

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

PROPUESTA DE MANEJO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN LA ZONA NUEVE DE LA CIUDAD
DE GUATEMALA
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

ANNA SOPHIA MONROY JARAMILLO
CARNET 10450-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

PROPUESTA DE MANEJO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN LA ZONA NUEVE DE LA CIUDAD
DE GUATEMALA
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
ANNA SOPHIA MONROY JARAMILLO

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
MGTR. ELIAN JACOBO EPAMINONDAS COTTO GUZMAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala, Agosto de 2018

Honorable Consejo de

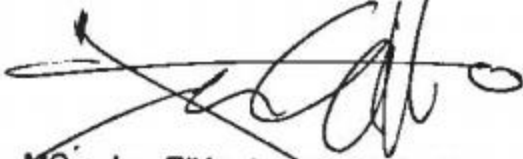
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Práctica Profesional del estudiante Anna Sophia Monroy Jaramillo, que se identifica con carné 1045013, titulado: **Propuesta de manejo de la cobertura arbórea en la zona nueve de la ciudad de Guatemala**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



MS.c Ing. Elián Jacobo Cotto Guzmán
Código URL: 22187



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional de la estudiante ANNA SOPHIA MONROY JARAMILLO, Carnet 10450-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06121-2018 de fecha 10 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

PROPUESTA DE MANEJO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN LA ZONA NUEVE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AMBIENTAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de agosto del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme realizar y concluir la Práctica y estudio Profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional durante mi carrera profesional.

A mi asesor MS.c. Ing. Elián Jacobo Cotto y al Instituto Nacional de Bosques (INAB), por su asesoría y soporte en la elaboración del presente estudio.

A la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala y a la Alcaldía auxiliar de la zona nueve por su valioso aporte y supervisión en el trabajo de campo.

DEDICATORIA

A

Dios: de Quién es la gloria y el honor en mi vida.

Mi familia: por su apoyo, amor y paciencia.

Al medio ambiente: para su conservación y mejora.

ÍNDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. ANTECEDENTES	7
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1.1 Urbanización en Guatemala.....	7
2.1.2 Impactos del crecimiento urbano	8
2.1.3 Beneficios de la cobertura arbórea urbana	9
2.1.4 Manejo forestal urbano	11
2.1.5 Censo forestal urbano.....	12
2.1.6 Parámetros y variables forestales.....	13
2.1.7 Sanidad forestal	13
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA	15
3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA	16
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	16
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. PLAN DE TRABAJO.....	19
5.1 PROGRAMA DESARROLLADO.....	19
5.1.1 Fase de realización del censo forestal urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala	19
5.1.2 Fase de determinación cualitativa del estado sanitario de los árboles en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	20
5.1.3 Fase para la realización de la propuesta de manejo para la cobertura arbórea de la zona nueve de la ciudad de Guatemala	21
5.1.4 Apoyo en actividades	21
5.2 INDICADORES DE RESULTADO.....	22
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1 CENSO FORESTAL URBANO	23

6.1.1 Especies identificadas.....	25
6.2 ESTRUCTURA DEL ARBOLADO URBANO.....	37
6.2.1 Dominancia de especies en tramos viales evaluados.....	37
6.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FÍSICO Y FITOSANITARIO DEL ARBOLADO URBANO.....	42
6.3.1 Estado fitosanitario del arbolado urbano.....	42
6.3.2 Estado físico del arbolado urbano.....	48
6.3.3 Intersección de copa y ramas con cables y luminaria.....	52
6.3.4 Daños en la infraestructura pública.....	55
6.4 PROPUESTA DE MANEJO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN LA ZONA NUEVE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.....	58
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES.....	64
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
10. ANEXOS.....	71
Anexo I.....	71
Anexo II.....	73
Anexo III.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Nombres científicos de especies encontradas en el censo forestal urbano..	25
Cuadro 2. Boleta que se utilizó para el censo forestal urbano.....	74
Cuadro 3. Resumen de tabla de censo forestal urbano realizado en zona nueve de la ciudad de Guatemala.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de árboles sin intervención de podas, poda moderada y severa. . .	11
Figura 2. Ahuecamiento de árbol mayor al 50%.....	14
Figura 3. Presencia de daños mecánicos.....	15
Figura 4. Organigrama de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala.....	17
Figura 5. Especies encontradas en el censo del arbolado urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.	23
Figura 6. Mapa del censo forestal urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala	24
Figura 7. Especie <i>Syzygium jambos</i> L. con presencia de hongos en hojas.	42
Figura 8. Árbol con presencia de planta parasitaria en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	43
Figura 9. Gráfica del estado fitosanitario del arbolado urbano en zona nueve Guatemala.....	46
Figura 10. Mapa del estado sanitario del arbolado urbano en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	47
Figura 11. Gráfica de la inclinación de árboles en zona nueve, Ciudad de Guatemala.	49
Figura 12. Grafica de ahuecamiento en troncos de árboles de zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	50
Figura 13. Gráfica de podas en ramas y copa en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	51
Figura 14. Gráfica de podas en raíces expuestas en árboles de zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	52
Figura 15. Gráfica de intersección de copas con el cableado eléctrico en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	52
Figura 16. Árbol con intersección de cables a igual altura en 6ª calle zona nueve ciudad de Guatemala.....	53

Figura 17. Gráfica de intersección de copas con luminaria en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	54
Figura 18. Árbol por debajo de la luminaria pública en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	54
Figura 19. Árbol presentando daños severos en la infraestructura pública en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	56
Figura 20. Gráfica de daños en la infraestructura pública de árboles en zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	56
Figura 21. Toma de datos en campo de zona nueve de la ciudad de Guatemala.....	71
Figura 22. Medición del diámetro a la altura del pecho en especie <i>Michelia champaca</i> en la 3ª avenida del la zona nueve.....	71
Figura 23. Medición de alturas de la especie <i>Michelia champaca</i> en la 2ª avenida de la zona nueve.....	72
Figura 24. Capacitación en la medición de árboles para la cuadrilla de apoyo de la alcaldía auxiliar de la zona nueve. Especie <i>Ficus benjamina</i> en la 6ª avenida.	72
Figura 25. Raíces del <i>Ficus benjamina</i> provocando levantamiento de pavimento de banqueta en la 3ª calle de la zona nueve.....	73
Figura 26. Capacitación de parte del INAB de mediciones correctas en los árboles.....	73

PROPUESTA DE MANEJO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN LA ZONA NUEVE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

RESUMEN

La presente práctica profesional tuvo como objetivo principal la propuesta de manejo de la cobertura arbórea en la zona nueve de la ciudad de Guatemala. Por medio de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala. Este trabajo se basó en las fases de la realización de un censo forestal urbano de zona nueve, la fase de determinación del estado fitosanitario y físico del arbolado y la fase de la propuesta de manejo final; por otra parte se apoyó en actividades de capacitación y educación por parte de la Municipalidad. Se identificaron a 1,149 árboles con 37 especies diferentes, de las cuales la *Michelia champaca*, es la más dominante en toda la zona. Con respecto al estado fitosanitario, se identificó al 95% con un desarrollo sano y el otro 5% presentan síntomas de enfermedades por plagas, hongos y plantas parásitas, otros con estado decrepito o muerto. En cuanto al estado físico del arbolado, 34% presenta cierta inclinación y el 7% presenta ahuecamientos, el 71% del arbolado tiene conflicto con la intersección de postes de luz y cableado eléctrico y el 75% presenta daños en la infraestructura pública, siendo el mal manejo desde la edad temprana, falta de prevención y los daños antrópicos los principales problemas del mal manejo actual. Se recomienda principalmente el conocer las características botánicas de los árboles que se vayan a sembrar y los que están sembrados, al igual que tener un control y seguimiento para poder garantizar una mejor estabilidad en el arbolado.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento da a conocer la experiencia obtenida a través de la Práctica Profesional realizada en la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala que es la responsable de contribuir al desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación y que mantenga el equilibrio ecológico del medio ambiente.

Actualmente la unidad de Parques y Áreas verdes de la dirección de Medio Ambiente no cuentan con un plan de manejo e identificación del arbolado urbano por la falta de técnicas y directrices que no les permite tomar decisiones, generando daños en la cobertura arbórea y en la infraestructura vial. Por esta razón es esencial poder contar con un manejo forestal que sea adecuado para cada zona, el censo forestal urbano permite recolectar información relevante, como la identificación, ubicación, estado fitosanitario y físico, daños causados de la cobertura arbórea en un lugar, para poder aplicar la silvicultura urbana donde se desarrolla un sistema de ordenación múltiple para la vegetación, teniendo en cuenta las actividades sociales, económicas y fisiológicas en la ciudad (FAO, 2004).

La zona nueve tiene un área de 2.42 km² y es una de las zonas con mayor urbanización de la ciudad capital ya que se encuentran la mayoría de comercios importantes, como bancos, empresas, instituciones públicas, entre otros. La práctica profesional se enfocó en la realización de una propuesta de manejo a través de un censo forestal urbano en la zona nueve, donde se identificaron características fitosanitarias y morfológicas del arbolado ubicado en banquetas y camellones centrales públicos.

Durante la práctica profesional se realizaron monitoreos en campo donde se encontraron 4,149 árboles con 37 especies diferentes total de árboles, la mayoría con estado fitosanitario sano, en cuanto al estado físico, la mayoría presenta daños en infraestructura. Esto promueve a la institución a tener control y mejor conocimiento para brindar un buen manejo, previniendo daños en cuanto al desarrollo óptimo de los árboles en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

2. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Urbanización en Guatemala

Año con año la ciudad de Guatemala se extiende, siendo tal el crecimiento que del total de la población del país, el 25% se localiza en el municipio de Guatemala, conocido comúnmente como la ciudad capital. Esta se localiza en un valle en el sur central del país, según el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala la población alcanza un aproximado de 970 mil habitantes para el 2010, por lo cual la convierte en la ciudad con la aglomeración urbana más poblada de América Central. Es en la capital de la república de Guatemala donde hay gran influencia sobre todo el país ya que se han ido concentrando la mayoría de servicios y sedes locales, debido a esto la expansión de la ciudad incrementa significativamente (Morataya, 2011).

La ciudad de Guatemala se conforma con 22 zonas, siendo las zonas: 6,17 y 18 las más pobladas con un 32% de la población capitalina y las zonas: 4, 9 y 10 las menos pobladas con un 1.7% de la población, sin embargo en las zonas 9 y 10 se encuentran las principales vías que conectan la ciudad, como la Avenida Reforma, por lo que son unas de las zonas más transitadas y urbanizadas debido a que es ahí donde la mayoría de empresas y servicios se encuentran (Morataya, 2011). Actualmente las zonas más concentradas y aglomeradas son en las que se observan daños en la infraestructura vial, debido a la falta de ordenamiento de los espacios disponibles, planes de manejo y diseño del arbolado en vías públicas, esto ha generado una mala percepción en la infraestructura vial, diseño de espacios para el arbolado, obstrucción de paso peatonal, entre otros daños en las vías principales.

La ciudad capital de Guatemala es reconocida debido a la variedad de especies de árboles que poseen las distintas zonas que la componen. La Municipalidad junto con otras entidades, como lo es FUNDAECO, han trabajado por dar mantenimiento y control en parques dentro de la ciudad y áreas verdes que componen el “cinturón ecológico metropolitano” para poder conservar y administrar de mejor manera los recursos naturales, teniendo así, un mejor paisaje y jardinería dentro del área urbana.

2.1.2 Impactos del crecimiento urbano

Actualmente el crecimiento descontrolado de las ciudades ha presentado diversos impactos sobre el desarrollo urbano, siendo enormes retos para poder satisfacer la demanda en infraestructura y servicios a la población. Las altas aglomeraciones en las ciudades pueden causar daños tanto en los recursos naturales, como en la salud y calidad de vida humana.

Algunos de los impactos causados por el crecimiento urbano son:

- La impermeabilización del suelo crece debido al abuso de construcciones, mal manejo de espacios, lo que hace que el suelo pierda la capacidad de filtrar agua y aire.
- La generación de gases de efecto invernadero, como el (CO₂) dióxido de carbono, debido a la constante demanda de energía para la movilidad y funcionamiento dentro del área urbana.
- La demanda de servicios, como el agua, no llega a abastecer a toda la población urbana debido al incremento descontrolado y a un mal manejo del recurso.
- La generación de desechos sólidos, es uno de los problemas que se puede ver diariamente, debido a la falta de manejo, control y educación, causando malestar y mala calidad de vida en la población urbana.

En la mayoría de ciudades, los espacios se encuentran invadidos de cables, drenajes, construcciones, publicidad, calles, tránsito vehicular, entre muchas cosas más que día con día continúan creciendo descontroladamente sin tener un orden correspondiente. En las zonas urbanas, los árboles sembrados se encuentran en una presión continua, lo que puede llegar a dañar el crecimiento y causar enfermedades y muertes de este recurso natural (Escobedo, et al., 2004).

Algunos de los problemas causantes del daño de la cobertura arbórea en ciudades se dan por la poca accesibilidad de agua para riego, defectos en el pavimento, aceras y diseño de drenajes, el poco espacio en banquetas para el buen desarrollo de raíces, la contaminación constante del suelo, disminuyendo la materia orgánica de este, las talas

y podas innecesarias, entre otros problemas más. (Escobedo, et al., 2004). Estos se presentan, la mayoría de veces, por falta de información y de conocimiento acerca de las especies de árboles y de su estado actual, lo que han dejado que poco a poco se presenten daños tanto en la infraestructura vial, como en la cobertura arbórea dentro de las ciudades.

2.1.3 Beneficios de la cobertura arbórea urbana

La constante presión del crecimiento urbano ha hecho que se dé un aumento de contaminantes, lo que afecta directamente a la salud humana como al medio ambiente. Por esta razón, la cobertura arbórea es un elemento fundamental y la base para lograr un equilibrio dentro de una ciudad, este brinda distintos beneficios ambientales, estéticos, paisajísticos, recreativos, sociales y económicos, los cuales pueden ser aprovechados de diferentes maneras por la población (Alvarado, Guajardo y Devia, 2014).

Entre los beneficios que presenta la cobertura arbórea están:

Beneficio ambiental: los arboles tienen la capacidad de reducir significativamente la contaminación de alrededor y de absorber contaminantes como el dióxido de carbono que se emite constantemente ya sea por la circulación de vehículos, respiración de los seres humanos y otras actividades cotidianas. Los árboles y arbustos pequeños pueden remover partículas suspendidas como la arena, polvo entre otros, lo que en lugares muy transitados se puede encontrar en abundancia (Alvarado, Guajardo y Devia, 2014).

A través de la transpiración y evapotranspiración, los árboles son capaces de brindar humedad lo que ayuda a que el aire se encuentre limpio, el clima también puede ser regulado mediante el control de la radiación solar de acuerdo a las características de cada especie como el follaje, tipo de hoja y tronco (Rodríguez, Rivera y Roman, 2010).

Barreras de protección: los arboles brindan protección contra vientos, por obstrucción, conducción, desviación y filtración. Estos ubicados correctamente pueden reducir la velocidad del viento creando áreas protegidas (Rodríguez, Rivera y Roman, 2010).

Control de erosión: dependiendo de las características de raíces y tallo de distintas especies, estas pueden llegar a estabilizar el suelo previniendo que se desborde o se dañe, al igual que mantienen la naturaleza del suelo (Rodríguez, Rivera y Roman, 2010).

Protección de cuerpos de agua: la cobertura arbórea al relacionarse con cuerpos de agua pueden llegar a regular el ciclo hídrico dependiendo de la ubicación y cantidad de árboles sembrados. Esta función es de gran importancia ya que en la mayoría de ciudades las zonas de captación de agua tienden a estar cerca de los suburbios o en las áreas de crecimiento urbano, por lo tanto proteger estas zonas con cobertura arbórea es fundamental para conservar la captación hídrica de la zona (Rodríguez, Rivera y Roman, 2010).

Belleza escénica: la cobertura arbórea hacen mucho más funcional la arquitectura urbana, dando un paisaje diferente y acogedor creando ambientes relajados y tranquilos. Reducen la contaminación visual, como la publicidad y sistema de alambrado dentro de las ciudades. Un arbolado bien manejado y distribuido siempre será parte de la belleza escénica del lugar, logrando satisfacción y tranquilidad en la población (Tovar, 2007).

Recreación: los árboles pueden ser parte de la recreación, en la ciudad de Guatemala lugares como Parque Ecológico Cayalá, siendo parte del cinturón verde metropolitano, llevan a la población a relajarse y pasar tiempo en familia y amigos dentro de la ciudad.

Valor de la propiedad: los arboles también son valorados económicamente, representando un aumento económico ya que estos aportan servicios o funciones interesadas por los compradores (Tovar, 2007).

Hábitat de especies: cabe resaltar la importancia que tienen los arboles al ser hábitat y nichos de distintas especies de aves y otros animales. En el caso del Parque Ecológico Cayalá se considera importante para las especies de aves migratorias. Los cinturones verdes pueden convertirse en áreas urbanas fundamentales para el mantenimiento de la diversidad biológica dentro de las ciudades (Tovar, 2007).

Dentro de los beneficios que puede presentar la cobertura arbórea dentro de una ciudad, es de gran importancia identificar y analizar las características por especie encontrada, ya que con estas se podrá brindar mejor información para llevar a cabo un plan de manejo forestal. Para esto, la utilización de un inventario forestal como instrumento es esencial para lograr tener un buen manejo de este recurso natural.

2.1.4 Manejo forestal urbano

El manejo forestal es un instrumento en el cual se realizan procesos de planificación forestal basada en características y el potencial forestal del área a estudiar con el fin de obtener el equilibrio y sustentabilidad ecológica, por lo tanto el manejo forestal urbano se enfoca en las características del arbolado urbano previamente recolectadas a través de un inventario y/o censo forestal (FAO, 2004). En el manejo forestal, las principales características a determinar son:

Poda forestal urbana de copa y raíces: es importante saber si el árbol ha sido podado con anterioridad, ya que un buen manejo de la poda reducen riesgos de caída de ramas, mejoran iluminación en calles, mejora la visibilidad en el tránsito, disminuyen los daños a propiedades (Figura 1) (FCA, 2013).



Figura 1. Ejemplos de árboles sin intervención de podas, poda moderada y severa. (FCA, 2013).

Otro elemento importante a tomar en cuenta es la poda de raíces, ya que reducen los daños a la infraestructura vial, entre otros beneficios.

- Extracciones y reemplazos: estas se recomiendan cuando el árbol está muerto, lo que puede dañar a la propiedad e infraestructura (FCA, 2013).
- Interferencia de la copa con cableado: esta puede estar por encima del cableado, interfiriendo directamente o sin interferencias debido al manejo de la poda (FCA, 2013).
- Parámetros urbanísticos: se detallan datos como: la distancia de la vereda o banqueta, distancia entre troncos y bordes, caracterización de las banquetas y camellones centrales (FCA, 2013).

El manejo forestal se trata de darle un uso responsable a la cobertura arbórea, las actividades y prácticas para llevar al rendimiento sostenible de este recurso natural, la reposición del mejoramiento cualitativo y cuantitativo de los recursos con el fin de mantener el equilibrio (FAO, 2004).

La definición de silvicultura urbana se complementa con el manejo forestal urbano, ya que esta rama se enfoca en el cultivo y en la ordenación del mismo en áreas urbanas, esperando el mejor aprovechamiento y potencial de los beneficios que la cobertura arbórea puede aportar a la población urbana. La silvicultura urbana desarrolla un sistema de ordenación múltiple para la vegetación, teniendo en cuenta las actividades sociales, económicas y fisiológicas (Rivas, 2004).

2.1.5 Censo forestal urbano

A partir de los numerosos beneficios encontrados en la cobertura arbórea dentro de una ciudad es importante resaltar que el tener un buen manejo de la misma permitirá conseguir estos y más beneficios dentro de un área determinada.

El censo forestal es un instrumento donde se puede recolectar información relevante acerca de los árboles urbanos, con el fin de determinar el estado actual de las especies arbóreas, se recolecta información como lo es la cuantificación de todos los árboles en un sitio, ubicación, especies dominantes, estado físico y sanitario de cada árbol, la distribución del espacio, conflicto con la infraestructura, cuales presentan riesgo de caída o muerte al igual que las zonas de menor densidad de árboles y espacios potenciales para sembrar (Godoy, 2014).

Adicionalmente, el censo brinda la posibilidad de realizar análisis comparativos, conocer el comportamiento de las enfermedades y crecimiento e identificar a los árboles con más valor histórico y cultural de la ciudad. (Godoy, 2014).

2.1.6 Parámetros y variables forestales

Para poder realizar un análisis completo del arbolado, es necesario tener en cuenta los tipos de parámetros y variables a evaluar en un inventario forestal, según (Castillo y Pastrana, 2015) los análisis de tipo cuantitativo se utilizan donde hay mediciones y estadísticas con datos estructurados, en este caso, datos de mediciones y porcentajes de alturas, mediciones de diámetros del fuste, la numeración de los árboles y especies encontradas, entre otros. Por otro lado los análisis de tipo cualitativo son aquellos que se basan en la calidad, comparación de rasgos, especies, género, entre otros aspectos. En este caso se recolecta información cualitativa sobre el fuste, ramas y hojas (aparición, color, presencia de ahuecamientos, daños mecánicos, o evidencia de insectos, plagas u hongos), fitosanidad (si es sano, presenta vigorosidad, sin daños en su porte y morfología por insectos, plagas o actividades humanas; si es decrepito, presenta alto porcentaje de ramas muertas y fuste y ramas huecas y secas; si es enfermo, presenta signos como hojas con manchas, fuste hueco, raíces podridas, y otros signos causados por patologías, traumatismos entre otros; si esta muerto presenta el fuste y ramas totalmente secas) (Castillo y Pastrana, 2015). La totalidad de la información se utiliza para poder planificar, diseñar y aplicar nuevas propuestas y estrategias para que el fin sea la utilización sostenible y la conservación de los recursos forestales (FAO, 2004)

2.1.7 Sanidad forestal

La sanidad forestal es un sistema de mantenimiento adecuado en cultivos forestales a fin de conservar un equilibrio en la vida de los mismos ante los sucesos que ponen en riesgo la supervivencia de los bosques, como las plagas y contaminantes (FAO, 2004).

Los árboles dentro de las ciudades son impactados por contaminantes externos, estos han provocado que haya un desequilibrio en la salud de estos recursos naturales. Debido a esto existen efectos directos o físicos al igual que efectos indirectos ya que no se pueden percibir fácilmente, estos se manifiestan en su debilitamiento como las

plagas de ciertos insectos y enfermedades que llevan a la muerte al arbolado ya sea en un plazo largo o en uno más corto (Muñoz, et al., 2007).

Para poder mantener la sanidad forestal adecuada, las características cualitativas del fuste son parámetros importantes a tomar en cuenta. Las principales características son:

La verticalidad: cuando el árbol se encuentra inclinado, indica que ha sufrido daños o este se encuentra creciendo sin el espacio suficiente para desarrollarse esta derecho o inclinado.

Ahuecamiento: indica si hay presencia de hongos lo que provoca la desintegración de partes del fuste y pudrición, o bien, por daños mecánicos. Como se observa en la (Figura 2) (FCA, 2013).



Figura 2. Ahuecamiento de árbol mayor al 50%. (FCA,2013).

Daños mecánicos y naturales en tronco y raíces: los daños naturales corresponden a los ocasionados por fenómenos naturales como una tormenta que pueden dañar al árbol; esto depende mucho en las características de cada especie, algunas tienden a tener irregularidades en su crecimiento. En cambio los daños mecánicos (roturas, huellas, marcas, cortes) (Figura 3) pueden darse por podas excesivas, choques de vehículos, vandalismo, entre otros. (Castillo, 2010).



Figura 3. Presencia de daños mecánicos. (Castillo, 2010).

Es importante el conocer sobre la sanidad forestal, el informarse sobre los síntomas directos que pueden llegar a producir distintos contaminantes para optar medidas preventivas a implementarse lo antes posible, y con esto poder completar el plan de manejo forestal urbano. (Muñoz, et al., 2007).

La diferencia entre los signos y síntomas que presentan distintas enfermedades y plagas en los árboles. Los síntomas son efectos aparentes del daño o enfermedad del árbol (clorosis, marchitez, quemaduras) y los signos son indicadores directos del agente causal del problema (excrementos, agujeros, larvas de distintos insectos). (Rivas, 2014).

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA

La práctica profesional se realizó en la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala. Su función principal es el de realizar y administrar los servicios que una ciudad o un pueblo necesita; como lo es la planificación, control y evaluación del desarrollo y del crecimiento en el territorio, prestando especial atención a los aspectos sociales para contribuir a la mejora de la calidad de vida en la población. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Las prácticas profesionales se realizaron a cabo en la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala, ubicada en la zona 1 de la ciudad capital, a 14°37'40" de latitud y -90°30'54" de longitud a una altura de 1,498 msnm. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

La Municipalidad de Guatemala cuenta con una gerencia municipal en la cual se establecen varias direcciones; una de ellas es la Dirección de Medio Ambiente, donde se estuvo realizando las prácticas.

La Dirección de Medio Ambiente tiene como finalidad el contribuir al desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación y que mantenga el equilibrio ecológico del medio ambiente. (Municipalidad de Guatemala, 2017). Este se divide en varias unidades (Figura 4.) las cuales son:

Unidad Administrativa: es la encargada de verificar los sueldos para la dirección y de administrar los recursos financieros, para que las demás unidades puedan llevar a cabo la planificación correspondiente. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

Unidad de Compras: es la encargada de adquirir y contabilizar los recursos necesarios para que las demás unidades puedan llevar a cabo su planificación en un año. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

Unidad de Gestión Ambiental: tiene a su cargo dos áreas, el área técnica, que es la encargada de velar y de realizar visitas cuando hay denuncias ambientales para verificar que se haga el proceso respectivo; y el área de investigación, donde se realizar investigaciones para futuros proyectos en donde se conserven los recursos naturales de la ciudad. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

Unidad de Planificación: la cual está encargada de diseñar y planificar los proyectos que se harán a futuro como las restauraciones, parques, entre otros. conformado por un grupo de arquitectos y diseñadores. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

Unidad de Fuentes y Monumentos: es la encargada de restaurar y de diseñar nuevos monumentos como patrimonio de la ciudad. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

Unidad de Parques y Áreas verdes: tienen a su cargo el reforestar y jardinizar espacios correspondientes en la ciudad capital

Unidad de Educación Ambiental: es la encargada de lograr la concientización ambiental mediante proyectos educativos en escuelas y colegios.

Unidad de Reciclaje: tienen a su cargo el manejo y el control de los desechos sólidos en la ciudad capital, propiciando a proyectos de reciclaje. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

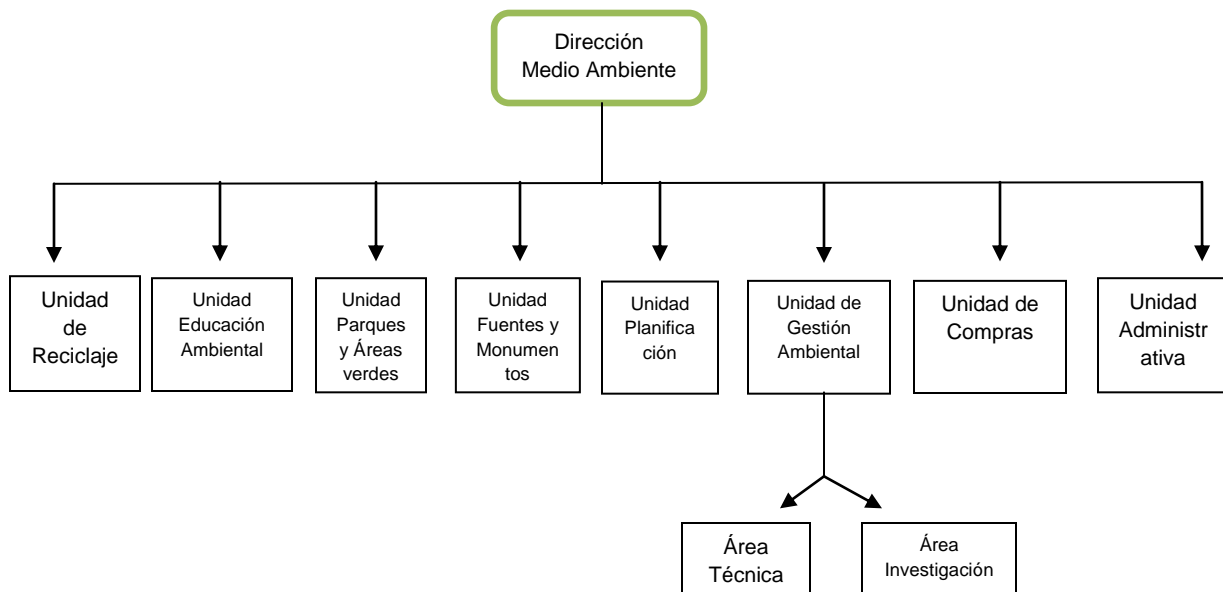


Figura 4. Organigrama de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

3.2 NECESIDAD EMPRESARIAL Y EJE DE SISTEMATIZACIÓN

Actualmente en La Municipalidad por falta de un plan de manejo, técnicas y directrices para la ciudad capital, han generado gran impacto no solo al entorno natural sino también en la salud y la calidad de vida de la población, esto es notable en zonas aglomeradas como lo son las zonas 9 y 10.

Las prácticas consistieron en realizar una caracterización del estado actual de la cobertura arbórea en banquetas y camellones centrales dentro del área de zona nueve de la ciudad, para poder realizar una propuesta de manejo y prevenir daños al recurso natural e infraestructura. La zona nueve tiene un área total de 2.42 km² ocupando el 1.06% en la ciudad capital. El área abarcará desde la intersección de la avenida “La Reforma” y boulevard “Tecún Umán” a la altura del Obelisco de “Los Próceres de la Independencia” hacia el poniente hasta la antigua avenida “La Castellana” la cual se seguirá hacia el norte y luego la vía férrea hasta su intersección con la antigua 1ra Calle del Tívoli, la cual alcanza en el oriente la avenida “La Reforma”. En esta zona se encuentran algunos de los monumentos principales en la ciudad como el de “Miguel Ángel Asturias”, “La Independencia”, “Plaza España”, “Fuente Carlos III”, entre otros monumentos que son parte del patrimonio de la ciudad de Guatemala. (Municipalidad de Guatemala, 2017).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de manejo para la cobertura arbórea de la zona nueve que se encuentra bajo la responsabilidad de la Municipalidad de la ciudad de Guatemala.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una caracterización del estado actual de la cobertura arbórea por medio de un censo forestal en área urbana de la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Analizar cualitativamente las condiciones morfológicas y el estado fitosanitario de los árboles de la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

5. PLAN DE TRABAJO

5.1 PROGRAMA DESARROLLADO

La práctica se desarrollo en cuatro etapas, en la primera se desarrollo la planificación y capacitaciones con apoyo del INAB para la realización del censo forestal urbano, en la siguiente etapa se determino cualitativamente el estado sanitario del arbolado con ayuda del censo forestal, luego se enfatizó en la elaboración de recomendaciones para la propuesta de manejo según los resultados obtenidos en el censo, por último se apoyaron en distintas actividades como: capacitaciones para hacer el censo en otras zonas de la ciudad y el apoyo en el rally para la educación ambiental. Las actividades que se desarrollaron fueron:

5.1.1 Fase de realización del censo forestal urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala

Durante las primeras semanas se realizó una planificación inicial, en esta etapa fue necesario obtener la mayor cantidad de información sobre el área para tener como base para el proyecto de la propuesta de manejo forestal. La información necesaria fue la siguiente: la zona de vida donde se encuentran los árboles, tipo de suelo, topografía, características del área, manejo actual, entre otros. Con esto, se planificó los días de visita al área, para luego delimitar y sondear el área con apoyo de un equipo de la Municipalidad capitalina durante esta fase se tuvieron capacitaciones de parte del INAB para conocer el manejo del equipo y procesos para realizar un adecuado censo forestal. Entre el material y equipo que se utilizó esta:

- Receptor GPS
- Cinta diamétrica
- Regla de Chirsten para la medición de alturas
- Teléfono móvil y radios
- Cámara fotográfica
- Mapa de la zona
- Tableros de apoyo para tomar notas
- Boleta para la recolección de datos en campo.
- Lista de flora y especies (nombres más comunes y científicos)

Seguidamente se tomaron los datos en campo, siguiendo un orden previamente establecido de acuerdo a los árboles encontrados en camellones centrales y banquetas en calles y avenidas de la zona nueve. El censo forestal urbano se llevó a cabo con las siguientes mediciones:

- Mediciones de dasometría: se utilizó la ubicación con GPS y coordenada de cada árbol, para cada árbol se identificó la especie botánica y nombre científico, la altura utilizando la regla de Christen graduada, el diámetro a la altura del pecho, tipo de copa y distancias entre árboles utilizando una cinta diamétrica, y sitios sin arbolado.
- Mediciones morfológicas y fitosanitarias cualitativas: se identificaron las principales características de un árbol físicamente, como la observación del fuste (inclinación, ahuecamientos, daños mecánicos, presencia de insectos), ramas (intersecciones con cableado y luminaria, podas realizadas), hojas (aparición, color, forma, presencia de insectos) y raíces (aparición, conflictos con la infraestructura y podas) y caracterización urbanística.

Con los datos recopilados se procedió a su análisis, para esto se utilizó el programa de ArcGis, este es un sistema que permite recopilar, organizar, administrar y analizar información geográfica (SIG) con el fin de utilizar los recursos más eficientemente, ejecutar operaciones de forma más eficaz, y de obtener un análisis espacial con los datos obtenidos (ArcGis Resources, 2015), luego se utilizó de estadística descriptiva y datos referenciales cualitativos y cuantitativos con la información recolectada de las especies encontradas.

5.1.2 Fase de determinación cualitativa del estado sanitario de los árboles en la zona nueve de la ciudad de Guatemala

Para llevar a cabo el análisis del estado sanitario y las condiciones morfológicas del arbolado, se basó en parámetros cualitativos mediante observaciones en campo, tomando en cuenta la comparación y búsqueda de información adicional sobre las enfermedades más comunes en los árboles y sus características físicas y la consulta y experiencia de expertos. Para lo cual se asistió a capacitaciones por parte del INAB, vivero municipal forestal “Ojo de agua” y de la unidad de parques y áreas verdes de la

municipalidad para conocer de mejor manera la identificación de enfermedades, la calidad de los árboles. Luego se tomaron los datos y observaciones en campo, aquí se observó la apariencia física del fuste (vigorosidad, daños mecánicos, presencia de insectos, hongos), hojas (anormalidades, color, forma, presencia de insectos), ramas (podas, intersecciones con cables y luminarias), raíces (apariencia, presencia de insectos, hongos, podas, daño a infraestructura) y copa (sombra, apariencia, densidad) de cada árbol para determinar el estado fitosanitario de los individuos que conforman la cobertura arbórea en la zona nueve. Con los datos y observaciones obtenidos de la fase anterior se procedió al análisis respectivo.

5.1.3 Fase para la realización de la propuesta de manejo para la cobertura arbórea de la zona nueve de la ciudad de Guatemala

Para esta fase, fue de gran importancia la revisión bibliográfica acerca de las especies encontradas así como de otros censos y planes de manejo forestales urbanos para poder comparar y determinar la base para la realización de la propuesta del plan de manejo forestal. Con esto se realizaron fichas técnicas con las características botánicas de cada especie encontrada en el censo. Se realizó el análisis mediante los datos obtenidos del censo forestal urbano y del estado sanitario actual de los árboles de la zona nueve de la ciudad, con esto se analizó e interpretó la información provista por el censo realizado, se establecieron necesidades de intervención para luego prioridades dentro de las necesidades de intervención, para así poder planificar el manejo adecuado en la zona de estudio.

Conociendo el contexto, el estado actual de los árboles y la capacidad real, se determinaron parámetros para la prescripción del manejo, como lo es: el espacio de los árboles ubicados en las banquetas y camellones centrales, la protección contra enfermedades de los mismos, diseño correcto para el manejo y ubicación, especies recomendadas según sus características, la extracción de árboles en riesgo de caer, entre otras recomendaciones finales.

5.1.4 Apoyo en actividades

Se apoyó con actividades de capacitaciones a otros practicantes universitarios que continúan realizando censos forestales en otras zonas urbanas, se capacitó en temas

como la realización de un censo forestal y la identificación de especies forestales. También se apoyó en un rally escolar para la educación ambiental compartiendo el tema de los desastres naturales y sus consecuencias en el medio ambiente.

5.2 INDICADORES DE RESULTADO

- Informe y procesos del censo forestal urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala con sus respectivas características. Área cubierta por el censo.
- Registro sobre las condiciones morfológicas y el estado sanitario cualitativo de los árboles en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.
- Se realizaron 37 fichas técnicas sobre las características de las especies botánicas encontradas en el censo forestal urbano.
- Recomendaciones finales para el manejo de la cobertura arbórea de la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CENSO FORESTAL URBANO

En la zona nueve de la ciudad de Guatemala, en el cual se realizó el censo del arbolado urbano, fueron censados en total 4,149 individuos con 37 especies diferentes, predominando *Michelia champaca* L. (Magnolia) con 545 ejemplares. Predominan las especies *Tabebuia rosea* B. (Matilisguate) con 482 árboles, *Olmediella beschleriana* (Matasano) con 450 árboles, *Jacaranda mimosifolia* D. (Jacaranda) con 429 árboles, *Ligustrum lucidum* L. (Trueno) con 407 árboles, *Cupressus lusitánica* L. (Ciprés común) con 348 árboles y *Salix babylonica* (Sauce llorón) con 205 árboles. Como se observa en la figura 4.

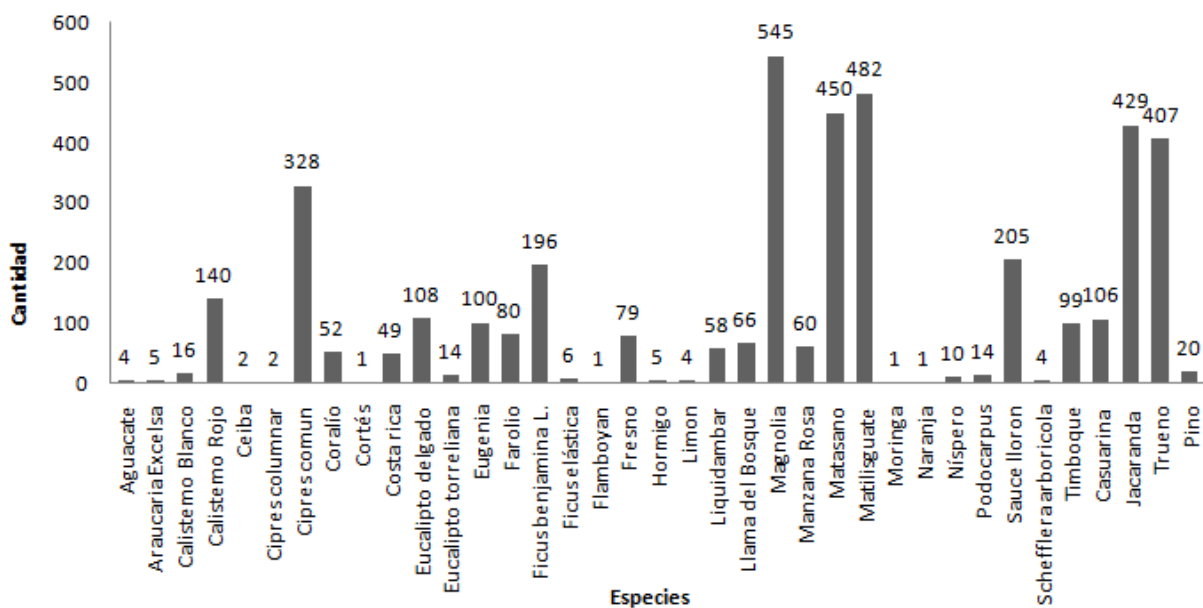


Figura 5. Especies encontradas en el censo del arbolado urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Censo forestal urbano de zona nueve de la ciudad de Guatemala

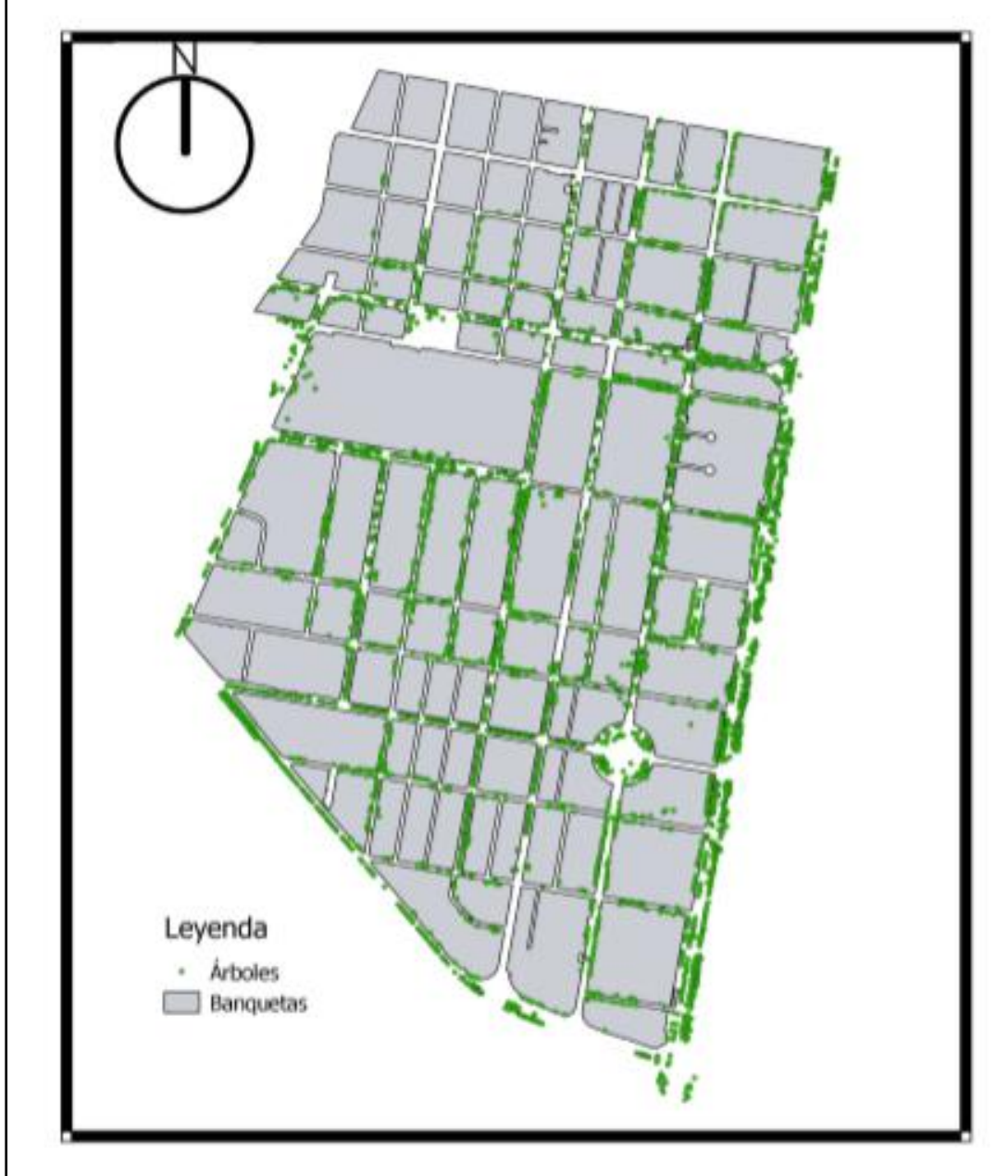


Figura 6. Mapa del censo forestal urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

6.1.1 Especies identificadas

Cuadro 1. Nombres científicos de especies encontradas en el censo forestal urbano.

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Aguacate	<i>Persea americana</i>
2	Araucaria Excelsa	<i>Araucaria excelsa</i> L.
3	Calistemo Blanco	<i>Melaleuca quinquenervia</i>
4	Calistemo Rojo	<i>Callistemon citrinus</i>
5	Casuarina Equisetifolia	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
6	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> sp
7	Cipres columnar	<i>Cupressus sempervirens</i>
8	Cipres común	<i>Cupressus lusitánica</i> L.
9	Coralío	<i>Citharexylum donnell-smithii</i>
10	Cortés	<i>Tabebuia ochracea</i>
11	Costa rica	<i>Bahuinia purpurea</i> L.
12	Eucalipto delgado	<i>Eucalyptus camadulensis</i>
13	Eucalipto torrelliana	<i>Eucalyptus torrelliana</i>
14	Eugenia	<i>Eugenia cumini</i>
15	Farolio	<i>Koelreuteria formosana</i> Laxm
16	Ficus benjamina L.	<i>Ficus benjamina</i> L.
17	Ficus elástica	<i>Ficus elástica</i>
18	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>
19	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>
20	Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>
21	Jacaranda mimosifolia	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.
22	Limón	<i>Citrus limonum</i>
23	Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.
24	Llama del Bosque	<i>Spathodea campanulata</i>
25	Magnolia	<i>Michelia champaca</i> L.
26	Manzana Rosa	<i>Syzygium jambos</i> L.
27	Matasano	<i>Olmediella betschleriana</i>
28	Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i> B.
29	Moringa	<i>Moringa oleífera</i>
30	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
31	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>
32	Podocarpus	<i>Podocarpus guatemalensis</i>
33	Sauce Ilorón	<i>Taxodium mucronatum</i> T.
34	Schefflera	<i>Schefflera arboricola</i>
35	Timboque	<i>Tecoma stans</i>
36	Trueno, Ligustrum lucidum	<i>Ligustrum lucidum</i> L.
37	Pino	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede.

Como se observa en el Cuadro 1, en el área censada se identificaron 37 especies diferentes, conformadas por:

- *Araucaria excelsa* L. (Araucaria) proveniente de la familia Araucariaceae, este árbol puede llegar a los 60 metros de altura, su porte es piramidal y su follaje está formado por hojas en forma de escamas, se requiere de temperaturas templadas y suelo fértil (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 5 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 41.5 cm y una altura promedio de 21.8 metros. La mayoría de estos se encontraban en camellones centrales, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que todos los individuos cuentan con un estado fitosanitario sano, con morfología del tronco recto, sin ahuecamientos, presentando daños leves en la infraestructura en el área de banquetas por raíces.
- *Bahuinia purpurea* L. (Costa rica) proveniente de la familia Fabaceae, puede llegar a medir hasta 9 metros de altura, posee un tronco irregular, resquebrajada, hojas alternas acorazonadas (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se requiere de temperatura ya sea templado o cálido, puede desarrollarse en suelos variados. Se encontraron 49 árboles con un diámetro promedio de 37.7 y una altura promedio de 6.1 metros, presentando daños leves en banquetas y camellones centrales por raíces. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que 46 árboles cuentan con un estado fitosanitario sano, 2 en estado decrébito y 1 individuo muerto.
- *Callistemon citrinus* (Calistemo rojo) proveniente de la familia Myrtaceae, su tronco es leñoso, muy resistente, sus flores nacen en espigas violáceas; se requiere de suelos fértiles y soporta temperaturas bajas y altas (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 140 árboles con un diámetro promedio de 25.6 cm y una altura promedio de 4.9 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de los árboles de esta especie, 138 árboles cuentan con un estado fitosanitario sano y 2 en estado decrébito. La mayoría de estos se encontraba en banquetas, presentando un daño leve en la infraestructura.

- *Casuarina equisetifolia* L. (Casuarina) proveniente de la familia Casuarinaceae, este puede llegar a medir los 30 metros de altura, tronco ramificado y el tronco es de corteza rugosa; se requiere de temperaturas templadas o cálidas y suelos alcalinos para su óptimo desarrollo (Anzueto y Gil, 2007).) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 106 árboles con un diámetro promedio de 42.2 cm y una altura promedio de 11.8 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 99 cuentan con un estado fitosanitario sano y 7 en estado decrepito. La mayoría de estos se encuentran en banquetas, presentando un daño leve y severa en infraestructura por raíces.
- *Ceiba pentandra* sp (Ceiba) pertenece a la familia Bombaceae, este árbol puede llegar a alcanzar los 70 metros de altura, tronco grueso y sólido, la copa puede llegar a medir 40 metros de extensión, hojas alternas; se requiere de temperaturas templadas o cálidas, puede desarrollarse bien en suelos con variedad de condiciones (Anzueto y Gil, 2007.) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 2 árboles con un diámetro promedio de 179.3 cm y una altura promedio de 18.5 metros. Se observan tanto en camellón central como en banqueta, presentando daños severos en la infraestructura por raíces. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó a todos en un estado fitosanitario sano, con morfología del tronco recto y sin ahuecamientos.
- *Citharexylum donnell-smithii* (Coralío) proveniente de la familia Verbenaceae, este árbol puede llegar a medir 15 metros de altura, las flores se encuentran en racimos, se requiere de poca humedad y sombra para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 52 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 31.1 cm y una altura promedio de 7.3 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 48 cuentan con un estado fitosanitario sano y 4 enfermos, presentando daños leves en la infraestructura por raíces.
- *Citrus limonum* (Limón) proveniente de la familia Rutaceae, esta especie es pequeña, alcanza los 6 metros de altura, ramas duras con espinas, hojas verdes unifoliadas, fruto verde jugoso. Se requiere de climas templados o fríos y suelos permeables para su desarrollo (ANACAFE, 2004) (Anexo II. Fichas técnicas de

especies). Se encontraron 4 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 16.7 cm y una altura promedio de 4.3 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que todos los árboles de esta especie cuentan con un estado fitosanitario sano, presentando daños leves en banquetas por raíces.

- *Citrus sinensis* (Naranja) proveniente de la familia Rutaceae, este árbol puede llegar a medir hasta los 10 metros de altura, corteza lisa, copa redondeada, hojas simples, fruto globoso de 6 a 9 cm. Se requiere de suelos fértiles bien drenados y climas templados para su desarrollo (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontró 1 árbol de esta especie con un diámetro de 5.5 cm y una altura de 5 metros, no presentando daño alguno en banqueta. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó con un estado fitosanitario sano, con morfología del tronco recto y sin ahuecamientos.
- *Cupressus lusitánica* L. (Ciprés común) proveniente de la familia Cupressaceae, estos árboles pueden alcanzar los 40 metros de altura, el follaje es denso; se requiere de temperaturas templadas o frías y de suelos permeables (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). De esta especie se encontraron 328 árboles con un diámetro promedio de 39.2 cm y una altura promedio de 10 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 320 árboles cuentan con un estado fitosanitario sano y 8 en estado decrepito. La mayoría se encontraban en camellón central, presentando daños leves en la infraestructura por raíces.
- *Cupressus sempervirens* (Ciprés columnar) proveniente de la familia Cupressaceae, estos árboles pueden alcanzar los 40 metros de altura, las hojas se presentan en forma de ramillos forman un follaje denso en forma columnar; se requiere de temperaturas ya sean cálidos o fríos y suelos compactos (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 2 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 32.5 cm y una altura promedio de 4.7 metros. Se observaron en camellón central, no presentando daño alguno a la infraestructura. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que cuentan con un estado fitosanitario sano, con morfología del tronco recto y sin ahuecamientos.

- *Delonix regia* (Flamboyan) proveniente de la familia Fabaceae, puede llegar a alcanzar una altura de 15 metros, hojas compuestas, se requiere de temperaturas cálidas, crece mejor en pleno sol (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontró solo 1 árbol de esta especie con un diámetro de 68 cm y una altura de 7 metros, presentando daños leves en camellón central por raíces. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó con un estado fitosanitario decrépito, con morfología de tronco levemente inclinado y menos del 50% de ahuecamientos.
- *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Eucalipto delgado) proveniente de la familia Myrtaceae, este árbol puede alcanzar los 60 metros de altura, de tronco grueso con corteza lisa de color blanco, marrón y rojizo, hojas alternas colgantes; se requiere de temperaturas ya sean frías o cálidas y suelos permeables para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 108 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 57.2 cm y una altura promedio de 17.8 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 103 presenta un estado fitosanitario sano, 1 en estado decrépito y 4 muertos; presentando daños leves y severos en la infraestructura, la mayoría en camellones centrales.
- *Eucalyptus torelliana* (Eucalipto torrelliana) proveniente de la familia Myrtaceae, este árbol puede alcanzar los 30 metros de altura, corteza gruesa y escamosa, hojas alternas anchamente ovaladas (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se requiere de temperaturas templadas, riegos abundantes, suelos con buen drenaje y arenosos. Se encontraron 14 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 51.1 cm y una altura promedio de 15.1 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que todos presentan estado fitosanitario sano, se observaron a la mayoría situados en camellones centrales presentando daños leves y severos por raíces.
- *Eugenia cumini* (Eugenia) proveniente de la familia Myrtaceae, este puede llegar a medir hasta 12 metros de altura, tronco grueso con corteza delgada, hojas opuestas, fruto pequeño color morado, se requiere de temperaturas templadas y suelo permeable para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 100 árboles de esta especie con un diámetro promedio

de 25.6 cm y una altura promedio de 6.8 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 86 presentan estado fitosanitario sano, 6 en estado decrébito y 8 muertos, presentado daños leves mayormente en banquetas por raíces.

- *Eriobotrya japonica* (Níspero) proveniente de la familia Rosáceae, este árbol puede alcanzar los 10 metros de altura, hojas alternas verde oscuro, flores fragantes, fruto amarillo, se requiere de clima templado en pleno sol para su buen desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 10 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 13.4 cm y una altura promedio de 4.7 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 9 presentan estado fitosanitario sano y 1 estado decrébito, presentando daños leves por raíces tanto en camellones centrales como en banquetas.
- *Ficus benjamina* L. (Ficus) proveniente de la familia Moraceae, este puede alcanzar los 20 metros de altura, copa ancha frondosa, tronco con corteza gris, raíces expuestas y hojas lanceoladas verdes; se requiere de temperaturas ya sean cálidas o frías y suelo profundo permeable para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 196 árboles con un diámetro promedio de 53 cm y una altura promedio de 9.8 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 195 presentan estado fitosanitario sano y 1 estado decrébito, presentando daños severos por raíces, la mayoría situados en banquetas.
- *Ficus elástica* (Ficus elástica) proveniente de la familia Moraceae, esta especie puede llegar a medir hasta 30 metros, son de raíces invasivas que crecen junto con el tronco, hojas perennes de hasta 30 cm de largo, se requiere de temperaturas ya sean cálidas o templados, suelos profundos y permeables para su desarrollo (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 6 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 127.9 cm y una altura promedio de 16.8 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que los 6 árboles presentan un estado fitosanitario sano, algunos presentando daños severos por raíces en camellones centrales.

- *Fraxinus uhdei* (Fresno) proveniente de la familia Oleaceae, esta especie puede llegar a medir los 20 metros de altura, hojas opuestas, flores en panículas; se requiere de temperaturas templadas, crece mejor en pleno sol (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 79 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 42.8 cm y una altura promedio de 9.6 metros, presentando daños leves por raíces, en su mayoría en camellones centrales. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que 67 árboles presentan un estado fitosanitario sano, 6 en estado decrepito, 5 enfermos y 1 muerto.
- *Jacaranda mimosifolia* D. (Jacaranda) proveniente de la familia Bignoniáceae, árbol frondoso que puede llegar a alcanzar los 20 metros de altura, corteza parecida al corcho, hojas opuestas y pinnadas, flor color morado; se requiere de suelos profundos y fértiles, climas suaves y templados (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 429 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39 cm y una altura promedio de 9.9 metros, presentando daños leves en infraestructura por raíces tanto en camellones centrales como en banquetas. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 398 presentan un estado fitosanitario sano, 24 en estado decrepito y 7 muertos.
- *Koelreuteria formosana* Laxm. (Farolío) proveniente de la familia Leguminosae, este puede llegar a medir hasta 20 metros de altura, tronco único de corteza rugosa, hojas alternas, floración en panículo; se requiere de temperaturas templadas, suelos profundos, en pleno sol para su óptimo desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 80 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 26.7 cm y una altura promedio de 7.3 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 78 presentan un estado fitosanitario sano y 2 en estado decrepito; presentando daños leves por raíces, la mayoría en camellones centrales.
- *Ligustrum lucidum* L. (Trueno) proveniente de la familia Oleaceae, pueden llegar a medir los 15 metros de altura, hojas opuestas color verde, flores blancas y fruto en bayas negras. Se requiere de climas templados y suelos secos o húmedos (Anzueto

y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 407 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39 cm y una altura promedio de 9.9 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 396 presentan un estado fitosanitario sano, 8 en estado decrepito y 3 muertos; presentando daños leves en infraestructura por raíces en su mayoría camellones centrales.

- *Liquidambar styraciflua* L. (Liquidambar) proveniente de la familia Altingiaceae, esta especie puede llegar a medir hasta los 60 metros de altura, es de hoja caduca, tronco grueso; se requiere de climas frescos y suelos profundos para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 58 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39.5 cm y una altura promedio de 9.6 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 57 presentan un estado fitosanitario sano y 1 muerto; presentando daños leves en infraestructura por raíces, en su mayoría ubicados en banquetas.
- *Melaleuca quinquenervia* (Calistemo blanco) proveniente de la familia Myrtaceae, este árbol puede llegar a medir hasta 10 metros de altura, la corteza se desprende en grandes placas corchosas con flor color blanco, se requiere de suelo permeable con bajas o altas temperaturas (Anzueto y Gil, 2007).) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 16 árboles con un diámetro promedio de 28.3 cm y una altura promedio de 6.6 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 15 presentan un estado fitosanitario sano y 1 en estado decrepito. La mayoría se encontraba en banquetas, no presentando daño alguno en infraestructura.
- *Michelia champaca* L. (Magnolia) proveniente de la familia Magnoliaceae, esta especie de árbol puede llegar a medir los 15 a 30 metros de altura, follaje persistente, hojas grandes forman una copa compacta, se requiere de suelo profundo y bien drenado y de climas templados o fríos para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 545 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39.3 cm y una altura promedio de 9.7 metros, mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de

árboles de esta especie, 528 presentan un estado fitosanitario sano, 9 en estado decrepito, 4 enfermos y 4 muertos; presentando daños leves en infraestructura por raíces, en su mayoría ubicados en banquetas.

- *Moringa oleífera* (Moringa) proveniente de la familia Moringaceae, este árbol puede alcanzar hasta los 12 metros de altura, ramas colgantes quebradizas, hojas compuestas, se requiere de climas cálidos y suelo permeable (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontró 1 árbol de esta especie con un diámetro de 34.4 cm y una altura de 7 metros, presentando daños leves en infraestructura por raíces en banqueta. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que presenta un estado fitosanitario sano, con morfología del tronco muy inclinado y sin ahuecamientos.
- *Olmediella betschleriana* (Matasano) proveniente de la familia Flacourtiaceae, este árbol puede llegar a alcanzar los 15 metros de altura, copa ancha, hojas verdes compuestas, fruto de 6 a 10 cm de ancho, se requiere de un clima cálido o templado y suelos profundos para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 450 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39 cm y una altura promedio de 10 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 436 presentan un estado fitosanitario sano, 12 en estado decrepito y 2 muertos; presentando daños leves en infraestructura tanto en banquetas como camellones centrales.
- *Persea americana* (Aguacate) proveniente de la familia Lauraceae, regularmente el árbol puede llegar a alcanzar una altura de 20 metros, es de tronco grueso y de hojas alargadas, genera un follaje denso, requiere de temperaturas templadas y suelo bien drenado para su óptimo desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). En el área de zona nueve, se encontraron 4 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 27.5 cm. y altura promedio de 6.1 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, todos presentan un estado fitosanitario sano. Estos se encontraban tanto en banquetas como en camellones centrales, presentando daños leves en infraestructura en el área de banquetas por raíces.

- *Pinus oocarpa Schiede.* (Pino) proveniente de la familia Pinaceae, esta especie puede llegar a medir entre 10 a 40 metros de altura, fuste recto y cilíndrico, hojas en forma de aguja agrupadas en 5; se requiere de climas templados, suelos arenosos y bien drenados para su óptimo desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 20 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 92.1 cm y una altura promedio de 20 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, todos presentan un estado fitosanitario sano; presentando daños leves en infraestructura en camellones centrales.
- *Platymiscium dimorphandrum* (Hormigo) proveniente de la familia Fabaceae, esta especie puede alcanzar los 40 metros de altura, fuste recto, hojas opuestas, flores amarillas o moradas. Se requiere de suelos fértiles y de buen drenaje y temperaturas templadas (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 5 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 55.5 cm y una altura promedio de 15 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, todos presentan un estado fitosanitario sano presentando daños severos en infraestructura por raíces, en su mayoría ubicados en banquetas.
- *Podocarpus guatemalensis* (Podocarpus) proveniente de la familia Podocarpaceae, esta especie puede llegar a medir hasta 30 metros de altura, copa estrecha, fuste recto y hojas lanceoladas, se requiere de climas templados y suelos profundos (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 14 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 59 cm y una altura promedio de 17.4 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, todos presentan un estado fitosanitario sano; presentando daños leves en infraestructura tanto en camellones centrales como en banquetas.
- *Schefflera arboricola* (Schefflera) proveniente de la familia Araliaceae, estos árboles pueden alcanzar los 10 metros de altura, hojas verdes palmeadas, flor en racimo, se requiere de climas cálidos o templados, en pleno sol para su desarrollo (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 4 árboles de esta especie con un

diámetro promedio de 44 cm y una altura promedio de 8.6 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, todos presentan un estado fitosanitario sano, algunos con daños leves por raíces en banquetas.

- *Spathodea campanulata* (Llama del bosque) proveniente de la familia Bignoniaceae, esta especie de árbol puede llegar a medir los 18 metros de altura, flores de corola color rojizo, tronco leñoso, se requiere de temperaturas templadas y de suelo permeable para su desarrollo (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 66 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39 cm y una altura promedio de 10 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 59 presentan un estado fitosanitario sano, y 7 en estado decrepito; con daños leves por raíces tanto en camellones centrales como en banquetas.
- *Syzygium jambos* L. (Manzana rosa) proveniente de la familia Myrtaceae, este árbol puede alcanzar los 15 metros de altura, tronco corto y ramificado, hojas simples, flores tipo corimbo, se requiere de climas templados, suelo suelto y bien drenado, semisombra para su desarrollo (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 60 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 7.4 cm y una altura promedio de 3.2 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 45 presentan un estado fitosanitario sano, 13 enfermos, 1 en estado decrepito y 1 muerto; no presentando daños en infraestructura tanto en camellones centrales como en banquetas.
- *Tabebuia ochracea* (Cortés) proveniente de la familia Bignoniaceae, este árbol puede llegar a medir hasta 15 metros de altura, con flor amarilla y líneas rojo en el centro, puede plantarse en altitudes mayores (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontró 1 árbol de esta especie, con un diámetro de 56 cm y una altura, presentando daños leves en banqueta por raíces. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que presenta un estado fitosanitario sano.
- *Tabebuia rosea* B. (Matilisquate) proveniente de la familia Bignoniaceae, este árbol puede alcanzar los 30 metros de altura, hojas compuestas por 5 folíolos, flor rosada

o blanca, se requiere de un clima cálido y suelo húmedo para su buen desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 482 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39 cm y una altura promedio de 9.9 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 432 presentan un estado fitosanitario sano, 39 en estado decrébito, 4 enfermos y 7 muertos; presentando daños leves en infraestructura por raíces en su mayoría ubicados en banquetas.

- *Taxodium mucronatum* T. (Sauce llorón) proveniente de la familia Taxodiaceae, este puede llegar a alcanzar los 28 metros de altura, hojas lanceoladas, puerto pendular; se requiere de climas templados o fríos y suelos permeables (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 205 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 40 cm y una altura promedio de 10 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 202 presentan un estado fitosanitario sano, 2 en estado decrébito y 1 muerto; presentando daños leves en infraestructura por raíces tanto en banquetas como camellones centrales.
- *Tecoma stans* (Timboque) proveniente de la familia Bignoniaceae, este árbol puede llegar a alcanzar los 15 metros de altura, tronco grueso y flores amarillas; se requiere de climas templados o cálidos, suelos arenosos y bien drenados para su desarrollo (Anzueto y Gil, 2007) (Anexo II. Fichas técnicas de especies). Se encontraron 99 árboles de esta especie con un diámetro promedio de 39 cm y una altura promedio de 10 metros. Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó que del total de árboles de esta especie, 95 presentan un estado fitosanitario sano y 4 en estado decrébito; presentando daños leves en infraestructura en su mayoría en camellones centrales.

El total de árboles identificados en el censo forestal abarca únicamente los espacios públicos ya que estos están a cargo de la Municipalidad, los que se encuentran ubicados dentro de propiedades privadas, tienen otro mantenimiento y control. Son 4,149 árboles de los cuales se identificaron 37 especies botánicas distintas. Según (Palma, 2018), encargado del vivero forestal municipal, el principal aspecto para sembrar en la ciudad es el aspecto ornamental. De las especies identificadas en zona

nueve, solamente 24 especies son sembradas en el vivero las cuales son: *Tabebuia rosea B*, *Citrus sinensis*, *Eriobotrya japonica*, *Pinus oocarpa Schiede*, *Podocarpus guatemalensis*, *Tecoma stans*, *Eucalyptus torelliana*, *Ligustrum lucidum L*, *Delonix regia*, *Fraxinus uhdei*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Jacaranda mimosifolia D*, *Liquidambar styraciflua L*, *Michelia champaca L*, *Syzygium jambos L*, *Olmediella betschleriana*, *Callistemon citrinus*, *Ceiba pentandra sp*, *Cupressus lusitánica L*, *Cupressus sempervirens*, *Citharexylum donnell-smithii*, *Tabebuia ochracea*, *Bahuinia purpurea L* y *Melaleuca quinquenervia*. Las 13 especies restantes pudieron haber sido sembradas por vecinos cercanos o por alguna propiedad privada en el pasado, estas especies son: *Persea americana*, *Araucaria excelsa L*, *Casuarina equisetifolia L*, *Eucaliptus camadulensis*, *Eugenia cumini*, *Koelreuteria formosana Laxm*, *Ficus benjamina L*, *Ficus elástica*, *Citrus limonum*, *Spathodea campanulata*, *Moringa oleífera*, *Taxodium mucronatum T* y *Schefflera arborícola*. Como se menciona al principio la especie que predomina la zona es *Michelia champaca L*. según el Ing. Palma, en el periodo del año 2007-2008 tuvieron una alta demanda de Magnolia para sembrar en la ciudad. Esta especie es la principal opción para sembrar en parques y senderos nuevos en todas las zonas de la ciudad de Guatemala. Por otra parte, las especies que menos individuos se encontraron en el censo son: *Delonix regia*, *Tabebuia ochracea*, *Moringa oleífera* y *Citrus sinensis*. Esto puede ser debido a varios factores como: la tala total del árbol, el vivero en ese momento no poseía de esas especies y se consideran como especies que no soportaron las condiciones climáticas de la ciudad. Según (Anzueto y Gil, 2007) las especies que más se pueden adaptar fácilmente a las condiciones de la ciudad son: *Michelia champaca L*, *Jacaranda mimosifolia D* y *Tabebuia rosea B* entre otras.

6.2 ESTRUCTURA DEL ARBOLADO URBANO

6.2.1 Dominancia de especies en tramos viales evaluados

La 0 avenida, está compuesta de banqueta, donde solo se encontró un solo ejemplar de Magnolia (*Michelia champaca L.*), la cual presenta daños leves en la infraestructura.

La 1ª avenida, está compuesta por dos banquetas las cuales miden de 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). Algunas partes de esta

avenida presentan daños leves o severos y otras no presentan daño alguno, esto debido a las raíces expuestas.

La 1ª calle está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 1.5 y 2 metros de ancho, domina la especie Ficus (*Ficus benjamina L.*) debido a las raíces expuestas, la infraestructura presenta daños severos.

La 10ª calle está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 11 calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 13 calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas.

La 14 calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas.

La 14 calle "A" está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces expuestas.

La 16 calle está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas.

La 2ª avenida está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Manzana rosa (*Syzygium jambos L.*). La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces.

La 2ª calle está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Matilisguate (*Tabebuia rosea B.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 3ª avenida está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces y daños mecánicos.

La 3ª calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces expuestas.

La 4ª avenida está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas.

La 4ª calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Ficus (*Ficus benjamina L.*). La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 5ª avenida está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). La infraestructura presenta algunos daños leves debido a las raíces expuestas.

La 5ª calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina en su totalidad la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas.

La 6ª avenida está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Trueno (*Ligustrum lucidum L.*) La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 6ª avenida "A" está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho, domina la especie Magnolia (*Michelia champaca L.*). La infraestructura presenta daños leves y severos debido a las raíces expuestas.

La 6ª calle está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Trueno (*Ligustrum lucidum L.*). La infraestructura presenta daños leves y algunos severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 7ª avenida está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Matilisguate (*Tabebuia rosea B.*). La infraestructura presenta daños leves y algunos severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 7ª avenida "A" está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 1.5 metros de ancho. Domina la especie Matilisguate (*Tabebuia rosea B.*). La infraestructura presenta daños severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

La 8ª calle está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 2.5 metros de ancho y un camellón central el cual mide 8 metros de ancho. Domina la especie Matilisguate (*Tabebuia rosea B.*). La infraestructura presenta algunos daños leves y severos debido a las raíces expuestas.

La avenida "Castellana" está compuesta de dos banquetas las cuales miden entre 2 y 3 metros de ancho y un camellón central el cual mide 3 metros de ancho. Domina la especie Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D.*). La infraestructura presenta daños leves y algunos severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

El Boulevard Liberación está compuesto por una banqueta la cual mide entre 2 y 3 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Farolío (*Koelreuteria formosana Laxm.*). La infraestructura presenta algunos daños leves debido a las raíces expuestas.

La calle “Montufar” está compuesta por dos banquetas las cuales miden entre 2 y 3 metros de ancho y un camellón central el cual mide 2 metros de ancho. Domina la especie Trueno (*Ligustrum lucidum L.*). La infraestructura presenta daños leves y algunos severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

El “Obelisco” está compuesto por una banqueta la cual mide entre 2 y 5 metros de ancho. Domina la especie Matasano (*Olmediella betschleriana*). La infraestructura presenta daños leves debido a las raíces expuestas.

La “Plaza España” está compuesto por una banqueta la cual mide entre 5 y 10 metros de ancho, domina la especie Matasano (*Olmediella betschleriana*). La infraestructura presenta algunos daños leves debido a raíces expuestas.

La “Reforma” está compuesta por una banqueta la cual mide entre 3 y 5 metros de ancho y dos camellones centrales los cuales miden entre 3 y 8 metros de ancho. Domina la especie Matasano (*Olmediella betschleriana*). La infraestructura presenta daños leves y algunos severos debido a las raíces expuestas y daños mecánicos.

Según (Tovar, 2004), es de gran importancia el tener buen espacio en la banqueta o camellón donde se vaya a sembrar ya que si no tiene el suficiente espacio, las raíces podrían ocasionar daños graves tanto en la infraestructura como en la salud de la especie. Según los resultados obtenidos en los tramos viales que componen zona nueve, existe una diferencia en los tamaños de las banquetas y camellones centrales. Por ejemplo, se observa que en los tramos con camellones y banquetas anchas, como en el caso de la avenida Reforma y la 8ª calle, los árboles a simple vista se encuentran en mejor estado, hay más espacio entre cada especie. Sin embargo en tramos más angostos como las banquetas de la 1ª calle y camellón central de calle Montufar, los árboles presentan troncos torcidos, debilitamiento general debido a que no hay suficiente espacio para su óptimo desarrollo. Los árboles que se encuentran en riesgo debido al espacio reducido en las banquetas y camellones son: en la 1ª calle: *Ficus benjamina L.* y en la calle Montufar la especie *Ligustrum lucidum L.* Otro aspecto que se pudo evaluar en los tramos viales, fueron los alcorques o espacios asignados para cada árbol. Algunos de estos contaban con tierra y grama alrededor del árbol, permitiendo

así el buen drenaje del suelo a la hora del riego; sin embargo otras contaban solamente con cemento alrededor, reduciendo el espacio de crecimiento y el drenaje en el suelo por tanto menor disponibilidad de agua para el árbol..

6.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FÍSICO Y FITOSANITARIO DEL ARBOLADO URBANO

6.3.1 Estado fitosanitario del arbolado urbano

Mediante los parámetros cualitativos evaluados, se observó en los diferentes tramos viales que componen la zona nueve de la ciudad que el arbolado urbano no presenta problemas fitosanitarios relevantes, sin embargo algunas especies presentaron signos de enfermedades asociados con hongos. (Figura 7). Como es el caso de la especie *Syzygium jambos* L. con un total de 13 árboles enfermos, presentando el 80% de sus hojas con presencia de hongos y la especie *Michelia champaca* L. con un total de 4 árboles enfermos, presentando el 50% de las hojas y ramas con presencia de hongos.



Figura 7. Especie *Syzygium jambos* L. con presencia de hongos en hojas.

Se observaron problemas de insectos como es el caso de la especie *Citharexylum donnell-smithii* con 4 árboles enfermos, presentando el 30% de ramas y hojas parcialmente devoradas por insectos.

También se encontraron especies con problemas parasitarios, (Figura 8) como en el caso de las especies *Fraxinus uhdei* y *Tabebuia rosea* B. que se encontraban con presencia de plantas parasitarias, dejando el seco 50% del árbol, incluyendo tronco y hojas.



Figura 8. Árbol con presencia de planta parasitaria en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Un árbol puede presentar problemas en su desarrollo causado por varios factores, estos pueden ser bióticos y abióticos (FAO, 2008). La interacción de estos con el medio ambiente perjudica el desarrollo de la planta, esto hace que el árbol sea más propenso al ataque de las plagas, provocando decrecimiento en la resistencia natural, estrés hídrico, entre otros.

Otro factor importante que influye en el buen desarrollo del árbol es el manejo en el vivero. Según el Ingeniero Palma, encargado del vivero forestal municipal “Ojo de agua”, es recurrente las veces donde el sistema radicular de la planta no se desarrolla de la mejor manera y cuando el árbol es trasplantado en la ciudad, su crecimiento es deficiente y débil. Ellos recolectan las semillas de los árboles que se han desarrollado con buenas características en la ciudad con un potencial de éxito en el buen estado de los futuros árboles plantados, sin embargo las plagas asociadas con hongos son frecuentes en el vivero teniendo que aumentar los gastos en la fertilización de los mismos. La unidad de Parques y áreas verdes son los encargados de llevar los árboles

del vivero para ser sembrados en la ciudad, estos no tienen un seguimiento de manejo de fertilizantes; solamente cada mes una cuadrilla inspecciona el área para riego, podas y el estado de los mismos. Los fertilizantes usados en el vivero y en la ciudad son de sales nitrogenadas o sulfatadas tales como: Triple 15, urea y sulfato de amonio cada 30 días si la planta presenta signos de enfermedad y plagas.

Cuando el árbol es afectado por insectos pueden presentarse hojas perforadas o devoradas que indican signos de gusanos, larvas o gorgojos, hojas rizadas que indican signo de pulgones, fruto dañado que indica presencia de larvas, marchitamiento de la planta que indica presencia de barrenadores del tallo, entre otros. Cabe resaltar que la mayoría de insectos que se pueden encontrar en el árbol no son perjudiciales en su desarrollo.

Cuando el árbol presenta signos de enfermedad causada por hongos, muchas veces se pueden detectar por la observación de puntos en hojas, frutos y flores o el deterioro prematuro de raíces, tallos y frutos. Sin embargo, los hongos, al igual que con los insectos, son pocos los que pueden llegar a afectar al individuo al punto de marchitamiento de las hojas y ramas, la muerte de raíces y ramas, hasta la muerte de la especie. Cuando el árbol presenta enfermedad por plantas parasitarias, las características es el debilitamiento hasta la muerte en hojas, ramas, tallo y raíces del árbol ya que afecta el desarrollo completo de la especie. Pero a diferencia de los anteriores se pueden observar plántulas, raíces, enredaderas y otros parasitarios que se hospedan para sacar provecho del árbol.

Existen factores como la contaminación atmosférica, desechos industriales, daños mecánicos permitiendo que el árbol sea susceptible a enfermedades, mal drenaje, inhibición del desarrollo de raíces por mal diseño de infraestructura del suelo, falta de nutrientes, los componentes climáticos, entre otros pueden llegar a interferir en la salud y el buen desarrollo de la planta.

Dentro del análisis fitosanitario, se evaluó el estado sanitario de los árboles, se tuvo en cuenta cuatro estados: sano, enfermo, decrepito y muerto. Como se observa en la Figura 8. Se encontró que 3,935 ejemplares que corresponden al 95% de los árboles

evaluados presentan un estado sanitario sano, esto quiere decir que se encontraron al individuo sano y vigoroso; entre los ejemplares que presentan un estado sano, la mayoría pertenece a las especies: *Michelia champaca L.*, *Tabebuia rosea B.* y *Olmediella betschleriana*. Seguido se encontró que 32 especies que corresponden al 1% presentan un estado sanitario enfermo, es decir que el ejemplar presenta síntomas de enfermedades o daños por plagas pero conserva su vigor, se podría revertir su estado con un buen manejo; la mayoría de estos pertenecen a las especies: *Syzygium jambos L* y *Michelia champaca L.* Se encontró que el 3% que representan a 142 ejemplares presentan un estado sanitario decrépito, es decir que manifiestan cierto deterioro evidente con alto porcentaje de ramas y tronco secos, esto puede ser debido a que no se les dio algún seguimiento o control cuando presentaban cierta plaga o enfermedad. De los ejemplares que se encontró con este estado sanitario, la mayoría pertenecen a las especies: *Tabebuia rosea B.* y *Jacaranda mimosifolia D.* Y por último se encontró que 40 ejemplares que representan el 1% de los árboles evaluados presentan estado sanitario muerto, ya que presentan ramas y tronco principales totalmente secos sin evidencias de rebrote o recuperación, entre los ejemplares que presentan este estado sanitario, la mayoría pertenecen a las especies: *Eugenia cumini* , *Jacaranda mimosifolia D.* y *Tabebuia rosea B.*

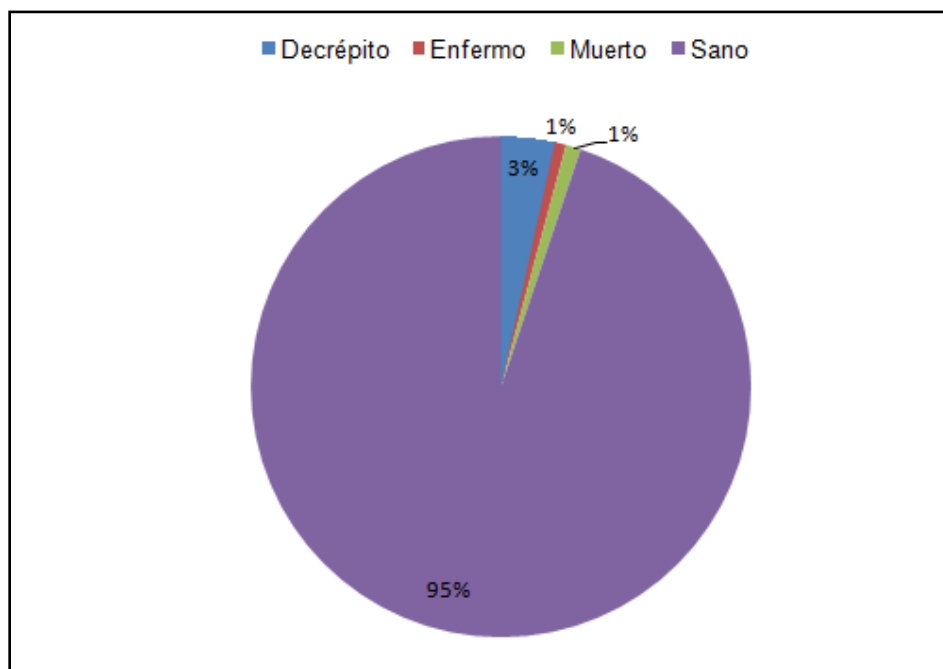


Figura 9. Gráfica del estado fitosanitario del arbolado urbano en zona nueve Guatemala.

Como se observa en la Figura 9. Se encontraron árboles con un estado sanitario enfermo (puntos color amarillo en el mapa) en los siguientes tramos viales: 2ª avenida, liberación, 5ª calle, 8ª calle y algunos en la 7ª avenida. Teniendo una alta concentración en el camellón central de la 2ª avenida, esto puede deberse a las condiciones atmosféricas tales como las ubicadas dentro de un área con tendencia a una alta contaminación por el tránsito constante de carros, camiones de descarga, buses, desechos sólidos, desechos de talleres de automóviles, entre otros. En el lugar, los árboles pertenecientes a la especie (*Syzygium jambos L*) están sembrados en un espacio muy pequeño para su óptimo desarrollo.

Los árboles con estado sanitario decrébito (puntos color morado en el mapa) se encontró con una alta concentración entre la 5ª y 6ª calle, 2ª avenida, 7ª avenida "A", avenida Reforma. En estos tramos viales se observaron varias especies antiguas, estos árboles corren peligro de caerse ante vientos fuertes o tormentas ya que la mayoría presentan tronco hueco y más de la mitad del árbol seco.

Los árboles con estado sanitario muerto (puntos color rojo en el mapa) se encontró con alta concentración en 5ª avenida, 8ª calle, 4ª avenida, 5ª calle, algunos en avenida "La Castellana" donde se ubican muchos árboles de edad avanzada y completamente secos, presentando más peligro de caerse y dañar vidas humanas e infraestructura.

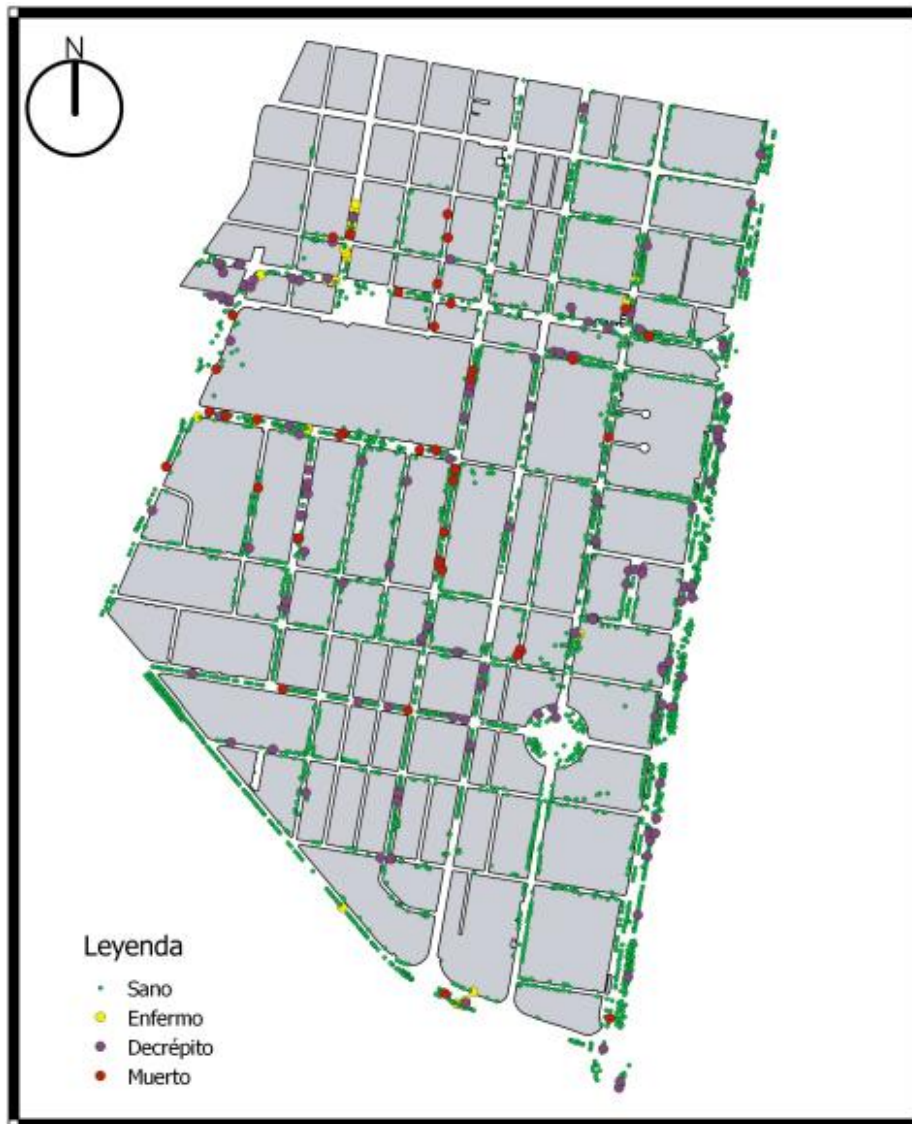


Figura 10. Mapa del estado sanitario del arbolado urbano en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Debido al crecimiento urbano ha aumentado la necesidad de espacios verdes, tales como parques y jardines, plantación de árboles en las calles y avenidas. Sin embargo, a pesar de la importancia que tienen los árboles dentro de la zona urbana, su cuidado no es prioritario por lo cual sufren las consecuencias en el desarrollo pudiendo ser un factor de riesgo para los vecinos y bienes públicos y privados. (Robles et al, 2000). Según los resultados obtenidos en el aspecto fitosanitario, son 40 árboles muertos que deben ser talados ya que es de alto riesgo para la población que pueden caer debido a

vientos y tormentas en algún momento. Entre las especies en riesgo están: *Eucaliptus camadulensis*, *Jacaranda mimosifolia D*, *Tabebuia rosea B*, entre otros. Por otra parte los árboles con problemas fitosanitarios ya sean enfermos o decrepitos presentan peligro para los árboles sanos, por lo que se deben de tratar para contrarrestar los peligros, sino, es necesario podar desde el punto de vista sanitario y dar tratamiento a las especies cercanas. Entre las especies en riesgo están: *Syzygium jambos L*, *Tabebuia rosea B*, *Olmediella betschleriana* entre otros. En los tramos viales evaluados se puede ver la diferencia en cuanto a la sanidad de las especies, la avenida Reforma es un buen ejemplo del cuidado y atención en las especies, aunque es un tramo muy transitado, se observó con más árboles sanos y muy pocos afectados; sin embargo en las calles y avenidas principales los árboles son más delgados, sucios, débiles; esto debido a que no hay mantenimiento, control preventivo y espacio suficiente para desarrollarse. Según (Ramirez y Lancfranco, 2001) es importante mencionar que no solo las plagas y enfermedades pueden llegar a deteriorar la salud de un árbol urbano, otros factores de causantes de problemas en el arbolado son: la disminución de provisión de agua por la pavimentación de calles, el corte intermitente de raíces por construcciones de drenajes, la contaminación del suelo, incremento de sales por orina, la disminución de materia orgánica en el suelo. El manejo fitosanitario de los árboles debe incluir controles preventivos que puedan minimizar el uso de fertilizantes químicos que perjudiquen la salud de las personas, al medio ambiente y que ahorra gastos. Estas prácticas son: el monitoreo constante del desarrollo del arbolado, uso de trampas, control biológico, entre otros.

6.3.2 Estado físico del arbolado urbano

El estado físico hace referencia a la inspección ocular del árbol a primera vista y está dado principalmente por causas antrópicas como lo es, las podas, daños en tronco, daños en raíces, entre otros. Con respecto al estado físico del tronco, se analizó la inclinación y el ahuecamiento de los ejemplares.

Para evaluar la inclinación, se establecieron tres niveles: no inclinado, levemente inclinado y muy inclinado. Como se observa en la Figura 11. Se encontró que 2751 árboles que representa el 66% de lo evaluado no presentan inclinación significativa,

estos se observaron en buen estado y equilibrados. Seguido, se encontró que 1233 ejemplares que representa el 30% presentan una inclinación leve, estos presentan un estado estructural leve, con algún grado de inclinación pero no inestable. Por último se observaron 165 ejemplares que representan el 4% de lo evaluado presentan inclinaciones más significativas y evidentes; estos árboles presentan inestabilidad debido a su grado de inclinación.

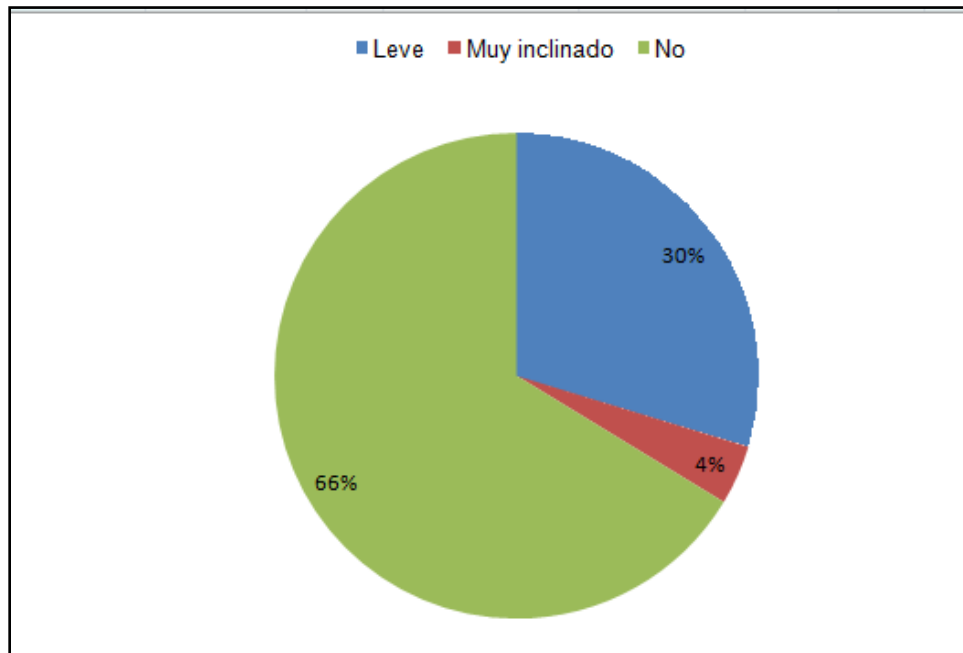


Figura 11. Gráfica de la inclinación de árboles en zona nueve, Ciudad de Guatemala.

Para evaluar el ahuecamiento de los árboles, se establecieron tres niveles: no ahuecado, menos del 50% y más del 50%. Como se observa en la Figura 12. De los árboles evaluados en el censo, 3865 ejemplares que representan el 93% no presentan ahuecamiento alguno, estos se encuentran bien estructuralmente y no presentan daños mecánicos en tronco. Luego se encontró que 250 árboles que representan el 6%, presentan menos del 50% con ahuecamientos (huecos o cavidades) o daños mecánicos con nivel de afectación moderado. Por último se observa que 34 árboles que representa el 1%, presentan ahuecamiento con más del 50% del tronco; estos se observan con un deterioro estructural o daños mecánicos graves.

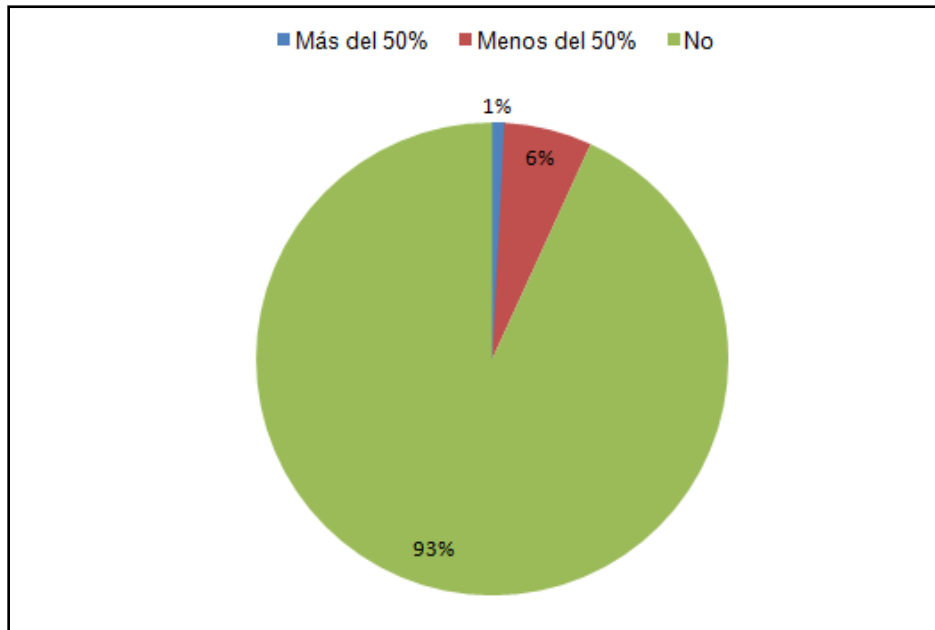


Figura 12. Grafica de ahuecamiento en troncos de árboles de zona nueve de la ciudad de Guatemala.

El tener un buen manejo del estado físico del árbol es de gran importancia para su óptimo desarrollo, el tronco es la parte sustancial y lo que sostiene las ramas, es por eso que las cavidades o daños mecánicos en los troncos pueden dar inicio a un mayor problema como la pudrición y muerte del mismo. Al igual que el tronco, las podas es una de las intervenciones más importantes del manejo del arbolado urbano ya que se pueden eliminar las ramas que disminuyen la vitalidad del árbol, al aplicar un control adecuado de las podas, se alienta a renovar partes del árbol y se prolonga su vida.

En el censo forestal urbano se evaluó también el manejo de las podas de ramas y raíces. Para esto se evaluaron tres niveles de observación: no podado, levemente podado y severamente podado. (Figura 13). Con lo evaluado se encontró que a 209 árboles (5%) no presentan intervención de podas, seguido se observa que a 3914 especies (94%) se les ha realizado levemente la poda, sin embargo la mayoría se observaron con podas de algunas ramas bajas en tronco y no de la copa. Por último, se observa que a 26 árboles (1%) se les ha podado presentando una condición severa ya que quitan toda la copa y las ramas, dejando solamente el tronco y raíces.

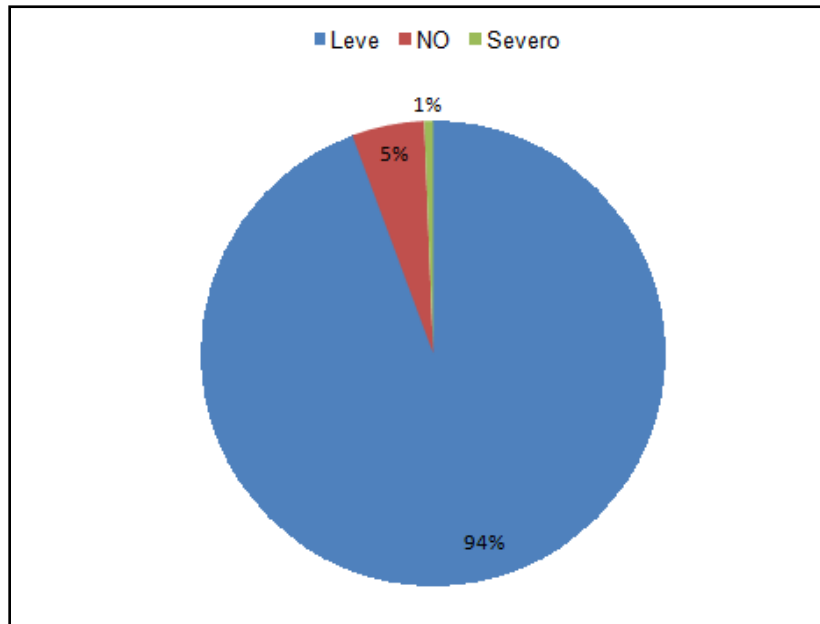


Figura 13. Gráfica de podas en ramas y copa en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Dentro del análisis de podas, se evaluó las podas en raíces expuestas. (Figura 14). Y se encontró que 4108 árboles (99%) sin intervención de podas, se observa que 19 árboles presentan raíces expuestas levemente podadas y por último se observa que 22 árboles (1%) presentan problemas severos de poda en raíces en el suelo.

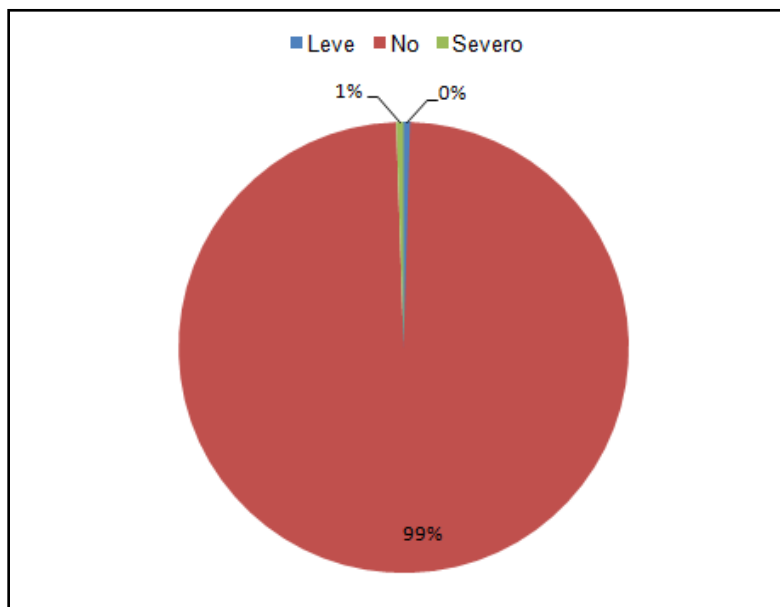


Figura 14. Gráfica de podas en raíces expuestas en árboles de zona nueve de la ciudad de Guatemala.

6.3.3 Intersección de copa y ramas con cables y luminaria

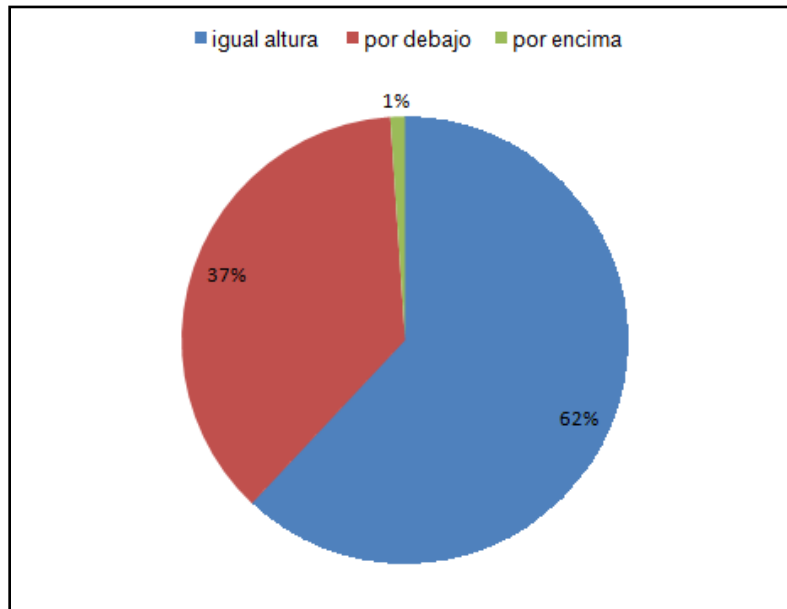


Figura 15. Gráfica de intersección de copas con el cableado eléctrico en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Como se observa en la Figura 15, el 62% de los árboles censados en zona nueve presentan interferencia a igual altura con el cableado eléctrico lo cual provoca que las ramas y hojas causen daños al cableado del alumbrado público. Por tal motivo la alcaldía auxiliar de zona nueve ha optado por realizar podas masivas en ramas en el arbolado evitando que se desarrollen de la mejor manera.



Figura 16. Árbol con intersección de cables a igual altura en 6ª calle zona nueve ciudad de Guatemala.

Según la alcaldía en zona nueve, cuando hay vientos fuertes, las ramas golpean en los cables generando cortes de luz y daños en los postes del cableado y cuando esto sucede se tienen más gastos en mantenimiento y reparaciones de los mismos. Se observaron varias calles y avenidas en donde los cables hacen interferencia con árboles de 3 o 4 metros de altura.

Se observa que el 37% de los árboles censados en zona nueve, no presentan intersección con el cableado eléctrico ya que algunos se encuentran por debajo, esto a causa de que son árboles recientemente sembrados con un promedio de 2 y 3 años de edad y por lo tanto no han alcanzado mayor altura. Y otros se encuentran en áreas donde no hay cables.

Y el 1% de los árboles censados en zona nueve, se encuentran por encima del cableado eléctrico, esto quiere decir que la copa o las ramas quedan arriba de los cables; en este caso se tiene el peligro cuando las ramas grandes se caen, estas caen sobre los cables y postes eléctricos, dañando la infraestructura.

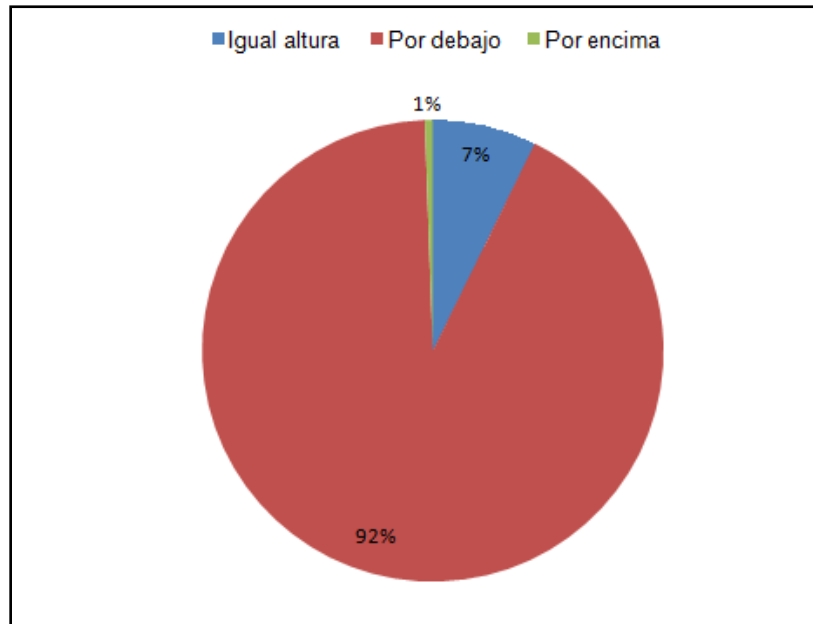


Figura 17. Gráfica de intersección de copas con luminaria en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Como se observa en la Figura 17, el 92% de los árboles censados en zona nueve se encuentran debajo de los postes de luz, ya que estos se instalan con una mayor altura en comparación a postes para el cableado eléctrico.



Figura 18. Árbol por debajo de la luminaria pública en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Sin embargo un 7% de los árboles censados, se encuentran a igual altura que los postes de luz, algunas de estas especies arbóreas obstruyen parcialmente la iluminación al encontrarse a la misma altura que los postes de luz; sin embargo no presentan mayores complicaciones.

Y tan solo el 1% de los árboles censados, se encuentran a mayor altura que los postes de luz, a esto se refiere cuando la copa y la mayoría de ramas sobrepasan la altura de la luminaria, sin embargo al presentarse vientos fuertes las ramas grandes pueden caerse y dañar la infraestructura.

Eventualmente no existen daños significativos de los árboles con los postes de luz. Según la alcaldía de zona nueve, casi no se hacen podas debido a la intersección con postes ya que no se ha visto problema que requiera atención.

6.3.4 Daños en la infraestructura pública

Muchas especies al no tener un espacio para la siembra adecuado para su crecimiento, pueden llegar a tener raíces expuestas y dañar la infraestructura y suelo. En cuanto a esto se evaluaron en tres niveles el daño ocasionado por raíces en banquetas y camellones centrales, estos son: no hay daño, levemente dañado y severamente dañado (esto representa una mala selección del espécimen no apto para estos lugares).



Figura 19. Árbol presentando daños severos en la infraestructura pública en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Según lo observado en la Figura 20. Se encontró que 2822 árboles (68%) presentan un daño leve en la infraestructura pública, como lo es el levantamiento leve del pavimento, obstrucción del paso a peatones, conflictos en drenajes subterráneos, entre otros. Luego se observa que 1033 árboles (25%) no presentan daño alguno en la infraestructura, ya que estos se encuentran en vías más anchas y con espacio para crecer. Y por último se observan que 294 especies (7%) presentan daños severos a la infraestructura pública, como en el levantamiento del pavimento más profundo, daños severos en drenajes internos, obstrucción total en la banquetta, entre otros.

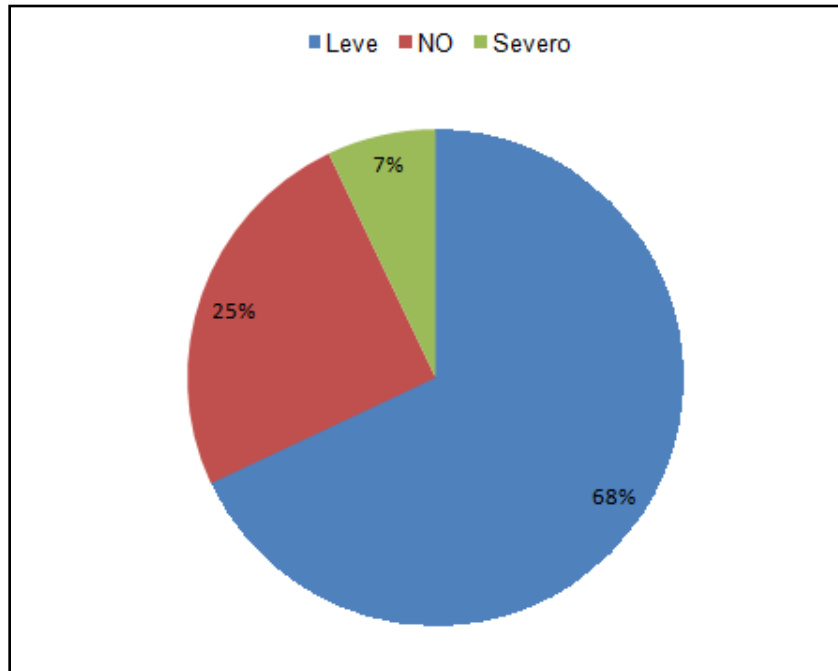


Figura 20. Gráfica de daños en la infraestructura pública de árboles en zona nueve de la ciudad de Guatemala.

Es importante llevar un control y manejo sobre el aspecto físico y exterior del arbolado con el objetivo de mejorar el desarrollo y crecimiento, evitar el riesgo de propagación de plagas, minimizar los riesgos. Según (Perdomo y Díaz, 2015) desde el momento en que un árbol se planta en un espacio antrópico, se cambian sus condiciones normales teniendo que desarrollarse y adaptarse en un entorno urbano sometido a continuas

agresiones como lo es el clima, vandalismo o estructuras urbanas que impiden desarrollarse bien. En consecuencia los árboles son afectados en su desarrollo dando lugar a las malformaciones en copas, desequilibrio de troncos y daños en la infraestructura pública. Son 4 aspectos los que se evaluaron respecto al estado físico del arbolado en zona nueve. El primer aspecto es el estado de inclinación y ahuecamiento del tronco, el 34% presenta inclinaciones leves y severas y el 7% presentan ahuecamientos en troncos. Según (Perdomo y Díaz, 2015). La densidad del arbolado y la distancia entre especies son factores importantes ya que existe una fuerte competencia entre ellos, suprimiendo a otros y así torciendo el tronco a medida que crecen, por otra parte el vandalismo y los daños mecánicos hacen que los troncos se debiliten hasta crear huecos profundos. El segundo aspecto evaluado son las podas tanto de ramas como de raíces. Según (Perdomo y Díaz, 2015). El control físico de un arbolado depende mucho de las podas que se les hagan, es necesario aplicar cinco tipos de poda diferentes: poda de formación, poda de mantenimiento, de seguridad, estabilización y de realce de copas. La poda de formación se tiene que realizar a corta edad y tiene mucho que ver con la arquitectura del árbol, la poda de mantenimiento tiene que ver con la eliminación de ramas muertas y secas o partes mal podadas, la poda de seguridad se centra en el corte de ramas gruesas para disminuir el volumen de la copa y evitar intersecciones con cables eléctricos y otras estructuras, la poda de estabilización es para dar equilibrio a la copa y que el peso para el tronco sea el mismo de ambos lados y el realce de copas para que el árbol reciba luz necesaria y que no obstruya alguna señal de tránsito o estructura urbana. Para el aspecto de intersección de las copas con los postes de luz y cableado es necesario tener en cuenta las características de cada especie ya que unos pueden llegar a crecer más que otros y por lo tanto no es recomendable sembrar en banquetas, y siempre tener en cuenta los tipos de podas necesarios para cada especie y situación en específico. Y por último el factor de daños en infraestructura pública, algunas especies de árboles tienen sus raíces más expuestas que otros como el caso de: *Ficus benjamina* L, *Ficus elástica*, *Ceiba pentandra* sp, *Koelreuteria formosana* Laxm, *Bahuinia purpurea* L. provocando levantamiento de pavimento y colisionando partes de infraestructura en lugares como banquetas y camellones pequeños.

El mantenimiento del arbolado urbano no solo depende de las podas, fertilización, riego, sino a también en la concientización de la población acerca del cuidado que se le debe de dar a los árboles, minimizando actos como daños generales, desechos sólidos y vandalismo que impiden el buen desarrollo de las especies, esto debe de unirse en compromiso de parte de la municipalidad y alcaldías auxiliares con el estado para el fortalecimiento en programas de educación ambiental que promuevan la conciencia ciudadana en proteger y convivir de la mejor manera con el medio ambiente dentro de la zona urbana.

6.4 PROPUESTA DE MANEJO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN LA ZONA NUEVE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

De acuerdo a los resultados obtenidos del censo forestal urbano, la propuesta de manejo del arbolado en la zona nueve de la ciudad de Guatemala se centra en tres aspectos principales: las características botánicas de las especies, manejo fitosanitario y el estado físico del arbolado urbano.

Para sembrar especies forestales adecuadas a banquetas angostas o banquetas más anchas, es importante conocer sus características botánicas. Se recomienda sembrar en banquetas las especies: *Ligustrum lucidum*, *Tabebuia rosea B* y *Syzigium jambos L.* debido a su fácil adaptación al suelo, su belleza ornamental y su tronco delgado. Para los camellones centrales se recomiendan las especies: *Jacaranda mimosifolia*, *Olmediella betschleriana*, *Michelia champaca L*, *Fraxinus uhdei*, *Callistemon citrinus* ya que sus troncos son más gruesos, necesitan de más profundidad para las raíces y son árboles ornamentales. Para camellones más grandes y abiertos se recomiendan especies como: *Pinus oocarpa Schiede*, *Araucaria excelsa L*, *Ceiba pentandra sp*, *Cupressus lusitánica L*, *Liquidambar styraciflua L*. *Podocarpus guatemalensis*, *Platymiscium dimorphandrum*, ya que sus troncos son vigorosos, alcanzan grandes alturas y necesitan de mucha más profundidad y espacio para poder desarrollarse.

El manejo fitosanitario debe orientarse en acciones de prevención, seguimiento, y de ser necesario, aplicar control. Para el control de las plagas y enfermedades, la etapa de prevención es necesaria para poder garantizar una mejor estabilidad en el arbolado.

Para todas las etapas es importante el contar con la identificación, ubicación, estado de cada árbol para determinar las visitas de inspección periódicas, estas se recomiendan realizarlas cada semana o cada 15 días con una cuadrilla de trabajo de 3 personas para tener un seguimiento completo de la zona, con esto se podrá saber si el daño en el árbol fue ocasionado por plagas o por el estado del ambiente a su alrededor, para poder actuar lo más pronto posible y evitar que las plagas o enfermedades alcancen incidencia y severidad.

Entre las especies que presentaran mejores condiciones fitosanitarias durante la fase de observación de campo se pueden mencionar: *Araucaria excelsa L*, *Persea americana*, *Ceiba pentandra sp*, *Eucalyptus torelliana*, *Ficus elástica*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Pinus oocarpa Schiede* y *Schefflera arboricola*. Ya que se observaron con fuste vigoroso, sin daños mecánicos, ramas y hojas completas que las caracterizan según la especie.

Es necesario tener en cuenta la elección de la especie a sembrar al igual que las características del sitio como: temperaturas, precipitaciones, vientos, meses secos, humedad, la estructura del suelo, profundidad, fertilidad, pH, todo esto como primera medida para el manejo de las plagas y enfermedades del arbolado. Por otra parte es importante tomar en cuenta los efectos de la contaminación del sitio, tipo de frecuencia de tránsito, agresión urbana y el espacio físico para el desarrollo de la especie. Las características de los árboles que se piensen sembrar deben de adaptarse al ambiente urbano y tener cierta resistencia hacia las plagas y enfermedades. Otro factor importante a considerar es la buena preparación del suelo, lo cual permite una mayor disponibilidad de nutrientes al momento de la siembra

Las enfermedades pueden clasificarse en dos categorías: las causadas por agentes infecciosos como los hongos, bacterias, y problemas con insectos que retraen el buen desarrollo de los árboles y las causadas por agentes no vivos, como la contaminación, deficiencias de minerales, vandalismo, mal drenaje, temperaturas extremas, entre otros. Los tratamientos para contrarrestar los daños, dependerán del agente que lo está causando, para un agente vivo, se necesita de llevar un control para contrarrestar el daño, esto puede ser a través de fungicidas, tratamientos químicos y para los agentes

no vivos, se recomienda llevar un control y manejo del desarrollo del árbol, que tenga buen drenaje, podas bien realizadas, cuidado en general. En este caso, se identificaron problemas con hongos, insectos, y plantas parasitarias que presentaban daños en el fuste, hojas y ramas.

Cuando la plaga o enfermedad ha dañado gran parte del árbol, como lo es el caso de las especies: *Syzigium jambos L*, *Michelia champaca L*, *Citharexylum donnell-smithii*, *Fraxinus uhdei* y *Tabebuia rosea B*. se requiere aplicar de control para el manejo de las mismas depende si el mismo está muerto, débil o enfermo. El control mecánico se encarga de sustituir inmediatamente a las especies que posean focos infecciosos, peligrosos y muertos sin dañar raíces de los árboles próximos. El control químico se encarga de aplicar el tratamiento en dosis adecuadas para cada tipo de especie arbórea, esto considerando los riesgos con la población, animales y de contaminación de fuentes de agua cercanas. Antes de utilizar plaguicidas y fungicidas químicos, se recomiendan utilizar naturales y orgánicos para conservar el suelo y el medio ambiente, como lo son los aceites esenciales, insecticidas hechos con bacterias y hongos naturales y feromonas, teniendo en cuenta el tipo de plaga específica y las condiciones exteriores para que la aplicación del insecticida y fungicida puedan funcionar.

Las podas, aparte de que ayudan al buen crecimiento del árbol, previenen futuras plagas que dañen al mismo. Podas como: la eliminación de ramas muertas o quebradas para evitar foco de insectos o patógenos, la eliminación de rebrotes que se desarrollan a costa de la alimentación de estructuras base y la supresión de ramas estructurales mal dispuestas causando daños a otras ramas. Según (Michau, 1996) Las podas durante el periodo vegetativo permitirán una cicatrización más rápida y cierta protección de las heridas. Sin embargo, la poda en verde favorece la diseminación de ciertas enfermedades.

En relación con el estado físico del arbolado, se debe de mantener una distancia mínima de 3 a 5 metros entre árboles y un tamaño de 2 a 4 metros en el ancho de las banquetas y camellones para prevenir torceduras e inclinaciones en troncos, también se recomienda colocar barandas que protejan los troncos para evitar daños antrópicos y raíces expuestas. En cuanto a las podas, se han clasificado en tipos según los casos en

que es necesario usar: la poda de formación consiste en cortar ramas y tallos del árbol a partir del primer año de vida para que desde pequeño tenga la forma deseada. Por ejemplo para las especies *Citharexylum donnell-smithii* y *Ficus benjamina L.* es necesario eliminar ramas con crecimiento disparejo en comparación al follaje en general, ya que al crecer estas presentan copas densas y globosas. La poda de seguridad y mantenimiento consiste en retirar ramas enfermas, muertas e infestadas por insectos, también tiene efectos preventivos y correctivos, ya que algunas plagas y enfermedades prosperan en lugares muy sombreados y húmedos. Airear el árbol y mejora la exposición del follaje a los rayos solares. Se puede practicar con objeto de eliminar plantas parásitas. Por ejemplo se da este tipo de podas para las especies *Ligustrum lucidum L.* y *Taxodium mucronatum T.* quitando ramas enfermas de abajo para arriba de la copa, al cortar una rama, no se debe de hacer al ras del tronco, si no que se corta ligeramente oblicuo respecto al tronco para darle oportunidad al árbol de poder cicatrizar todo el corte. La poda del realce de copas consiste en cortar las ramas bajas para que el árbol tenga mejor aspecto, visibilidad y se pueda transitar libremente de bajo de ellos. Por ejemplo para las especies *Olmediella betschleriana* y *Eugenia cumini* por sus ramas debajo de la copa, es necesario podar con cierto ángulo las ramas de abajo.

Es necesario quitar ramas que presentan intersección con los postes del cableado eléctrico para prevenir futuros daños en la red eléctrica o colocar tubos PVC en los cables que tengan contacto con ramas para no podar. Por otra parte, es importante evitar la poda severa de las copas ya que impide el buen desarrollo del árbol. En cuanto a los daños causados a la infraestructura, se recomienda no sembrar especies con características de raíces expuestas en banquetas y camellones centrales angostos ya que pueden llegar a levantar el pavimento, hundir partes de adoquín y penetrar en la red hídrica subterránea, elevando los costos de reparaciones y mantenimiento. Las especies que presentan más daños en infraestructura son: *Ficus benjamina L.*, *Ficus elástica*, *Ceiba pentandra sp.*, *Spathodea campanulata*, *Taxodium mucronatum T.*, *Koelreuteria formosana Laxm.*, *Bahuinia purpurea L.*

El manejo integral del arbolado urbano no solo consta de las podas, talas, manejo fitosanitario, control del estado físico, sino de la concientización en la población acerca de los beneficios que trae mantener un arbolado urbano sano a la ciudad, promoviendo el compromiso de las municipalidades a fortalecer el área educativa ambiental con conciencia ciudadana, evitando así daños antrópicos en árboles, contaminación por desechos sólidos y vandalismo. La participación ciudadana es primordial para que el arbolado urbano se mantenga en buen estado. La población debe tener cada día más participación y conciencia de las bondades de los árboles en la ciudad.

Es por eso que se recomienda a la Municipalidad y alcaldías auxiliares de cada zona de la ciudad capital, capacitarse en conocimiento y valoración del recurso mediante inventarios donde se identifiquen el comportamiento del arbolado en cada zona en específico, la realización de actividades preventivas con la aplicación de investigaciones, capacitación del personal que participa en actividades preventivas, en el conocimiento del recurso y el reconocimiento de las plagas y enfermedades, todo esto para crear planes de acción de control y seguimiento de la caracterización del arbolado en la ciudad de Guatemala.

7. CONCLUSIONES

1. Durante la recopilación de datos en el censo forestal urbano se identificaron los principales aspectos de interacción en el manejo urbano y forestal. Los resultados evidenciaron poca diversidad de las especies arbóreas en la zona y la baja calidad en cuanto al manejo y control del área forestal de los aspectos como: las características botánicas para el manejo de las especies, manejo fitosanitario y el estado físico del arbolado urbano.
2. De acuerdo con el análisis cualitativo del estado fitosanitario en la zona nueve, las enfermedades que más se contemplan son causadas por hongos, plantas parasitarias e insectos que presentan daños como el ahuecamiento del fuste, ramas secas, hojas con anormalidades en su forma y color y raíces con alto porcentaje de pudrición. Resulta importante la necesidad de estudios similares y la vinculación de especialistas en función del estado general en que se encuentran los recursos forestales en la ciudad de Guatemala.
3. Los resultados obtenidos de las condiciones morfológicas del arbolado urbano de la zona nueve, evidenciaron la poca planificación y conocimiento en cuanto a características físicas de los especímenes sembrados. Los problemas más comunes en la zona son: inclinación del fuste, daños mecánicos en el árbol y las podas mal realizadas.
4. Los resultados de la propuesta de manejo para la cobertura arbórea de la zona nueve ofrecen una importante base para la planificación urbana, así como un grupo de datos donde se conoce la localización y el estado de las especies a fin de establecer un plan de manejo y gestión del arbolado urbano.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar este estudio como base de datos para agregar a otras investigaciones semejantes al tema como: temas de captación de carbono en la ciudad, estudios de fitosanidad de la cobertura arbórea, entre otros. Con el fin de ampliar el conocimiento y buscar soluciones integradas para un manejo y control ecológico en la ciudad.
- Al ser el primer censo forestal realizado en la zona nueve de la ciudad capital, se recomienda ampliar el estudio a las otras zonas de la ciudad, y así poder obtener un dato más general acerca del estado actual de la cobertura arbórea en la ciudad de Guatemala.
- Para llevar a cabo la propuesta de manejo se recomienda la capacitación constante a grupos de personas para que estén a cargo de la supervisión, toma de datos y mediciones para el control y manejo interactivo del arbolado urbano en la zona nueve de la ciudad.
- Se recomienda la integración de expertos y profesionales de distintas ramas como: diseño, arquitectura, ingeniería, entre otros; para alcanzar un conocimiento más completo y variado, a fin de obtener un equilibrio en la relación urbana y forestal.
- Es aconsejable utilizar mapas como instrumentos en el estudio, para obtener información espacial actualizada de la zona de estudio, con esto, será más sencillo y a la vez más completo al mostrar y comparar los resultados del estudio a otras personas para su interpretación.
- Es de gran importancia tomar este estudio como base para la educación en otras municipalidades y alcaldías en toda la ciudad, con el fin de concientizar a la población acerca del cuidado y aceptación del recurso forestal en el área urbana.
- Se recomienda llevar a cabo un análisis de laboratorio de las enfermedades encontradas en el censo forestal urbano, para determinar con exactitud el patógeno causante y usar un tratamiento específico.

- Para llevar a cabo censos forestales urbanos es necesario tener el equipo completo para realizar los censos forestales urbanos para así, hacer más práctico esta evaluación.
- Tener en cuenta la importancia de la planilla para la toma de datos, ya que debe de ser de fácil comprensión para las demás personas a la hora de interpretar datos obtenidos.
- Es aconsejable poder llevar a cabo un monitoreo digital mensual para tener un control del estado actual forestal urbano, y prevenir el mal desarrollo y daños en el arbolado.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A; Guajardo, F Y Devia, S. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. (En línea). Santiago de Chile. Consultado 23 Ago. 2017. Disponible en http://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Manual_de_Plantacion_de_Arboles_en_Areas_Urbanas.pdf
- Anzuetto, A; Gil, G. (2007). *El bosque urbano, Guía de árboles de ciudad de Guatemala*. Centro cultural de España en Guatemala. Guatemala.
- ArcGis. (2015). *Introducción de ArcGis*. (En línea). ArcGis Resources. Consultado el 6 Sep. 2017. Disponible en <http://resources.arcgis.com>
- Asociación Nacional del café ANACAFE. (2004). *Cultivo de Aguacate (Persea americana)*. (En línea). Consultado Marzo 2018. Disponible en <http://portal.anacafe.org/Portal>
- Benavides M, Héctor M., Fernandez G, Young D. (2012). *Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec Madera y Bosques* (en línea). No. 18 Fecha de consulta: 23 de agosto de 2017 Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61724693004>>
- Castillo, L Y Pastrana, J. (2015). *Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido*. (En línea). Volumen 36 No. 2. Fecha de consulta: 15 de Junio 2018. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000200007
- Castillo, M. (2010). *Análisis y diagnóstico del estado general del paisaje. Memoria del paisajismo*. (En línea). Chile. Consultado el 24 Ago 2017. Disponible en https://www.sanbernardo.cl/contenidos/noticias/12.10/24.colon/PCSB_MEMORIA_PAISAJISMO.pdf
- Doménech, G., Durango, A y Berruezo, V. (2017). *Moringa oleifera: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos*. ALAN. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Volumen 67. No. 2. (En línea). Consultado en Marzo del 2018 en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-3/>

- Escobedo, F., Hernández, J., De la maza, C.L., Rodríguez, M., Nowak, D. y Crane, D. (2004). *Determinando los efectos del arbolado urbano sobre la calidad de aire*. In: Publicaciones Misceláneas No. 5, Facultad de Cs. Forestales, U. de Chile. Seminario Internacional: Funciones y Valores del Arbolado Urbano. Págs. 1925.
- FAO. (2004). *Inventario Forestal Nacional, manual de campo*. (En línea). Guatemala. Consultado 23 Ago, 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/ae578s/ae578s00.htm>
- FCA. (2013). *Introducción a la Silvicultura Urbana*. (En línea). Curso de Silvicultura. Consultado el 6 Sep 2017. Disponible en <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>
- FUNDECOR. (1999). *Arboles del trópico húmedo* (en línea) Consultado Marzo del 2018. Disponible en <http://www.fundecor.or.cr/ES/acerca/>
- Geary, T. (1988). *Árboles Útiles de la parte Tropical de América del Norte*. Grupo de Estudios de Silvicultura. Comisión Forestal de América del Norte. Washington, D.C. (En línea). Consultado en Marzo 2018 en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/897Casuarina%20equisetifolia.pdf>
- Gilman, F.E. y Watson, D.G. (2014). *Callistemon citrinus: Red Bottlebrush*. ENH269. IFAS Extension University of Florida. Consultado en Marzo 2018 en <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/ST/ST11000.pdf>
- GISD (Global Invasive Species Database). (2016). *Myrtaceae*. Consultado en Marzo 2018 en <http://issg.org/database/species/search.asp?sts=tss&st=tss&fr=1&x=0&y=0&li=5&t n=Myrtaceae&lang=EN>
- Godoy, I. (2014). *Ingeniería Forestal*. (En línea). Bogotá, Colombia. Consultado 24 Ago 2017. Disponible en <http://ingenieriaforestal.com.co>

Gómez, M. (2010). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación*. Volumen I: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. Medellín: CORANTIOQUIA. 228 p.

León, J. y Poveda, L. (2000). Los nombres comunes de la plantas en Costa Rica. San José, Costa Rica: Editorial Guayacán. (En línea), consultado el febrero 2018 en: <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/2259>

Llanos Rojas, C. (s.f.). *Elementos de manejo de árboles urbanos* (en línea). México. consultado 22 Ago. 2017. Disponible en http://www.isahispana.com/treecare/resources/Elementos%20de%20manejo%20de%20arboles%20urbanos_1.pdf

MICHAU, E. (1996). La poda de los árboles ornamentales. Mundi-Prensa, Madrid, España. 316 p

Morataya, E. (2011). *Ciudad de Guatemala, Encuesta CIMES*. (En línea). Guatemala. Consultado 24 Ago 2017. Disponible en <http://desarrollourbanoyterritorial.duot.upc.edu>.

Municipalidad de Guatemala. (2017). *Mapa de la Ciudad de Guatemala*. (En línea). Ciudad de Guatemala. Consultado 30 Ago. 2017. Disponible en <http://www.muniguate.com/la-ciudad/mapa/>

Municipalidad de la Florida. (2012). *Plan de gestión operative arbolado urbano* (en línea). Departamento de ejecución de proyectos y silvicultura urbana. Florida. Consultado 22 Ago. 2017. Disponible en <http://www.laflorida.cl/web/wp-content/uploads/2012/01/Plan-de-Gestion-arbolado-urbano-2012.pdf>

Muñoz, C; Pérez, V; Cobos, P; Hernández, R Y Sánchez, G. (2007). *Sanidad Forestal, Guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los bosques.(en línea)*. Madrid, Ediciones Mundi-prensa. Consultado 23 Ago. 2017. Disponible en <https://books.google.es/books?isbn=8484766233>

- Núñez, O. (1986). *Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus maximinoi H. E. Moore. en Coban, Alta Verapaz*. Tesis. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos, Guatemala. 130p.
- Perdomo, A, y Díaz, W. (2015). Diagnóstico piloto y plan de manejo de arborización en la ciudad de Neiva. Universidad de Manizales. Colombia. (En línea). Consultado en Marzo, 2018. Disponible en ridum.umanizales.edu.co.
- Pérez, S, y López, F. (2015). *Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. Hacia una sostenibilidad urbana Economía, Sociedad y Territorio* (En línea). XV (Enero-Abril): (Fecha de consulta: 23 de agosto de 2017). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11132816002>
- Rivas, D. (2014). *Plagas y enfermedades de los árboles*. (En línea). Universidad Autónoma Chapingo. Consultado el 23 Ago 2017. Disponible en <http://www.rivasdaniel.com/Plagas.pdf>
- Rivas, T. D. (2004). Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal. Universidad Autónoma Metropolitana. Tesis de doctorado. México. 210 p. Consultado el 23 Ago 2017. Disponible en http://www.rivasdaniel.com/Articulos/Arboricultura_DasonomiaUrbana.pdf
- Rodríguez, M., Rivera, C y Roman, E. (2010). *Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la ciudad de México*. (En línea). Ciudad de México. Consultado 24 Ago. 2017. Disponible en http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/libro_areas_verdes.pdf
- Rodríguez, M. (2002). *Guía técnica: Cultivo de Limón*. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL. San Salvador.
- Rojas, F y Torres, G. (2016). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* . Vol.13 Núm.33. Pág.50-52. (En línea). Consultado en Marzo del 2018. En: revistas.tec.ac.cr/kuru

- Rojas, F y Torres, G. (2011). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) vol. 8 (20). (En línea). Consultado en Marzo del 2018. En: revistas.tec.ac.cr/kuru
- Salazar, R., Soihet, C. y Méndez, J. M. (2000). Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. (p. 39). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (Salazar y Méndez, 2000).
- Sanchez, J. (2016). Árboles ornamentales. Bull. Bur. Pl. Industr. USDA (248:25). Estados Unidos.
- Tovar, G. (2007). *Manejo del arbolado urbano en Bogotá (en línea) Redalyc* No. 16-17. Consultado el 22 Agosto 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35701709>
- Veliz, M., Barrios, A y Dávila, C. (2007). Actualización taxonómica de la flora de Guatemala, Coníferas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. (En línea). Consultado en Marzo 2018. Disponible en: <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2006-005.pdf>

10. ANEXOS

Anexo I

Actividades del censo forestal urbano en la zona nueve de la ciudad de Guatemala.



Figura 21. Toma de datos en campo de zona nueve de la ciudad de Guatemala.



Figura 22. Medición del diámetro a la altura del pecho en especie *Michelia champaca* en la 3ª avenida del la zona nueve.



Figura 23. Medición de alturas de la especie *Michelia champaca* en la 2ª avenida de la zona nueve.



Figura 24. Capacitación en la medición de árboles para la cuadrilla de apoyo de la alcaldía auxiliar de la zona nueve. Especie *Ficus benjamina* en la 6ª avenida.



Figura 25. Raíces del *Ficus benjamina* provocando levantamiento de pavimento de banqueta en la 3ª calle de la zona nueve.



Figura 26. Capacitación de parte del INAB de mediciones correctas en los árboles.

Anexo II

Fichas técnicas de las especies encontradas en el censo forestal urbano de la zona nueve de la ciudad de Guatemala. (CD Adjunto).

Anexo III

Cuadro 2. Boleta que se utilizó para el censo forestal urbano

No. Árbol	Ubicación	Especie	Estado sanitario y raíces				Inclinación			Ahuecamiento (%)			Int. cables			Int. Luminaires			Daños a Infraestructura por raíces			Dist. Entre árbol	Podas anteriores			DAP (cm)	Altura (m)	
			S	E	D	M	NO	LI	MI	NO	<50%	+50%	PD	PE	IA	PD	PE	IA	NO	LE	SE		NO	LE	SE			

Cuadro 3. Resumen de tabla de censo forestal urbano realizado en zona nueve de la ciudad de Guatemala. (Tabla completa del censo forestal en CD adjunto).

ESPECIES	No. ÁRBOLES	ESTADO SANITARIO	INCLINACIÓN	AHUECAMIENTO	FRECUENCIA			PODAS	PROMEDIO DAP (cm)	PROMEDIO ALTURA (m)
					INTERSECCION CABLES	INTERSECCIÓN LUZ	DAÑOS INFRAESTRUCTURA			
Aguacate	4	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	27.5	6.1
Araucaria Excelsa	5	Sano	No	No	igual altura	Igual altura	Leve	Leve	41.5	21.8
Calistemo Blanco	16	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	Leve	28.3	6.6
Calistemo Rojo	140	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	Leve	25.6	4.9
Ceiba	2	Sano	No	No	igual altura	Igual altura	Leve	NO	179.3	18.5
Cipres columnar	2	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	Leve	32.5	4.7
Cipres comun	328	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	39.2	10
Coralio	52	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	31.1	7.3
Cortés	1	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	56	15
Costa rica	49	Sano	Leve	No	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	37.7	6.1
Eucalipto delgado	108	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	57.2	17.8
Eucalipto torreliana	14	Sano	Leve	No	igual altura	Igual altura	NO	Leve	51.1	15.1
Eugenia	100	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	25.6	6.8
Farolio	80	Sano	Leve	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	26.7	7.3
Ficus benamina L.	196	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	53.0	9.8
Ficus elástica	6	Sano	Leve	No	igual altura	Igual altura	Severo	Leve	127.9	16.8
Flamboyan	1	Decrépito	Leve	Menos del 50%	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	68	7
Fresno	79	Sano	Leve	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	42.8	9.6
Hormigo	5	Sano	Leve	No	igual altura	Igual altura	Severo	Leve	55.5	15
Limon	4	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	16.7	4.3
Liquidambar	58	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	Leve	39.5	9.6
Llama del Bosque	66	Sano	Leve	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	39.0	10
Magnolia	545	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	NO	Leve	39.3	9.7
Manzana Rosa	60	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	NO	7.4	3.2
Matasano	450	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	39	10
Matilsguate	482	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	Leve	39	9.9
Moringa	1	Sano	Muy inclinado	No	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	34.5	7
Naranja	1	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	NO	Leve	5.5	5
Nispero	10	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	Leve	NO	13.4	4.7
Podocarpus	14	Sano	No	No	por debajo	Por debajo	NO	Leve	59	17.4
Sauce lloron	205	Sano	No	No	igual altura	Igual altura	Leve	Leve	40	10
Schefflera arboricola	4	Sano	Leve	No	igual altura	Por debajo	Severo	Leve	44	8.6
Timboque	99	Sano	Leve	No	por debajo	Por debajo	Leve	Leve	39	10.0
Casuarina	106	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	42.2	11.8
Jacaranda	429	Sano	Leve	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	39.0	9.9
Trueno	407	Sano	No	No	igual altura	Por debajo	Leve	Leve	39	9.9
Pino	20	Sano	leve	no	igual altura	Igual altura	leve	Leve	92.1	20