilidad urbana.

13. ANEXOS

Anexo 1. Lista de colonias

ID	Colonia	Zona	GM
1	6 de Junio	SO	Alto
2	7 de abril	SP	Alto
3	Agua Azul	NO	Alto
4	Albania Alta	NP	Medio
5	Albania Baja	NO	Medio
6	Albores Guillén	NP	Muy Alto
7	Alianza Campesina	SP	Muy bajo
8	Ampliación Terán	SP	Medio
9	Arboledas	NP	Muy bajo
10	Asturias	NO	Bajo
11	Balcones del Sur	SO	Alto
12	Bonampak	NP	Bajo
13	Burocrática Maya	NO	Medio
14	CCI	SP	Muy Alto
15	Colón	NP	Medio
16	Cruz con Casitas	NO	Alto
17	Diana Laura	SP	Alto
18	El Brasilito	NO	Medio
19	El Calvario	SP	Bajo
20	El Campanario	SP	Muy bajo
21	El Cerrito	SP	Bajo
22	El Magueyito	NP	Bajo
23	El Pedregal	NP	Bajo
24	Emiliano Zapata	NO	Alto
25	Estrada	NO	Medio
26	Foviste Matumatzá	SP	Bajo
27	Francisco I. Madero	SO	Medio
28	Guadalupe	NP	Bajo
29	Hidalgo	NO	Medio
30	Infonavit El Rosario	NO	Muy Bajo
31	Infonavit Grijalva	NO	Muy Bajo
32	I. Los Laguitos	NP	Bajo

ID	Colonia	Zona	GM
33	Infonavit Solidaridad	SP	Bajo
34	Jardines de Tuxtla	NP	Muy Bajo
35	Jardines del Pedregal	NO	Alto
36	Julio César Ruiz Ferro	NP	Muy alto
37	Juy Juy	NP	Bajo
38	La Colonial	SO	Alto
39	La Condesa	NP	Muy alto
40	La Esperanza	NO	Alto
41	La Ilusión	NO	Muy Bajo
42	La Magisterial	SO	Medio
43	La Misión	SO	Medio
44	La Obrera	SO	Medio
45	La Reliquia	SP	Medio
46	La Salle	SO	Baja
47	La Victoria	NO	Medio
48	Ladera de la Loma	NP	Medio
49	Las Águilas	NO	Alto
50	Montebello	NO	Bajo
51	Las Granjas	NO	Alto
52	Las Lomas	SO	Medio
53	Las Torres	NO	Bajo
54	Linda Vista Shanká	NP	Alto
55	Loma Bonita	NO	Alto
56	Los Electricistas	NO	Bajo
57	Los Flamings	SP	Bajo
58	Los Laureles	NP	Bajo
59	Los Manguitos	NO	Muy bajo
60	Maldonado	SO	Medio
61	Malibú	NP	Muy bajo
62	Mexicanidad Chiapaneca	SO	Bajo
63	Miravalle	NP	Medio
64	Natalia Venegas	NO	Medio
65	Paraíso Ojo de Agua	NP	Bajo

ID	Colonia	Zona	GM
66	Paseo del Bosque	SO	Muy alto
67	Pedregal San Antonio	NP	Bajo
68	Penipak	SP	Bajo
69	Plan de Ayala	NP	Alto
70	Plan de Ayala Amp. Sur	SP	Alto
71	Potinaspak	NP	Medio
72	Potrero Mirador	SP	Medio
73	Real del Bosque	SP	Medio
74	Residencial La Hacienda	NP	Medio
75	San Fernando	NO	Muy bajo
76	San Francisco	SO	Medio
77	San José Terán	SP	Muy alto
78	San José Yeguiste	NP	Bajo
79	San Marcos	NO	Medio
80	San Pedro	NO	Medio
81	San Pedro Popular	NP	Medio
82	Santa Ana	SO	Medio
83	Santa Cruz	NP	Alto
84	Santo Domingo	NP	Bajo
85	Satélite Loma Larga	NO	Muy alto
86	Siglo XXI	SP	Medio
87	Terán	SP	Alto
88	Tzocotumbak	SO	Medio
89	Vida Mejor	NO	Alto
90	Vista Hermosa	NP	Bajo
91	Vista Hermosa	SP	Medio
92	Xamaipac	SP	Bajo
93	Xamaipac Popular	SP	Bajo

Nota:

GM=Grado de marginación

NP = Norte-Poniente,

NO = Norte-Oriente,

SP = Sur-Poniente

SO = Sur-Oriente.



Anexo 2. Cuadro de ángulos y pendientes

ángulo	% pendiente						
1°	2%	21°	38%	41°	87%	61°	180%
2°	3%	22°	40%	42°	90%	62°	188%
3°	5%	23°	42%	43°	93%	63°	196%
4°	7%	24°	45%	44°	97%	64°	205%
5°	9%	25°	47%	45°	100%	65°	214%
6°	11%	26°	49%	46°	104%	66°	225%
7°	12%	27°	51%	47°	107%	67°	236%
8°	14%	28°	53%	48°	111%	68°	248%
9°	16%	29°	55%	49°	115%	69°	261%
10°	18%	30°	58%	50°	119%	70°	275%
11°	19%	31°	60%	51°	123%	71°	290%
12°	21%	32°	62%	52°	128%	72°	308%
13°	23%	33°	65%	53°	133%	73°	327%
14°	25%	34°	67%	54°	138%	74°	349%
15°	27%	35°	70%	55°	143%	75°	373%
16°	29%	36°	73%	56°	148%	76°	401%
17°	31%	37°	75%	57°	154%	77°	433%
18°	32%	38°	78%	58°	160%	78°	470%
19°	34%	39°	81%	59°	166%	79°	514%
20°	36%	40°	84%	60°	173%	80°	567%

Fuente: Vargas *et al.* (2011).

Anexo 3. Colonias seleccionadas para aplicar las encuestas

Zona	Colonia
Norte-oriente	Infonavit Grijalva
Norte-oriente	Hidalgo
Norte-oriente	Las Águilas
Norte-oriente	El Brasilito
Norte-oriente	Agua Azul
Norte-oriente	Cruz con Casitas
Norte-oriente	Jardines del Pedregal
Norte-poniente	Infonavit Los Laguitos
Norte-poniente	Colón
Norte-poniente	Santo Domingo
Norte-poniente	Juy Juy
Norte-poniente	Pedregal San Antonio
Sur-oriente	Maldonado
Sur-oriente	Potinaspak
Sur-oriente	Francisco I. Madero
Sur-poniente	San Francisco
Sur-poniente	Miravalle
Sur-poniente	San José Terán
Sur-poniente	Infonavit Solidaridad
Sur-poniente	Foviste Matumatzá



Instrucciones: marque con una X la opción que considere

Sexo: Masculino Femenino

Lugar de nacimiento: _____

Edad: _____

Lugar y hora de aplicación: _____

Escolaridad: _____

Parte 1. Conocimiento

1. Para usted ¿qué es un árbol?

R. _____

2. Cuando escucha la palabra árbol mencione cinco cosas en las que piensa

R. _____

3. De la primera cosa que mencionó, ¿puede explicar por qué la relaciona con árbol?

R. _____

4. Mencione cinco árboles que conozca y se encuentren en su colonia

R. _____

5. Mencione cinco árboles que conozca y se encuentren en su calle

R. _____

Parte 2. Uso y aprovechamiento

6. De los árboles que mencionó que están en su calle, puede decir ¿cómo los usa?

	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5
Nombre					
Para qué lo utiliza (Uso)					
Parte que utiliza					
Frecuencia de uso					
Cómo lo usa					
Dónde lo consigue					
Cuándo (temporada)					

Parte 3. Problemática

7. ¿Cuál es el estado en el que se encuentran los árboles en la ciudad?

- a) Excelente b) Buen estado c) Regular d) Mal estado e) Pésimo estado

8. ¿Cuál es el estado en el que se encuentran los árboles en su colonia?

- a) Excelente b) Buen estado c) Regular d) Mal estado e) Pésimo estado

9. ¿Cree que en la ciudad hay muchos o pocos árboles? ¿Por qué?

R. _____

10. ¿Quién decidió plantar los árboles que hay en su calle?

R. _____

11. Si usted tuviera la oportunidad de sembrar árboles, ¿cuáles sembraría y por qué?

R. _____



12. De los árboles que hay en su colonia ¿cuáles prefiere y cuáles no prefiere? ¿Por qué?

R. _____

13. ¿Hay algún problema o no hay algún problema que los árboles le causen?

R. _____

Parte 4. Importancia

14. ¿Los árboles son importantes para la ciudad o no son importantes? ¿Por qué?

R. _____

15. Mencione cinco beneficios que proporcionen los árboles para su colonia

R. _____

16. Mencione tres beneficios que los árboles le proporcionen directamente a usted

R. _____

Parte 5. Manejo e interés

17. Si en su casa hay árboles, ¿cómo los cuida?

R. _____

18. ¿Qué hace usted con el fin de cuidar y proteger a los árboles dentro de su colonia y ciudad?

R. _____

19. ¿De qué manera estaría dispuesto (a) a participar en programas de conservación y manejo de árboles urbanos?

- a) Recibiendo información del cuidado del arbolado mediante correo tradicional o electrónico y hacer usted mismo el trabajo
- b) Solicitando el apoyo del área correspondiente del ayuntamiento para que ellos se hagan cargo
- c) Participando activamente en el comité de barrio para organizarse y programar las acciones de manejo
- d) Colaborando en el comité de barrio con apoyo del ayuntamiento
- e) Otro: _____

20. ¿Quién o quiénes cree usted que son los responsables del manejo y cuidado de los árboles urbanos?

- a) Usted
- b) Los vecinos organizados
- c) El ayuntamiento
- d) El ayuntamiento en coordinación con los vecinos organizados
- e) otros: _____

21. ¿Qué piensa acerca de las gestiones realizadas por el gobierno para aumentar y mantener en buen estado los árboles?

R. _____

Comentarios adicionales:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

