



**Mérida**  
Ciudad Blanca  
AYUNTAMIENTO 2015-2018



# Estudio-diagnóstico del arbolado urbano en parques públicos de Mérida

febrero-junio, 2018





# Índice de temas

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
OBJETIVOS.....	8
METAS ALCANZADAS.....	9
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
SELECCIÓN DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS .....	11
DE MUESTREO .....	12
TOMA DE DATOS EN CAMPO .....	13
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. ....	16
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
PARQUES ANALIZADOS.....	20
ESPECIES ENCONTRADAS .....	21
CARACTERÍSTICAS DE LOS PARQUES .....	26
ESTRUCTURA DEL ÁRBOLADO .....	33
<b>4. MANTENIMIENTO .....</b>	<b>39</b>
A MEDIANO Y CORTO PLAZO .....	39
CONFLICTO .....	42
CAMPOS PERSONALIZADOS .....	43
<b>5. BENEFICIOS AMBIENTALES.....</b>	<b>47</b>
ÍNDICE VITAL-ECOSISTÉMICO.....	50
OTROS SERVICIOS AMBIENTALES .....	55
<b>6. DISCUSIÓN .....</b>	<b>61</b>
PLAZA GRANDE .....	65
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN. ....	70
<b>7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
RECOMENDACIONES .....	74
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>79</b>
<b>9. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>81</b>
<b>10. CITAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>

## Índice de cuadros

CUADRO 2-1 CARACTERÍSTICAS Y MÉTODO DE MUESTREO POR TIPO DE PARQUE.....	13
CUADRO 2-2 CANTIDADES CENSADAS DE HECTÁREAS, ARBOLES Y PARQUES. ....	14
CUADRO 2-3 EXPLICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE MANTENIMIENTO Y CONDICIÓN. ....	15
CUADRO 2-4 CATEGORÍAS DE LA CONDICIÓN SANITARIA Y AGENTE CAUSAL. ....	16
CUADRO 2-5 PRECIOS DE LA TONELADA DE C, CONTAMINANTES Y M <sup>3</sup> DE AGUA DE DRENAJE EVITADO UTILIZADOS EN I-TREE.....	17
CUADRO 3-1. POBLACIÓN DE LOS PARQUES Y CARACTERÍSTICAS CON RESPECTO AL ARBOLADO DE LA CIUDAD. ....	19
CUADRO 3-2 ESPECIES CLASIFICADAS COMO MAGNOLOPSIDA. ....	22
CUADRO 3-3. ESPECIES MAS IMPORTANTES POR CANTIDAD EN LA POBLACIÓN EN LOS TRES TIPOS DE PARQUES. ....	23
CUADRO 3-4. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN DE ARBOLES DE PM.....	27
CUADRO 3-5. RANGO Y ESQUEMA DE VALORES PARA ASIGNAR UNA CALIFICACIÓN POR PARÁMETRO. ....	28
CUADRO 3-6. COMPARACIÓN DE PARQUES CON 130-150 A/HA Y +/- 2000 M <sup>2</sup> . ....	30
CUADRO 3-7 ÍNDICE VITAL-ARBÓREO (IVA) DE LOS PG Y DATOS QUE LE DIERON ORIGEN. ....	31
CUADRO 3-8. COMPARACIÓN DE PARQUES CHICOS CON UNA DENSIDAD DE 130-150 A/HA. ....	32
CUADRO 3-9. ESTADÍSTICAS DE LA ALTURA DE ÁRBOLES EN LOS DIFERENTES PARQUES DE MÉRIDA. ....	35
CUADRO 3-10. VALORES DE IMPORTANCIA PARA LAS 20 ESPECIES MAS IMPORTANTES POR TIPO DE PARQUE (* ESPECIES EXÓTICAS). .....	36
CUADRO 3-11. IDR DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN LOS PARQUES.....	37
CUADRO 4-1 ACCIONES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO A MEDIANO PLAZO POR TIPO DE PARQUE .....	40
CUADRO 4-2. DATOS DEL ÁRBOL CON REPORTE DE PLANTA PARASITA DEL LISTADO DE DATOS ORIGINALES DEL I-TREE ENVIADOS A PROCESO. ....	41
CUADRO 4-3 ACCIONES URGENTES A REALIZAR POR TIPO DE PARQUE. ....	42
CUADRO 4-4 CONFLICTOS ENCONTRADOS EN LOS ÁRBOLES DE LOS PARQUES DE MÉRIDA .....	43
CUADRO 4-5 CONDICIÓN GENERAL DE LOS ÁRBOLES EN LOS 3 TIPOS DE PARQUES DE MÉRIDA.....	44
CUADRO 4-6 CONDICIÓN SANITARIA Y AGENTE CAUSAL DE DAÑO A LOS ARBOLES EN LOS 3 TIPOS DE PARQUES. ....	45
CUADRO 5-1. RESUMEN DEL BENEFICIO AMBIENTAL DE LOS PARQUES Y SU RELACIÓN CON EL INVENTARIO. ....	47
CUADRO 5-2. VALORES PARA CADA UNO DE LOS 6 NIVELES POSIBLES DE SERVICIO ECOSISTEMICO. ....	48
CUADRO 5-3. LISTADO DE LAS ESPECIES QUE DEMOSTRARON ESTAR DENTRO DE LAS 10 PRINCIPALES PARA CADA SERVICIO AMBIENTAL PROMEDIO POR ÁRBOL/ESPECIE. ....	49
CUADRO 5-4. COMPARACIÓN ENTRE 10 PARQUES CON MISMAS CONDICIONES. ....	52
CUADRO 5-5. COMPARACIÓN ENTRE PM CON LAS MISMAS CONDICIONES. ....	52
CUADRO 5-6. IVE PARA LOS PG MUESTREADOS POR PARCELA. ....	54
CUADRO 5-7 CARBONO FIJO O ALMACENADO TOTAL, POR UNIDAD DE ÁREA Y SU EQUIVALENCIA EN CO <sub>2</sub> . ....	54
CUADRO 5-8. CAPACIDAD DE SECUESTRO DE C POR TIPO DE PARQUE Y SU EQUIVALENCIA EN CO <sub>2</sub> .....	55
CUADRO 5-9. RESUMEN DE DATOS DEL REPORTE DE ESCORRENTÍA EVITADA PARA LOS 3 TIPOS DE PARQUES DE MÉRIDA. ....	56
CUADRO 5-10. COMPUESTOS VOLÁTILES LIBERADOS POR EL ARBOLADO DE LOS PARQUES DE MÉRIDA.....	59
CUADRO 5-11. ESPECIES CON MAYOR DISERVICIO AMBIENTAL POR COV.....	59
CUADRO 6-1 VALOR ECONÓMICO DEL SERVICIO AMBIENTAL DE LOS 3 TIPOS DE PARQUES DE MÉRIDA.....	61
CUADRO 6-2 EVALUACIÓN DE LOS PG DE MÉRIDA .....	64
CUADRO 6-3 CANTIDAD DE PARQUES POR TIPO DE ACUERDO A SU CALIFICACIÓN DEL IVEC.....	64

CUADRO 6-4 ARBOLES MUERTOS POR RETIRAR EN LA PLAZA GRANDE .....	67
CUADRO 6-5 DATOS DE LAS CAUSARINAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PLAZA GRANDE. ....	67
CUADRO 6-6 ARBOLES QUE REQUIEREN ATENCIÓN INMEDIATA EN LA PLAZA GRANDE. ....	68
CUADRO 6-7 CONDICIÓN PROMEDIO DE LAS ESPECIES DE LA PLAZA GRANDE Y SU RELACIÓN CON LAS PALMAS .....	69
CUADRO 6-8 CALIFICACIONES OBTENIDAS PARA LA PLAZA GRANDE DE LOS ÍNDICES DE DESEMPEÑO COMPARATIVOS .....	69
CUADRO 6-9 CATEGORÍAS UTILIZADAS PARA RECLASIFICAR LOS PARQUES CENSADOS. ....	70
CUADRO 6-10 MATRIZ DE PARQUES POR CATEGORÍA CON LOS CRITERIOS DE ESCALA Y DENSIDAD DE IMPLAN.....	71
CUADRO 7-1 ORDEN DE REVISIÓN DE PARQUES AMBIENTALES POR CATEGORÍA. ....	77

## Índice de figuras

FIGURA 2-1 PARÁMETROS DASOMÉTRICOS EVALUADOS. ....	13
FIGURA 3-1. DISTRIBUCIÓN DE PARQUES EN MÉRIDA POR CLASE Y SUPERFICIE. ....	20
FIGURA 3-2. SUPERFICIE Y POBLACIÓN DE LOS PG. ....	21
FIGURA 3-3 FAMILIAS DE PALMAS DE MÉRIDA. ....	24
FIGURA 3-4 .ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA PLAZA GRANDE DE MÉRIDA. ....	25
FIGURA 3-5. FAMILIAS DE ARBOLES EN LA POBLACIÓN. ....	25
FIGURA 3-6 ESCALA DE EVALUACIÓN DE LAS COPAS DE LOS ARBOLES DEL I-TREE ECO.....	28
FIGURA 3-7 HISTOGRAMA DE PARQUES POR ÍNDICE VITAL-ÁRBOL. ....	29
FIGURA 3-8. RELACIÓN ENTRE EL IVA Y LA DENSIDAD DE ÁRBOLES /HA.....	30
FIGURA 3-9. HISTOGRAMA DE PARQUES CHICOS POR CLASE DE ÍNDICE VITAL-ÁRBOL .....	32
FIGURA 3-10. HISTOGRAMA DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS DE LOS ARBOLADOS DE LOS TRES TIPOS DE PARQUES.....	34
FIGURA 5-1. RELACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES IVA E IVE.....	50
FIGURA 5-2. HISTOGRAMA DEL IVE DE LOS PARQUES MEDIANOS POR DISTRITO. ....	51
FIGURA 5-3. HISTOGRAMA DE IVE PARA PARQUES CHICOS .....	53
FIGURA 5-4. PRODUCCIÓN DE OXÍGENO POR TIPO DE PARQUE EN MÉRIDA.....	57
FIGURA 5-5. REMOCIÓN MENSUAL DE CONTAMINANTES POR EL ARBOLADO DE LOS PARQUES DE MÉRIDA.....	58
FIGURA 5-6. REMOCIÓN DEL TOTAL DE CONTAMINANTES MENSUAL Y ACUMULADO. ....	58
FIGURA 6-1. HISTOGRAMA DEL ÍNDICE VITAL-ECONÓMICO DE LOS PM EN MÉRIDA.....	62
FIGURA 6-2 .HISTOGRAMA DEL IVEc DE LOS PM EN MÉRIDA. ....	63
FIGURA 6-3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ARBOLES Y PALMAS EN LA PLAZA GRANDE. ....	65
FIGURA 6-4. RESUMEN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL ARBOLADO DE LA PLAZA GRANDE. ....	66
FIGURA 7-1. HISTOGRAMA DE PARQUES POR SUMA DE ÍNDICES. ....	73



## Resumen Ejecutivo

El presente estudio-diagnóstico de parques es un complemento al inventario de la ciudad, y se realizó por medio del censo total de la población de los parques de Mérida. EL censo permite contar con información detallada para la programación, manejo y sobretodo mejora del arbolado en los parques. Este esfuerzo de mejora incrementará notablemente la resiliencia de la ciudad a los riesgos de un crecimiento acelerado y del cambio climático, cada vez más notorio en Mérida. El objetivo central fue la medición de los árboles en los parques públicos de Mérida dentro del anillo periférico, para conocer la composición y estructura de su población, para tener la información base para la planeación a largo plazo de su manejo, situación actual, desarrollo y mantenimiento en general. A partir de la información dasométrica de los árboles y el software *i-Tree Eco V 6.10.22* se obtuvo el servicio ambiental que proveen los árboles en cuanto a fijación de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ozono y monóxido de carbono que son los principales contaminantes emitidos por el parque vehicular de la ciudad.

Se visitaron 541 parques que se encuentran en 409 ha (1.6% del área de la ciudad) dentro del anillo periférico de la ciudad y se midieron 15,644 árboles. Se definieron 3 tipos de parques en función a su tamaño, cantidad de árboles y método de muestreo y se clasificaron como: Parques Chicos (menor a 4,000m<sup>2</sup> y/o menos de 10 árboles), Parques Grandes (mayor a 1.2 Ha y/o más de 50 árboles) y los Parques Medianos que son los que se encuentran entre ambos parámetros. Al final del trabajo quedaron 535 parques donde el 3% (14) fueron parques grandes que por su tamaño se muestrearon por parcelas, 36% (192) Parques chicos, donde 42 no tuvieron ningún árbol, y finalmente 61% (392) Parque medianos que fueron censados al 100%. El total de la población de árboles en estos tres tipos de parques fue de 33,841 árboles que representa el 1.64% de los mas de 2 millones de árboles vivos de la ciudad. En los 3 tipos de parques, los árboles fueron mas grandes y con mayor follaje que el promedio de árboles de la ciudad. La cantidad de árboles en los parques grandes (19,273) fue mayor a los parques medianos (13,893) pero de menor tamaño y biomasa. Por otro lado, se encontraron 186 especies diferentes entre todos los parques aunque en los parques grandes y chicos la cantidad de especies diferentes fue solo 80. Únicamente 9 especies conforman mas del 50% de la población: Jabín, Chaká, Waxim, Flamboyán\*, Algarrobo blanco\*, Ramón, Almendro\*, Palma Real y el Akits\*, 4 de ellas son exóticas(\*). Añadiendo a estas especies 4 adicionales, se alcanza el 60% de la población; Maculis, laurel de la india (*Ficus*), Tzalam y un grupo de individuos que no se encontraba en la base de datos del *i-Tree* y que se agrupó en Clase Magnolopsidia.

Para comparar entre los parques, dentro de cada tipo, se diseñaron 3 índices que agrupan cada uno a 4 variables indirectas calculadas por el Modelo ECO. El primer índice el Índice Vital-Arbóreo (**IVA**) se construye con las características biológicas del follaje y biomasa, el Índice Vital-Ecosistémico (**IVE**) con los servicios ambientales de los parques, ambos estandarizados a una hectárea. Finalmente el Índice Vital-Económico (**IVEc**) que se basa en el desempeño económico del servicio ambiental de los parques sin estandarizar por hectárea sino usando el valor neto y que permite comparar entre parques. También se elaboraron resúmenes de actividades recomendadas a mediano y corto plazo para llevar a cabo en los parques y una evaluación del estado fitosanitario y el agente causal cuando había. El tamaño de los árboles en los parques con respecto a la ciudad, medido en base a su DAP y altura, es mayor en ambos casos siendo la altura promedio de 8.2 m en los árboles de los parques dos metros más altos que el promedio de la ciudad.

En cuanto a beneficios ambientales los parques muestran mucho más cobertura que la ciudad, 42% vs 21.2% en el caso de los parques medianos contra la ciudad, y 25 y 29% de los chicos y grandes respectivamente contra los 21.2% de la ciudad. Esta mayor cobertura se refleja en mayores beneficios ambientales al comparar al área de los parques, es decir, los parques ocupan tan solo el 1.6% del área de la ciudad pero proveen de servicios ambientales de 2 a 4% del total de la ciudad. El valor económico fue de \$ 4,716,292 por servicio ambiental **anual** por concepto de secuestro de carbono (332 t), reducción de contaminantes (4.6 t) y escorrentía (11,766 m<sup>3</sup>). Este servicio ambiental que pueden proporcionar los parques de la ciudad puede incrementarse de 2 (M\$9.4) a 3 (M\$14) veces, y que sumado al beneficio por carbono fijo (M\$ 20) podría aumentar en total entre \$29.5 M y \$34.2 Millones de pesos. Este valor no considera los beneficios sociales, comunitarios y psicológicos. La información generada ,por otra parte, sirve para diseñar y evaluar parques, como se realizó en el ejemplo de la Plaza Grande, y que permite elaborar planes a la medida de cada caso.

Finalmente, se listan 7 acciones concretas para buscar la mejora de los parques con fines de incrementar el servicio ambiental:

- I. Rejuvenecer los parques.
- II. Usar planta de CALIDAD, TALLA y garantía de crecimiento y desarrollo.
- III. Seleccionar y preparar adecuadamente los sitios.
- IV. Eliminar los árboles no deseados.
- V. Realizar las acciones prioritarias.
- VI. Elaborar planes maestros por parque.
- VII. Trabajar con la comunidad.

# 1. Introducción

Los inventarios de arbolado urbano son prácticamente desconocidos en México y no fue sino hasta que en Mérida se realizó el primer inventario, mediante muestreo de parcelas, de toda la ciudad en 2016-2017 que se entendió su importancia para la planeación y manejo del mismo. El presente estudio-diagnóstico de parques es un complemento al inventario de la ciudad, y tiene la característica de que se realizó por medio del censo total de la población de los principales parques de la ciudad, lo que permite contar con información detallada para la programación, manejo y sobretodo mejora del arbolado en los parques. Este esfuerzo de mejora incrementará notablemente la resiliencia de la ciudad a los riesgos de un crecimiento acelerado y del cambio climático, cada vez más notorio, que reduce la calidad de vida en la población.

El presente estudio es continuación del inventario anterior y por lo tanto se recomienda consultarlo para conocer los antecedentes de la población de árboles de toda la ciudad, las especies principales y conocer y entender la metodología de cálculo del modelo para poner en contexto el arbolado de los parques. En el anexo III, se describen brevemente las metodologías de cálculos utilizadas para la determinación de los servicios ambientales, la generación de parámetros indirectos resultado de las medidas dasométricas utilizadas y otras observaciones que los desarrolladores de *i-Tree* consideran importantes. Por otro lado, el presente documento es una presentación resumida de los resultados de los análisis de los tres tipos de parques establecidos, la descripción de la metodología utilizada en el análisis, y se presenta como conclusión, una serie de recomendaciones a realizar para mejorar el servicio ambiental del arbolado de los parques, así como una clasificación de trabajo para la gestión de los parques..

La principal contribución del presente inventario y diagnóstico es que proporciona la línea base de la situación actual del arbolado que resultará en tomar la información caso por caso, es decir, parque por parque para diseñar las acciones de mejora específicas y puntuales. Además, conociendo el valor del servicio ambiental actual de cualquier parámetro, por ejemplo, el de capacidad de fijación de Carbono (o secuestro de CO<sub>2</sub>), o cualquier otro, se puede utilizar como indicador para establecer metas de mejora que sirvan como guía para evaluación de avances.

William Thomson Kelvin ([Lord Kelvin](#)), físico británico (1824 - 1907): ***“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre.”***

---

## Objetivos

### General

Realizar una medición de los árboles en los parques públicos de la ciudad de Mérida dentro del anillo periférico, para conocer la composición y estructura de la población, con el objetivo de tener la información base para la planeación a largo plazo de su manejo, situación actual, desarrollo y mantenimiento en general.

### Particulares

1. Conocer las especies más relevantes.
2. Determinar su estado y condición.
3. Evaluar si existen árboles en riesgo.
4. Determinar el servicio ambiental que proveen en cuanto a fijación de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ozono y monóxido de carbono que son los principales contaminantes emitidos por el parque vehicular de la ciudad.
5. Contar con la información para establecer metas concretas que puedan ser evaluadas con precisión que midan el mejoramiento de la calidad del arbolado en los parques.
6. Conocer claramente la aportación del arbolado de los parques al mejoramiento del ambiente urbano, e incremento de su resiliencia, para fomentar una conciencia ecológica en la población.

---

## Metas Alcanzadas

En la realización del presente trabajo se contó con la colaboración de 6 equipos de técnicos, biólogos e ingenieros forestales, además del apoyo de personal de la unidad de Desarrollo Sustentable del Ayuntamiento y alumnos del servicio social de varias escuelas superiores para lograr:

1. Medir 15,644 árboles en los diferentes parques.
2. Recorrer y visitar 541 parques dentro del anillo del periférico que abarcan 409 hectáreas de terreno.
3. Realizar 3 corridas con el modelo *i-Tree ECO V 6.10.22*, una para cada tipo de parque.
4. Obtener el valor, económico (\$ 4,716,292) y neto del servicio ambiental **anual** de los parques por concepto de secuestro de carbono (332 t), reducción de contaminantes (4.6 t) y escorrentía (11,766 m<sup>3</sup>) para valorar de una manera práctica y objetiva la utilidad pública de los parques.
5. Contar con la información necesaria para atraer la atención del público y generar conciencia de la necesidad de cuidar, rejuvenecer, y ampliar el arbolado de los parques en beneficio de todos.



## 2. Metodología

Para llevar a cabo el trabajo se siguió la misma metodología seguida en la elaboración del inventario de la ciudad, con algunos ajustes. La principal diferencia fue que en este caso se procedió con censos totales de cada parque donde cada parque era un estrato para de esta manera tener información agregada para toda la población de árboles en los parques y al mismo tiempo información uno por uno. En la presentación de resultados se hablará de toda la población de árboles en los parques y se deja el análisis de parque por parque para que los interesados lo realicen con los reportes de la memoria de cálculo que arroja el programa. Es importante mencionar que el modelo *i-Tree* tiene sus limitaciones y no identifica todos los beneficios de los árboles.

### Selección de los espacios públicos

Al comenzar a realizar este estudio fue notoria la inconsistencia de la información referente a parques al interior del ayuntamiento, justamente el IMPLAN se encontraba trabajando con otras direcciones del sistema de gestión de espacios públicos donde planteaban dar solución a este tema, es por ello por lo que se tuvo que impulsar el acuerdo en este tipo de espacios.

La información original de los espacios públicos a censar se obtuvo de un trabajo reciente del IMPLAN que midió y caracterizó los espacios públicos de la ciudad. Fue el Centro de Procesamiento de Información Mérida quién subdividió a los espacios públicos de los 5 distritos actuales y los numeró registrando la siguiente información adicional al nombre del parque:

1 Colonia	10 Área de Servicio
2 Dirección	11 Áreas deportivas
3 Coordenadas	12 Juegos Infantiles
4 Superficie m2	13 Andadores
5 Parque	14 Senderos
6 Área verde	15 Caseta con bomba
7 Deportivo	16 Caseta de vigilancia
8 Área De descanso	17 Elementos Arquitectónicos
9 Áreas Arboladas	18 Otros

La clasificación contempla indicar el tipo de espacio público, es decir si se trata de una Área Verde o un Deportivo (puntos 5 a 7) y adicionalmente reporta con cuales, de los módulos, indicados en los puntos 8 a 18, cuenta. Cabe mencionar que este registro generó 540 espacios públicos y como las características no eran claras, se decidió utilizar la lista completa de los 540 parques en lugar de los únicamente señalado como "parques". A esta lista se le comparó con la lista de parques que Catastro presenta en 2016 para el plan de infraestructura verde, ya que contaba en ella con los polígonos georreferenciados (shapes) de los parques, lo que nos permitió conocer el área de los mismos. El resultado de la comparación arrojó que a la lista de Catastro le faltaban 23 parques que se encontraban en la lista del IMPLAN. En el anexo 1, se incluyen los datos de los parques visitados y medidos y los que se tuvieron que desechar por no contar con información suficiente o por estar fusionados con otro parque, siendo en total 6 parques de la lista original los que no se revisaron (anexo 2).

Existe un parque, el Lineal Metropolitano que ni el IMPLAN ni Catastro lo tenían registrado por estar bajo la responsabilidad del gobierno del estado. Si se considera también este parque, el total del universo de parques evaluados aumentó a 541. Se designó un número identificador para cada parque formado por 6 dígitos: (1-5) para el Distrito, (01-11) para los sub-districtos y (001-099) para el número consecutivo del parque. Con este número identificador, se trabajó ya que los nombres de los parques son muy confusos debido a que había casos en los que existían 3 nombres diferentes, uno para la lista de Catastro, otro para el IMPLAN y otro en el mismo parque. Se recomienda revisar y establecer una lista definitiva para que todas las dependencias involucradas tengan la información correcta o bien utilizar el identificador numérico asignado que tiene la característica de ser único, para de esta manera ser específico en los programas o planes de manejo. Este número identificador único puede ser el folio de catastro del predial del terreno que al parecer es de 6 dígitos y definitivamente es único para cada terreno.

---

## De muestreo

Para poder ser incluidos en el muestreo se estableció que los árboles tuvieran más 5 cm (2") y al menos 2 m de alto, a menos que hubiera varios tallos y entonces se medían todos. Se establecieron 3 tipos de parques en función a alguna o a una mezcla de las siguientes características: superficie, número de árboles, y posibilidad de muestrear, como se muestra en el cuadro 2.1:

Tipo Parque	Superficie	Cantidad de árboles	Método de muestreo
Chicos	0.01 a 1.5 ha	0-9	Censo Total
Medianos	0.01 a 4 ha	10-327	
Grandes	2 a 73 ha	50 a más de 150	Parcelas

Cuadro 2-1 Características y método de muestreo por tipo de parque.

El criterio para seleccionar la forma de muestreo fue el tiempo estimado para realizarlo, se favoreció el muestreo por censo total pero donde las condiciones de tamaño o número de árboles, o donde incluso el acceso a muestrear era complicado, se procedió a muestrear por parcelas. Por supuesto hubo parques donde no había árboles, en total 42, donde la visita consistió en tomar una foto y registrar 0 árboles, estos parques por lo general eran canchas deportivas o juegos infantiles en áreas muy pequeñas donde en la mayoría de los casos no es posible plantar un árbol por lo simplemente se eliminaron del análisis, ya que en su proceso de la información el *i-Tree* automáticamente no los considera.

## Toma de datos en campo

La toma de datos en campo se realizó con el protocolo de toma de datos de *i-Tree* y la captura se realizó en tabletas electrónicas o teléfonos móviles principalmente. Fueron pocos los casos en los cuales los datos se capturaron en papel para luego hacer la captura electrónica. Este procedimiento se

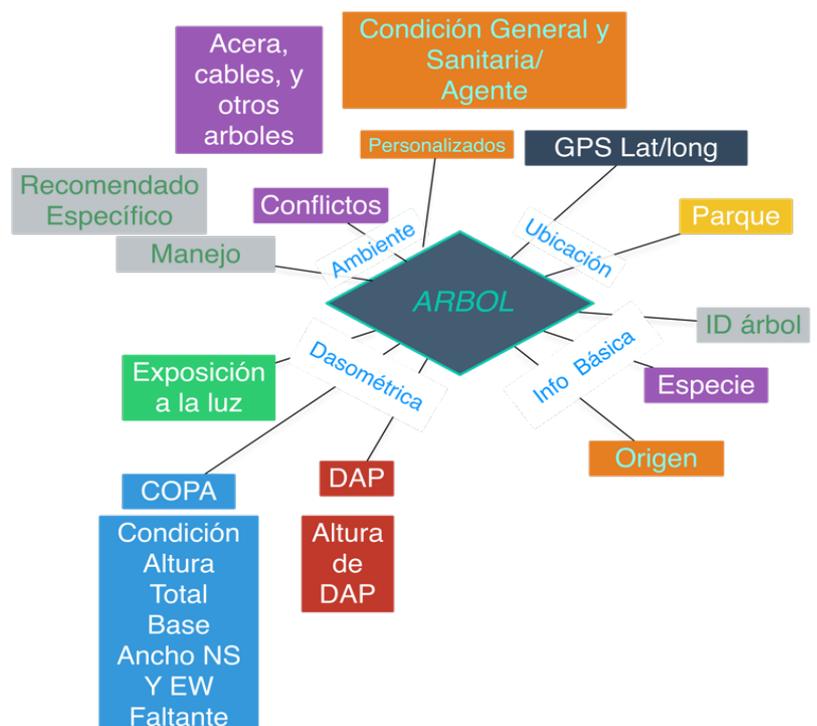


Figura 2-1 Parámetros dasométricos evaluados. 13

considera redujo errores en la integridad de la información, pero debido al volumen de la misma, no se puede presuponer se encuentre libre de errores, aun a pesar de que se realizó una auditoria de calidad de la información por un técnico independiente a los que se encontraban muestreando. Los parámetros evaluados, se resumen en la figura 2.1 y su significado y metodología para su medición están perfectamente descritos y explicados en el manual de toma de datos de campo (en español)<sup>1</sup> de la página de *i-Tree* <http://www.itreetools.org>. Dentro de los campos personalizables y los de mantenimiento vale la pena definir las categorías y su significado, debido a que estos fueron establecidos para poder estimar el trabajo requerido en cada parque de acuerdo a los objetivos particulares más importantes del inventario. El cuadro 2.3 muestra y explica las categorías definidas en este tema.

Así mismo, el equipo utilizado y algunos procedimientos de captura están detallados en los términos de referencia y en los reportes de avance del presente proyecto los cuales se pueden consultar. Al final del trabajo, la clasificación de los parques arrojó los siguientes resultados:

Categoría	Árboles Medianos	Área Muestreada (ha)	Número /categoría
Parques Chicos	675	29	192
Parques Medianos	13,893	190	329
Parques Grandes por Parcela	1,076	190	14
<b>TOTAL</b>	<b>15,644</b>	<b>409</b>	<b>535</b>

*Cuadro 2-2 Cantidades censadas de hectáreas, árboles y parques.*

Cabe mencionar que ya conociendo los resultados de los 541 parques se procedió a una reclasificación de los mismos basados en los criterios establecidos por el IMPLAN<sup>2</sup>, aun sin publicar, pero que con los resultados del censo en cuanto a parques ya es posible definir. Se tomaron dos criterios fundamentales, el de función o uso, y el de escala y dimensión donde por escala se utilizó la población de árboles existente y dimensión su superficie. En la discusión se presentarán las 9 categorías que emanaron de la combinación de la escala y dimensión, mientras que para función cabe mencionar que se clasificaron espacios públicos por Deportivos y recreación, Ambientales, y Para reuniones sociales (Plazas).

<sup>1</sup> En el link: <https://goo.gl/1uiLP2>

<sup>2</sup> Clasificación de espacios públicos, elaboración propia, coordinación de espacios públicos 2015. Comunicación personal.

ID	Descripcion	SIGNIFICADO
<b>MANTENIMIENTO</b>		Hay que observar el árbol y lo primero que se determine que se le tiene que hacer para mejorar su condicion es lo que se tiene que seleccionar. Solo hay 5 tipos de trabajo que abarcan varias labores, la labor se definira despues y si el arbol esta en buenas condicones sin problemas no hay que capturar nada.
1	Correcion de arquitectura	Cuando el arbol requiera algun tipo de poda, en la labor se especificara cual, aquí se incluyen los desmochados, mal podados
2	Riesgo Remocion	cuando el árbol este muerto o presente un alto riesgo por inclinación u otro factor
3	Mejorar Sitio	cuando se note que el árbol requiere de algun manejo como fertilización o aeración para continuar creciendo
4	Control Sanitario	Cuando tenga alguna plaga en un alto grado de incidencia y que URGA su control
5	Apoyo para establecimiento	SI el árbol esta pequeño y tiene riesgo de morir por falta de atencion
<b>LABOR</b>		Las labores son auto explanatorias son labores de arboricultura normal que se podrian consultar en cualquier manual de arboriculltura si hay duda. Tiene que ser consecuente con lo seleccionado en mantenimiento. Y debe de ser la labor que sea mas urgente a realizar porque la sobrevivencia del árbol depende de ello. SI el árbol esta bien pero requiere de varios trabajos pero que NO son urgentes no se captura NADA. En comentarios se puede añadir algo mas. si hay que remover indicar si es necesario sustituir por algun motivo
1	Poda de aclareo	
2	Podade elevacion de copa	
3	Poda sanitaria o limpieza	
4	Poda de reducci'ón de altura	
5	Poda de reduccion lateral	
6	Poda estructural	
7	Derribo y sustitucion	
8	Derribo sin sustitucion	14 Patalogia entomologia. 20 Regar
9	Trasplante	15 Eliminacion de muerdago 21 Limpiar Basura
10	Quitar Tocon	16 Quitar vandalismo 22 Fertilizacion
11	Plantar arbol	17 Airear suelo 23 Adicionar Suelo
12	Curar heridas	13 Monitorear Riego. 18 Adicionar Mulch. 19 Reducir Pavimentos
<b>CONFLICTO</b>		Identificar el factor mas limitante para el crecimiento del árbol o que lo pueda afectar en corto plazo que incluso sea motivo de tener que removerlo.
1	Con banqueta	
2	con otro arbol	
3	100% bajo Dosel	
4	con cables	
<b>CONDICION</b>		En una escala del 1 (MUY MAL) a 10 (Excelente) Evaluar el estado general del árbol en función a su situación NO es solo la copa sino la condicion del tronco, estructura y arquitectura de las ramas, si no tiene ramas con angulos muy abiertos y con mala incersión, en general que sea un árbol robusto bien formado (sin importar el tamaño) con buena relacion follaje tronco. Por ejemplo los podados como cetos serian un 1 o un 2 cuando mucho.
1	Totalmente MAL forma, sanidad, etc	
2	Mal de forma y utilidad	
3	Pobre y deshauciado	
4	Pobre pero salvable	
5	Regular pero en malas condiciones	
6	Regular en desarrollo	
7	Regular y mejorable	
8	Bien	
9	Muy bien de forma y estructura	
10	EXCELENTE	

Cuadro 2-3 Explicación de las categorías de mantenimiento y condición.

Para la definición del estado fitosanitario de los árboles se generó una matriz de grado de daño asociado a agente causal, lo que se definió en 16 categorías posibles (Cuadro 2.4):

		CONDICION SANITARIA Y AGENTE CAUSAL							
		ALTA		Media Alta		Media Baja		BAJA	
PLAGA	11	Alta Plaga	21	Medio Alta Plaga	31	Media Baja Plaga	41	BAJA Plaga	
HONGO	12	Alto hongo	22	Media Alto Hongo	32	Medio Bajo Hongos	42	BAJO Hongo	
PLANTA PARASITA	13	Alta incidencia	23	Medio Alta incidencia	33	Medio Bajo incidencia	43	BAJA incidencia	
STRESS U OTRO EFECTO	14	Alto grado	24	Media Alto grado	34	Medio Bajo grado	44	BAJO Nivel	

Cuadro 2-4 Categorías de la Condición Sanitaria y Agente Causal.

## Procesamiento de la información.

La captura y proceso de la información se llevó a cabo en el software *i-Tree* ECO V 6.0.10 del *i-Tree* 6.1.22. Esta es una versión más avanzada a la que fue utilizada en el inventario de la ciudad, incluso ya se encuentra en español, y que ya cuenta con más especies, sobre todo de México, por lo que se espera haya contribuido a una mayor precisión de la información obtenida. Se realizaron 3 análisis, uno para cada tipo de parque. En el caso de los parques chicos únicamente se analizaron aquellos parques que tuvieron árboles. El programa *i-Tree* con la información dasométrica tomada calculó los siguientes parámetros morfológicos de los árboles por especie en general y para las especies en cada parque:

1. Área Foliar (ha).
2. Cobertura del canope o arbórea (m<sup>2</sup>).
3. Biomasa de hojas (t) y Biomasa/árbol (t).
4. Densidad Población (Árboles/ha).
5. Distribución de la población por clase diamétrica (Dap en cm).
6. Valor de importancia para las especies.
7. Condición por categoría de las especies.
8. Densidad de área Foliar (m<sup>2</sup>/ha).
9. Densidad de biomasa de hojas (kg/ha).
10. Índice de desempeño relativo por especie (IDR).

Con esta información es posible determinar, gracias al *i-Tree*, la situación del arbolado y los beneficios ambientales por del arbolado en relación a:

1. Carbono Almacenado en toneladas (Cfijo).
2. Capacidad de Secuestro en toneladas/año (SeC).
3. Reducción de escurrimiento de agua de lluvia en m<sup>3</sup>/año (ReD).
4. Remoción de Contaminantes en toneladas/año (ReCon).

Adicionalmente utilizando los precios de los servicios ambientales del siguiente cuadro (2.5), se calcula el valor monetario de dichos servicios. En el anexo III se presenta a detalle el modelo del *i-Tree* ECO y de donde provienen los valores.

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Carbono fijo y Secuestro	tonelada	\$2,798.50
Reducción de escorrentía	m <sup>3</sup>	\$46.20
<b>Contaminantes:</b>		
Ozono	tonelada	\$208,191.13
NO <sub>2</sub>	tonelada	\$31,088.60
SO <sub>2</sub>	tonelada	\$11,325.21
PM <sub>2.5</sub>	tonelada	\$7,227,814.33
CO	tonelada	\$32,196.84

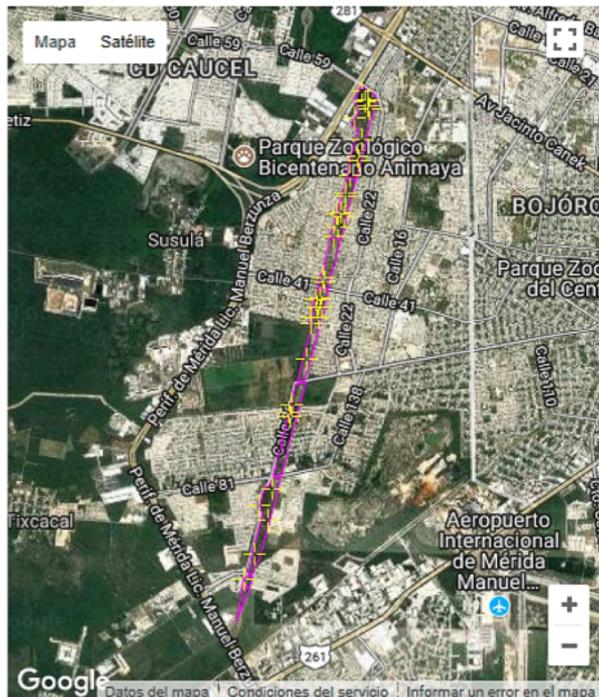
*Cuadro 2-5 Precios de la tonelada de C, contaminantes y m<sup>3</sup> de agua de drenaje evitado utilizados en i-Tree.*



Área muestreada en el parque 203023 Pinos del Norte

[Project Configuration](#) > [Define Plots](#) > via [Google Maps](#)

Map coordinates needs to be checked in the Data Collection Options to see and work with them later.



Project area: 73.72 Hectares

## i-Tree Eco

### Random Plot Generator

Simple random (shapefile boundary)

First, decide how large the survey plots should be:

- 0.04047 Hectares is the standard plot size.

Or customize your plot size:  Hectares by radius  Meters

Next, how many sample plots would you like?

Enter either the number of sample plots desired or the percentage of your project area to be sampled.

Number of plots:

- or -

Project area percentage:

Parcelas que el programa generó directamente, al azar, para muestrear el parque Lineal.

# 3. Resultados

Los parques se dividieron en 3 categorías por lo que se presentarán resultados para cada categoría y algunos resultados en conjunto. Los parques chicos por su tamaño e importancia no se analizan al mismo nivel de detalle, pero se considera que, con la información del levantamiento, se puede hacer un análisis caso por caso de igual forma que los parques medianos y grandes. De hecho, la discusión de resultados tiene el propósito de mostrar generalidades, coincidencias y similitudes entre los parques. La división y análisis en las 3 categorías mencionadas resultan en que las observaciones y recomendaciones son más aplicables. De estas observaciones, se espera que el lector pueda con mayor facilidad consultar la memoria de cálculo, es decir los reportes emitidos por *i-Tree*, para determinar acciones puntuales y específicas para cada parque.

La población total en los parques es de 33,841 árboles que representa el 1.64% del total estimado del inventario de árboles vivos de la ciudad de Mérida, que se estima es de 2,060,000. Sin embargo, los árboles en parques en lo que se refiere a cantidad y biomasa de hojas (Área foliar) y peso seco de madera el valor resulta 50% mayor, o más, del correspondiente al 1.6% debido a que los árboles son más grandes, con más hojas y como veremos más adelante en mejores condiciones que el resto de la población de la ciudad (Cuadro 3.1). Lo anterior, es de suma importancia ya que demuestra que estas islas de vegetación son herramientas para mejorar el medio ambiente de la ciudad además de proveer de espacios de esparcimiento de calidad a quien los visita.

Concepto	Número Árboles	Área Foliar (Ha)	Biomasa hojas (t)	Biomasa árbol (t)
Parques Chicos (PC)	675	12	11	712
Parques Medianos (PM)	13,893	166	149	7,567
Parques Grandes por Parcela (PG)	19,273	159	139	6,080
TOTAL en Parques	33,841	338	299	14,358
% del total de la ciudad	1.64%	2.50%	2.18%	3.94%

Cuadro 3-1. Población de los parques y características con respecto al arbolado de la ciudad.

## Parques analizados

De los 541 parques en total de la ciudad dentro de la zona del periférico, 6 no se consideraron en el análisis por diferentes razones. Los 535 restantes, su muestreo se realizó de la siguiente manera: 521 parques Medianos al 100% (PM) y 14 parques evaluados por parcelas de muestreo al ser Parques Grandes (PG). De los 521 Medianos hubo 42 parques sin árboles y 149 con menos de 10 árboles a estos se les clasificó como parques chicos y se analizó por separado para dejar 329 Parques Medianos o medianos. La figura 3.1 muestra esta clasificación en conjunto con los datos de superficie que ocupa cada clase. Se puede apreciar, en la figura 3.1, que la mayor superficie de parques se encuentra en 245 parques (75%) con 112 ha (51% de la superficie total de parques Medianos).

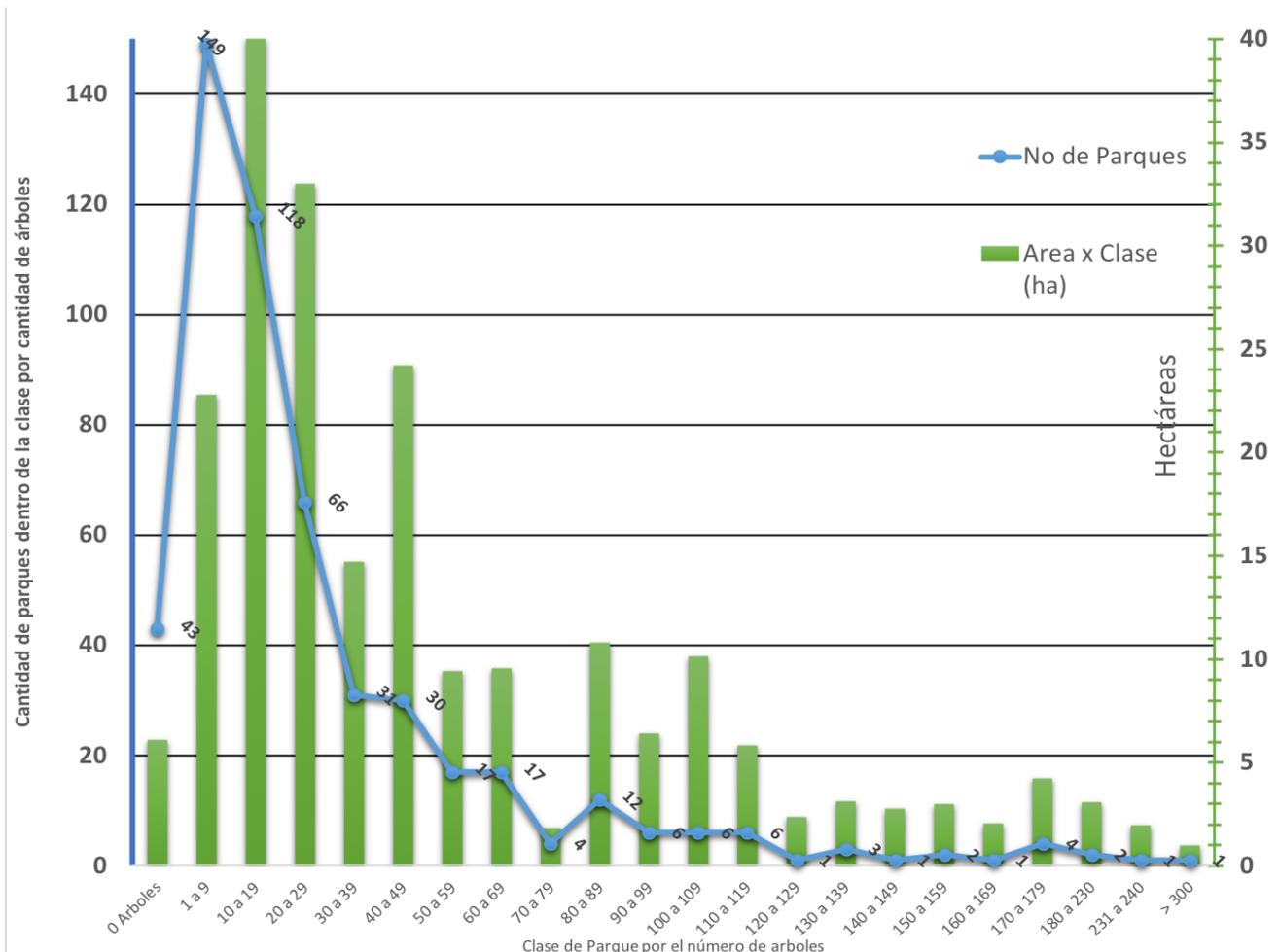


Figura 3-1. Distribución de parques en Mérida por clase y superficie..

Por su parte, los parques muestreados por parcelas o Parques Grandes (PG) en conjunto prácticamente tienen la misma superficie que los Medianos (PM) pero una población 38% mayor (5,380 árboles), figura 3.2. Por esta razón, estos parques se tienen que considerar de una manera diferente ya que, a pesar de lo anterior, como veremos más adelante, la densidad de árboles/ha en estos parques es menor que en los PM y esto tiene implicaciones importantes en su manejo.

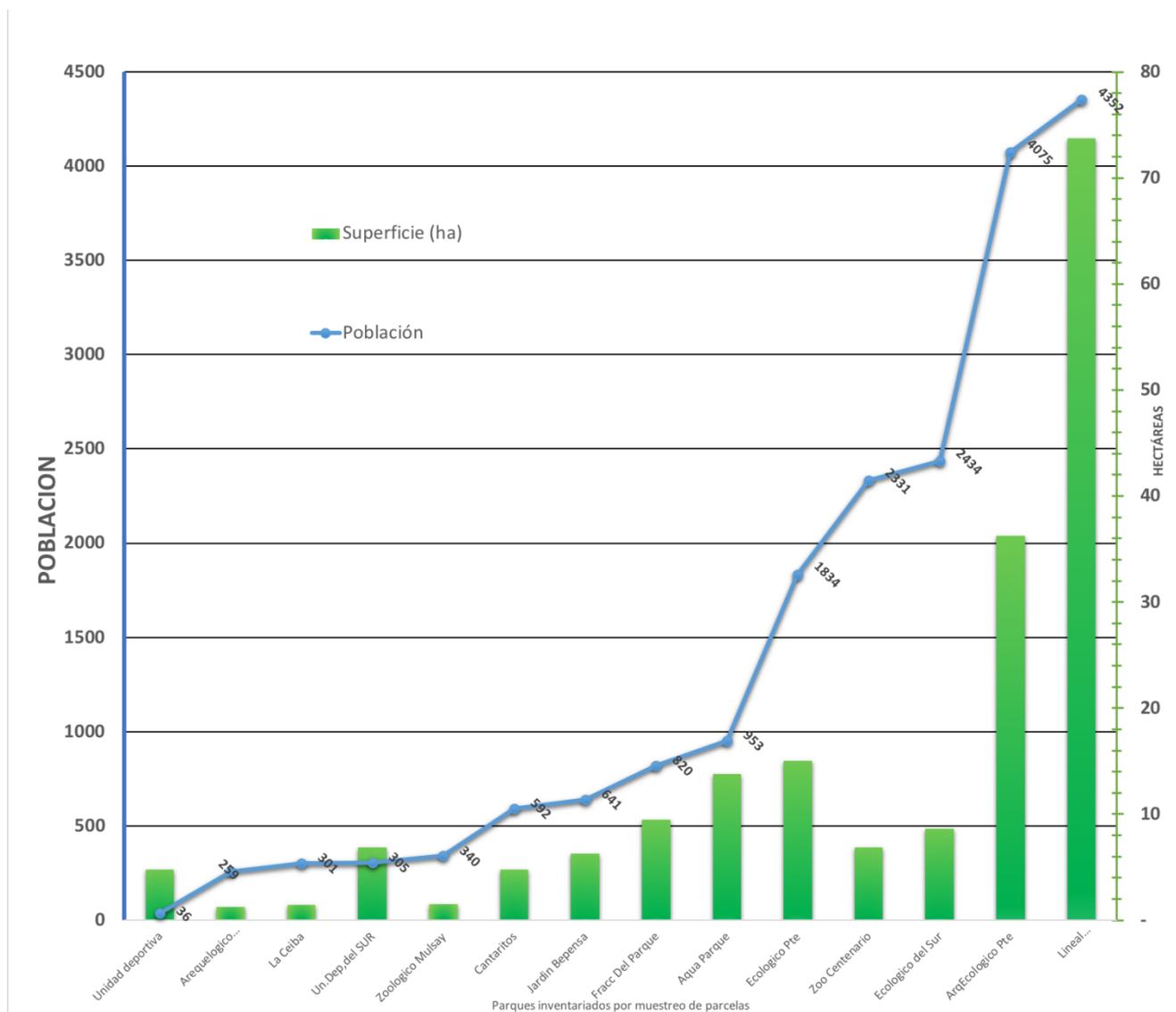


Figura 3-2. Superficie y población de los PG.

## Especies encontradas

En todos los parques se encontraron 186 especies diferentes de las cuales 140 se identificaron por género y especie y que se encontraban en la base de datos del *i-Tree* lo

que significa que utilizaron las ecuaciones específicas para el cálculo del beneficio ambiental y las características morfológicas calculadas a partir de los datos dasométricos, como área foliar, biomasa, cobertura de canope, etc. Es importante mencionar que en la versión del *i-Tree* que se utilizó en el presente trabajo, la cantidad de especies registradas son 8,254 y aunque tiene 1,362 (16%) como géneros, la cantidad de especies registradas es mayor que cuando se realizó el inventario de la ciudad. De hecho, hubo 26 especies que se lograron identificar pero que se tuvieron que incluir en el *i-Tree* por su género únicamente ya que la especie no estaba dada de alta. En el cuadro 3.2, se muestran las 7 especies que no estaban en el programa ni siquiera por género y por lo que tuvieron que ser clasificadas por la Clase Magnolopsida (dicotiledóneas arbóreas o árboles de hoja ancha) y que por lo tanto utilizaron las ecuaciones genéricas de esta clase en sus cálculos. Es importante mencionar que el impacto de lo anterior en las estimaciones de servicio ambiental del arbolado de los parques es mínimo ya que, a pesar de que como se muestra en el cuadro 3.3, hay 695 individuos en esta clasificación, que es tan solo el 2% de toda la población de árboles estimada. Por último, únicamente hay 13 especies que no se identificaron y se les clasificó por su género, pero que tampoco influyen al resultado final de manera significativa. El anexo IV presenta la lista de las especies encontradas, su familia, clave de *i-Tree*, su clasificación como nativa o exótica, y si se clasificaron por género.

Se encontraron 52 especies más que en el inventario de la ciudad, los parques chicos y los grandes únicamente tuvieron 80 especies que es apenas el 50% de los PM. Esta es otra razón para la subdivisión de los parques ya que el criterio de biodiversidad en la selección de especies varía de acuerdo a la cantidad de especies ya presentes.

Especie	Nombre común	Familia
<i>Apoplanesia paniculata</i>	Cholul	Fabaceae
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	Zygophyllaceae
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	Polygonaceae
<i>Pachypodium</i>	Pachypodium	Apocynaceae
<i>Ruprechtia chiapensis</i>	Ruprechtia	Polygonaceae
<i>Semialarium mexicanum</i>	Boob chi'ich	Celastraceae
<i>Zuelania guidonea</i>	Ta'may, volador	Salicaceae

Cuadro 3-2 Especies clasificadas como Magnolopsida.

no.	Especie	Nom Común	TIPO de PARQUE			TOTAL	Acum.
			PC	PM	PG		
1	Piscidia piscipula	Jabín	12	759	3008	3,779	
2	Bursera simaruba	Chaká	35	827	1796	2,658	19%
3	Leucaena leucocephala	Waxim	4	322	2125	2,451	26%
4	Delonix regia	Flamboyán*	77	1178	899	2,154	33%
5	Albizia lebbeck	Algarrobo blanco*	15	892	980	1,887	38%
6	Brosimum alicastrum	Ramón	16	121	1145	1,282	42%
7	Terminalia catappa	Almendra*	37	800	241	1,078	45%
8	Roystonea regia	Palma Real	22	611	443	1,076	48%
9	Thevetia peruviana	Campanita, akits*	39	445	368	852	51%
10	Tabebuia rosea	Maculis	11	575	232	818	53%
11	Ficus	Laurel*	42	584	106	732	55%
12	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	1	152	562	715	58%
13	Magnoliopsida	Clase Magnoliopsida	12	129	554	695	60%
14	Samanea saman	Algarrobo negro*	24	366	303	693	62%
15	Ceiba pentandra	Ceiba	11	309	335	655	64%
16	Caesalpinia	Gen Caesalpinia	2	130	498	630	65%
17	Ehretia tinifolia	Roble	15	177	368	560	67%
19	Cedrela odorata	Cedro	6	241	258	505	69%
20	Thrinax radiata	Chi'it, chit	4	425	65	494	70%
21	Sabal mexicana	Huano, bon xa'an	6	286	186	478	71%
22	Citrus aurantium	Naranja agria*	42	259	117	418	73%
23	Cassia fistula	Lluvia de oro*	21	309	71	401	74%
24	Guazuma ulmifolia	Pixoy	1	26	372	399	75%
25	Azadirachta indica	Neem*	16	275	106	397	76%
27	Tamarindus indica	Tamarindo*	20	210	134	364	77%
28	Tecoma stans	k'anlol	8	242	95	345	78%
29	Cocos nucifera	Coco*	10	237	24	271	79%
31	Lonchocarpus punctatus	Balché	5	173	82	260	80%
	Especie mas numerosa	3a esp.+numerosa					
	2a esp. + numerosa	* Especie EXOTICA					

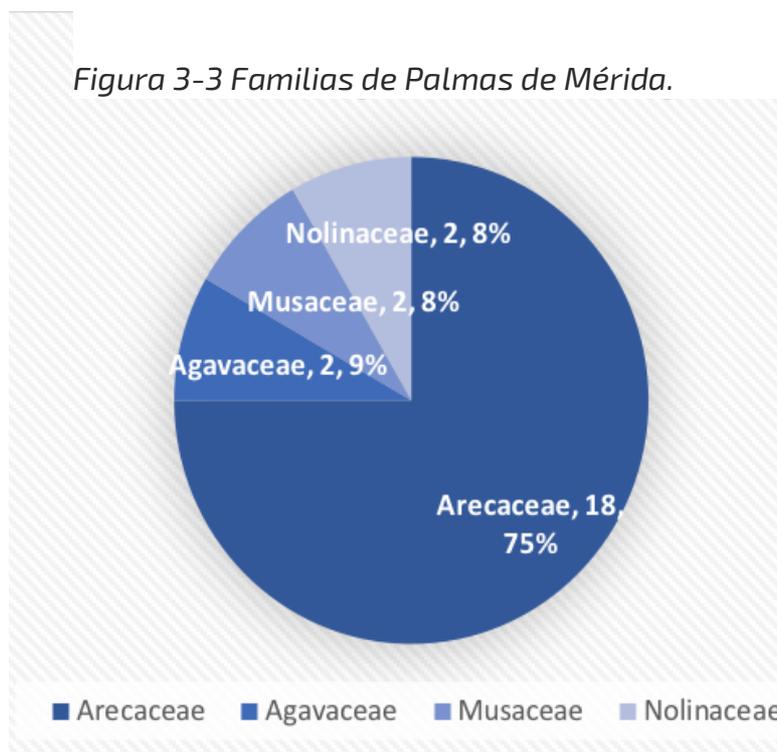
Cuadro 3-3. Especies mas importantes por cantidad en la población en los tres tipos de parques.

La mayor diversidad de especies en los parques, se cree que se debe a que es una práctica común de la gente el sembrar árboles que ven en algún lado y les gusta y proceden a sembrarlo, y por lo visto es más común que lo hagan en parques medianos que en los muy grandes (PG) o los muy chicos (PC). Por otro lado, una diferencia importante digna de mención es que en todos los parques la cantidad de frutales fue muy baja a

comparación con el inventario de la ciudad, encontrándose frutales como mangos, varias especies de cítricos, zapote y papaya, pero en muy pequeñas cantidades. De igual manera que en el inventario de la ciudad, la cantidad de especies no es sinónimo de una alta biodiversidad ya que como se puede ver en el cuadro 3.3, son pocas especies las que conforman la población. Las 31 especies mostradas son tan solo el 16% de las 186 encontradas y estas conforman el 80% de todos los árboles de los parques. Esta información es importante para la selección de especies a utilizar en reforestación donde el criterio de biodiversidad y el de dar preferencias a especies nativas es importante. En los parques el 30% de las especies más importantes son exóticas, y particularmente en los Parques chicos las principales especies son exóticas y en los PM la principal especie, que para ambos fue el Flamboyán es exótica. En los PG las principales especies fueron nativas probablemente porque estos parques se basaron en vegetación existente y ciertamente por su tamaño no han sido sujetos de programas de reforestación, y aquellos que estaban reforestados por el tamaño de los árboles, aun chico, no entraron en el censo o conteo.

Analizando a las familias, en caso de establecer o decidir un nivel de biodiversidad de acuerdo a lo sugerido por Santamour F. (1990) en el sentido de no tener más de un 30%

Figura 3-3 Familias de Palmas de Mérida.



de individuos de una familia, 20% de un género y 10% de una especie, hay que hacer cambios importantes. Tenemos por ejemplo que, para palmas, la gran mayoría son Arecaceas y su principal exponente es la palma real o *Roystonea regia*, que incluso se encuentra entre las 10 principales especies de los parques. Este tipo de análisis se requiere realizar caso por caso ya que por ejemplo en la Plaza Grande las palmas en general son el 72% de la población y la mitad de éstas es el Guano

(*Sabal mexicana*). Para un parque con la importancia de la Plaza Grande este dato es un indicador de la necesidad de replantear el objetivo del parque y diseñar un esquema de

reforestación que además de rejuvenecer a la población, sustituya algunas palmas cuyo beneficio ambiental es menor que los árboles. Adicionalmente la especie arbórea presente en 23% de la población corresponde a los Ficus, y éstos son introducidos (Figuras 3.3 y 3.4).

Este tipo de análisis es posible realizarlo de manera individual para cada parque con los reportes y la memoria de cálculo, que forma parte integral del presente reporte. Se recomienda consultarla y trabajarla de manera particular, lo cual se puede hacer en PDF o en Excel para facilitar la selección y filtrado de datos.

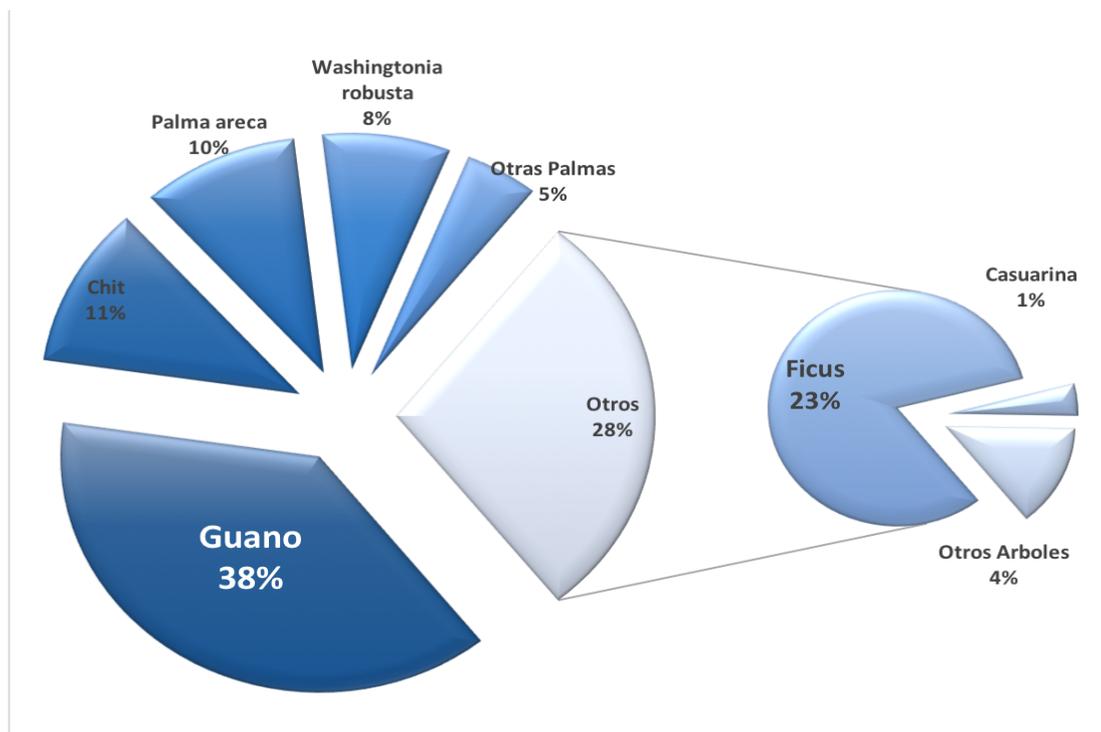


Figura 3-5. Especies mas importantes en la Plaza Grande de Mérida.

El análisis de las familias de árboles de los parques muestra que hay 48 familias representadas con las 186 especies encontradas y las más importantes son la Fabaceae o leguminosas, por contener al Flamboyán, Jabín, los algarrobos y otras, en total esta familia tiene 33 especies. En segundo lugar, están las tres familias de Moraceae, Bignoniaceae y Rutaceae con especies como los cítricos, Ramón, los Ficus y los Maculis. Existe un reporte, el de especies por

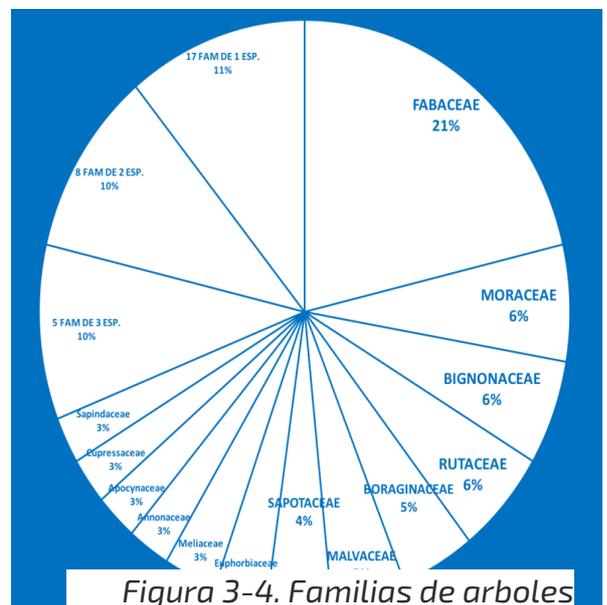


Figura 3-4. Familias de arboles

estrato que además de indicar la población muestra el área foliar y la biomasa de los arboles, ahí se puede analizar parque por parque.

---

## Características de los parques

Como se mencionó en la metodología y en los objetivos, el presente trabajo se enfocó en contar, medir y evaluar al arbolado de los parques exclusivamente sin tomar en cuenta infraestructura, equipos y condiciones de los mismos. A través del estado de los árboles y su reacción, se puede inferir acerca de su manejo. Se recomienda complementar la información del arbolado con datos sobre infraestructura, suelos, e incluso manejo, si se tiene, para elaborar fichas técnicas completas que permitan un manejo integral del mismo. Durante la medición nos encontramos con los "parqueros" o responsables de la limpieza, riego y cuidado de los mismos y se encontraron muchas diferencias. Este recurso puede ser muy importante en los programas de mejora ya que como veremos los parques se encuentran por debajo de su potencial para servicio ambiental. Lo anterior entre otras razones por una muy simple, la edad de los árboles, dentro de la información de la ficha técnica propuesta es importante considerar la fecha de arranque del parque, cuando se sembró, porque los árboles como todo ser vivo tiene un ciclo de vida definido y en muchos casos el arbolado ya se encuentra senescente.

Para poder tener una idea de la situación del arbolado en los parques, vamos a utilizar una estrategia que hace uso de la información que se desprende de los datos dendrométricos tomados de los árboles. Esta información se procesa con las ecuaciones de *i-Tree* y se convierten en características morfológicas y funcionales en los árboles que entonces podemos analizar. Para lograr un análisis comparativo se convirtieron todos los datos por unidad de superficie, en este caso hectárea, para lo cual se utilizó la superficie reportada para cada parque en el reporte del IMPLAN y los datos de Catastro, que se comprobó en la mayoría de los casos, pero no en todos. Es necesario que cuando se realice la ficha técnica se verifique bien la superficie del parque, sobretodo en base a los documentos jurídico-legales (predial, catastro) y también al espacio y ubicación real del parque. Por ejemplo, hubo un caso donde el shape de un parque estaba desfasado del lugar donde se encontraban los árboles.

Una vez transformados los datos a la misma unidad de superficie, se definió un sistema de puntaje de acuerdo al valor obtenido para las siguientes características derivadas de las medidas dendrométricas:

1. Área Foliar (ha)
2. Biomasa Foliar (t)
3. Peso seco o biomasa total (t)
4. Condición Promedio (%)

Para definir las calificaciones, se tomaron en cuenta los rangos y valores estadísticos de la población de cada parque y cada parámetro. En el cuadro 3.4, se muestran los datos de los 4 parámetros para los 329 parques Medianos, los valores obtenidos muestran rangos muy amplios entre el mínimo y máximo, lo que se refleja en desviaciones estándar del 31% al 125% sobre el promedio. Esto es un claro indicador de la variabilidad en el estado del arbolado y prueba de que hay parques que están por bajo de su potencial para proporcionar beneficios ambientales.

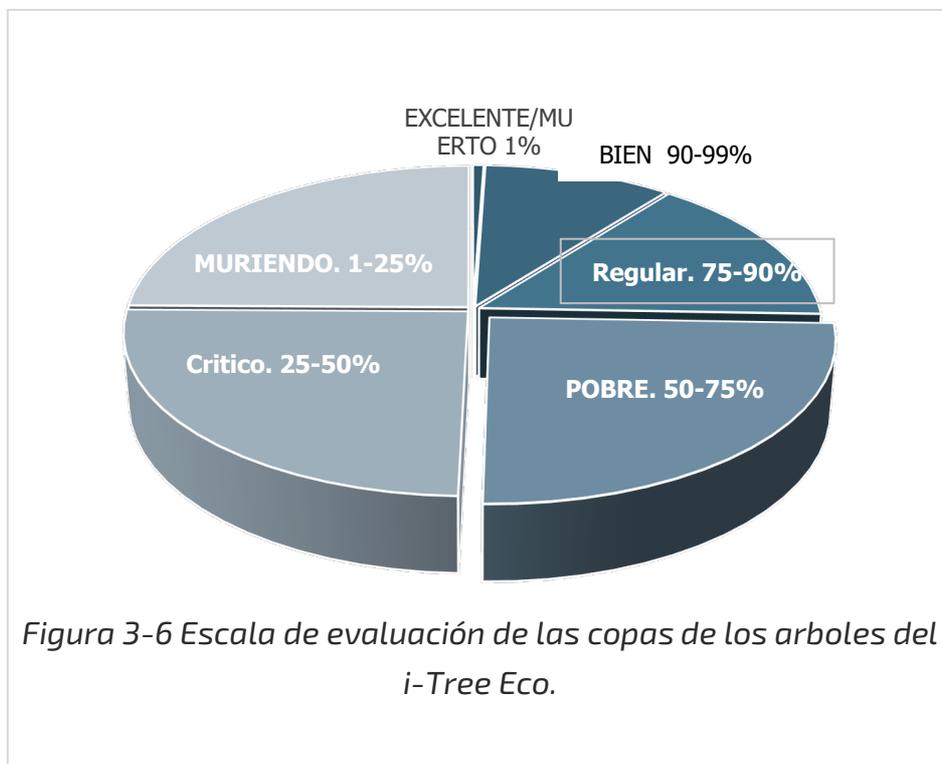
Estadístico	AF (ha)	Biomasa foliar (t)	Peso seco (t)	Condición Promedio %
PROMEDIO	1.40	1.26	67.2	56
Máximo	14.41	11.33	920.2	87
Mínimo	0.01	0.01	1.2	11
Des Estándar	1.48	1.36	83.9	17

*Cuadro 3-4. Resumen estadístico de la población de arboles de PM.*

Por ejemplo, de acuerdo al cuadro 3.5 que muestra la escala de calificación utilizada para evaluar copas (canope o volumen de follaje), el promedio de condición de copa o follaje en estos parques está de POBRE a CRITICO, es decir ni siquiera REGULAR, las copas están apenas a un  $\frac{3}{4}$  de su potencial en el mejor de los casos y en otros apenas si están a un tercio de lo que se espera tener en árboles de acuerdo a la especie y el diámetro. De hecho, como se indica en el protocolo de medición de condición de copa por *i-Tree* la condición se evalúa de acuerdo a la cantidad existente sobre una copa "ideal" de una especie a un cierto diámetro, y dado que se evalúa en intervalos de 5% se generan 20 categorías para poder hacer la calificación más objetiva y confiable (Figura 3.6).

Una vez definidos los rangos se establecieron 6 niveles o categorías de "vitalidad". Cada nivel o categoría con un rango de valores posibles a los cuales se les asignó un valor de 2 a 12 según el nivel.

Con estas calificaciones es posible para los árboles de un parque obtener un puntaje máximo de 48 (4 parámetros de 12 de calificación c/u) y con esto entonces obtener un "Índice Vital-arbóreo" (IVA) con la suma de los puntos de cada parámetro y que es posible expresarlo en porcentaje (del valor máximo posible de 48) para una mejor comprensión.



El cuadro 3.5 muestra los rangos para cada nivel de cada parámetro y la calificación correspondiente que se utiliza que empieza en 2 y sube de 2 en 2 hasta los 12 puntos posibles del nivel 6. Este índice o porcentaje de calificación permite hacer una comparación entre parques, con ciertas

consideraciones, pero su utilidad radica en que se puede utilizar como línea base y para definir metas que puedan ser evaluadas a futuro, es decir indicadores. En otras palabras, es establecer un sistema de calificación con una curva donde el mejor porque equivale a 100, pero cuidado, ya que esto no significa que este a todo su potencial. Un ejemplo de cómo utilizar este índice comparativo para establecer metas de mejora, sería que para un parque con una calificación de 30%, aspirar o definir como meta en 3 años subir a 50% y en 6 llegar al 100% de su potencial.

Nivel	1	2	3	4	5	6
Área Foliar (ha)	< 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 12	> 12
Biomasa foliar (t)	< 1.5	1.5 a 3	3 a 4.5	4.5 a 6	6 a 7.5	> 7.5
Peso seco(t)	< 20	20 a 40	4 a 60	60 a 80	80 a 120	> 120
Cond. Promedio %	< 25	25. a 35	35 a 45	45 a 55	55 a 65	> 65
<b>CALIFICACION</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>

Cuadro 3-5. Rango y esquema de valores para asignar una calificación por parámetro.

Con este índice se construye la figura 3.7 que muestra lo que se mencionó anteriormente de que la mayoría de los parques están por debajo de su potencial. Si dividimos en 3 secciones el histograma tenemos que 133 parques están en el primer tercio (<38%), 189 en el tercio medio (42%-71%) y solo 10 en el tercio superior (>75%).

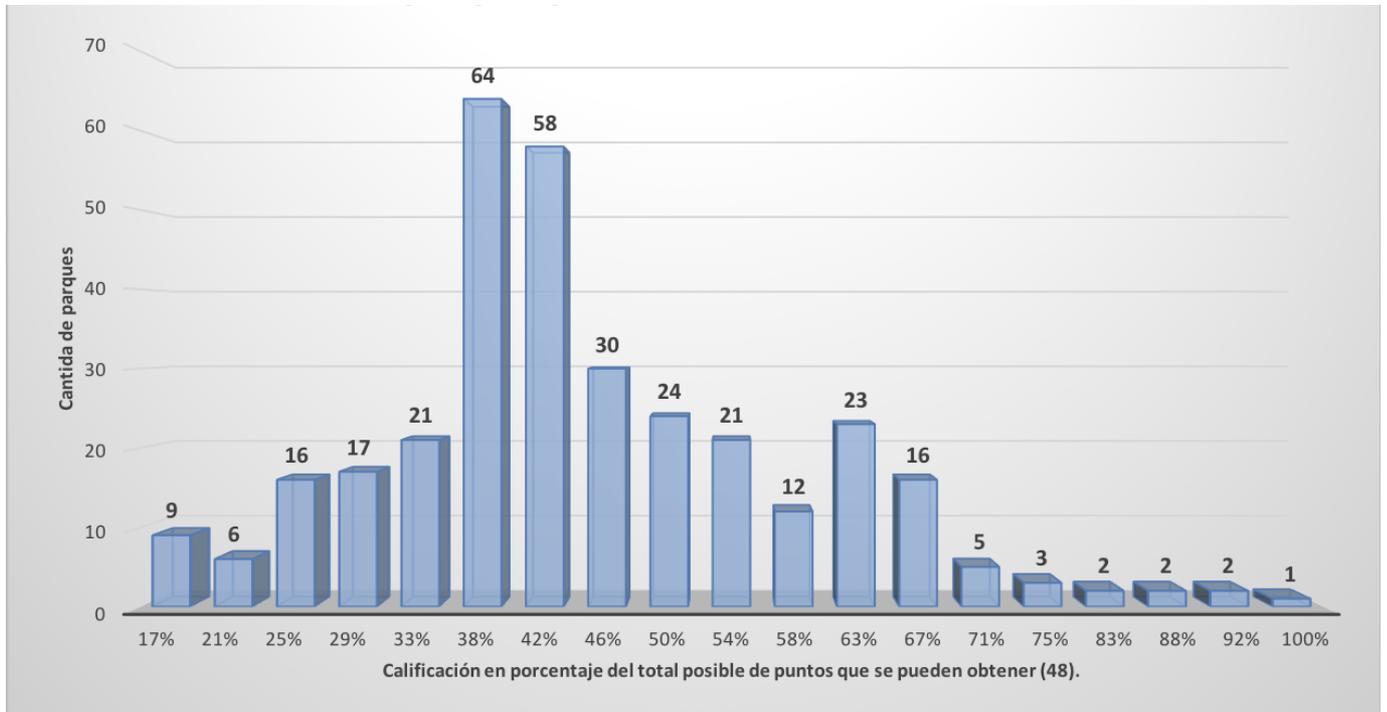


Figura 3-7 Histograma de parques por índice Vital-Árbol.

En virtud de que el índice depende de la cantidad de hojas y madera, la cantidad de árboles en un parque tiene un efecto directo en el IVA y es por esto por lo que hay que considerar la densidad de árboles, en este caso por hectárea, para que la comparación y análisis sea en los mismos términos. Como era de esperarse y lo confirmamos en la figura 3.8 el IVA tiende a ser mayor entre mayor densidad de árboles exista. La principal utilidad del IVA es definir la línea base para de ahí definir metas a futuro. También se puede utilizar como indicador de necesidad de reforestar y/o rejuvenecer un parque antes que otro. Para poder hacer comparaciones entre parques con el IVA, que nos resume el estado de su arbolado, es necesario entonces hacerlo con las mismas condiciones de densidad de árboles como se muestra en el cuadro 3.6 para evitar el efecto de la densidad o cantidad de árboles.

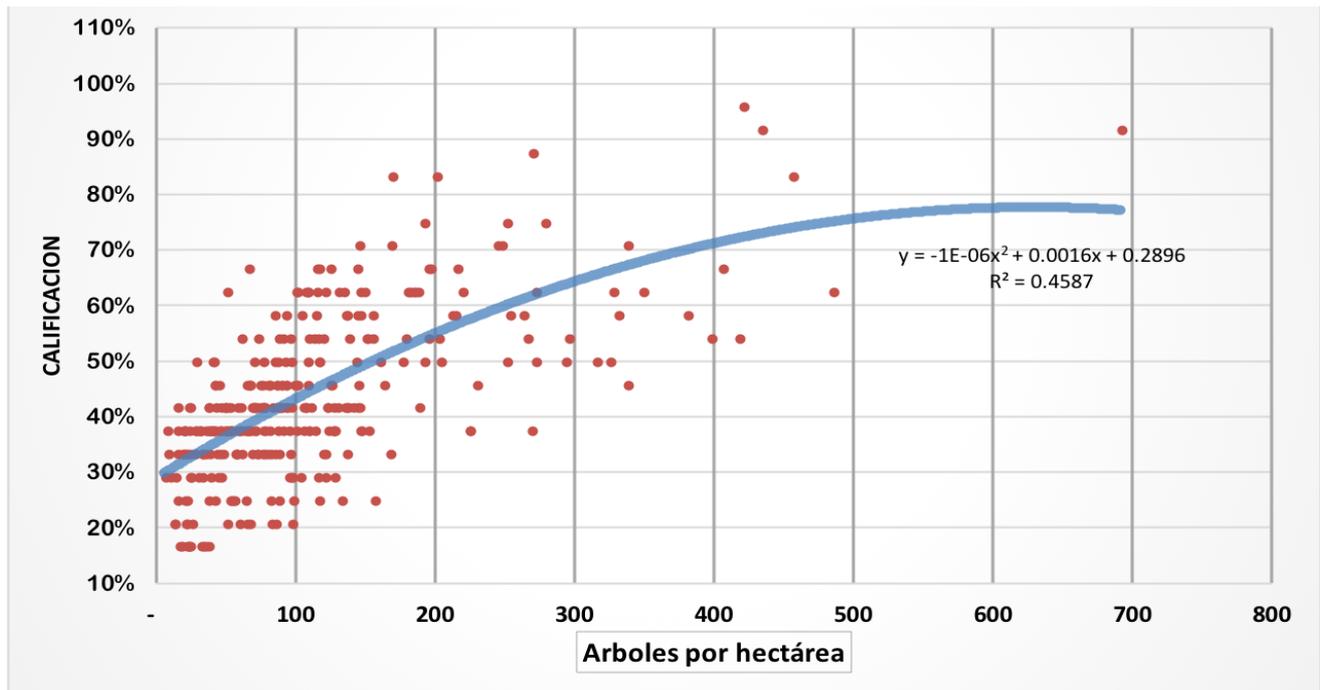


Figura 3-8. Relación entre el IVA y la densidad de árboles /ha

Clave	Parque	Población	AF (ha)	Biomasa foliar (t)	Peso seco(t)	Cond. Prom. %	Calif
302008	Ampliación Hacienda	38	0.08	0.08	12.41	11.93	25%
302006	Serapio Rendón	73	0.20	0.23	34.63	26.88	33%
409075	Paseos de las fuentes	25	0.35	0.20	17.69	46.10	50%
501007	Paseo del Conquistador	16	0.29	0.29	6.56	75.03	54%
509076	Residencial Col. México	21	0.51	0.40	19.78	69.21	67%
115	Madre o Tercera Orden	28	0.42	0.62	30.41	87.05	71%

Cuadro 3-6. Comparación de parques con 130-150 a/ha y +/- 2000 m<sup>2</sup>.

En el cuadro 3.6 se ve claramente que el Parque Ampliación Hacienda, con una calificación reprobatoria de 25%, es debido a la pobre condición de las copas en sus árboles, que se ve reflejada en un área y biomasa foliar 5 veces menor que la del Parque de la Madre, a pesar de contar con 10 árboles más. Este tipo de comparaciones permiten estimar el potencial perdido que tiene un parque, o en otras palabras los parques bien calificados muestran arbolados a los que podría aspirar un parque mal calificado con el cuidado o manejo adecuado. Por otro lado, no es de sorprenderse que el Parque de la Madre, que se encuentra en la zona Núcleo del Centro esté en muy buenas condiciones ya que está en la parte turística y recibe mucha atención además de ser un parque viejo y por otro lado el Ampliación Hacienda que se encuentra en el Distrito 3 donde claramente la atención que recibe no es la misma que en el Parque de la Madre.

El cálculo del IVA para los 14 parques grandes, muestreados por parcela, se puede ver en el cuadro 3.7 y que, por su tamaño, y seguramente costo involucrado, reciben menos atención que los demás parques por lo que no es de sorprenderse que la calificación en general es reprobatoria si definimos como 60% el mínimo para ser considerado un buen parque. Cabe mencionar que en algunos casos la baja calificación se puede deber a la muy baja densidad de árboles como sería el caso de la unidad deportiva, pero que por ser un espacio con fines deportivos y canchas pues en realidad la calificación no es tan importante, de hecho, los pocos árboles que tiene están en bastante buenas condiciones. En la reclasificación de parques por su Función y uso se separan precisamente los espacios deportivos y recreativos (Zoológicos por ejemplo) ya que sus objetivos son diferentes y no se pueden analizar junto con otros parque con finalidad ambiental.

Clave	PARQUE	Pob.	A Foliar (ha)	Biomasa Hojas (t)	Biomasa total (t)	Condición Promedio	Sup (ha)	Arb/ha	Cal
502009	Cantaritos	592	10.2	9.7	449.9	60.6	4.8	124	58%
405037	Zoológico Mulsay	340	3.2	2.8	146.0	53.4	1.5	225	54%
406056	Ecológico Pte.	1,834	25.9	24.5	1,017.845	52.2	15.0	122	46%
121	Zoo Centenario	2,331	7.9	8.7	1,465.458	24.2	6.8	341	38%
211141	Aqua Parque	953	10.8	8.4	308.9	59.7	13.8	69	38%
304030	Unidad deportiva	36	1.2	0.9	42.6	82.5	4.8	8	38%
207072	Fracc Del Parque	820	11.8	9.7	451.3	43.1	9.5	86	33%
308056	Unidad Dep_ del SUR	305	1.3	0.9	27.3	58.9	6.9	44	33%
308057	Ecológico del Sur	2,434	9.3	7.8	292.3	45.1	8.6	282	33%
406000	Lineal Metropolitano	4,352	45.9	35.2	998.9	55.6	73.7	59	33%
406053	Jardín Bepensa	641	4.5	3.6	78.2	56.4	6.3	102	33%
110116	La Ceiba	301	1.0	0.8	101.6	19.0	1.4	213	29%
402008	Arqueológico Xoclan	259	1.5	1.4	33.3	34.1	1.2	212	25%
406054	ArqEcologico Pte.	4,075	24.8	24.5	666.0	44.9	36.3	112	25%
	<b>PROMEDIOS/TOTALES</b>	<b>19,273</b>	<b>159.3</b>	<b>139.0</b>	<b>6,079.68</b>	<b>47.0</b>	<b>190.6</b>	<b>101.1</b>	<b>37%</b>

Cuadro 3-7 Índice Vital-Arbóreo (IVA) de los PG y datos que le dieron origen.

Finalmente, los parques chicos muestran un comportamiento similar a los PM aunque la mayoría de los parques están ligeramente por debajo que la mayoría de los parques de los Parques Medianos. , y claro no incluyen los parques sin árboles.

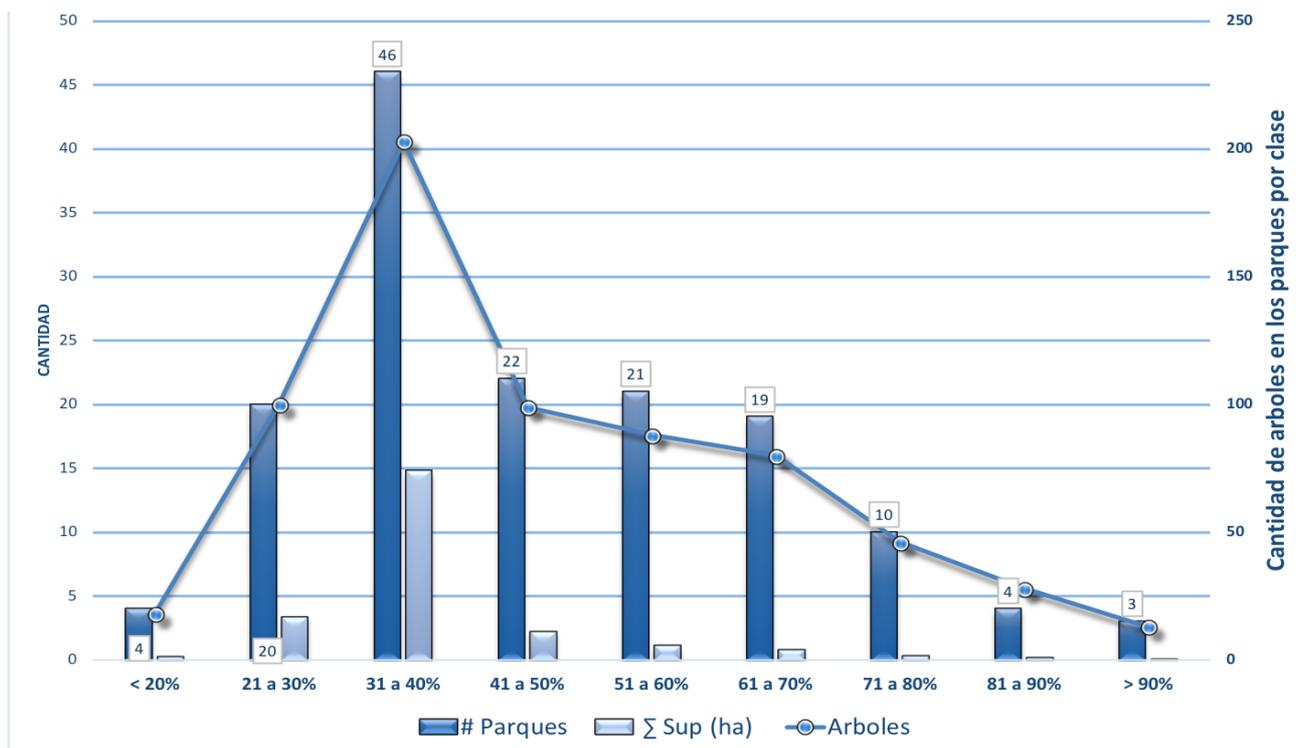


Figura 3-9. Histograma de parques chicos por clase de Índice Vital-Árbol

Es claro que estos parques también requieren atención ya que en términos de densidad de árboles, el promedio estadístico fue de apenas 87 y con una desviación estándar alta del 110%. Una comparación entre parques chicos, de aproximadamente las mismas condiciones, se muestra en el cuadro 3.8, donde vemos también la tendencia mencionada anteriormente en el sentido que los parques del Distrito 3 tienen arbolados en peores condiciones que en otros distritos.

Clave	Parque	Pob.	AF (ha)	Biomasa foliar (t)	Peso seco(t)	Cond. Prom. %	Sup. (ha)	Calif.
306042	Paso Texas	4	0.00	0.00	0.67	13.00	0.03	21%
108089	Unidad Morelos II	8	0.02	0.02	3.79	13.00	0.06	29%
303023	Ave. ZahirHa	6	0.00	0.00	3.45	10.83	0.04	33%
311074	La Libertad I	6	0.05	0.05	3.45	70.33	0.04	54%
209114	Frente a Chac Mool	3	0.06	0.07	1.56	83.83	0.02	63%
411094	Pensiones	7	0.11	0.19	8.86	48.29	0.05	63%
123	Centro	3	0.16	0.12	6.32	83.83	0.02	83%

Cuadro 3-8. Comparación de parques chicos con una densidad de 130-150 a/ha.

Hay que mencionar que se deben analizar adicionalmente otros factores como la edad de los arbolados ya que, si bien solo se midieron árboles mayores a 10 cm, lo que dejó fuera a todos los sembrados de hace 2-3 años a la fecha, es probable que los árboles de los

parques del Distrito 2 y 3 sean más recientes en general. Por lo que nuevamente se recomienda elaborar fichas técnicas donde se incluya la información histórica de los parques y más bien se tome el IVA de un parque como punto de partida para diseñar acciones de mejora y resiembra o rejuvenecimiento del mismo.

---

## Estructura del Arbolado

Además de conocer a las especies que conforman un arbolado es necesario analizar su estado, expresado por el tamaño, tanto en diámetro como altura, para entender la estructura del mismo.

## Tamaño de árboles en los parques

Básicamente son dos los parámetros que definen el tamaño de un árbol, en primera instancia el diámetro de su tronco a 1.3 m de altura sobre el piso y su altura. Aunque gracias a las ecuaciones alométricas ya es posible definir la altura del árbol con la medida del DAP.

### ***Diámetro a la altura de Pecho***

La figura 3.10 muestra el histograma y la distribución que tienen los arbolados de los 3 tipos de parques, por porcentaje de su población, por clases diamétricas. De la figura se pueden sacar varias conclusiones que saltan a la vista:

- ❖ La clase diamétrica más importante es diferente en cada tipo de parque, en los parques grandes lo fue la 7.6 a 15.2
- ❖ Los PC son los parques que tienen la clase diamétrica mayor >83 cm con mas árboles y en general tienen un mayor porcentaje de árboles mas grandes, esto seguramente se debe a que por ser menos árboles no tienen competencia entre ellos y pueden desarrollar mayores diámetros.
- ❖ El rango de diámetros es bastante amplio lo que indica que es posible, con buen manejo, que los árboles alcancen diámetros mas grandes.

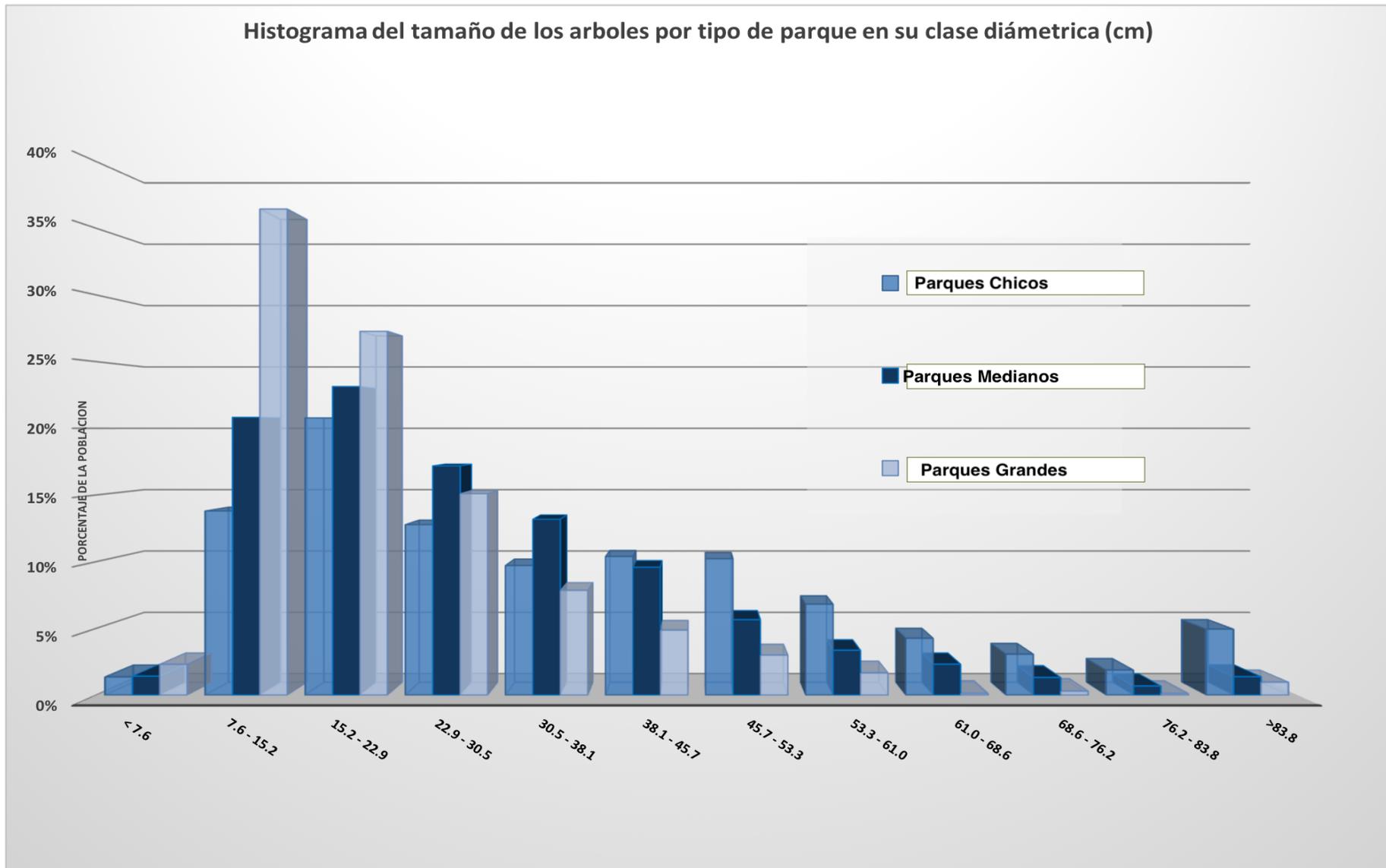


Figura 3-10. Histograma de las clases diámétricas de los arbolados de los tres tipos de parques.

El hecho de que en los PG los árboles sean mas chicos se puede deber a lo comentado anteriormente en el sentido que el cuidado y recursos que se aplican en riego y otras actividades es menor por lo extenso y caro. En relación a la población de árboles de la ciudad, donde el 65% de la misma se encontraba por debajo de los 15.2 cm, los árboles de los parques se observa que claramente son mas grandes que la población de la ciudad.

## ***Altura de árboles***

Por su parte la altura de árboles en los parques es significativamente mayor a la población de la ciudad, prácticamente 2 metros mas altos, lo cual también es de esperar en virtud del manejo, recursos y sobre todo espacio que tienen los árboles en los parques y que casi no tienen conflictos con cables que obligue a que se les desmoche.

ESTADISTICO	TIPO DE PARQUE		
	PC	PM	PG
PROMEDIO	8.28	8.18	8.58
Máximo	24.60	35.00	27.00
Mínimo	1.80	1.30	1.50
Des. Estándar	3.47	3.49	3.45
Mediana	7.90	7.70	8.20

*Cuadro 3-9. Estadísticas de la altura de árboles en los diferentes parques de Mérida.*

## ***Valor de importancia***

Este valor se calcula sumando, para una especie, el porcentaje en que esta presente en la población al porcentaje del área foliar de la especie en el total, lo que permite en una lista de mayor a menor ordenar todas las especies en una población en orden de importancia relativa a su follaje y números brutos. Las especies mas importantes serán las que tengan valores mas altos. El cuadro 3.10 muestra claramente las especies mas importantes que varían para cada tipo de parque, y que, salvo el flamboyán y el almendro, son diferentes entre ellas. Esto tiene que ver con las especies que se sembraron o seleccionaron para sembrar en los parques, ya sea por disponibilidad en los viveros, moda o simplemente preferencia. En los PC los ficus son la segunda especie en importancia por lo anterior, no así en los PM y ciertamente tampoco en los PG donde las especies mas relevantes son nativas y muy probablemente pre-existentes al establecimiento del parque. Una utilidad de este parámetro calculado es en la selección de especies para reforestación o sustitución.

Especie	Nombre común	Tipo de Parque		
		PC	PM	PG
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	3.1	10.9	<b>35.9</b>
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	9.9	9.8	<b>15.2</b>
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	0.6	3.2	<b>14.4</b>
<i>Delonix regia</i>	<i>Flamboyán*</i>	<b>26.9</b>	<b>19.8</b>	12.1
<i>Albizia lebeck</i>	<i>Algarrobo blanco*</i>	5.6	<b>14.2</b>	9.5
<i>Roystonea regia</i>	Palma Real	5.8	10.1	8
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	4.2	1.5	6.7
<i>Caesalpinia</i>	Gen <i>Caesalpinia</i>	0.6	1.7	5.7
<i>Samanea saman</i>	<i>Algarrobo negro*</i>	9.1	8.2	5.5
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	6	6.5	5.1
<i>Magnoliopsida</i>	Clase <i>Magnoliopsida</i>	2.4	1.2	5.1
<i>Terminalia catappa</i>	Almendro*	<b>12.9</b>	<b>13.6</b>	4.5
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	0.3	2.6	4.4
<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	0.4	2.1	3.6
<i>Tabebuia rosea</i>	Maculis	3.3	8.2	3.5
<i>Thevetia peruviana</i>	Campanita, akits*	6.6	4.1	2.3
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1.7	3.4	2.3
<i>Ficus</i>	<i>Laurel*</i>	<b>15</b>	9.8	2
<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it, chit	0.8	4.2	0.4

Cuadro 3-10. Valores de importancia para las 20 especies mas importantes por tipo de parque (\* especies Exóticas).

## Índice de desempeño relativo (IDR)

Como se menciona en el inventario, este índice compara especies en las mismas condiciones y permite evaluar, si el valor es mayor a uno, si una especie se esta desempeñando (de acuerdo a su condición de copa principalmente) por arriba del promedio de toda la población. Es un índice útil en los criterios de selección de especies y un indicador relativo de la capacidad de adaptación de una especie. Las palmas generalmente obtienen buenas calificaciones por el hecho de que las copas se evalúan mejor que en los árboles, aunque como veremos mas adelante, son menos eficientes ambientalmente que los árboles. El cuadro 3.11 resume los IDR para las 20 principales especies de los parques y en color rojo indica (NO negritas) las especies con un valor menor a 1, lo que significa que están por debajo del promedio de la población. Eliminando a las dos palmas de la lista, la Real y el Chit, en los PC y los PG hubo 8 y 7 especies arriba del promedio respectivamente, mientras que en los PM solamente 4 especies se

comportaron bien. Las especies que se comportaron bien en general fueron las mismas en todos los parques, lo que indica que se adaptan bien a las circunstancias de los parques de Mérida y responden con buenos follajes y copas. Es importante mencionar que de estas especies todas menos el Almendro son nativas, reforzando un argumento más para favorecer a las nativas sobre las exóticas o introducidas. Hay que tener cuidado con la interpretación de este índice, ya que una especie, por ejemplo, el Ramón que es nativa y de follaje muy amplio y ambientalmente eficiente, puede ser que haya salido mal calificado porque en muchos casos fue desmochado o mal podado y su copa fue afectada disminuyendo puntos en el índice. Es necesario, por lo tanto, revisar parque por parque y evaluar integralmente todos los aspectos involucrados antes de emitir conclusiones generalizadas. Para esto el *i-Tree* emite una serie de reportes agrupando por estratos, en este caso parques, que permiten dichos análisis y que se encuentran en la memoria de cálculo.

Especie	Nombre común	Tipo de Parque		
		PC	PM	PG
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1.01	0.87	1.08
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	0.95	0.78	1.12
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	0.47	0.58	0.72
<i>Delonix regia</i>	<i>Flamboyán*</i>	0.91	0.82	0.83
<i>Albizia lebbeck</i>	<i>Algarrobo blanco*</i>	1.02	0.91	0.76
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.76	0.58	0.32
<i>Terminalia catappa</i>	<i>Almendro*</i>	1.31	1.16	1.56
<i>Roystonea regia</i>	Palma Real	1.53	1.60	1.97
<i>Thevetia peruviana</i>	<i>Campanita, akits*</i>	0.52	0.87	0.95
<i>Tabebuia rosea</i>	Maculis	0.81	0.96	1.48
<i>Ficus</i>	<i>Laurel*</i>	1.13	0.87	0.76
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	0.86	0.93	0.82
Magnoliopsida	Clase Magnoliopsida	0.45	0.35	0.80
<i>Samanea saman</i>	<i>Algarrobo negro*</i>	0.66	0.67	0.79
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1.09	1.14	1.35
Caesalpinia	Gen Caesalpinia	1.23	0.96	1.29
<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	1.11	1.05	1.48
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1.22	1.00	0.81
<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it, chit	1.36	1.59	1.79

Cuadro 3-11. IDR de las principales especies en los parques.

\*Exóticas



Algarrobo en parque de la Mejorada



Algarrobo en Juan Pablo II la Visita



Ceiba en parque San Luis Chuburna



Palma Areca en La Castellana III

# 4. Mantenimiento

Dentro de los objetivos del censo de árboles en los parques está el de contar la información para desarrollar programas de mantenimiento y trabajo en los parques con fines de mejorar su condición y así proveer de una herramienta que aumente la resiliencia de la ciudad a la modernidad. Con tal propósito se establecieron varios campos para recopilar información que nos ayudan a determinar lo que es urgente realizar en cada parque, los problemas que enfrentan los árboles y finalmente las condiciones sanitarias en que se encuentran.

---

## A mediano y corto plazo

Los primeros campos son fijos en la metodología y la estructura del programa y se refieren al de Mantenimiento Recomendado, que reflejan las acciones que se tienen que realizar en un mediano plazo para mejorar la situación de los árboles y donde se tienen 5 grandes grupos de acción. En primera instancia, está el de corrección de arquitectura de los árboles, que se refiere a todo tipo de poda. Segundo, la determinación de remover árboles por riesgo o sanidad. Tercero, el de mejorar el sitio del árbol con manejo como aflojar el terreno, aplicar Mulch o materia orgánica. El cuarto se refiere a la necesidad de llevar a cabo un control sanitario por la presencia de alguna plaga, enfermedad y/o parásito que se encuentre dañando al árbol y reduciendo su trabajo de beneficio ambiental. Finalmente la última o quinta categoría es en árboles jóvenes que estén luchando por establecerse y se refiere al apoyo para el establecimiento, como acciones de estacado, fertilización e incluso riego.

Los resultados que se obtuvieron están para cada tipo de parque en el cuadro 4.1. En los casos en que los árboles estaban bien se omitía una respuesta por lo que puede decirse que en poco menos de la población total de árboles, es necesario algún tipo de intervención para mejorar la calidad del arbolado. Las acciones variaron de acuerdo al tipo de parque ya que, por ejemplo, en los parques chicos, se tienen que realizar controles sanitarios mientras que en los parques grandes es más importante mejorar los sitios de los árboles es decir proveerlos de mejores condiciones, y en los PM no se identifica una acción como la más importante ya que en realidad hay que hacer un poco de todo, en casi la mitad de la población. Hay una acción que tiene particular relevancia y es la de riesgo o sea de remoción; básicamente cuando un árbol está en malas condiciones se le etiquetó

con esta recomendación y para el caso de los árboles de los parques de Mérida se tiene que es recomendable retirar 2,277 árboles (6%) de la población por diferentes causas. En la memoria de cálculo es posible identificar que árboles, en que parques y el motivo por lo que se recomienda retirar, para los PC y PM. En los PG donde hay que recordar que la información para toda la población se estimó a partir de las parcelas de muestra este dato no se tiene puntual, sin embargo, sí es posible determinar en qué parques hay más árboles de riesgo que requieren retiro o monitoreo por deterioro y por lo tanto la existencia de riesgo. Se sugiere revisar los listados caso por caso en el reporte de *i-Tree*. Estos datos se presentan a nivel de especie y cantidad de árboles con la recomendación por clase diamétrica. Con esta información es posible recurrir a los listados de datos originales o el primer reporte de datos dasométricos de los árboles medidos que lista los datos individuales para determinar que árboles y en que parques se encuentran.

Mantenimiento recomendado	P. Chicos		P. Medianos		P. Grandes	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Corrección de arquitectura	36	5%	1,064	8%	416	2%
Riesgo Remoción	28	4%	1,089	8%	1,160	6%
Mejorar Sitio	37	5%	1,271	9%	6,139	32%
Control Sanitario	66	10%	1,172	8%	973	5%
Apoyo para establecimiento	91	13%	1,049	8%	1,243	6%
Total general	258	38%	5,645	41%	9,931	52%

Cuadro 4-1 Acciones de mantenimiento recomendado a mediano plazo por tipo de parque

## A Corto Plazo

El tipo de acción a corto plazo puede o no coincidir con el mantenimiento recomendado. Se considera que este tipo de acciones son urgentes y de impacto inmediato en la salud de los árboles y por lo tanto deben de realizarse en menos de un año. De las 22 acciones a realizar hay dos importantes, primero la de derribo con y sin sustitución, cuya diferencia es que sin sustitución es en zonas donde el árbol no tiene condiciones o no conviene re-plantar como cercanía a bardas, orilla de banquetas, etc. y por lo tanto es mejor dejar el espacio. De estos tenemos 2,364 que es un número muy similar al de la necesidad de dar un mantenimiento. En segundo lugar, tenemos que afortunadamente solo un árbol al parecer mostró tener plantas parásitas, que por fortuna fueron bromeliáceas que son epifitas y no realmente parásitas.

La búsqueda de este árbol en los datos originales arrojó que se trata de una *Erethia* (Roble) en el parque de la Casona de Tanlum con las siguientes características:

ID	992
Estrato	La Casona de Tanlum 1
Brigada	RECJ
Fecha	43143
Especie	Erethia
Foto ID	w134
DAP 1 (cm)	69
Copa: Condición	40% - 45%
Total Altura (m)	11.5
Copa: Altura superior (m)	11.5
Copa: Altura a la base (m)	3.3
Copa: Ancho N/S (m)	10.4
Copa: Ancho E/O (m)	9.1
Copa: % Faltante	60% - 65%
Copa: Exposición de luz	3 lados
Tarea de mantenimiento	eliminación de muérdago
Conflicto con servicios	Con cables
Cond General	Pobre y desahuciado
Cond Sanitar Ag Causal	Alta infestación de Plaga
Latitud	20.99868
Longitud	-89.63306

*Cuadro 4-2. Datos del árbol con reporte de planta parasita del listado de datos originales del i-Tree enviados a proceso.*



Árbol 992 con presencia de Bromelias no es necesario eliminar.

Por otro lado, las tareas de mantenimiento más importantes a realizar en los parques de manera urgente son podas sanitarias o limpiezas y de reducción lateral además de la estructural. Debido a que el inventario fue realizado en temporada de secas se pudo también determinar que se requiere regar algunos árboles por mostrar signos importantes de sequía. Las podas de limpieza implican la eliminación de ramas muertas, sin hojas que además son un riesgo a la población en general ya que con un aire pueden caer encima de autos o personas. Se estima que hay que realizar este trabajo en aproximadamente un 12% de la población. Existen normas y procedimientos para realizarla, se requiere de herramientas correctas y debe de realizarse sabiendo claramente como y porque se hace para que no dañe al árbol y se convierta en puerta de entrada a pudriciones y enfermedades. También, la recomendación es realizarla en el

momento mas apropiado en términos de la época del año y de la edad del árbol para que el daño y la recuperación sea la óptima.

Tares de Mto.	P de Chicos		P. Medianos		P. Grandes	
	Árboles	%	Árboles	%	Árboles	%
Adicionar Mulch	2	0.3%	5	0.0%		0.0%
Adicionar suelo		0.0%	38	0.3%		0.0%
Airear suelo	2	0.3%	14	0.1%	10	0.1%
Curar heridas	3	0.4%	91	0.7%	38	0.2%
Derribo sin sustitución	6	0.9%	418	3.0%	633	3.3%
Derribo y sustitución	20	3.0%	581	4.2%	706	3.7%
Eliminación de muérdago		0.0%	1	0.0%		0.0%
Fertilización	1	0.1%	33	0.2%	5	0.0%
Limpiar basura	8	1.2%	193	1.4%	96	0.5%
Monitorear riesgo	3	0.4%	304	2.2%	195	1.0%
Patología entomología	1	0.1%	34	0.2%		0.0%
Poda de aclareo	8	1.2%	480	3.5%	379	2.0%
Poda de reducción de altura	8	1.2%	103	0.7%	48	0.2%
Poda de reducción lateral	84	12.4%	1,338	9.6%	43	0.2%
Poda estructural	31	4.6%	883	6.4%	512	2.7%
Poda sanitaria o limpieza	54	8.0%	1,544	11.1%	2,662	13.8%
Poda de elevación de copa	4	0.6%	39	0.3%		0.0%
Quitar Tocón		0.0%	23	0.2%		0.0%
Quitar vandalismo		0.0%	26	0.2%		0.0%
Reducir pavimentos	4	0.6%	16	0.1%		0.0%
Regar	95	14.1%	1,214	8.7%	1,257	6.5%
Trasplante	4	0.6%	55	0.4%	-	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>338</b>	<b>50.1%</b>	<b>7,433</b>	<b>53.5%</b>	<b>6,584</b>	<b>34.2%</b>

Cuadro 4-3 Acciones urgentes a realizar por tipo de parque.

A simple vista se puede ver en el cuadro 4.3 que los árboles de los PG no requieren tanto trabajo como los de los PC y PM ya que solo el 34% requieren de una labor urgente.

## Conflicto

Se definieron 5 posibilidades de conflicto para los árboles de los parques. La más importante y por mucho fue el conflicto con otro árbol. Esto es importante ya que la competencia entre árboles reduce mucho la expansión de las copas y es lo que más afecta el potencial beneficio ambiental que pueden brindar los parques. Además de que

tallos muy largos, que incluso crecen desviados sobre la vertical, por la competencia generan individuos que a la larga son de alto riesgo. Este problema y los árboles que se encuentran bajo el dosel se pueden evitar con mejores prácticas de establecimiento (cuadro 4.4).

Conflicto	P de Chicos		P. Medianos		P. Grandes	
	Cant.	%	Arboles	%.	Árbol	%.
100% bajo Dosel	13	2%	292	2%	471	2%
Con Banqueta	22	3%	242	2%	73	0%
Con cables	71	11%	852	6%	173	1%
Con otro árbol	97	14%	3,731	27%	2,633	14%
Otro	50	7%	543	4%	629	3%
Total general	253	37%	5,660	41%	3,979	21%

Cuadro 4-4 Conflictos encontrados en los árboles de los parques de Mérida

Los árboles bajo dosel afortunadamente son pocos solo un 2% de la población, pero es importante conocerlo ya que son individuos que por no tener acceso a luz de sol es muy poco probable que crezcan para proveer de un buen servicio ambiental. Esta es una práctica que hay que evitar, e incluso considerar trasplantarlos o ver si es posible abrir espacios para la entrada de luz.

## Campos personalizados

El programa *i-Tree* permite personalizar al menos 3 campos para recopilar información relevante específica que se desee obtener aprovechando la toma de datos con el censo. Para el caso de los parques de Mérida se establecieron dos campos, el primero, fue el de evaluación general de la condición de los árboles que implicaba la evaluación del fuste, la adaptabilidad al lugar donde se encontraba y como lo señalan las guías de diseño de parques de la ciudad de Gold Coast (2016) si tiene el árbol o no las características idóneas para pertenecer a un parque. El segundo fue la condición sanitaria de los árboles donde se evaluó el estado y al agente causal.

## Condición general de árboles

La escala es del 1 al 10 donde 1 es muy malo y 10 excelente. La mayoría de los árboles se encontró justo a media tabla, es decir, con calificación de 5 que se refiere a árboles en condiciones regulares, en malas condiciones por problemas de sitio, poda excesiva y otras causas que es necesario analizar caso por caso para tomar acciones puntuales y

específicas que mejoren las condiciones. Un factor imposible de corregir excepto por sustitución por planta de calidad, es el fuste recto sin ramificaciones y con la copa librando al menos 2 m sobre el suelo. Para lograr esto, se debe de ir planeando y estableciendo árboles sobre estándares de calidad y talla de árboles mucho mas altos que los usados hasta ahora. La reforestación y rejuvenecimiento de arbolados de parques deberá replantarse y rediseñarse para mejorar significativamente los beneficios ambientales de los parques en mediano plazo.

Condición General	P. Chicos		P. Medianos		P. Grandes	
	PC	%	PM	%.	PG	%.
Totalmente MAL forma, sanidad, etc.	80	12%	1,809	13%	2,611	14%
Mal de forma y utilidad	14	2%	580	4%	970	5%
Pobre y desahuciado	3	0%	283	2%	583	3%
Pobre pero salvable	32	5%	1,072	8%	1,643	9%
Regular pero en malas condiciones	99	15%	1,653	12%	4,669	25%
Regular en desarrollo	121	18%	2,478	18%	3,551	19%
Regular y mejorable	162	25%	3,635	27%	3,071	16%
Bien	122	18%	1,592	12%	1,483	8%
Muy bien de forma y estructura	24	4%	253	2%	334	2%
EXCELENTE	3	0%	82	1%	-	0%
<b>Total general</b>	<b>660</b>		<b>13,437</b>		<b>18,915</b>	

Cuadro 4-5 Condición General de los árboles en los 3 tipos de parques de Mérida.

El cuadro 4.5 muestra casi todo el arbolado que fue evaluado, lo que nos permite tener una idea más o menos clara de las condiciones de los árboles. Esta evaluación nos indica que es necesario trabajar para mejorar la calidad del arbolado y que hay mucho por hacer.

## Condición sanitaria y agente causal

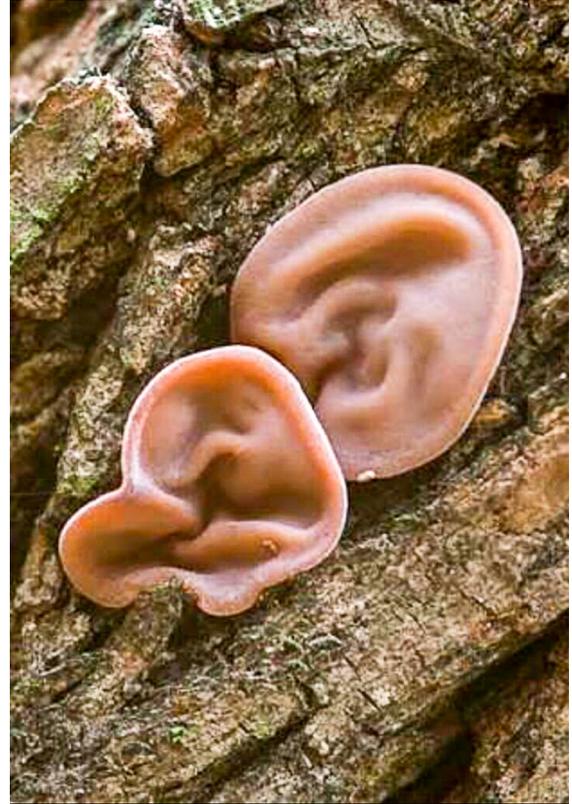
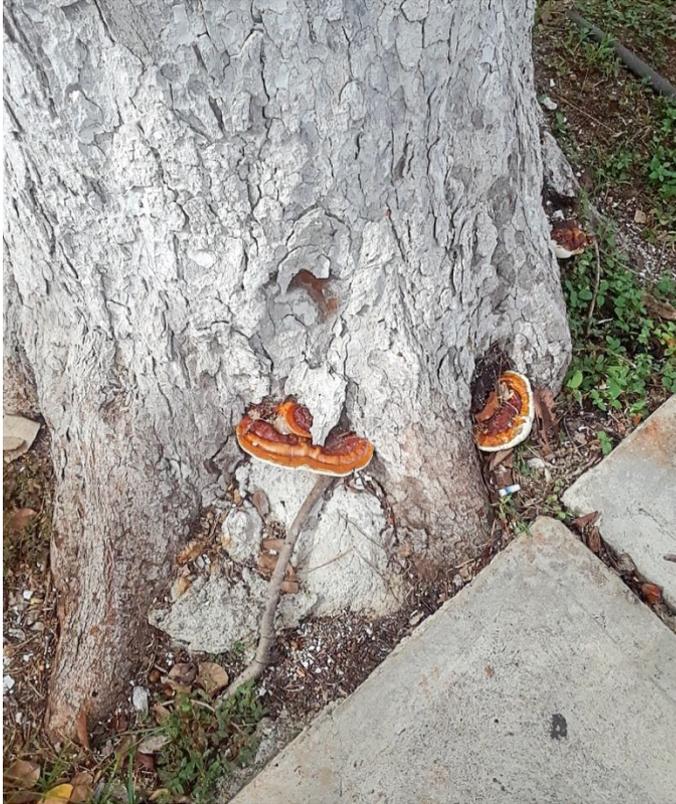
Se determinaron 4 posibles causas de problemas fitosanitarios y cuatro niveles de afectación lo que nos daba un total de 16 categorías posibles (Cuadro 4.6) con las cuales clasificar a los árboles. Cabe mencionar que en este reporte los números de árboles de los PG se refiere a los medidos o muestreados en las parcelas, en este caso, no se hizo una extrapolación a la población total.

En primera instancia se detectaron la mayor cantidad de árboles dañados por stress, hídrico, de sitio, o de otro tipo. En segundo lugar, las plagas fueron importantes pero la buena noticia es que el porcentaje, por ejemplo, de árboles de los PC no llegó al 10% de la población (675) así que podemos establecer que esta dentro de límites manejables si se toman acciones pronto para reducir el daño y evitar la propagación. En cuanto a hongos y plantas parásitas los niveles son muy bajos, pero como siguiente paso estaría la identificación de los organismos causales para diseñar estrategias de control. Este trabajo es más especializado ya que requiere especialistas en plagas y enfermedades. Pero con la información del censo ya es posible identificar los parques y árboles con problemas con facilidad y su ubicación.

Condición Sanitaria	P. Chicos		P. Medianos		P. Grandes	
	#	% <sup>3</sup>	#	%	#	%
BAJA infestación de Plaga	1	1%	51	4%		
BAJO Ataque de Hongo	1	1%	19	1%		
BAJA incidencia de planta Parasita			3	0%	26	6%
BAJO grado de stress u otro			34	3%	10	2%
Media Baja infestación de Plaga	2	2%	38	3%		
Medio Bajo ataque de Hongos	1	1%	7	1%		
Medio Bajo grado de stress u otro	1	1%	17	1%		
Medio Bajo incidencia de planta Parasita			3	0%		
Medio Alta infestación de Plaga	5	6%	65	5%		
Media Alto ataque de Hongo			22	2%		
Medio Alta incidencia de planta Parasita			2	0%		
Media Alto grado de stress u otro			18	1%	46	11%
Alta infestación de Plaga	51	63%	599	47%	282	65%
Alto ataque de hongo	9	11%	130	10%		
Alta incidencia de planta parasita			22	2%	26	6%
Alto grado de stress u otro	10	12%	237	19%	41	10%
<b>Total general</b>	<b>80</b>		<b>1,267</b>		<b>431</b>	

Cuadro 4-6 Condición sanitaria y agente causal de daño a los árboles en los 3 tipos de parques.

<sup>3</sup> Porcentaje de los árboles con ataque NO la población de los parques.



Arboles con daño por hongos



Bosques del pedregal  
Corrección de arquitectura



La Macarena  
Mejora de Sitio

# 5. Beneficios Ambientales

Los beneficios ambientales de los parques, en términos de eliminación de contaminantes, son significativos si consideramos que el área que ocupan es apenas el 1.6% de la ciudad. En el cuadro 5.1 se presenta el porcentaje de los beneficios ambientales que los parques proveen en relación a los beneficios de todo el arbolado de la ciudad y donde se puede apreciar que en todos los casos los parques se encuentran por arriba de este porcentaje. Además, hay que recordar que el efecto benéfico se incrementa con los beneficios sociales, psicológicos y de prevención de crímenes como fue ampliamente demostrado en el reciente Congreso Internacional de Parques de la Ciudad de Mérida en abril 2018.

Tipo de parque	Cobertura Arbórea %	Carbono almacenado	C secuestrado por año	Remoción contaminantes	Reducción escorrentía
PC	24.8%	356.3 t	15.6 t/año	0.182 t/año	447.5 m <sup>3</sup> /año
PM	41.7%	3,783.0 t	166.7 t/año	2.506 t/año	6,071 m <sup>3</sup> /año
PG	29.1%	3,040.0 t	149.6 t/año	1.947 t/año	5,248 m <sup>3</sup> /año
<b>TOTAL</b>		7,179.3 t	331.9 t/año	4.635 t/año	11,766 m <sup>3</sup> /año
% de la ciudad	<b>21.2%</b>	<b>3.94%</b>	<b>1.99%</b>	<b>2.53%</b>	<b>2.58%</b>

Cuadro 5-1. Resumen del beneficio ambiental de los parques y su relación con el inventario.

La cobertura arbórea en los parques es muy superior a la ciudad. En el caso de los PM es de el doble y esto ciertamente es parte de la razón del mejor servicio ambiental. Sin embargo, por otro lado, a pesar de presentar valores mayores a los de la ciudad, NO significa que estén a su máximo potencial. Al contrario, dadas las condiciones en las que se encuentra el arbolado en los parques, como lo veremos en las diferentes evaluaciones que analizaremos, éste se encuentra por debajo del potencial y por lo tanto se puede concluir que los niveles de servicio ambiental actual pueden elevarse entre 2 y 3 veces con prácticas simples de manejo y replantaciones para rejuvenecimiento del arbolado con especies más eficientes.

El análisis se realizó por tipo de parque considerando su composición y estructura para determinar comportamientos y tendencias que nos permitan visualizar los factores que

afectan su situación. Se utiliza otro índice, el **Índice Vital-Ecosistémico** (IVE) que resume de una manera sencilla los servicios ecosistémicos que proveen los árboles de un parque. El sistema es el mismo que el usado para desarrollar el Índice Vital-Árbol, es decir, para los siguientes servicios ecosistémicos:

1. Carbono fijo en Madera (t)	2. Capacidad de Secuestro de Carbono (kg/año)
3. Reducción de escorrentía (m <sup>3</sup> /año) y	4. Reducción de Contaminantes (kg/año)

Se llevó a cabo una conversión de los datos a una superficie comparable, es decir por hectárea, y luego se asignaron valores en función a 6 niveles para transformar el servicio en una calificación, que es la sumatoria de puntos sobre un total posible de 48 puntos expresado en porcentaje. Para los servicios ecosistémicos se utilizó la siguiente tabla de valores y rangos para cada servicio ambiental por unidad de área (hectárea).

NIVEL	2	4	6	8	10	12
<b>C fijo (t)</b>	< 20	20 a 50	50 a 90	90 a 150	150-200	> 200
<b>C Sec (kg/año)</b>	< 200	200 a 800	800 a 1,600	1,6 a 2,400	2.4 a 3,200	> 3,200
<b>Red Esc.(m<sup>3</sup>/año)</b>	< 20	20 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 200	> 200
<b>Red Cont. Kg/año</b>	< 5	5 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 70	>70

*Cuadro 5-2. Valores para cada uno de los 6 niveles posibles de servicio Ecosistémico.*

Al igual que el IVA, este índice depende de la cantidad de árboles, el estado de su follaje, tamaño, etc. pero también de la especie, ya que existe variabilidad en la capacidad de las especies en cuanto a (1) absorción de contaminantes, (2) efecto sobre el incremento en permeabilidad del agua de lluvia para reducir la escorrentía y algo tan simple como la (3) densidad de la madera que afecta la cantidad de Carbono fijo en ella. Por lo que este índice, aunque correlacionado con el IVA, se tiene que analizar por si solo y eventualmente profundizar caso por caso con la información específica de cada uno de los parques. En otras palabras, solamente lo utilizaremos como guía para visualizar y poder jerarquizar la intervención en los parques.

El efecto de la especie sobre los índices lo podemos ver en el cuadro 5.3, donde en todas las especies que se encontraron en los PM, donde mayor cantidad de especies hay, se dividieron los 4 servicios ambientales principales de cada especie entre el número de individuos para obtener el resultado promedio por árbol. El orden en que se encuentran

es de población de mayor a menor, pero como vemos el número de individuos no tiene nada que ver. Por otro lado, en el primer renglón se presenta el promedio de la población para cada parámetro como referencia. Antes de revisar los datos, una palabra de cuidado, la edad o tamaño del árbol, puede ser un factor que favorezca un mayor servicio ambiental, así que una vez más hay que revisar caso por caso antes de dar recomendaciones generalizadas. De cualquier manera, es posible concluir:

Orden	Especie	C fijo ( ton)	Sec C (ton/año)	Esc (lt/año)	Remo C. (kg)
	<b>Promedio Población</b>	<b>0.27</b>	<b>0.01</b>	<b>437</b>	<b>0.18</b>
12	<i>Samanea saman</i>	0.91	0.03	926	0.38
15	<i>Ceiba pentandra</i>	0.78	0.03	840	0.36
33	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.83	0.04	2,190	0.87
35	<i>Ficus benjamina</i>	0.45	0.02	696	0.26
38	<i>Ficus macrocarpa</i>	1.03	0.04	936	0.38
40	<i>Melicoccus bijugatus</i>	1.08	0.01	405	0.15
47	<i>Senna racemosa</i>	0.17	0.01	416	0.28
52	<i>Cecropia</i>	0.11	0.01	428	0.33
63	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0.02	0.00	642	0.45
67	<i>Ficus macrophylla</i>	1.26	0.02	765	0.59
79	<i>Erythrina</i>	1.63	0.07	1,500	0.91
86	<i>Pachira aquatica</i>	0.87	0.01	304	-
96	<i>Pinus spp.</i>	0.22	0.01	1,003	-
105	<i>Ficus retusa spp. nitida</i>	0.73	0.04	1,372	-
114	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	0.38	0.03	780	-
121	<i>Pouteria sapota</i>	0.14	0.02	930	-
126	<i>Gmelina arborea</i>	2.28	0.08	1,605	-
127	<i>Melicoccus oliviformis</i>	0.20	0.02	935	-
140	<i>Bursera</i>	0.31	0.03	1,140	-
141	<i>Callitris macleayana</i>	0.66	0.05	890	-
143	<i>Erythrina variegata</i>	1.68	0.06	810	-
145	<i>Acrocomia aculeata</i>	0.34	0.04	690	-

Cuadro 5-3. Listado de las especies que demostraron estar dentro de las 10 principales para cada servicio ambiental promedio por árbol/especie.

- ☛ Únicamente 3 especies estuvieron en las 10 principales en los 4 parámetros; Pich (33), Ficus (38) y Tzité (79). Dos especies, la Ceiba (115) y la Melina (126) fueron importantes en 3 parámetros.
- ☛ Los valores máximos sobre el promedio de la población fueron de 3 y hasta 4 veces, lo que indica la gran variabilidad entre especies que existe.
- ☛ La Melina tiene potencial como árbol eficiente para 3 servicios ambientales probablemente por su velocidad de crecimiento y abundante follaje.
- ☛ No hay muchas palmas, de hecho, solo hay una y es por su eficiencia en la fijación de contaminantes nada más.

## Índice Vital-Ecosistémico

Este índice se construye a partir de los datos de los principales servicios ambientales que provee el arbolado. A pesar de no tener validez científica, aglutina varias características para poder visualizar en conjunto el desempeño de un estrato, o parque en este caso particular. El IVE varía también debido a las especies que tiene cada parque, pero permite comparar cualitativamente entre ellos. Hay que recordar que tanto la densidad de árboles como su edad y tamaño también tienen un efecto en el IVE por lo que hay que tener estas consideraciones en comparaciones más específicas.

### Parques Medianos

Debido a los diferentes factores que influyen el servicio ambiental de los árboles, este índice es más sensible o crítico en la evaluación de los parques, y esto se ve en la comparación entre los resultados de la calificación de los parques con ambos índices. Para el caso del IVA, la calificación de la mayoría de los parques está entre el 38 y el 42% mientras que en el IVE se encuentra por debajo; entre 17 y 29% (figura 5.2). Por otro lado, viendo la correlación que tienen estos dos índices en la figura 5.1 se ve claramente lo que

esperábamos, que entre mayor es el IVA mejor es el IVE y que esta relación es casi 1:1.

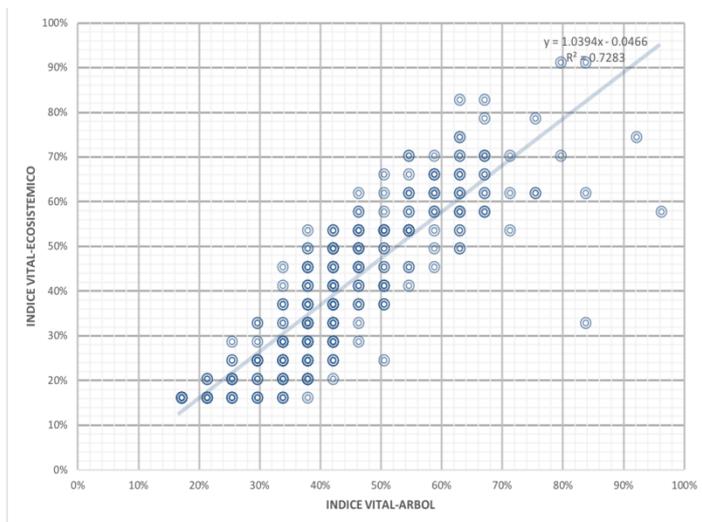


Figura 5-1. Relación entre los índices IVA e IVE.

Analizando la figura 5.2, vemos que el IVE tiene prácticamente la mitad de los parques (46%) en el tercio inferior de las calificaciones (0-33%), mientras que en el IVA fue de solo el 20%. En el IVA el 70% de los parques se encuentra en el tercio medio, mientras que en el IVE es únicamente el 45%. Finalmente, ambos índices contaron con un 10% de parques en el tercio superior. Una interpretación

de estos resultados es que la mayoría de los parques se están comportando por debajo de su potencial y que es posible alcanzar mejores valores de beneficios ambientales con manejo y cuidado de los árboles.

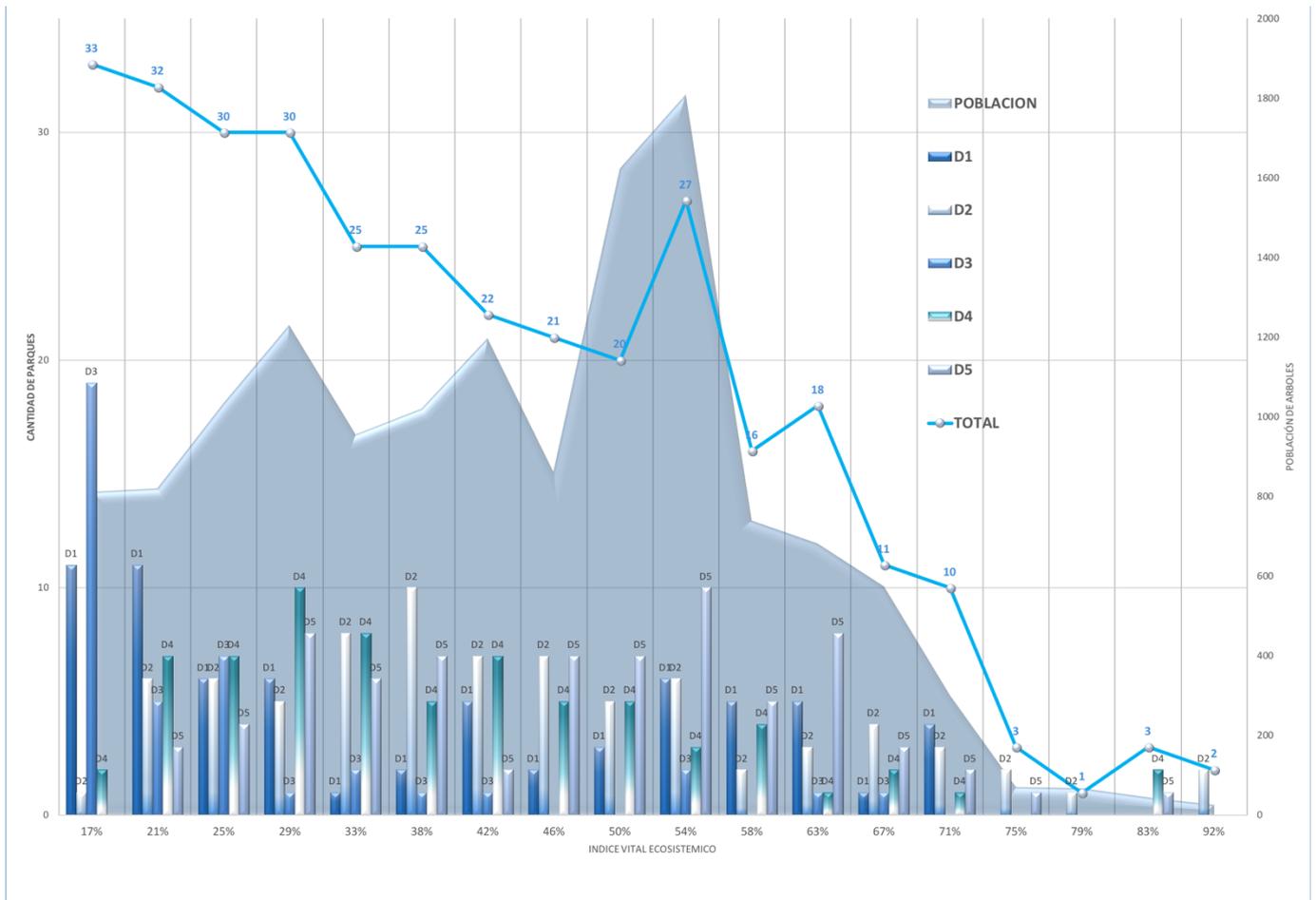


Figura 5-2. Histograma del IVE de los parques Medianos por distrito.

En el cuadro 5.4 se presentan 10 parques con 50 árboles en promedio, de aproximadamente la misma superficie (5,000 m<sup>2</sup>), que resulta en una densidad de entre 100 y 105 árboles/ha, vemos como los mayores valores de servicio ambiental aumentan el IVE para esos parques. El IVE representa un índice para comparar la capacidad de servicio ambiental del arbolado de un parque con respecto a otros.

La cantidad de Carbono fijo en madera se presenta con el valor total para cada parque mientras que los otros 3 servicios ambientales son por hectárea para poder hacer una comparación. El carbono fijo no se muestra por hectárea con la finalidad de indicar la gran variabilidad de valores que existen entre parques y al mismo tiempo señalar que no es suficiente el tener árboles muy grandes con mucho carbono fijo, como es el caso del Recreativo Gonzalo Guerrero, para obtener buena calificación, sino que es la combinación de los 4 servicios reportados. Cada servicio ambiental depende de las características únicas del arbolado en términos de especies que lo componen y sus condiciones. Por ejemplo, el parque con mejor calificación de IVE, De la Mejorada, tiene una capacidad de reducción de contaminantes menor comparado con el parque

Lindavista. Esto para reforzar la utilidad del índice, como valor de comparación ya que considera todos los componentes, y permite ver la variabilidad que hay entre parques y concluir que la mayoría está por debajo de su potencial.

Clave	PARQUE	Carbono Fijo(t)	Secuestro de C Kg/año	Red. Escorrentía (m3/año)	Red. Cont. (Kg/año)	IVE
126	De la Mejorada	<b>27.46</b>	2,350.0	82	25	63%
507073	San Juanistas	<b>32.96</b>	2,272.7	74	36	58%
509081	Monterreal Colonial	<b>8.25</b>	1,444.4	71	22	46%
504051	Fracc. Fran. de Montejo V 2	<b>12.98</b>	1,666.7	60	18	50%
410077	Lindavista	<b>6.69</b>	1,588.2	56	29	46%
410088	Jardines de Pensiones	<b>10.60</b>	1,264.2	45	19	46%
204032	Andador Brisas 2	<b>10.93</b>	1,630.4	45	22	54%
505064	Recreativo Gonzalo Guerrero	<b>29.59</b>	1,127.7	43	21	50%
403018	Juan Pablo Los Ag. Amp.	<b>1.33</b>	535.7	20	-	25%
119	Santa Ana	<b>16.45</b>	315.8	11	-	25%

Cuadro 5-4. Comparación entre 10 parques con mismas condiciones.

## Parques Chicos y Grandes

Para el caso de los parques chicos por tener muy pocos árboles el *i-Tree* no registró el servicio de reducción de contaminantes por lo que la calificación se obtuvo únicamente con los otros 3 parámetros, y por lo tanto el valor máximo es de 36 puntos. Con esta consideración presente, para estos parques tenemos al 48% de los mismos en el tercio inferior, lo que significa con poco servicio ambiental, el 28% en el tercio medio y el resto 24% en el tercio superior (figura 5.3). Es decir, hay mucho margen para mejorar y aunque comparativamente con los otros tipos de parques la escala del beneficio es menor, la ventaja es que por ser menos árboles es más fácil atender y mejorar estos parques.

Clave	Parque	C fijo (t)	Sec C Kg/año/ha	ReduccionEsc. (m³/año/ha)	IVE
107073	El Almendro	<b>3.66</b>	6,000	163	83%
403021	Con Ruinas	<b>5.02</b>	4,250	120	83%
409071	El Ciricote	<b>3.25</b>	4,000	116	72%
406049	Villas Yucalpeten	<b>1.96</b>	4,333	112	72%
205053	Recreativo Polígono	<b>1.20</b>	2,200	81	56%
503023	Villas de Chuburna	<b>1.89</b>	2,500	64	56%
108106	Andador Morelos 5	<b>0.72</b>	1,667	67	50%
302014	Cinco Colonias	<b>1.26</b>	400	11	28%

Cuadro 5-5. Comparación entre PM con las mismas condiciones.

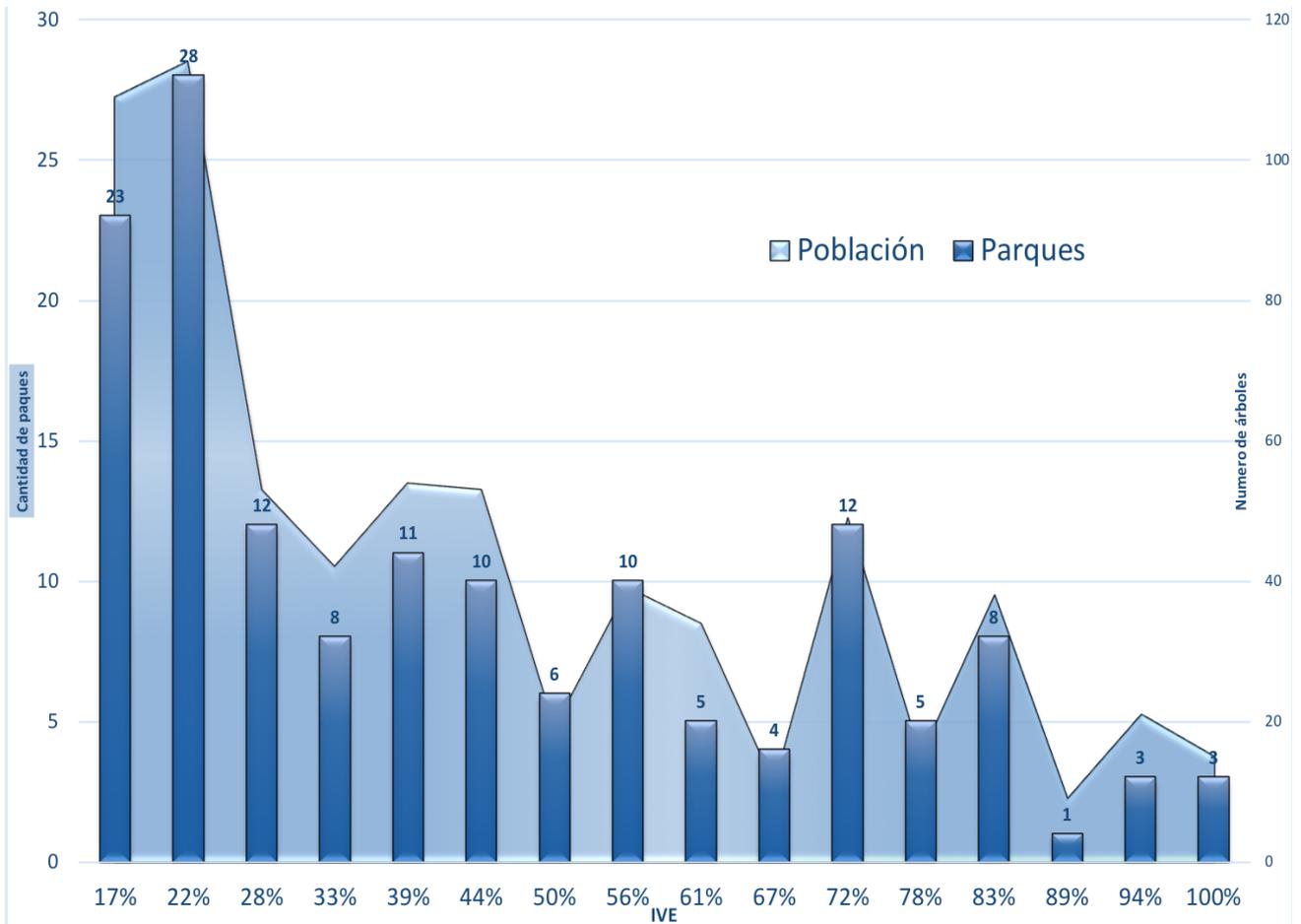


Figura 5-3. Histograma de IVE para parques chicos

El cuadro 5.5 por ejemplo se construyó con parques de 400 m<sup>2</sup> en promedio, y con 4 árboles (equivalente a 105 a/ha) y en este caso las consideraciones son las mismas que para los PC aunque la cantidad de carbono fijo en madera está en proporción al número de árboles. Por otro lado, los beneficios son mayores ya que por ser parques mas pequeños y con mejores espacios para los árboles, y cuidados, éstos son más frondosos y con mejores condiciones de copa.

En cuanto a los PG se presentan todos menos los que son Unidades Deportivas ya que éstas tienen pocos árboles y tienen otra finalidad. El cuadro 5.6 presenta los IVE para estos parques y vemos que en éstos las calificaciones se mantienen del 54% hacia abajo. Debido a las extensas superficies de estos parques, es mas común que tengan áreas con mayores espacios libres de pasto o áreas de juego mas amplias, de ahí que las calificaciones no sean comparables a los otros parques. Esta es otra razón mas por lo que se analizaron por separado y para mencionar que es importante considerarlos para programas de plantaciones y ampliación de áreas arboladas, con previo consenso del objetivo y plan maestro del parque.

Parque	C Fijo Bruto(t)	Sec C Kg/año/ha	Red Esc. m3/año/ha	Red cont kg/año/ha	IVE	
						a/ha
Cantaritos	225	1812	70	25	54%	124
Zoológico Mulsay	73	2258	70	26	54%	225
Zoo Centenario	733	980	38	15	50%	341
Ecológico Pte.	509	1290	57	21	50%	122
Frac Del Parque	226	1084	41	15	46%	86
Ecológico del Sur	146	1211	36	13	38%	282
Arqueológico Xoclan	17	975	40	16	38%	212
La Ceiba	51	418	23	7	33%	213
ArqEcológico Pte.	333	709	23	8	29%	112
Aqua Parque	154	649	26	9	29%	69
Jardín Bepensa	39	652	24	10	29%	102

Cuadro 5-6. IVE para los PG muestreados por parcela.

Es importante señalar que el *i-Tree* cuando reporta carbono fijo, se refiere a la molécula de carbono que tiene su equivalente en CO<sub>2</sub> con un factor de 3.67. El cuadro 5.7 muestra por un lado dicha relación, así como la densidad de C almacenado por unidad de área. Con este último parámetro podemos ver que hay diferencias entre tipo de parques ya que los PM muestran casi un 30% más almacenamiento de carbono que los otros dos, lo cual reafirma la decisión de analizarlos por separado y también de que, a pesar de tener árboles mas grandes en los PC, por unidad de área son los de menor contenido probablemente debido a que, aunque sean parques chicos aún tienen espacio abierto.

Tipo Parque	Carbono Almacenado		Equivalente en CO <sub>2</sub>	
	TOTAL (t)	por Unidad Área(kg/ha)	TOTAL (t)	por Unidad Área(kg/ha)
<b>P. Grandes</b>	3,040	15.95	11,147	58.50
<b>P. Medianos</b>	3,783	19.95	13,873	73.16
<b>P. Chicos</b>	356	15.62	1,306	57.27
<b>TOTAL</b>	<b>7,179</b>		<b>26,327</b>	
<b>PROMEDIO</b>		<b>17.17</b>		<b>62.98</b>

Cuadro 5-7 Carbono fijo o almacenado total, por unidad de área y su equivalencia en CO<sub>2</sub>.

Lo mismo sucede con el servicio ambiental de secuestro de carbono, o capacidad de fijación anual, es decir *i-Tree* lo reporta como Carbono, pero existe su equivalente en CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en este caso las diferencias en capacidad por unidad de superficie, o sea por hectárea, son mas notables. Los mejores parques, los PM, están 12% arriba que los PG y éstos a su vez un 18% arriba de los Parques Chicos.

Tipo Parque	Carbono Secuestrado		Equivalente en CO <sub>2</sub>	
	TOTAL (t)	por Un. Área(kg/ha)	TOTAL (t)	por Un. Área(kg/ha)
<b>P. Grandes</b>	<b>149.60</b>	<b>785.10</b>	<b>548.60</b>	<b>2,878.95</b>
<b>P. Medianos</b>	<b>166.73</b>	<b>879.22</b>	<b>611.38</b>	<b>3,224.09</b>
<b>P. Chicos</b>	<b>15.06</b>	<b>660.00</b>	<b>55.23</b>	<b>2,421.00</b>
TOTAL	<b>331</b>		<b>1,215</b>	
PROMEDIO		<b>774.77</b>		<b>2,841.35</b>

Cuadro 5-8. Capacidad de Secuestro de C por tipo de parque y su equivalencia en CO<sub>2</sub>.

## Otros servicios ambientales

Manteniendo el orden sugerido por *i-Tree*, se analizaron los siguientes servicios ambientales; (1) reducción de escorrentía o escurrimiento evitado, (2) producción de oxígeno, (3) eliminación de contaminantes y para ser imparcial y no dejar fuera nada, se discutirá un deservicio ecosistémico que es la (4) producción de compuestos orgánicos volátiles (COV) de los árboles. La discusión es a nivel estrato y con la intención de guiar a los interesados a ahondar en las particularidades del o los parques de su interés, ya que como se ha venido mencionando cada parque es diferente.

### Escurrimiento evitado.

El escurrimiento superficial puede ser causa de preocupación en muchas áreas urbanas ya que, además de causar encharcamientos, puede contribuir a la contaminación de arroyos, humedales, ríos, lagos y océanos. Durante los eventos de precipitación, cierta cantidad se ve interceptada por la vegetación (árboles y matorrales) mientras que la otra alcanza el suelo. La cantidad de la precipitación que llega al suelo y no se filtra se vuelve escurrimiento superficial (Hirabayashi 2012). Lo anterior se ve aún más comprometido en áreas urbanas, por las grandes superficies impermeables que aumentan la cantidad de escurrimiento superficial. El efecto de los árboles es en dos sentidos, primero el canope intercepta la precipitación y la retiene y las raíces promueven la infiltración. Los datos de escurrimiento evitado se realizaron sobre la base de una precipitación anual total en 2015 de 675 mm reportada por la estación meteorológica seleccionada, que es la del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Mérida para el mismo año en que se tienen los datos de contaminantes, es decir 2015. Por otra parte, el valor del escurrimiento evitado se calcula con el valor \$46.20/m<sup>3</sup>.

El cuadro 5.9 presenta un resumen de la información que *i-Tree* produce para cada estrato, o parque, y que es posible consultar en la memoria de cálculo para ver a nivel

individual el desempeño en este servicio ambiental para cada uno de los parques de la ciudad.

Concepto	Unidad	Tipo de Parque			TOTAL
		PC	PM	PG	
Área foliar	(ha)	12.43	166.26	159.29	337.98
Posible evapotranspiración	(m <sup>3</sup> /año)	30,525	421,047	321,490	773,062
Evaporación	(m <sup>3</sup> /año)	2,381	32,240	28,364	62,985
Transpiración	(m <sup>3</sup> /año)	10,452	134,036	174,544	319,033
Agua interceptada	(m <sup>3</sup> /año)	2,381	32,240	28,364	62,985
Escorrentamiento evitado	(m <sup>3</sup> /año)	448	6,071	5,248	11,767
Valor del escurrimiento evitado	(\$/año)	\$ 20,675	\$ 280,483	\$ 242,460	\$ 543,617.80

Cuadro 5-9. Resumen de datos del reporte de escorrentía evitada para los 3 tipos de parques de Mérida.

Es importante analizar todos los conceptos en este reporte, ya que por ejemplo la sensación de confort en un parque por fresca se da por la transpiración de los árboles al medio ambiente y mientras ésta sea mayor, mayor será la sensación así que hay que analizar este dato con esta óptica. Por otro lado, el agua interceptada que se queda en las hojas al poco tiempo vuelve a la atmosfera dando también una sensación de confort, pero además es agua que no toca el suelo así que se evita que cause erosión. Finalmente, si consideramos la precipitación de 675 mm para el año del cálculo, por todos los conceptos mencionados, prácticamente los árboles evitan que el 45% de los 2.7 millones de litros que caen en los parques sea "perdido" en el drenaje pluvial o que cause erosión o charcos. La importancia de este dato es que se convierte en la línea base sobre la cual realizar acciones para aumentar todos estos conceptos y así lograr una mejor recarga del acuífero y ambientes más confortables en los parques con una mayor humedad relativa. Finalmente, como referencia los 11,800 m<sup>3</sup> de agua redirigidos por los parques es el 2.6% del total del arbolado de la ciudad.

## Producción de oxígeno

La producción de oxígeno es uno de los beneficios de los árboles urbanos más comúnmente citado. La producción anual de oxígeno de un árbol está directamente relacionada con la cantidad de carbono secuestrado por el árbol, la cual está vinculada con la acumulación de biomasa del árbol. Sin embargo, no es un servicio ambiental muy significativo ya que la atmósfera tiene una enorme reserva de oxígeno. Si se consumieran todas las reservas de combustibles fósiles, todos los árboles y toda la materia orgánica en el suelo, el oxígeno de la atmósfera sólo se reduciría en un mínimo porcentaje (Broecker 1970).

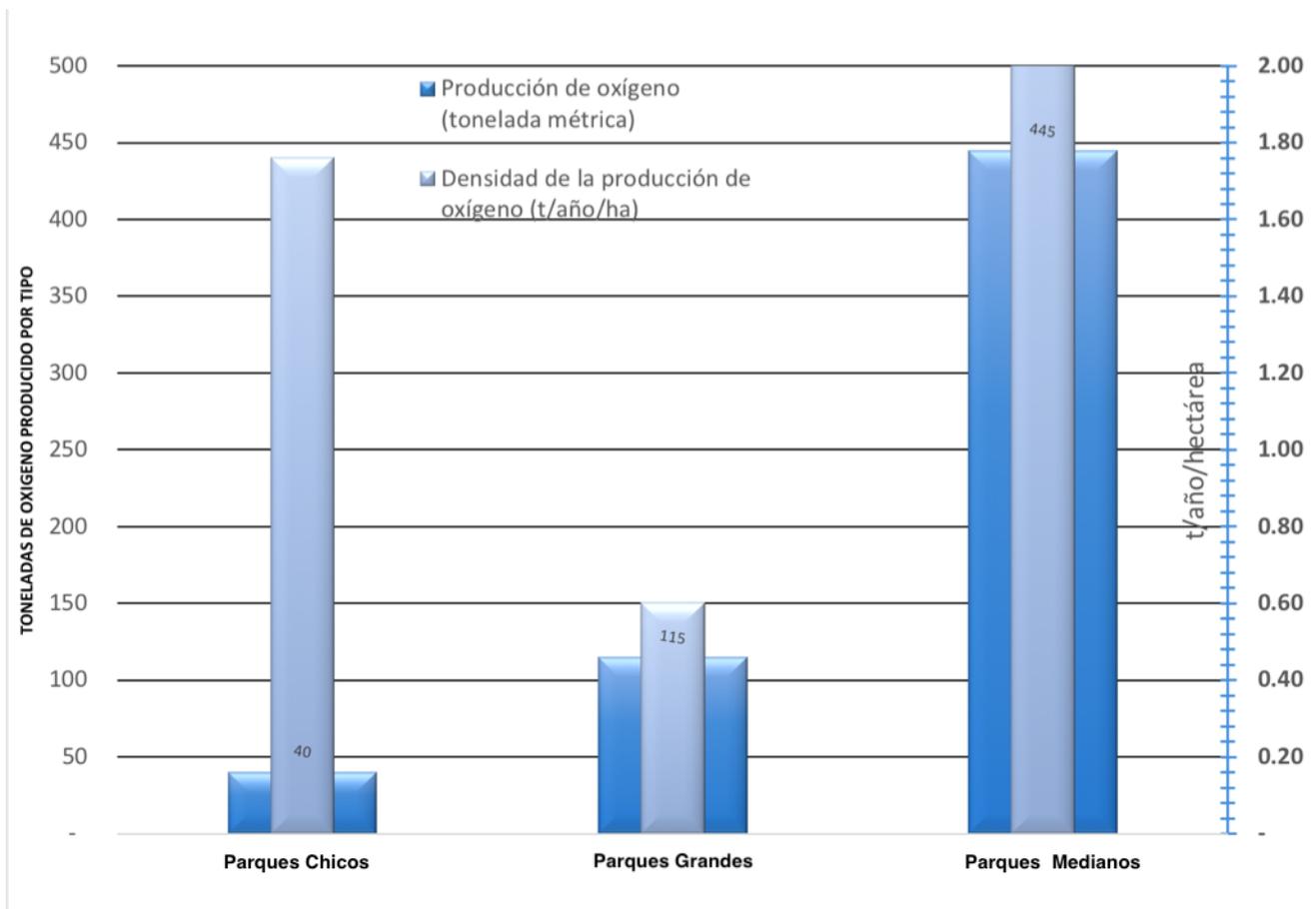


Figura 5-4. Producción de Oxígeno por tipo de parque en Mérida.

En este sentido es interesante ver dos comportamientos, primero que a pesar de tener menos árboles los PM producen casi 4 veces más oxígeno que el conjunto de los PG, seguramente por la mejor calidad de las copas o canopes y debido al tamaño de los árboles. Por otro lado, por la misma razón prácticamente, la capacidad de producción o densidad de la producción es mucho mayor en los parques chicos que en los PG, en este caso de 3 veces, pero se debe a lo mismo, mejores canopes y mayor tamaño. Este factor constituye entonces una estrategia para aumentar la producción de oxígeno y los servicios ambientales, es decir fomentar en los árboles más manejo, específicamente fertilización y en la medida de lo posible riego y mejora de sitio, para lograr mayor desarrollo foliar.

## Eliminación de contaminantes.

La eliminación de contaminantes es posiblemente el servicio ambiental más importante de todos, ya que son los contaminantes, y particularmente las  $PM_{2.5}$ , las que más daño causan al ser humano y por lo tanto más costos implican. Además, económicamente es

el servicio ambiental mejor pagado por lo complicado que sería alguna otra metodología para eliminarlos.

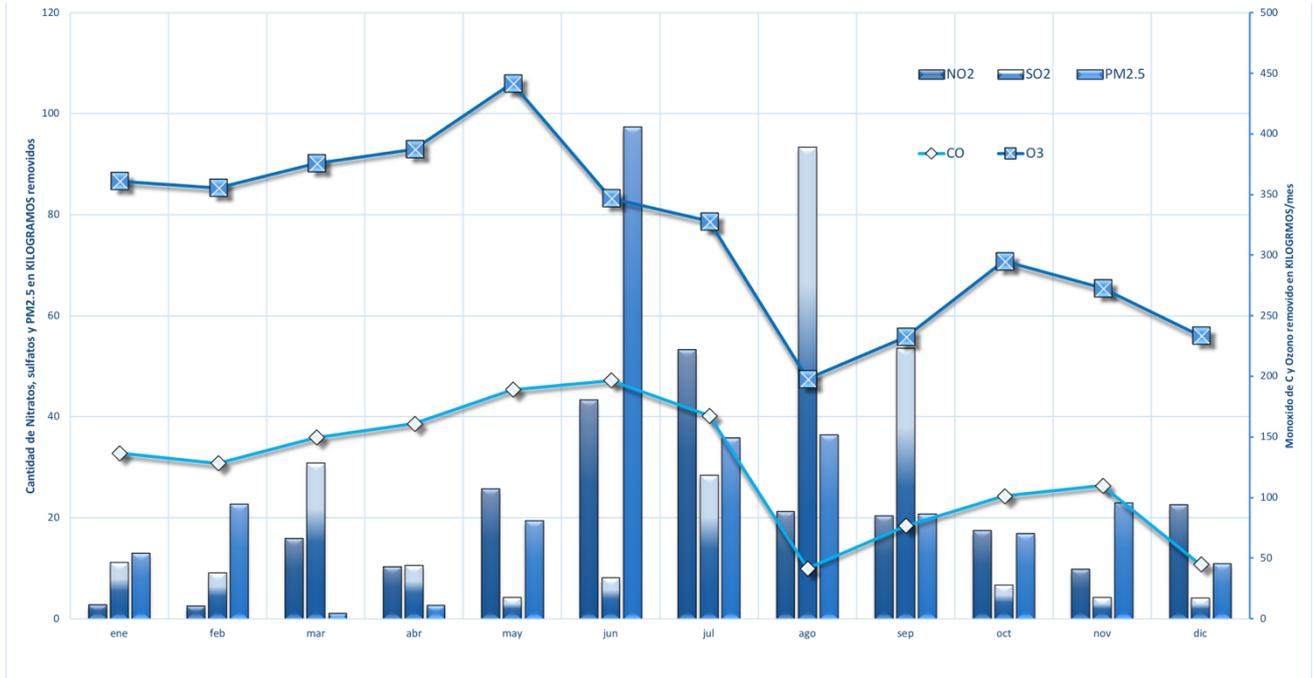


Figura 5-5. Remoción mensual de contaminantes por el arbolado de los parques de Mérida.

El total de contaminantes removidos por los parques es de 4.6 toneladas anuales. Entre los 5 contaminantes principales removidos: monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno, azufre y partículas menores a 2.5 micras. De acuerdo a las figuras 5.5 y 5.6, los meses de mayor remoción son mayo, junio y julio. En la época de lluvias desciende y en

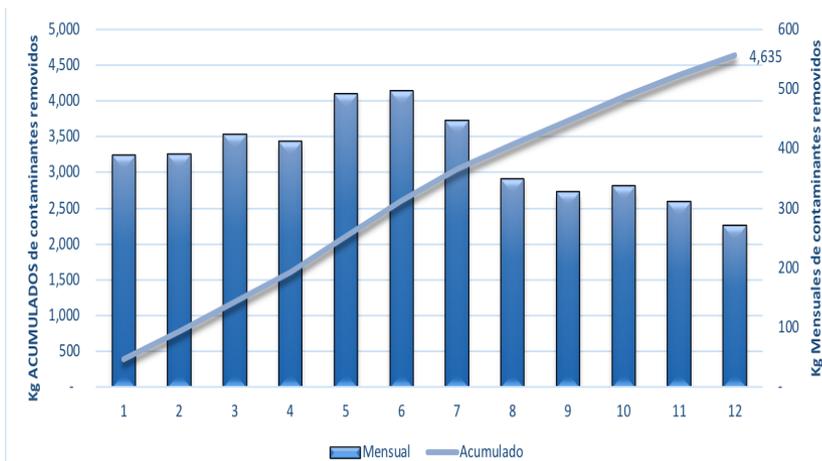


Figura 5-6. Remoción del total de contaminantes mensual y acumulado.

los primeros meses del año también es menor seguramente por la falta de follaje de árboles caducifolios, temperaturas más bajas y por ser la temporada de sequía que evita que los estomas se abran para asimilar los gases. Una vez más es importante tener claro que el follaje para que sea efectivo en este

servicio ambiental debe estar funcional, es decir, sano, verde (con buen contenido de clorofila= no clorótico) y por supuesto ser abundante. Por las especies que se tienen, el ozono es el contaminante que mas se absorbe, de hecho, el 50% del total, y luego el monóxido de Carbono, con 32% y aunque las PM<sub>2.5</sub> únicamente un 6% pero son los que mas contribuyen al valor económico.

## Producción de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

El caso de los COV o VOC por sus siglas en inglés, se describió ya en el inventario de la ciudad y para el caso de los parques estos liberan 7.6 toneladas al año, que es un 2.24%

Tipo de Parque	Monoterpenos (kg/año)	Isoprenos (kg/año)	COV totales. (kg/año)
PC	24.2	296.0	320.2
PM	288.9	3,853.5	4,142.4
PG	438.2	2,680.2	3,118.5
<b>TOTAL</b>	<b>751.3</b>	<b>6,829.7</b>	<b>7,581.1</b>

Cuadro 5-11. Compuestos Volátiles liberados por el arbolado de los parques de Mérida

del total liberado por el resto de los árboles de la ciudad. Este concepto es un deservicio ambiental ya que hay que recordar que estos compuestos contribuyen a la formación de ozono, y monóxido de carbono por foto descomposición (ruptura química por efecto de la luz). La cantidad de emisiones depende de la especie, hojas, biomasa, temperatura del aire y otros

factores atmosféricos. Hay también que recordar que los COV son compuestos de Carbono con alta presión de vapor a temperatura ambiente, resultante de su bajo punto de ebullición que causa que las moléculas se evaporen o sublimen del estado líquido al sólido. La mayoría de los olores y esencias naturales tienen esta característica precisamente para moverse por el aire y causar su efecto. En algunos árboles se cree que es para atraer a polinizadores, entre otros efectos y a repeler otros insectos dañinos.

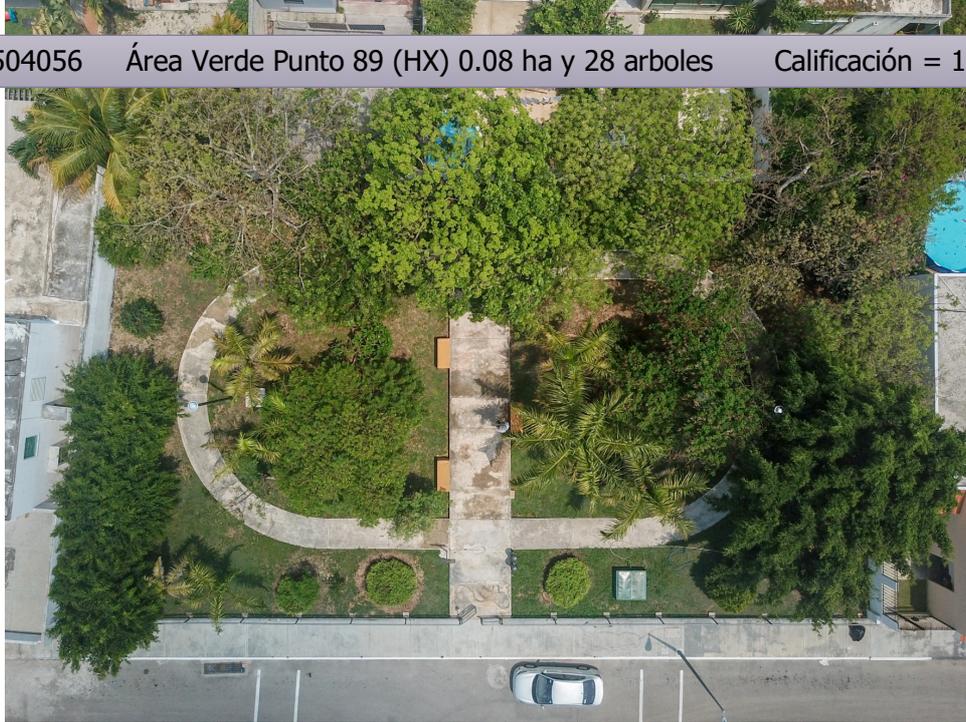
La utilidad de este dato es importante para la selección de especies ya que como vemos en el cuadro 5.11, donde las especies de los PM, que es donde mayor diversidad hay, la cantidad producida por especie se dividió entre el número de individuos de la especie para obtener la

Especie	COV totales (kg/año)	COV por ARBOL (kg)
TOTAL/Promedio	4,142.4	0.30
Huaya silvestre	4.9	2.45
Laurel	9.3	1.86
Casuarina	12.4	1.55
Coco plumoso	33.8	1.54
Palma Real	822.2	1.35
Pich, orejón	150.1	1.31
Coco	303.4	1.28
Ficus	101.9	1.27
Cola de pescado	2.5	1.25
Palma dátil	2.3	1.15

Cuadro 5-10. Especies con mayor deservicio ambiental por COV.

producción por individuo. Esta información claramente muestra un argumento para evitar ciertas especies, que además de ser exóticas producen un deservicio como el caso de la Casuarina, ciertas palmas y algunas especies de Ficus.

Parque: 504056 Área Verde Punto 89 (HX) 0.08 ha y 28 arboles Calificación = 196%



Parque: 102043 Kiuk Che. 0.04 ha con 12 árboles Calificación 200%



# 6. Discusión

El valor económico del servicio ambiental *i-Tree* lo calcula multiplicando las cantidades obtenidas por el valor o costo del servicio ambiental para obtener el monto en pesos<sup>4</sup>. Los valores utilizados para los servicios son los mostrados en el cuadro 2.5 del capítulo de Metodología (2), y que fueron utilizados para obtener el valor del servicio ambiental para los tres tipos de parques de Mérida, el cual se presenta en el cuadro 6.1.

Servicio Ambiental	Tipo de Parque			Total
	PC	PM	PG	
Carbono Fijo	\$ 996,972	\$ 10,587,510	\$ 8,507,000	\$ 20,091,482
Secuestro anual de Carbono	\$ 42,151	\$ 466,582	\$ 418,666	\$ 927,399
Reducción Escorrentía	\$ 20,675	\$ 280,483	\$ 242,460	\$ 543,618
Reducción Contaminantes	\$ 100,803	\$ 1,354,418	\$ 1,790,054	\$ 3,245,275
Servicio Anual	\$ 163,628	\$ 2,101,483	\$ 2,451,180	\$ 4,716,292

*Cuadro 6-1 Valor económico del servicio ambiental de los 3 tipos de parques de Mérida*

El monto del servicio anual se refiere a la suma de los servicios totales que provee el arbolado durante el año de medición, es decir al secuestro de C y reducción de contaminantes y escorrentía. El carbono fijo es un indicador indirecto de la cantidad de madera acumulada por varios años y por eso no se considera dentro del servicio anual. Sin embargo, el valor real total es la suma del servicio anual más el valor de la cantidad de C fija en los árboles que en este caso sería de \$24,807,774.00. Como se mencionó al principio, se estima que el servicio ambiental que pueden proporcionar los parques de la ciudad puede incrementarse de 2 a 3 veces, pero esto se refiere únicamente al servicio anual, lo que significa que estamos hablando que podría aumentar entre \$29.5<sup>5</sup> M y \$34.2 Millones anuales de pesos por estos conceptos sin contar con los beneficios sociales, comunitarios y psicológicos.

Esta aseveración se base en la cantidad de parques en condiciones malas, o por debajo de un potencial real, establecido y lo que podrían obtener de acuerdo a un parque con buena calificación. Para visualizar mejor lo anterior, utilizaremos otro índice que nos permite

<sup>4</sup> A un tipo de cambio promedio de \$19.58

<sup>5</sup> El cálculo para el doble de servicio ambiental anual sería 20.1 M+ 2x4.7 M=29.5M

comparar y cuantificar las condiciones entre parques. En este caso será el *Índice-Vital-Económico* (IVEc) que como los anteriores es un índice creado con los valores obtenidos para cada parque dentro de una escala arbitraria de valores pero que se calcula considerando 4 parámetros indicadores. En este caso, se utiliza el valor neto monetario del servicio ambiental, es decir no se estandariza a una unidad de superficie como los índices anteriores, para realizar la comparación entre parques y el servicio ambiental que actualmente están aportando.

Para calcular el IVEc de cada tipo de parque, al ser estos valores netos, se tuvo que elaborar una escala de calificaciones para cada tipo de parque ya que si utilizamos la misma para todos los parques, todos los PC quedarían muy mal calificados y los PG quedarían todos en el 100%. El anexo V presenta las escalas de calificaciones utilizadas para cada tipo de parque con las cuales se construyeron los siguientes histogramas para representar las posiciones comparativas.

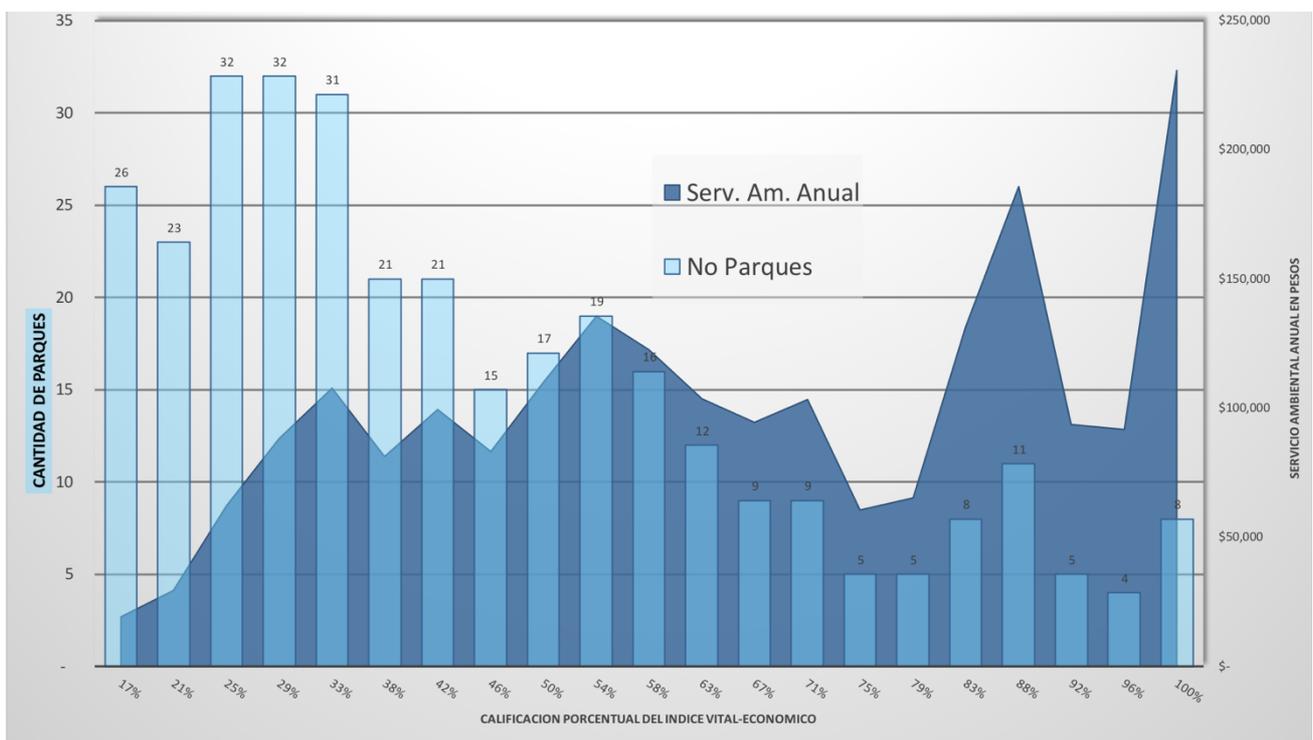


Figura 6-1. Histograma del Índice Vital-Económico de los PM en Mérida

El servicio ambiental anual representado en el histograma es la suma del monto de servicios ambientales de todos los parques para cada calificación. En la figura 6.1 está claro que hay una gran cantidad de parques con muy poco servicio ambiental. Si dividiéramos en tercios la gráfica tenemos que 44% (144 parques) se encuentran en el primer tercio (el mas bajo) y sumando sus servicios apenas son el 15% del total. Por otro

lado tenemos que hay 8 parques con servicios ambientales por arriba de los \$230,000.00, y si le sumamos a estos 8 parques, 4 del nivel inferior, es decir con un total de 12 parques tenemos que se provee un servicio ambiental igual, o incluso mayor a los 144 parques del tercio inferior. Este hecho permite señalar la relativa facilidad y amplio margen que se tiene para aumentar el monto de servicio ambiental. El punto anterior también corrobora que una gran cantidad de parques están por debajo de su potencial, si consideramos que el máximo potencial puede ser lo que actualmente un parque con una calificación alta provee hoy en día.

En el caso de los PM, tenemos una situación diferente, ya que en este caso hay prácticamente igual número de parques en cada tercio y el 62% del total de servicio ambiental lo proveen los parques del tercio superior. En este caso homogenizar el nivel de servicio de los parques de poco servicio con los de alto servicio no incrementará mucho el valor total (figura 6.2).

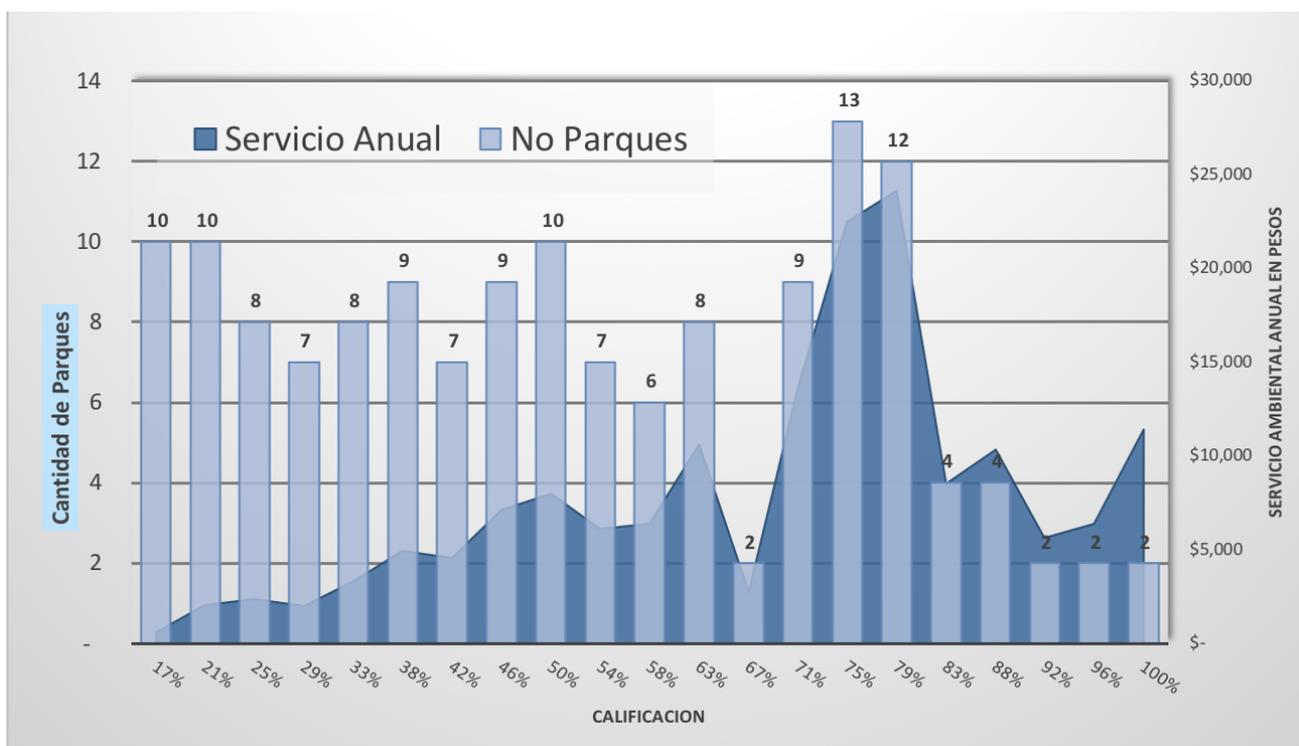


Figura 6-2 .Histograma del IVEc de los PM en Mérida.

Hay que analizar parque por parque para ver qué impacto se puede tener con realizar mejoras en los parques del tercio inferior, ya que no hay que olvidar que por su tamaño es relativamente fácil de realizarse en estos parques.

En el caso de los PG, al ser pocos se presenta el análisis completo sin agrupación (cuadro 6.2), es importante nuevamente mencionar que se eliminaron las unidades deportivas por las mismas razones antes comentadas, tienen pocos árboles y tienen otros objetivos. Al no estandarizar los montos del servicio ambiental a una superficie, el parque más grande obviamente obtuvo la mejor calificación. En estos parques la comparación es difícil, pero lo que si se puede ver es que la mayoría de los parques tiene calificación por debajo de 60% por lo que hay un margen para incrementarlo y lograr tener impacto en el total de los parques.

Parque	Carbono Fijo	Secuestro de Carbono	Red. Escorrentía	Reducción Contaminantes	Servicio ANUAL	IVEc
Lineal Metropolitano	\$1,397,778	\$131,548	\$69,881	\$515,922	<b>\$717,351</b>	100%
Ecológico Pte.	\$1,424,219	\$54,121	\$39,445	\$291,216	<b>\$384,781</b>	92%
ArqEcológico Pte.	\$931,901	\$71,881	\$37,752	\$278,715	<b>\$388,348</b>	88%
Fracc Del Parque	\$631,528	\$28,758	\$18,014	\$132,997	<b>\$179,769</b>	58%
Zoo Centenario	\$2,050,542	\$18,717	\$12,008	\$88,656	<b>\$119,381</b>	54%
Cantaritos	\$629,591	\$24,291	\$15,557	\$114,858	<b>\$154,706</b>	54%
Aqua Parque	\$432,252	\$25,034	\$16,431	\$121,308	<b>\$162,774</b>	50%
Ecológico del Sur	\$409,010	\$29,276	\$14,183	\$104,712	<b>\$148,171</b>	46%
Jardín Bepensa	\$109,392	\$11,451	\$6,857	\$50,627	<b>\$68,935</b>	29%
Zoológico Mulsay	\$204,327	\$9,544	\$4,882	\$36,040	<b>\$50,465</b>	17%
La Ceiba	\$142,102	\$1,640	\$1,514	\$11,181	<b>\$14,335</b>	17%
Arqueológico Xoclan	\$46,591	\$3,321	\$2,230	\$16,462	<b>\$22,012</b>	17%

Cuadro 6-2 Evaluación de los PG de Mérida

En resumen, podemos ver la distribución de la cantidad de parques según su IVEc para los tres tipos de parques de Mérida en el cuadro 6.3.

Calificación	PC	PM	PG
< 33%	29	<b>44</b>	33
33 a 67%	<b>39</b>	40	<b>42</b>
Mas de 67%	32	17	25
<b>Cantidad</b>	<b>149</b>	<b>329</b>	<b>13</b>

Cuadro 6-3 Cantidad de parques por tipo de acuerdo a su calificación del IVEc

En todos los casos de clasificación de los parques, los que obtuvieron mejores calificaciones siempre fueron un porcentaje menor. En otras palabras, son menos los parques que se encuentran en mejores condiciones que los que se encuentran en malas condiciones.

## Plaza Grande

Para entender mejor la utilidad de la información generada en el Estudio-diagnóstico o inventario realizado en los parques, a continuación, se presenta la metodología de análisis de los datos de un parque emblemático como lo es la Plaza Grande. Este parque coincidentemente es de una hectárea así que sus valores no tuvieron que ser transformados y por lo tanto son los netos para el parque.

Como se muestra en las siguientes figuras 6.3, que muestran la ubicación geográfica de los arboles y las palmas y en la 6.4, que resume las condiciones de composición y estructura del arbolado de la plaza grande. Tenemos que la mayoría de las especies en la Plaza son palmas de diferentes géneros (234 individuos con 9 especies) con una distribución muy irregular y que las condiciones de las copas de los arboles no se encuentran en buenas condiciones, se concluye que:

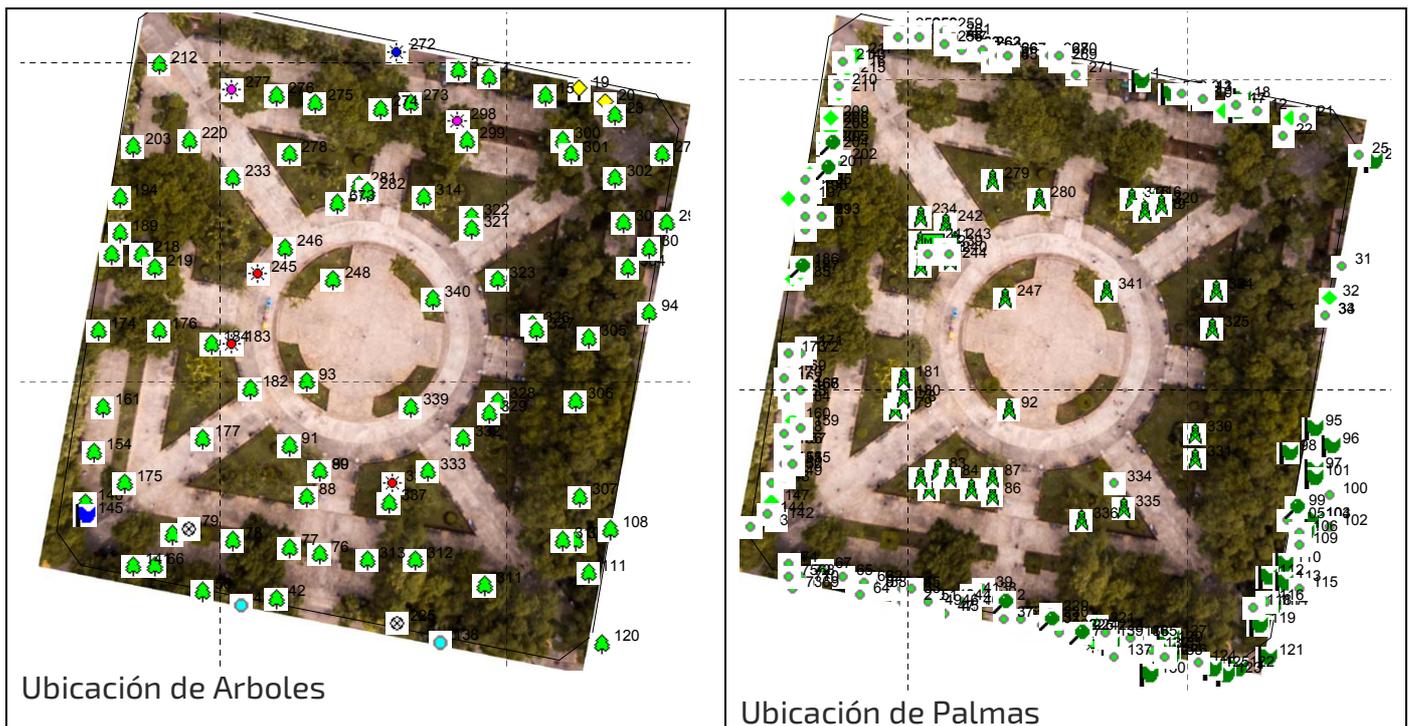


Figura 6-3 Ubicación geográfica de Arboles y Palmas en la Plaza Grande.

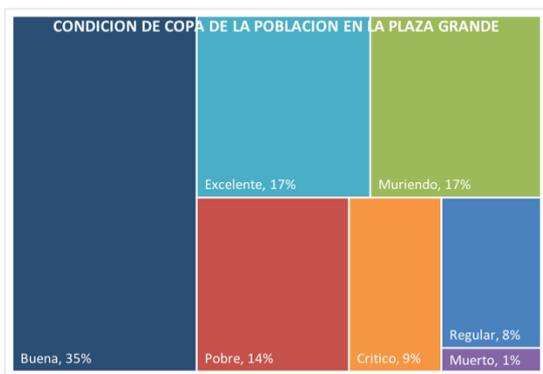
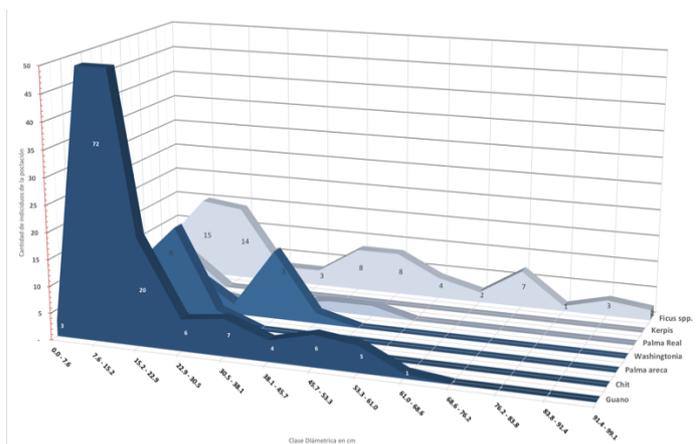
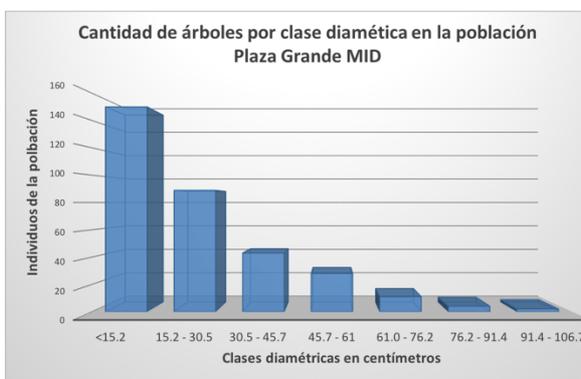
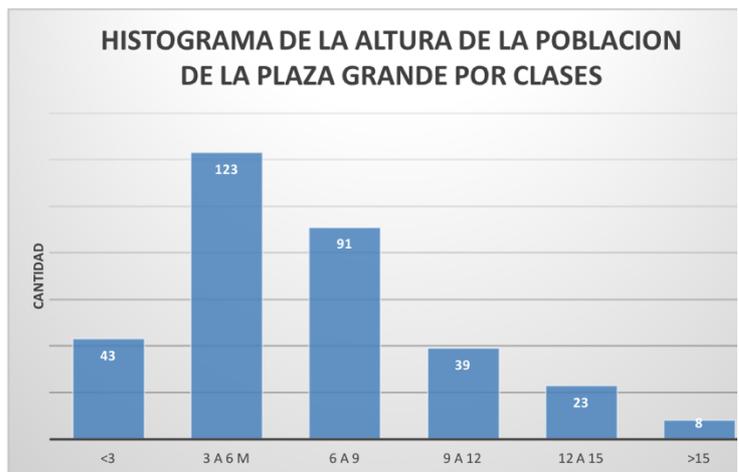
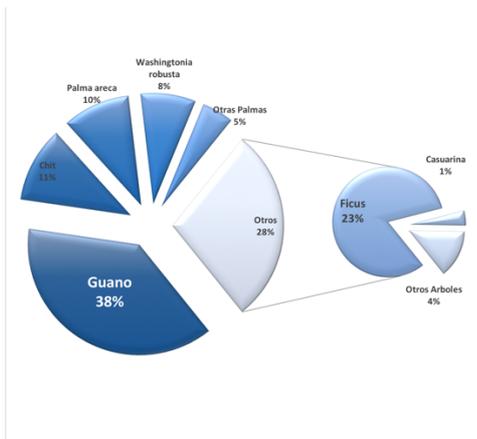


Figura 6-4. Resumen de la composición y estructura del arbolado de la Plaza Grande.

1. No existe algún patrón subyacente o diseño que se pudiera detectar.
2. No hay una distribución espacial de los árboles en la plaza.
3. No hay conciencia de las especies, origen, funcionalidad, emisión de compuestos orgánicos volátiles, etc.

Debido a lo anterior se requiere un replanteamiento de especies, diseño e incluso objetivos y visión del parque que incluya el servicio ambiental que puede proveer a la ciudad. Sobre todo, considerando la tendencia a la densificación de las ciudades y que los parques son hoy en día las únicas áreas de esparcimiento posible para la población, y a la importancia emblemática de la Plaza Grande en una ciudad colonial como Mérida.

Se debe de considerar mejorar las prácticas arborícolas que favorezcan un mejor desarrollo de los árboles (riego, manejo sitio y fertilización) y definitivamente considerar un rejuvenecimiento y sustitución de especies por especies nativas de alta calidad y talla.

## Pasos concretos

1. Redefinición de objetivos y visión del Parque.
2. Rediseñar la plaza con un tema y establecer un programa de replantación que rejuvenezca la población de árboles iniciando por:
3. Eliminación de los siguientes árboles muertos.

ID Árbol	Nombre de la especie	DAP(cm)	Altura(m)	C fijo(kg)	Latitud	Longitud
20	Brosimum alicastrum	24.50	5.90	109.20	20.96745	-89.62334
3	Ficus	65.00	3.20	1,132.20	20.96750	-89.62360
4	Ficus	85.00	4.10	2,184.50	20.96749	-89.62354
230	Roystonea regia	42.60	5.00	2.00	20.96664	-89.62376

Cuadro 6-4 Árboles muertos por retirar en la Plaza Grande

4. Retirar las siguientes Casuarinas por las siguientes razones: proveen servicio ambiental (nulo), se encuentran en estado muy avanzado de deterioro, son una especie introducida y se encuentran en muy mal estado general.

ID Árbol	Área foliar(m <sup>2</sup> )	Biomasa foliar(kg)	Sec C (kg/año)	Red Esc (m <sup>3</sup> /año)	Red Cont (g/año)	Serv Anual	Latitud	Longitud
89	2.50	0.20	0.50	0.00	3.10	\$ 4.66	20.96687	-89.62384
183	0.80	0.10	0.60	0.00	1.10	\$ 2.81	20.96707	-89.62399
245	1.90	0.10	0.50	0.00	2.40	\$ 3.74	20.96718	-89.62395
338	1.20	0.10	0.60	0.00	1.50	\$ 3.06	20.96685	-89.62371

Cuadro 6-5 Datos de las casuarinas que se encuentran en la Plaza Grande.

5. Identificar al menos 30 individuos de excelente calidad, talla de 15 a 25 cm de diámetro de tallo y al menos 3 m de altura con follaje sano abundante y verde para colocar en las jardineras que están vacías y donde además se están

haciendo retiros. Esta sustitución de especies debe de llevarse a cabo cada año y siguiendo todas las normas de mejores prácticas para el trasplante, es decir, preparación de sitio, drenaje, etc.

6. En los siguientes árboles se detectó requerimientos de algún tipo de poda (estructural, sanitaria, de reducción de copa o de aclareo), cuadro 6.6.

ID	Especie	Identificador	Tarea de Mantenimiento	Condición General	Latitud	Longitud
10	Adonidia merrilli	W009	Poda estructural		20.96748	-89.62348
20	Brosimum alicastrum	W019	Quitar tocón		20.96745	-89.62334
309	Chrysophyllum cainito	W103	Curar heridas	Pobre pero salvable	20.96676	-89.62339
4	Ficus	W003p2	Quitar Tocón		20.96749	-89.62354
154	Ficus		Poda estructural	Regular pero en malas condiciones	20.9669	-89.62424
161	Ficus		Poda estructural	Regular pero en malas condiciones	20.96697	-89.62422
302	Ficus macrophylla	W097	Poda sanitaria o limpieza	Regular en desarrollo	20.96733	-89.62332
310	Ficus macrophylla	W104	Poda estructural		20.96676	-89.62341
312	Ficus macrophylla	W106	Poda estructural		20.96673	-89.62367
305	Ficus macrophylla	W100	Poda de reducción lateral	Regular y mejorable	20.96708	-89.62337
306	Ficus macrophylla	W101	Poda de aclareo	Pobre pero salvable	20.96698	-89.62339
27	Ficus macrophylla	W026	Limpiar basura	Pobre pero salvable	20.96737	-89.62324
311	Ficus macrophylla	W105	Fertilización	Pobre y desahuciado	20.96669	-89.62355
299	Ficus macrophylla	W094	Curar heridas	Regular pero en malas condiciones	20.96739	-89.62358
300	Ficus macrophylla	W095	Curar heridas	Regular y mejorable	20.96739	-89.62341
301	Ficus macrophylla	W096	Curar heridas	Regular pero en malas condiciones	20.96737	-89.6234
303	Ficus macrophylla	W098	Curar heridas	Regular en desarrollo	20.96726	-89.62331
304	Ficus macrophylla	W099	Curar heridas		20.96719	-89.6233
308	Ficus macrophylla	W102	Curar heridas	Pobre pero salvable	20.96676	-89.62339
29	Ficus variegata	W028	Quitar vandalismo		20.96726	-89.62323
40	Sabal mexicana		Poda sanitaria o limpieza	Pobre pero salvable	20.96666	-89.6239
45	Sabal mexicana		Poda sanitaria o limpieza	Regular pero en malas condiciones	20.96665	-89.62394
115	Sabal mexicana	W055	Limpiar basura	Bien	20.96669	-89.62331
132	Sabal mexicana	W072	Limpiar basura		20.96659	-89.62357
145	Thevetia peruviana		Poda estructural	Regular y mejorable	20.9668	-89.62425
8	Thrinax radiata	W007	Poda estructural		20.96748	-89.63349
107	Thrinax radiata	W047	Fertilización	Pobre pero salvable	20.96678	-89.6233

*Cuadro 6-6 Árboles que requieren atención inmediata en la Plaza Grande.*

También se identificó que el parque en general requiere una mejora de sitio por el alto tráfico de personas dentro de las jardineras y que le vendría muy bien aflojar el terreno e incorporar materia orgánica para mejorar aeración y capacidad de retención de agua. Estas labores mejorarían el estado de las copas de los árboles cuyo promedio fue de 7/10, pero porque las palmas (que son la mayoría) no tienen mal follaje como se puede

ver en el cuadro 6.7. Este hecho, es la característica de la clase, normalmente las palmas siempre salen mejor evaluadas en su condición de copa, pero sus copas son muy reducidas en comparación con los árboles.

ESPECIE	Cantidad	Condición promedio %
Despeinada	1	99.50
KUKA	1	99.50
Washingtonia	26	95.77
Yuca	2	94.50
Guano	124	91.45
Kerpis	6	88.33
Palma Real	6	82.08
Palma areca	32	75.59
NARANJA AGRIA	2	72.50
<b>TOTAL</b>	<b>327</b>	<b>70.39</b>

*Cuadro 6-7 Condición promedio de las especies de la Plaza grande y su relación con las palmas*

El efecto de las palmas, por el hecho de salir mejor evaluadas en condición de copa comparativamente a los árboles, también se reflejó en su calificaciones de los Índices. El siguiente cuadro (6.8) resume las calificaciones obtenidas por la Plaza Grande de Mérida.

*Cuadro 6-8 Calificaciones obtenidas para la Plaza Grande de los índices de desempeño comparativos*

INDICE	C fijo / Afoliar	SEC C/ Biomasa F	Red Esc/ Peso seco	Red Cont/ Condición	Calificación
<b>IVA</b>	4	4	10	12	<b>63%</b>
<b>IVE</b>	4	6	6	8	<b>50%</b>
<b>IVEc</b>	12	10	12	12	<b>96%</b>
					<b>209%</b>

Partiendo de la base que el valor máximo alcanzable es el de 12, las palmas lograron que el IVA en su componente de evaluación de la condición obtuviera 12 de calificación cuando debido a la condición real de los árboles debería de haber obtenido una calificación de 6 y con esto ubicarse en el tercio medio de calificación. De cualquier manera, la combinación de estos índices nos muestra que la Plaza Grande esta en el límite entre un Buen parque y uno Regular lo que implica que hay margen y necesidad de mejora en áreas específicas para subir la cantidad de servicios ambientales que la misma puede proveer. En otras palabras, cualquiera que conozca la Plaza Grande está de acuerdo de que no esta mal, pero con estos valores e indicadores se puede entender claramente, que podría estar mucho mejor y además proveer un mejor servicio ambiental.

## Propuesta de Clasificación.

Utilizando los datos obtenidos del censo y en base a los criterios del IMPLAN de clasificación de parques se propone asignar una clasificación a los parques analizados. Lo anterior se basa en que: *"Para poder administrar y gestionar los espacios públicos es importante para el Ayuntamiento conocer los sitios en los que tiene actuación, en este sentido la clasificación de dichos espacios cobra relevancia, ya que operativamente cada lugar dependiendo de sus características tiene necesidades diferentes que pueden ir desde el mantenimiento y construcción hasta la activación y fomento de la utilización"*<sup>6</sup>. Es decir, el agrupar por características similares permite diseñar **estrategias** para utilizar **criterios** homogéneos y por lo tanto poder **jerarquizar** y ordenar las acciones de mejora en los parques.

En primera instancia la división que se propone es por función y uso, con tal motivo y para el caso del presente estudio se propone utilizar las 3 categorías por uso que se indican en el cuadro 6.9 para los parques, ya que en la Plaza Grande y las unidades deportivas, sus condiciones son muy particulares y se deben de tratar y analizar de manera diferente que un parque arbolado. Algunos de estos espacios cuentan con su propia administración, como los zoológicos. El cuadro 6.9 señala las categorías y su descripción y en que parques se aplicó para poder entonces construir una tipología por escala y dimensión, dentro de cada categoría de función, que permita manejar en unidades similares a los parques Ambientales que son la mayoría.

Función y uso	Descripción	Parques
Deportivo, recreativo o descanso	Se realizan actividades deportivas formales e informales, juegos y en general actividades físicas al aire libre; se reúne a personas de todas las edades y clases sociales, principalmente niños, jóvenes y adultos de la tercera edad; sus intensidades de uso son variables.	Unidades deportivas y Canchas (21), y Zoológicos (2).
Reunión social y cultural	Se llevan a cabo eventos multitudinarios de información, música, teatro, participación ciudadana, entre otros. Comúnmente son plazas de importante valor histórico y/o arquitectónico que acompañan edificios públicos, donde ocurren encuentros masivos.	Plaza Grande
Ambiental o parque estándar	Son espacios que por su flora y fauna cumplen con una función de regulación ambiental para la ciudad, son usados para fines educativos y de conservación de los recursos naturales.	Todos los demás

Cuadro 6-9 Categorías utilizadas para reclasificar los parques censados.

<sup>6</sup> Texto sobre clasificación de parques Elaboración Propia, Coordinación de Espacios Públicos, IMPLAN Mérida 2015. Comunicación Personal.

En el anexo I se muestra la lista final de parques clasificados con estos criterios, que de alguna manera se apega mucho a la clasificación establecida en la metodología que se hizo a priori para poder hacer el análisis de la información. A los parques con otras funciones que la ambiental también se les clasificó por escala y densidad/población y en el anexo I aparece entre paréntesis.

## Clasificación de parques ambientales

Para el caso de los parques de este estudio, la mayoría cae en la clasificación de uso de parques ambientales o estándar y dentro de esta clasificación se pueden separar por escala, es decir dimensión (superficie en hectáreas) , y densidad que se refiere a la población de árboles. EL cuadro 6.10 muestra la matriz que se forma de la combinación de los tres tamaños establecidos con los tres niveles de población y la cantidad de parques en cada una de las 9 categorías posibles.

TAMAÑO	CATEGORIA	POBLACION/DENSIDAD			Total por Tamaño
		Escasa	Media	Alta	
hectáreas	árboles	< 10 Arb.	10 a 100	>100	
<0.35 ha	<b>Chico</b>	125	164		<b>289</b>
0.35 a 3.5	<b>Mediano</b>	14	134	24	<b>172</b>
> 3.5 ha	<b>Grande</b>		7	4	<b>11</b>
<b>Total por población</b>		<b>139</b>	<b>305</b>	<b>28</b>	<b>472</b>

Cuadro 6-10 Matriz de parques por categoría con los criterios de escala y densidad de IMPLAN.

Dentro de esta matriz no se consideran los parques con otra función (22) y los que no tienen árboles (42) que resulta en 472 parques ambientales o estándar. Nota: hay un espacio deportivo sin árboles por lo que se eliminó por este motivo. La definición de los límites de superficie y de población se hizo en función al análisis de los resultados estadísticos de todos los parques y se buscó agrupar por criterios técnicos y de fácil identificación para simplificar la memorización y trabajo con la clasificación. Esta clasificación se espera sea reconocida e incluida en una tipología oficial para el Ayuntamiento de Mérida, y que contribuya en la elaboración del proyecto pendiente de "Gestión de Espacios Públicos". Se utilizará en las recomendaciones para proponer esquemas de trabajo, en base a grupos, que tenga sentido práctico y permita llegar al siguiente paso, el de elaboración de planes de acción de mejora o planes maestros.

Vistas de la población de la Plaza Grande



Vista al Sur-Casuarinas y Palmas



Vista NO-Palmas en Jardineras



Vista SO- Ficus y Palmas



Vista al Oeste-Washingtonias



Esquina SE-Ficus principalmente

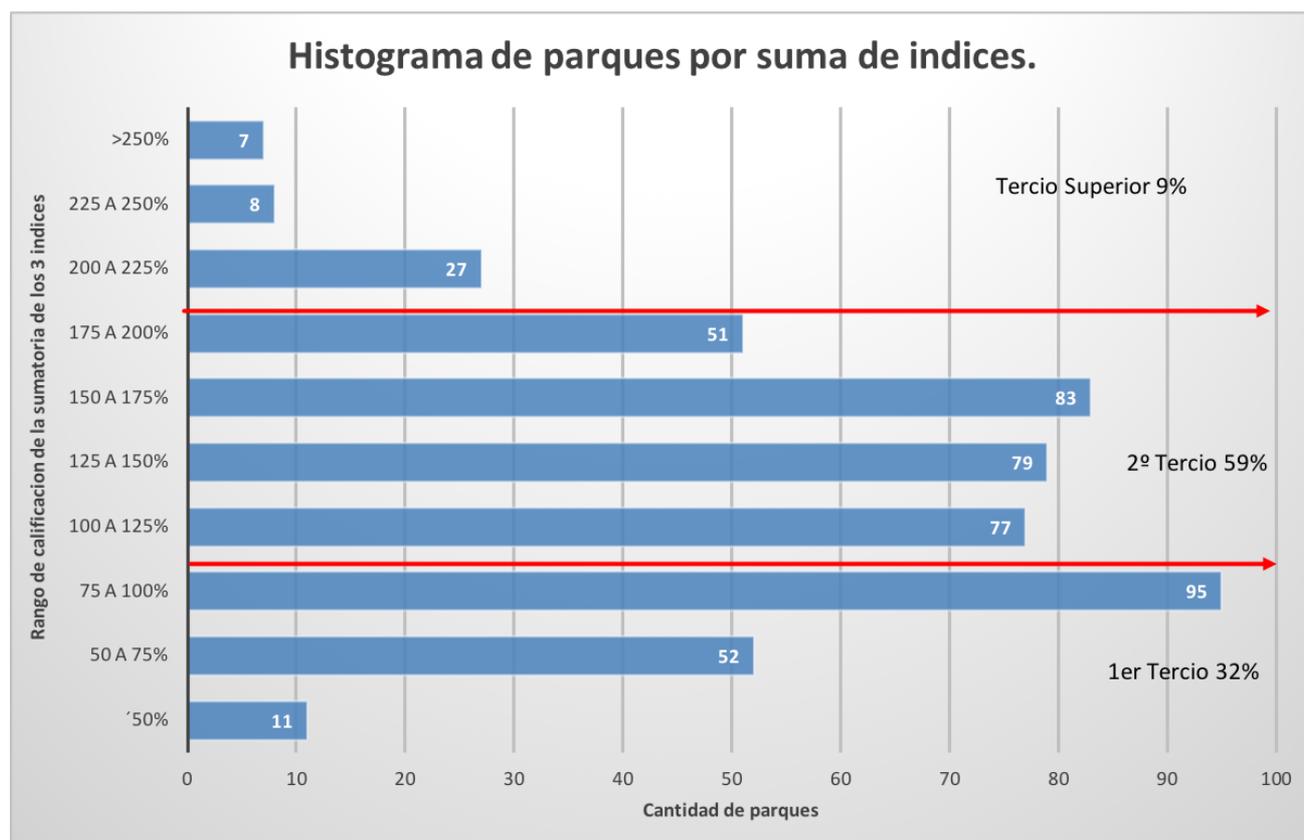


Vista Oeste a Este-Casuarinas y palmas

# 7. Conclusión y Recomendaciones

Como en medicina todo diagnóstico se realiza para emitir una prognosis, es decir se hace la evaluación del estado para permitirse pronosticar o al menos conocer que se puede esperar dependiendo de las acciones que se tomen. Para lograr lo anterior en los parques se utilizan los índices que se generaron a partir de la información dasométrica del arbolado. Se puede afirmar con la información antes mencionada y que sirvió de base para los análisis de que los parques de Mérida en su mayoría tienen condiciones REGULARES a MALAS. La figura 7.1 muestra claramente como el 59% de los parques tiene una calificación entre 100 y 200%, que es el tercio medio de la suma de los 3 índices, el de calidad de arbolado, de servicios ambientales y el económico del valor de estos servicios ambientales. Por otro lado, únicamente un 9 % tiene buenas calificaciones o buenas calificaciones en estos tres indicadores.

Figura 7-1. Histograma de parques por suma de índices.



Esta situación más que reprobatoria es indicadora de que se tienen que tomar acciones para mejorar el arbolado en los parques y consecuentemente mejorar el servicio ambiental y su valor económico. Hay mucho margen de maniobra si tan solo se pudiera emular las condiciones y características de los primeros 15 parques de la lista. Por otro lado, no significa que ya están en su 100%. Hay que recordar que todos los índices se generan con cuadros de calificación/valor de acuerdo a los datos estadísticos de los datos en análisis y por lo tanto de ninguna manera significa que estén a su 100%, en otras palabras, es como una calificación de un salón de la universidad por curva, la más alta calificación es 100 pero puede haber sido un 85% del total del examen.

Debido a lo anterior se recomienda realizar un análisis parque por parque, con los reportes emitidos por *i-Tree* para determinar exactamente las razones de las calificaciones obtenidas. Son muchas las variables que influyen, especie, edad, ubicación dentro del parque, instalaciones, caminos de cemento, tipo de suelo, etc. que por lo tanto, se hace necesario hacer recomendaciones puntuales para la corrección y mejora de las condiciones de cada parque.

---

## Recomendaciones

Adicional a la metodología de análisis mostrada con el ejemplo de la Plaza Grande, se recomienda fuertemente elaborar Fichas Técnicas Integrales de los parques, donde se abarquen, y se verifique su clasificación, con temas como:

1. Establecer un código identificador UNICO por parque, que puede ser el folio de catastro como se indico anteriormente para poder relacionar toda la información.
2. Definir el nombre del parque.
3. Situación Jurídica y Legal.
4. Infraestructura (cantidad y calidad).
5. Equipamiento (cantidad y estado).
6. Servicios disponibles, (agua, luz, etc.).
7. Historia (cuando se creo, etc.).
8. Contabilidad individualizada para cada parque, para poder obtener análisis beneficio-costos de las inversiones realizadas.

Esto es importante ya que con esta información es posible dos cosas (1) elaborar una base de datos que incluso en tiempo real podrían acceder los actores interesados en cualquier momento, esta propuesta en parte lo que se ha denominado como el proyecto pendiente de "Gestión de Espacios Públicos" del Ayuntamiento de Mérida y (2) con esto se puede hacer un plan maestro de mejora del arbolado de los parques para poder en un futuro buscar financiamiento local, por vecinos, o foráneo, por instituciones, empresas u cualquier otra fuente, lo cual facilita y prioriza los trabajos requeridos. Por otro lado, la historia del parque puede dar luz en cuanto a la edad de los árboles lo que complementa la información dasométrica, ya que aunque es posible estimar la edad de los árboles, los métodos que existen son invasivos y laboriosos, y el factor edad es ciertamente importante en la calidad del arbolado. La mejora de los parques creará un círculo virtuoso ya que como lo señalan varios autores "*en poblaciones con más parques y bosques se observa que sus habitantes los valoran y demandan más*" (Pérez Medina y Fargher, 2016).

Dentro de las acciones que se tienen que realizar, que se pueden llevar a cabo de manera paralela o consecutiva están:

- I. Definir las mejores especies para rejuvenecer o plantar en un parque. Esto en función a las que actualmente tiene, al servicio ambiental que se pretende mejorar, y a las condiciones propias del parque. Se puede tomar en cuenta las propuestas por *i-Tree Species*, que indican la susceptibilidad y capacidad de fijación de contaminantes específicos o grado de alergenidad entre otras cosas.
- II. Buscar proveedores de árboles de CALIDAD, TALLA y garantía de crecimiento y desarrollo NO solo prendimiento, que además tengan capacidad de realizar preparación de sitio con las normas mínimas de ANSI A300 (2014).
- III. Identificar en el parque los sitios para los nuevos árboles
- IV. Eliminar los árboles muertos, de riesgo, exóticos y en malas condiciones en ese orden (No necesariamente al mismo tiempo) y aprovechar el espacio que van a dejar con especies seleccionadas ad hoc.
- V. Realizar las acciones prioritarias inmediatas recomendadas y analizar las de mediano plazo tomándolas en cuenta en la programación de mantenimientos.

- VI. Elaborar un plan maestro con presupuesto para realizar las acciones programadas y que facilite la obtención de fondos para la ejecución de los trabajos.
- VII. Trabajar con la comunidad que recibe los servicios del parque para consensuar los cambios y lograr una mayor participación, este trabajo implica educación, difusión y ejecución correcta de actividades sin perturbar demasiado las comunidades o colonias.

Estas labores constituyen una lista de acciones que, una vez que se hayan determinado que parques son los que se deban mejorar, se lleven a cabo. La selección de parques a mejorar debe de realizarse con el establecimiento de criterios de selección basados en importancia, estado, presupuesto, involucramiento de la colonia, y otros parámetros para asegurar el éxito de los trabajos y como se comentó anteriormente generar un círculo virtuoso.

Es particularmente importante iniciar con un programa de rejuvenecimiento de los parques porque algunos ya tienen individuos en estado de senectud y como lo menciona Bassett (2015) "*esperar a que un árbol muera para reemplazarlo implica esperar décadas para recuperar la perdida de beneficios*", esto es porque la capacidad de servicio disminuye considerablemente con la edad. Se debe mantener un adecuado número de arboles jóvenes que eventualmente sustituyan a los viejos lo mas pronto posible y alcancen el tamaño máximo para proveer de un mayor servicio ambiental ya que como el mismo Bassett (2015) indica, "*6 arboles grandes tienen la capacidad de proveer el beneficio de 1,316 arboles chicos.*" Finalmente, la plantación de arboles es definitivamente el primer paso, pero esta debe realizarse con una visión de largo plazo que se enfoque en lograr el beneficio que proveen los árboles de mayor tamaño y follaje, lo que implica tener en cuenta su manejo y cuidado.

Estas acciones se tienen que programar, presupuestar y asignarles recursos para llevarse a cabo por lo que se tienen que diseñar claramente estrategias y criterios para la jerarquización y ejecución. En este punto la clasificación de parques puede asistir en la elaboración de un programa de trabajo. Definiendo como estrategia general que se pretende mejorar el estado del arbolado de los parques y elevar el nivel del servicio ambiental que proveen se deben establecer diversas estrategias particulares, no necesariamente en este orden, como:

- Disminuir el nivel de parques en el primer tercio del histograma 7.1 a 10% y al mismo tiempo elevar a 30% el tercio superior.

- Eliminar y sustituir arboles muertos, de riesgo y en mal estado.
- Realizar las tareas de mantenimiento prioritario de corto plazo necesarias para mejorar al arbolado.
- Mejorar parques ubicados en distritos descuidados (2 y 3) para enfatizar el cumplimiento de un objetivo de "justicia ecológica" en la sociedad.

Partiendo de la base de que la matriz de clasificación de parques expuesta anteriormente genera 9 categorías pero 2 de ellas en la práctica no existen como son Parques Chicos de menos de 3,500 m<sup>2</sup> con más de 100 árboles (categoría 3) y los Parques grandes con más de 3.5 ha y solo 10 árboles (categoría 7), tenemos que jerarquizar las otras 6 categorías para trabajar. En ese sentido se propone seleccionar los parques dentro de la categoría 5 para iniciar los trabajos y continuar en el orden indicado en el cuadro 7.1. Además esta categoría es la que incluye la mayor cantidad de árboles, aunque no la mayor superficie. En seguida los de la categoría 2 y así sucesivamente.

Clave	Tamaño	Población	Cantidad	Orden	Area/ clase (ha)	Arb/ Clase
1	Chico	Escasa	125	7	10	546
2	Chico	Media	164	2	30	3,922
3	Chico	Alta	no existen			
4	Mediano	Escasa	14	4	12	81
5	Mediano	Media	134	1	113	5,671
6	Mediano	Alta	24	3	26	3,465
7	Grande	Escasa	no existen			
8	Grande	Media	7	5	127	375
9	Grande	Alta	4	6	53	629

*Cuadro 7-1 Orden de revisión de parques ambientales por categoría.*

Esta estrategia de trabajo se pretende que tenga el mayor impacto en parques con suficientes árboles para empezar a mostrar mejoras sustantivas y tener impacto social y ambiental. Internamente dentro de la categoría hay que seleccionar de los 134 parques de acuerdo a criterios como los siguientes el orden de trabajo:

- 🌳 Cantidad de vegetación en mal estado
- 🌳 Ubicación del parque
- 🌳 Estado Fitosanitario
- 🌳 Tareas de Mantenimiento urgentes
- 🌳 Programar para 2019 la plantación por rejuvenecimiento o sustitución

Por otro lado, considerando las acciones mencionadas y el tipo de trabajo que requiere el arbolado es conveniente considerar un área operativa con capacidades técnicas y equipo

adecuado, así como su propio presupuesto. La carga de trabajo de gestión inicial para el desarrollo de la base de datos y el manejo de la cuadrilla técnica de mejora justifica un área con un responsable de nivel adecuado y una o dos cuadrillas equipadas como mínimo.

# 8. Anexos

- I. Listado de Parques, superficie y clasificación final.
- II. Listado de parques descartados y sus razones.
- III. Modelo Eco y Mediciones de campo para *i-Tree*.
- IV. Listado de especies encontradas en el censo.
- V. Escala de calificaciones para el Índice Económico de parques.

## Anexo I Listado de parques, superficie y clasificación final.

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
102	El Venado	0.02	1
103	Privada los cocos	0.09	1
104	El Campito	0.07	1
107	Centro Area verde	0.01	1
109	Casa del Ex Molinero	0.18	1
110	Gasmendi	0.07	1
112	Eulogio Rosado	0.11	1
123	Centro	0.01	1
125	Pedro Infante Hundido 1	0.01	1
127	El Chembech	0.02	1
101030	Inalámbrica	0.03	1
102038	La Casona de Tanlum	0.17	1
102040	El Pocito	0.13	1
103046	El DIF	0.05	1
105054	Las Arboledas	0.06	1
105056	Lourdes Industrial	0.26	1
105057	Colonia Industrial	0.01	1
107069	Manguitos I	0.01	1
107070	Manguitos II	0.01	1
107072	Manguitos Lv	0.01	1
107073	El Almendro	0.03	1
108079	El Cabro	0.15	1
108080	La Quinta avenida	0.08	1
108083	Santa Rosa II	0.01	1
108086	La Luna	0.03	1
108087	Morelos	0.09	1
108089	Unidad Morelos II	0.06	1
108090	Unidad Morelos III	0.07	1
108091	Foviste Morelos	0.02	1
108095	Cri Cri	0.01	1
108096	Unidad Morelos	0.01	1
108099	Fraccionamiento unidad	0.02	1
108105	Andador Morelos 3	0.02	1
108106	Andador Morelos 5	0.03	1
108107	Andador Morelos 6	0.05	1
108110	Andador Area Verde	0.04	1
108112	Andador Area Verde I	0.03	1
109114	Cuchilla centro	0.01	1
110117	Delio moreno	0.03	1
110119	Amapola	0.07	1
111122	Pedregales de Circuito	0.27	1

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
111123	Col. Obrera 1	0.01	1
111127	Col. Obrera	0.01	1
202008	La Rinconada San C F	0.03	1
202010	los tamarindos	0.04	1
202014	Daz Ordaz	0.03	1
203024	Real de Pinos	0.03	1
203027	Pinos Arenero	0.04	1
204041	Brisas del norte I	0.06	1
205046	El faisán y el venado	0.06	1
205052	Canacintra	0.04	1
205053	Recreativo Poligono	0.05	1
207064	Pacabtun I	0.04	1
207065	Pacabtun (Bajo las torres)	0.12	1
207066	PacabtunII AV	0.06	1
207067	PacabtunII AV1	0.06	1
207068	PacabtunIV AV1	0.05	1
207070	Pacabtun III	0.06	1
207071	Pacabtun II	0.11	1
207075	Pacabtun 1 area verde	0.06	1
208080	Judicial	0.14	1
208081	Fidel Velazquez XIII	0.02	1
208083	Elemento 127	0.07	1
208088	Fidel Velazquez I andador	0.04	1
208090	Croc Fidel Velazquez	0.12	1
208093	Fidel Velazquez (Kiosko)	0.1	1
208095	Fidel Velazquez XIV	0.16	1
208099	Arqueológico salvador A.O	0.18	1
208103	Melchor Ocampo II-1	0.07	1
209107	Emilio Portes Gil	0.13	1
209110	Nueva Chichen-Itza_I	0.09	1
209114	Frente a Chac Mool	0.02	1
210117	La Fe	0.03	1
211136	Elemento 128 Sn Antonio	0.1	1
211137	Nueva Kukulcan I	0.03	1
302009	Ejercito Nacional	0.21	1
302011	Serapio Rendon III	0.31	1
302012	San Carlos	0.1	1
302014	Cinco Colonias	0.05	1
303019	Jardinera	0.02	1
303020	Triangulo	0.1	1
303022	CasaBlanca	0.12	1

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
303023	Av ZahirHa	0.04	1
303024	El Grande ZahirHa	0.15	1
304027	Valle Dorado II	0.31	1
304032	San Jose Tecoh III	0.1	1
305037	El Triangulo de la 60	0.1	1
306042	Paso Texas	0.03	1
307049	Maiz de Madera	0.03	1
307052	Mayel Nict	0.19	1
309059	El Roble Agricola	0.18	1
309060	Jardines del Roble	0.28	1
310064	Manuel Crencocio	0.07	1
310065	Sn Marchos Nocoh I	0.07	1
311069	Alvaro Torres Diaz	0.15	1
311071	Col.Libertad II	0.11	1
311072	La Libertad II	0.15	1
311073	Villas Merida	0.06	1
311074	La Libertad I	0.04	1
403021	Con Ruinas	0.01	1
404030	Xoclan Centro	0.02	1
404031	Carmelitas	0.04	1
404033	Xoclan Portillo	0.01	1
405035	San Marcial	0.18	1
406049	Villas Yucalpeten	0.03	1
406050	Villas Yucalpeten I	0.03	1
406058	Bosques de los Nios	0.07	1
409069	Fracc.Roma	0.12	1
409071	El Ciricote	0.05	1
409072	Nueva Hidalgo	0.06	1
409073	Miguel Hidalgo	0.2	1
410080	C.Dep.Amapolita	0.13	1
410081	Chenku El Grande	0.2	1
410085	Chenky Cantaritos	0.01	1
410086	Res. N Chenku	0.03	1
411091	Fracc.Foviste	0.14	1
411094	Pensiones	0.05	1
503023	Villas de Chuburn 1	0.04	1
503025	El Cortijo II	0.02	1
503030	Cordeleros I	0.03	1
503035	Villas de Chuburna	0.16	1
504053	Fracc Frcisco de M IV 2	0.12	1
504058	Area Verde Punto 95	0.14	1

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
505060	Fraccionamiento del Norte	0.08	1
511094	San Antonio Cinta	0.08	1
<b>101</b>	<b>San Cristobal</b>	<b>0.17</b>	<b>2</b>
105	La Ermita	0.09	2
108	San Juan	0.09	2
114	Cepeda Peraza (Hidalgo)	0.22	2
115	Madre o Tercera Orden	0.33	2
116	Santa Lucia	0.21	2
117	Remate de Paseo de Mont	0.11	2
129	Articulo 123	0.18	2
102039	La Casona de Tanlum 1	0.23	2
102041	Pedregales de Tanlum	0.31	2
102042	Las guilas de Chuburna	0.1	2
102043	Kiuik Che	0.01	2
102044	Colonial Chuburna	0.28	2
102045	FCA	0.09	2
104049	Felipe Carrillo Puerto	0.1	2
105053	Adolfo Lpez Mateos	0.07	2
105055	El Fenix	0.12	2
106059	Cano y Cano	0.07	2
106060	Mayapan	0.2	2
106062	Lazaro Cardenas 1	0.14	2
106063	Wallis	0.24	2
106064	Casona Wallis	0.3	2
106065	Wallis infantil capilla	0.1	2
106066	Colonia Esperanza	0.08	2
107067	Los Mangos	0.27	2
107068	Cha Kaes	0.25	2
107071	Manguitos III	0.01	2
	Cortes Sarmiento Casa		
107074	Mata	0.1	2
108082	La Macarena	0.11	2
108085	San Gernimo Vicente solis	0.21	2
108094	Morelos fovissste	0.21	2
108097	Unidad Morelos II 1	0.05	2
108101	Los Insurgentes	0.09	2
108109	Fovisste Morelos 108109	0.08	2
110120	La mariposa	0.05	2
111124	Bosques del pedregal	0.09	2
111126	Lomas del sur	0.24	2
111128	Renacimiento	0.17	2
111129	Fraccionamiento los reyes	0.21	2

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
201002	Florida Norte	0.28	2
201004	Jardines del Norte Cu	0.11	2
201006	Las guilas 1	0.21	2
202011	Bancarios	0.07	2
202012	Juana de Asbaje	0.09	2
202013	Vista alegre	0.08	2
202016	las Flores Jardines de Mid	0.07	2
202017	Margarita Maza	0.17	2
203025	Ampliacion pinos del N	0.15	2
203026	Pinos la Florida	0.07	2
203028	Jardines de vista alegre	0.31	2
203029	Del Arco	0.21	2
204031	Andador Brisas 1	0.32	2
204033	Brisas Correos	0.24	2
204034	Andador Brisas 3	0.35	2
204036	Andador Brisas 5	0.25	2
204037	Andador Brisas 6	0.31	2
204042	Brisas del norte II	0.06	2
205047	Bugambilias	0.1	2
205049	La Croc(Luis Torres M)	0.19	2
205054	Torres Mesas Poligono	0.17	2
205057	Brisas del Bosque	0.35	2
206059	Antonia Jimnez Trava	0.33	2
207063	Pacabtun	0.03	2
207069	La Tortuga	0.26	2
207074	Pez Volador	0.31	2
207076	MPAN1	0.15	2
207077	Avila Camacho	0.29	2
208084	Xchitl	0.16	2
208096	Las Flores Fidel Velzquez	0.1	2
209106	Arcoiris	0.1	2
209109	Cruz Baqueiro	0.21	2
209113	Chac Mool	0.32	2
210116	El Rey	0.21	2
210120	La Reyna	0.14	2
210121	Zarigeya	0.25	2
210123	Las Azaleas	0.26	2
210124	El As	0.15	2
210125	La Jaula Vergel III	0.27	2
210126	Bodas de Plata Las Tumb.	0.03	2
210128	San Jos Vergel	0.15	2

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
210130	Vergel I 1	0.35	2
210131	20 años de lucha	0.05	2
301001	Maria Luisa	0.28	2
301003	Nueva Kukulcan	0.27	2
302008	Ampliacion Hacienda	0.21	2
302013	Alamos del Sur	0.34	2
303016	Cuauhtemoc	0.35	2
303017	Zazil Ha La Cueva I	0.2	2
303018	Los Cantaritos D3	0.11	2
305038	Polifuncional	0.19	2
305039	Solidaridad	0.2	2
305041	Nueva San Jos Tecoh	0.35	2
307050	Viernes Santo	0.06	2
311068	Graciano Ricalde	0.22	2
311070	Graciano Ricalde II	0.25	2
311075	A.Verde Lolbe	0.08	2
311076	A.Varde Industrial	0.07	2
401003	Joya Platino	0.02	2
401004	Diamante Tringulo	0.28	2
401005	Diamante Chispita	0.2	2
402006	XocIn Susul	0.22	2
402013	Opichn Comisaria	0.18	2
403018	Juan Pablo Los Ag. Amp	0.28	2
404026	Papala Mulsay	0.12	2
404028	Bosques del Poniente	0.26	2
405034	De la Alegria	0.1	2
405038	Jardines de Mulsay	0.22	2
405041	Amp.Nueva Mulsay	0.12	2
405044	Nueva Mulsay	0.17	2
405046	Salvador_Alvarado	0.11	2
405047	Libertad Sambul	0.35	2
406048	Nora Quintana	0.17	2
406052	Jacinto Canek	0.21	2
406055	Yucalpeten	0.1	2
406057	Bosques Yucalpeten	0.01	2
407059	Privada del Carmen	0.2	2
407061	Nva.Bojorquez	0.12	2
408064	El Porvenir 1	0.31	2
409070	15 De Mayo	0.12	2
409074	Privado XCOM	0.08	2
410077	Lindavista	0.34	2

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
410082	Chenku 1	0.35	2
410084	Pensiones VI	0.15	2
411090	Federal N5	0.12	2
411093	Residencial Pensiones I	0.1	2
411095	Consuelo Zavala C	0.17	2
411096	Pensiones 1	0.22	2
501002	San Pedro Uxmal	0.21	2
501005	Las Magnolias	0.2	2
501007	Paseo del Conquistador	0.11	2
503017	Los Grillos	0.3	2
503019	Floresta Chuburn	0.13	2
503020	Interior Priv Residencial T	0.03	2
503021	Villas Chuburna	0.01	2
503022	San Jos II	0.1	2
503026	Chuburna U.D.Iches Bur.	0.22	2
503028	San Francisco Chuburn II	0.25	2
503032	Puesta del Sol	0.28	2
503033	Chuburn Inn II	0.3	2
504038	Fracc. Hacienda Xcumpich	0.32	2
504040	Cordemex 1	0.35	2
504045	La Castellana 3	0.25	2
504046	La Castellana 2	0.31	2
504047	La Castellana 1	0.18	2
504048	La Castellana	0.32	2
504049	Fracc.Francisco Montejo V	0.3	2
504050	Fracc.Francisco Montejo V 3	0.24	2
504052	Fracc.Francisco Montejo V 1	0.18	2
504054	Fracc.Francisco Montej IV 1	0.26	2
504055	Fracc Francisco de M IV	0.1	2
504056	Area Verde punto 89 (HX)	0.08	2
505062	Gonzalo Guerro I	0.07	2
505063	Gonzalo Guerrero II	0.04	2
505066	Colonia Pinzones	0.14	2
506071	Sodzil Norte	0.34	2
506072	Sodzil Norte Comisaria	0.22	2
508075	Montebello	0.06	2
509076	Residencial Colonia Mexico	0.16	2
509077	Col. Mexico norte	0.08	2
510085	El Triangulo	0.19	2
511090	Altabrisa 1	0.22	2
511091	Montecarlo 1	0.22	2

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
511095	Prado Norte	0.3	2
511097	Area verde punto 94	0.02	2
<b>102037</b>	<b>Tanlum</b>	<b>0.54</b>	<b>4</b>
108084	San Gernimo	1.35	4
202007	San Carlos del Norte	0.39	4
202015	El Auditorio(Unid. DDO)	0.73	4
205048	Emiliano Zapata Oriente	0.37	4
210119	Vergel IV	0.4	4
210135	Vergel 1	0.65	4
304025	El Bate	0.83	4
307053	Recreativo Emiliano I y II	0.81	4
310066	San Marcos Noco II	0.36	4
402009	Villa Mgna Tixcacal Opichen	3.19	4
403017	Nora Juan Pablo II	1.08	4
503016	Los Insurgentes Chuburna	0.74	4
509078	Emiliano Zapata Norte	0.61	4
<b>106</b>	<b>San Sebastian</b>	<b>0.91</b>	<b>5</b>
111	Ex Rastro	1.76	5
119	Santa Ana	0.38	5
120	Santiago	0.46	5
122	San Cayetano	0.7	5
126	De la Mejorada	0.73	5
101034	Inf Felipe Carrillo Puerto	0.65	5
102036	La Mestiza	0.58	5
103047	Itzimna	0.69	5
105052	Jesus Carranza	1.08	5
105058	El Hormiguero	0.63	5
106061	Lazaro Cardenas	1	5
107076	Miraflores	0.97	5
107078	Morelos Oriente	0.4	5
109113	Santa Rosa I	0.67	5
109115	Dolores Otero	1	5
110116	La Ceiba	1.41	5
110118	Meliton Salazar	1.01	5
111125	Manzana 115	0.55	5
111130	Los reyes 1	0.38	5
201001	Carlos Camargo Bastarrachea	0.61	5
201005	Las guilas	0.4	5
202018	La Amistad	1.08	5
202019	Los Pinos	1.33	5
202020	Campanita Los Pinos	0.47	5

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
203021	Santa Mara Chuburna	0.45	5
203022	San Pedro Cholul	1.07	5
203023	Pinos del Norte	1.77	5
204030	Andador Brisas	0.45	5
204032	Andador Brisas 2	0.38	5
204035	Andador Brisas 4	0.36	5
204038	Brisas Oriente	0.94	5
205051	Vicente Guerrero	0.69	5
205055	Acrobtico	1.48	5
205056	La biblioteca	0.68	5
205058	La Xtabay	0.55	5
206060	San Vicente Oriente	0.58	5
206061	Polgono 108 CTM	1.38	5
208087	Explanada Cristo Rey	0.79	5
208101	Los Reyes	0.81	5
209112	Benito Jurez Oriente	0.42	5
209115	Amalia Solrzano	0.48	5
210118	San Pablo	0.42	5
210122	Vergel I (Misn)	0.56	5
210127	Vergel III CTM	0.95	5
210129	San Jos Vergel II	0.47	5
210132	La Amistad 210132	0.4	5
210133	San Jos Vergel III	1.1	5
210134	Emancipacin vergel II	1.1	5
211139	Arqueolgico de granjas	1.18	5
211140	Arqueolgico de granjas 1	0.81	5
301002	Salvador Alvarado Sur	0.71	5
302006	Serapio Rendn	0.54	5
304026	Valle Dorado	0.55	5
304028	El Tobogan	0.42	5
304029	San Roque	0.79	5
304031	Campo Fdo.Valenzuela	1.96	5
304033	Salesianos	0.53	5
304034	Los Muertos	0.95	5
305035	Los Cardenales	1.03	5
305040	Ejercito de Salvacion	0.5	5
306043	La Guadalupana	0.36	5
306044	El Renacimiento	1.48	5
307048	Emiliano Zapata Sur	1.05	5
307051	La Capilla Maria RDP	0.96	5
307054	Emiliano I y II	0.86	5

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
308055	Las Arboleadas	0.48	5
309061	Roble I	0.48	5
310067	San Marcos Noco	1	5
311077	Victor Cevera Pacheco	0.6	5
311078	Centenario de la Revolucion	1.4	5
401001	Girasoles de Opichn	0.68	5
401002	La Joya	3.24	5
402008	Arequeologico Xoclan	1.22	5
402010	Nueva Reforma Agraria	1.76	5
402012	Villa Magna	0.68	5
402014	Tixcacal Opichan	0.98	5
402015	Las Llantas	0.64	5
403016	Nora Quintana 1	0.46	5
403020	Flamboyanes Juan PII	0.67	5
403022	Juan Pablo II IMSS	1.01	5
403023	Juan Pablo II	0.47	5
404027	Mulsay	0.43	5
404032	Xoclan Xbech	0.65	5
405040	Jardines de Nueva Mulsay	0.6	5
405043	Pedro Infante Hundido	0.98	5
405045	Ncleo Mulsay	0.46	5
406051	Jardines de Yucalpetn	0.39	5
407060	Colonia Bojorquez	2.59	5
407062	Francisco I.Madero	1.85	5
408063	El Provenir	0.99	5
408065	Residencial P. V etapa	0.51	5
408066	Cuchilla Pensiones	0.39	5
408067	Pensiones etapa IV	0.91	5
409068	Colonia Roma	0.89	5
409075	Paseos de las fuentes	2.32	5
410076	Pedregales de Lindavista	0.61	5
410078	Lindavista Chenku	0.44	5
410079	Chenku	2.25	5
410087	Scout Tunich Luum	1.19	5
410088	Jardines de Pensiones	0.44	5
411089	Francisco villa poniente	0.93	5
411092	Residencial Pensiones	0.57	5
411097	Pensiones Dorada	0.49	5
501001	San Luis Chuburna	0.79	5
501003	San Pedro(SN Pablo)Uxmal	0.72	5
501004	Colonia Mrida	1	5

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
501006	Cmara de la Construccin	0.68	5
501008	Area Verde Punto 91	0.48	5
502010	Francisco de M V I La Rampa	1.98	5
502012	Francisco de Montejo IV E.P	1.31	5
502014	La Rampa F. Montejo	0.74	5
502015	Francisco de Montero III	1.31	5
503018	Jardines de Chuburn	0.92	5
503029	San Francisco Chuburn I	1.14	5
503034	Rinconada de Chuburn	0.72	5
503036	Prado Chuburn	0.82	5
504037	Hacienda Xcumpich	0.61	5
504042	Aurea Residencial	0.53	5
504044	Francisco de Montejo III	0.25	5
504051	Fracc.Fran. de Montejo V 2	0.57	5
505061	Villas del Sol	0.58	5
505064	Recreativo Gonzalo Guerrero	0.94	5
505065	Bugambilias Chuburn	0.44	5
506069	Montes de Am	0.82	5
506070	Pista Roja	0.68	5
507073	San Juanistas	0.55	5
507074	Villas Hacienda	0.45	5
509081	Monterreal Colonial	0.45	5
509082	Monterreal	0.36	5
509083	Area verde punto 92	0.39	5
510086	Montecarlo2	0.72	5
510088	Altabrisa II	0.54	5
510089	Tabertha	0.74	5
511092	Residencial Montecristo	1.08	5
<b>124</b>	<b>De la Paz</b>	<b>1.58</b>	<b>6</b>
101031	Las Americas	0.67	6
101032	Las Americas 1	0.68	6
101033	Las Americas 2	0.67	6
103048	Colonia Mexico	0.63	6
201003	Jardines del Norte	1.77	6
204043	Hundido de brisas	1.08	6
204044	Colonia Nueva Yucatn	1.48	6
204045	San Nicols Norte	1.01	6
209108	Chichen Itz	0.47	6
305036	Hundido Sur	1.32	6
402011	Fracc.VillaMagna Ar villaM.III	0.48	6
403024	Juan Pablo II La Visita	2.14	6

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
403025	El Papa	1.49	6
404029	Frac Mulsay II	2.37	6
405039	Japones	1.78	6
410083	Residencial P. VII Eta	0.99	6
502011	La Arboleadas F.M II	1.31	6
502013	La Capilla	0.52	6
503024	Rosario Chuburna	0.79	6
509079	Sol Campestre	0.97	6
509080	Kalia	1.04	6
511093	D.I Juventud S.Antonio C.	1.14	6
<b>108081</b>	<b>Colonia azcorra</b>	<b>3.54</b>	<b>8</b>
207072	Fracc Del Parque	9.48	8
211141	Aqua Parque	13.78	8
406000	Lineal Metropolitano	73.72	8
406053	Jardin Bepensa	6.27	8
406056	Ecologico Pte	14.99	8
502009	Cantaritos	4.79	8
<b>211142</b>	<b>San Antonio Kaua II</b>	<b>3.95</b>	<b>9</b>
308057	Ecologico del Sur	8.64	9
403019	Cardenales JP II	3.84	9
406054	ArqEcologico Pte	36.25	9

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
104051	Cancha Felipe Carrillo Pue.	0.17	EDR(1)
108092	Unidad Morelos(cancha)	0.05	EDR(1)
108100	Cancha de basquetbol Mor	0.07	EDR(1)
207078	Avila Camacho cancha	0.24	EDR(1)
207079	Avila Camacho 1 la cancha	0.13	EDR(1)
306046	La Cancha EM 1	0.08	EDR(1)
307047	La Cancha I	0.08	EDR(1)
309062	El Roble cancha	0.11	EDR(1)
302005	Deportivo Cinco Colonias	0.99	EDR(2)
302010	Deportivo San Nicolas	0.32	EDR(2)
303015	Dep.Castilla Camara	0.12	EDR(2)
104050	Unidad Deportiva Miguel A	1.09	EDR(4)
108088	Unidad Deportiva Morelos	2.47	EDR(5)
405037	Zoologico Mulsay	1.51	EDR(5)
503027	U.Deportiva Chuburna I.B	0.83	EDR(5)
107075	U.Dep.CortesSarmiento	0.9	EDR(5)
310063	Deportivo Victor Manuel	0.92	EDR(6)
304030	Unidad deportiva	4.8	EDR(7)
308056	Un.Dep,del SUR	6.86	EDR(8)
121	Zoo Centenario	6.83	EDR(9)
111131	Cancha Colonia Obrera	0.01	EDR(SA)
113	Plaza Grande	1	RSC (6)

**EDR** Espacio Deportivo y Recreativo

**RSC** Reunión Social y Cultural

**(No)** Categoría por tamaño y densidad

**SA** Sin Árboles

Clave	Nombre Parques	Area (ha)	Cat.
128	De la Media Luna	0.1	SA
107077	Cancha el campito	0.08	SA
108093	Fovissste Morelos	0.01	SA
108098	Unidad Morelos 1	0.01	SA
108103	El Carrito	0.06	SA
108108	Andador Morelos	0.03	SA
108111	Fovisste Andador 6	0.02	SA
111121	Pedregales de circuito	0.12	SA
202009	Fracc San Carlos	0.01	SA
204039	San Juan Grande	0.17	SA
204040	Petcanche	0.04	SA
205050	Las Torres	0.13	SA
207073	Fraccionamiento del 1	0.02	SA
208082	Fidel Velazquez I	0.03	SA
208085	Fidel Velazquez IV	0.01	SA
208086	Fidel Velazquez XII	0.12	SA
208089	Fidel Velazquez III and.	0.01	SA
208091	Fidel Velazquez VI	0.17	SA
208092	Area Verde Fidel Vela.	0.01	SA
208094	Fidel Velazquez II	0.07	SA
208097	Fidel Velzquez II 1	0.01	SA
208098	Fidel Velzquez No.2	0.04	SA
208100	Salvador alvarado	0.11	SA
208102	Melchor Ocampo II	0.06	SA
208104	Fidel Velazquez	0.01	SA
209105	Carrusel	0.03	SA
209111	Nueva Chichen-Itza	0.07	SA
211138	Nueva kukulcan	0.08	SA
301004	El Campito D3	0.06	SA
302007	Serapio Rendn II	0.23	SA
303021	Corea Mena	0.11	SA
402007	Xoclan Susulal	0.02	SA
405036	El Tianguis	0.02	SA
405042	Ampl. Nueva Mulsay1	0.12	SA
503031	Cordeleros II	0.04	SA
504039	Salvador Alvarado	0.61	SA
504041	Del Maestro	0.77	SA
504043	Fracc.Frsc0 Montejo III	0.66	SA
510084	Vista Alegre	0.72	SA
510087	Privada Royal Class	0.03	SA
511096	Area verde punto 93	0.47	SA

## Anexo II Listado de parques descartados y sus razones.

Clave	Nombre	Colonia	Razón
<b>118</b>	<b>Remate de Paseo de Montejo</b>	<b>Col. Centro, Mérida</b>	
			Fusionado al 117
<b>108104</b>	<b>El Almendro</b>	<b>Fracc. Unidad Morelos</b>	
			Solo un árbol, se descartó
<b>308058</b>	<b>(no existe)</b>	<b>FRACC. SAN MARCOS NOCOH</b>	
			En medio de la Calle
<b>101035</b>	<b>la Ibérica</b>	<b>Col. Garcia Gineres</b>	Privado no dejaron pasar
<b>207062</b>	<b>Pacabtun II</b>	<b>Col. Pacabtun</b>	Area de Juegos No se midió
<b>306045</b>	<b>(Sin Nombre)</b>	<b>COL EMILIANO ZAPATA SUR III</b>	Solo Canchas

## Anexo III. Modelo Eco y Mediciones de Campo para i-Tree

i-Tree Eco está diseñado para utilizar datos de campo estandarizados de parcelas ubicadas aleatoriamente y contaminación local por hora y datos meteorológicos para cuantificar la estructura forestal urbana y sus numerosos efectos (Nowak y Crane 2000), incluyendo:

- 🌳 Estructura forestal urbana (por ejemplo, composición de especies, salud de los árboles, área foliar, etc.).
- 🌳 Cantidad de contaminación eliminada cada hora por el bosque urbano, y su porcentaje asociado de mejora de la calidad del aire durante un año.
- 🌳 El carbono total almacenado y el carbono neto anualmente secuestrado por el bosque urbano.
- 🌳 Efectos de los árboles sobre el uso energético de construcción y los consecuentes efectos sobre las emisiones de dióxido de carbono de fuentes de poder.
- 🌳 Valor estructural del bosque, así como el valor de la eliminación de la contaminación atmosférica y del almacenamiento y secuestro de carbono.
- 🌳 Impacto potencial de las infestaciones por plagas, tales como el escarabajo asiático, broca esmeralda de los fresnos, polilla gitana y la enfermedad holandesa del olmo.

Normalmente, todos los datos de campo se recogen durante la temporada de hojas para evaluar adecuadamente los árboles. Una toma típica de datos incluye el uso de la tierra, el suelo y la cubierta del árbol, el árbol individual, los atributos de las especies, el diámetro del tallo, la altura, el ancho de la corona, la copa de la corona y la distancia y dirección a edificios residenciales (Nowak et al 2005; Nowak et al 2008).

Durante la recolección de datos, los árboles se identifican con la clasificación taxonómica más específica posible. Los árboles que no son clasificados al nivel de la especie deben clasificarse por género (por ejemplo, Ficus) o grupos de especies (por ejemplo, latifoliadas/Magnolopsidas). En este informe, especies de árboles, géneros o grupos de especies se denominan colectivamente especies arbóreas.

### Características del árbol:

El área foliar de los árboles se evaluó mediante la medición de las dimensiones de la corona y el porcentaje de la copa de corona que faltaba. En el caso de que no se recogieran estas variables de datos, éstas son estimadas por el modelo.

Un análisis de especies invasoras no está disponible para estudios fuera de los Estados Unidos. Para los Estados Unidos, las especies invasoras se identifican utilizando una lista de especies invasivas para el estado en el que se encuentra el bosque urbano. Estas listas no son exhaustivas y abarcan especies invasoras de diversos grados de invasividad y distribución. Para las especies de árboles que son identificadas como invasivas por la lista de especies invasoras del estado se hacen referencias cruzadas con datos de rango nativo. Esto ayuda a eliminar especies que están en la lista de especies invasoras del estado, pero que son nativas del área de estudio.

### Eliminación de la contaminación atmosférica:

La eliminación de la contaminación se calcula para el ozono, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y las partículas de menos de 2,5 micras. Las partículas de menos de 10 micras (PM10) son otro contaminante importante del aire. Dado que i-Tree Eco analiza material en partículas de menos de 2,5 micras (PM<sub>2.5</sub>) que es un subconjunto de PM<sub>10</sub>, esta no ha sido incluidos en este análisis. Por lo general, la PM<sub>2.5</sub> es más pertinente en los debates sobre los efectos de la contaminación en la salud humana.

Las estimaciones de la eliminación de la contaminación atmosférica se derivan de las resistencias de los canopes, calculadas para el ozono, el azufre y dióxidos de nitrógeno basados en un modelo híbrido de deposición de hojas grandes y multicapa (Balducchi 1988, Balducchi et al 1987). Como la eliminación del monóxido de carbono y de las partículas en la vegetación no está directamente relacionada con la transpiración, las tasas de remoción (velocidades de deposición) para estos contaminantes se basaron en valores medidos de la literatura (Bidwell y Fraser 1972, Lovett 1994) que se ajustaron en función de la fenología de las hojas y el área foliar.

La eliminación de partículas incorporó una tasa de re suspensión del 50 por ciento de las partículas de vuelta a la atmósfera (Zinke 1967). Las recientes actualizaciones (2011) del modelo de calidad del aire se basan en simulaciones mejoradas del índice de área foliar, el procesamiento e interpolación de la contaminación y los valores monetarios de los contaminantes actualizados (Hirabayashi et al 2011; Hirabayashi et al 2012).

Los árboles eliminan  $PM_{2.5}$  cuando la materia particulada se deposita sobre las superficies de las hojas (Nowak et al 2013). Estos  $PM_{2.5}$  depositados pueden ser re suspendidos a la atmósfera o eliminados durante eventos de lluvia y disueltos o transferidos al suelo. Esta combinación de eventos puede conducir en la eliminación de la contaminación positiva o negativa y al valor dependiendo de varios factores. Generalmente, la eliminación de  $PM_{2.5}$  es positiva con beneficios positivos. Sin embargo, hay algunos casos en que la eliminación neta es negativa o bien las partículas re suspendidas conducen a un aumento de las concentraciones de contaminación y valores negativos. Durante algunos meses (por ejemplo, sin lluvia), los árboles re suspenden más partículas de las que eliminan. La re suspensión también puede llevar a un aumento de las concentraciones totales de  $PM_{2.5}$  si las condiciones de la capa límite son menores durante los períodos netos de re suspensión que durante los períodos netos de eliminación. Dado que el valor de eliminación de la contaminación se basa en el cambio en la concentración de la contaminación, es posible tener situaciones en las que los árboles eliminan  $PM_{2.5}$  pero aumentan las concentraciones y, por lo tanto, tienen valores negativos durante los períodos de eliminación global positiva. Estos eventos no son comunes, pero pueden ocurrir.

Para reportes en los Estados Unidos, el valor de eliminación de la contaminación atmosférica por defecto se calcula sobre la base de la incidencia local de efectos adversos de salud y los costos medianos nacionales de externalidad. El número de efectos adversos para la salud y el valor económico asociado se calcula valor para el ozono, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y las partículas de menos de 2,5 micrones utilizando datos del Programa de Análisis y

Mapeo de Beneficios Ambientales de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (BenMAP) (Nowak et al., 2014). El modelo utiliza un enfoque de daño-función que se basa en el cambio local en la contaminación, concentración y población. Los costos de externalidad mediana nacional se utilizaron para calcular el valor del monóxido de carbono (Murray y col., 1994).

Para los reportes internacionales, se utilizan los valores de contaminación local definidos por el usuario. Para los informes internacionales que no tienen valores locales, las estimaciones se basan en los valores europeos de la externalidad mediana (van Essen et al 2011) o BenMAP (Nowak et al 2014) que incorporan estimaciones de población definidas por el usuario. Los valores son entonces convertidos a moneda local con tipos de cambio definidos por el usuario.

Para este análisis, el valor de eliminación de la contaminación se calcula sobre la base de los precios de **\$30,196.84** mexicanos por tonelada (monóxido de carbono), **\$208,191.13** por tonelada (ozono), **\$31,088.6** por tonelada (dióxido de nitrógeno), **\$11,325.21** por tonelada (dióxido de azufre), Mex **\$7,227,814.33** por tonelada (partículas de menos de 2.5 micras).

#### Almacenamiento y Secuestro de Carbono:

El almacenamiento de carbono es la cantidad de carbono unido en las partes subterráneas y subterráneas de la vegetación leñosa. Para calcular el almacenamiento de carbono actual, la biomasa para cada árbol se calculó usando ecuaciones de la literatura y datos de árboles medidos. Los árboles de cultivo abierto y mantenidos tienden a tener menos biomasa de la prevista por los ecuaciones de biomasa derivadas del bosque. Para ajustar esta diferencia, los resultados de biomasa para árboles urbanos se multiplicaron por 0.8. No se realizó ningún ajuste para los árboles que se encuentran en condiciones naturales. La biomasa seca de los árboles fue convertida en carbono almacenado multiplicando por 0.5.

El secuestro de carbono es la eliminación del dióxido de carbono del aire por las plantas. Para estimar la cantidad bruta de carbono secuestrada anualmente, el

crecimiento del diámetro promedio de los géneros apropiados y la clase de diámetro y fue añadida la condición del árbol al diámetro del árbol existente (año x) para estimar el diámetro del árbol y el almacenamiento de carbono en el año  $x + 1$ .

Los valores de almacenamiento de carbono y secuestro de carbono se basan en valores de carbono locales estimados o personalizados. Para los reportes internacionales que no tienen valores locales, las estimaciones se basan en el valor del carbono para los Estados Unidos

(Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos 2015, Grupo de Trabajo Interagencial sobre el Costo Social del Carbono 2015) y convertidos a moneda local con tipos de cambio definidos por el usuario. Para este análisis, los valores de almacenamiento de carbono y secuestro de carbono se calculan en base a **\$2,798.50** por tonelada.

#### Producción de oxígeno:

La cantidad de O<sub>2</sub> producido se calcula a partir del secuestro de carbono basado en pesos atómicos: liberación neta de O<sub>2</sub> (Kg / año) = captura neta de secuestro de C (kg / año)  $\div$  32/12. Para estimar la tasa neta de captura de carbono, la cantidad de carbono secuestrado como resultado del crecimiento de los árboles se reduce por la cantidad perdida resultante de la mortalidad de los árboles. Así, el carbono neto secuestrado y la producción neta anual de oxígeno de la cuenta forestal urbana para la descomposición. Para los proyectos de inventario completo, la producción de oxígeno se calcula a partir del secuestro bruto de carbono y no cuenta en la descomposición.

#### Escorrentía evitada por aumento de infiltración

La escorrentía superficial anual evitada se calcula sobre la base de la interceptación de lluvias por la vegetación, específicamente la diferencia entre el escurrimiento anual con y sin vegetación. Aunque las hojas, las ramas y la corteza del árbol pueden interceptar la precipitación y así mitigar la escorrentía superficial, sólo la precipitación interceptada por las hojas se cuenta en este análisis.

El valor de escorrentía evitada se basa en valores locales estimados o definidos por el usuario. Para los

informes internacionales que no tienen valores locales, el valor promedio nacional de los Estados Unidos se utiliza y se convierte en moneda local con tipos de cambio definidos por

el usuario. El valor de escorrentía evitada de los Estados Unidos se basa en la Serie Guía de Árboles Comunitarios del Servicio Forestal de los Estados Unidos (McPherson et al, 2007; 2010; Vargas et al 2007a; 2007b; 2008). Para este análisis, el valor de escorrentía evitada se calcula sobre la base del precio de **\$46.20 por m<sup>3</sup>**.

#### Potenciales impactos de plagas:

El análisis potencial completo del riesgo de plagas no está disponible para estudios fuera de los Estados Unidos. El número de árboles en riesgo a las plagas analizadas es reportado, aunque la lista de plagas se basa en insectos conocidos y enfermedades en los Estados Unidos.

Mapas de la gama de plagas para 2012 del Equipo Forestal de Empresas de Tecnología de la Salud (FHTET) (Forest Health Technology Enterprise Team 2014) se utilizaron para determinar la proximidad de cada plaga al condado en el que el bosque urbano se encuentra. Para el condado, se estableció si el insecto / enfermedad ocurre dentro del condado, es dentro de 400 kilómetros de la frontera del condado, está entre 400 y 1210 kilómetros de distancia, o es mayor que 1210 kilómetros de distancia. FHTET no tenía mapas de rango de plagas para la enfermedad de olmo holandés y la niebla de castaña.

#### Efectos relativos de árboles:

El valor relativo de los beneficios de los árboles que se consignan en el Anexo II es calculado para secuestro y eliminación de contaminantes atmosféricos equivalentes a cantidades de emisiones municipales de carbono, emisiones de automóviles de pasajeros y emisiones de la casa.

Las emisiones municipales de carbono se basan en las emisiones de carbono per cápita de los Estados Unidos en 2010 (Carbon Dioxide Information Analysis Center 2010). Las emisiones per cápita se multiplicaron por la población de la ciudad para estimar las emisiones totales de carbono de la ciudad.

Tasas de emisión de vehículos ligeros (g/mi) para CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub> para 2010 (Bureau of

Transportation Statistics 2010; Heirigs et al 2004), PM<sub>2.5</sub> para 2011-2015 (California Air Resources Board 2013) y CO<sub>2</sub> para 2011 (U.S. Environmental Protection Agency 2010) se multiplicaron por millas promedio conducidas por vehículo en 2011 (Federal HighwayAdministration 2013) para determinar las emisiones promedio por vehículo. Las emisiones de los hogares se basan en el consumo medio de electricidad kWh, el uso de gas natural Btu, el uso de combustible Btu, el queroseno, el uso de Btu, el uso de GLP Btu y el uso de madera Btu por hogar en 2009 (Energy Information Administration 2013; y 2014).

- Las emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> por kWh provienen de Leonardo Academy 2011. Emisión de CO por kWh asume que 1/3 del uno por ciento de

las emisiones de C es CO basado en Energy Information Administration 1994. Emisiones PM<sub>10</sub> por kWh provienen de Layton 2004.

- Emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y CO por Btu para gas natural, propano y butano (media utilizada para representar GLP), Combustible # 4 y # 6 (promedio utilizado para representar la gasolina y el queroseno) de Leonardo Academy 2011.
- Emisiones de CO<sub>2</sub> por Btu de madera de Energy Information Administration 2014.
- Emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> por Btu sobre la base de las emisiones totales y la quema de madera (toneladas) de (British Columbia Ministry 2005; Comisión Forestal de Georgia 2009).

# Anexo IV. Listado de especies encontradas en el censo.

Especie	Nombre común	Familia	Clave i-Tree	Especie.	Nombre común.	Familia5	Clave i-Tree6		
1	Abies	Abeto	Pinaceae*	AB	91	Jatropha curcas	Pinoncillo	Euphorbiaceae*	JACU2
2	Acacia	Ch'i'may	Fabaceae	ACSP2	92	Leucaena leucocephala	Waxim	Fabaceae	LELE
3	Acacia pennatula	Ch'i'may	Fabaceae	ACPE2	93	Lonchocarpus	K'anasin	Fabaceae	LO4
4	Acrocomia aculeata	Cocoyol, tuk	Arecaceae	ACAC2	94	Lonchocarpus punctatus	Balché	Fabaceae	LOPU4
5	Adonidia merrilli	Kerpis	Arecaceae*	ADME	95	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	Fabaceae	LYLA
6	Albizia lebeck	Algarrobo blanco	Fabaceae*	ALLE	96	Maclura tinctoria	Mora	Moraceae	MAT13
7	Allocasuarina	Casuarina	Casuarinaceae*	AL4	97	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliophyta	MACLASS
8	Alvaradoa amorphoides	Bel sinik che'	Simaroubaceae	ALAM	98	Mammea americana	Mamey de Santo Domingo	Clusiaceae*	MAAM2
9	Amphitecna latifolia	Jicarito	Bignoniaceae	AMLA2	99	Mangifera indica	Mango	Anacardiaceae*	MAIN
10	Annona	Gen Annona	Annonaceae*	AN8	100	Manilkara zapota	Chico zapote, zapote	Sapotaceae	MAZA
11	Annona muricata	Guanábana	Annonaceae*	ANMU	101	Melia azedarach	Paraíso morado	Meliaceae*	MEA2
12	Annona reticulata	Anona colorada	Annonaceae*	ANRE	102	Melicoccus bijugatus	Guaya o Huaya	Sapindaceae*	MEBI
13	Annona squamosa	Saramuyo	Annonaceae*	ANSQ	103	Melicoccus oliviformis	Huaya silvestre	Sapindaceae	MEOL
14	Araucaria	Gen Araucaria	Araucariaceae*	AR3	104	Mimosa	Sak káatsim	Fabaceae	MI4
15	Araucaria excelsa	Araucaria, pino	Araucariaceae*	AREX	105	Morinda citrifolia	Noni	Rubiaceae*	MOC13
16	Araucaria heterophylla	Araucaria, pino	Araucariaceae*	ARHE	106	Moringa oleifera	Moringa	Moringaceae*	MOOL
17	Areca	Gen Areca	Arecaceae*	AR24	107	Muntingia calabura	Capulín	Muntingiaceae	MUCA4
18	Azadirachta indica	Neem, nim	Meliaceae*	AZIN	108	Murraya paniculata	Limonaria	Rutaceae*	MUPA1
19	Bauhinia variegata	Árbol orquídea	Fabaceae*	BAVA	109	Musa	Plátano	Musaceae*	MU5
20	Beaucarnea	Despeñada	Nolinaceae	BE1	110	Musa x paradisiaca	Plátano	Musaceae*	MUPA3
21	Bidens	Gen Bidens	Asteraceae	BI1	111	Pachira aquatica	Zapote bobo, zapote de agua	Malvaceae	PAQ2
22	Bougainvillea glabra	Bungambilla	Nyctaginaceae*	BOGL4	112	Pandanus utilis	Pandanus	Pandanaceae*	PAUT
23	Bourreria	Bakalche'	Boraginaceae	BO10	113	Parmentiera aculeata	Pepino kat	Bignoniaceae	PAC13
24	Brosimum alicastrum	Ramón	Moraceae	BRAL3	114	Peltophorum pterocarpum	Flamboyán amarillo, colorado	Fabaceae*	PEPT
25	Bunchosia glandulosa	Sipche'	Malpighiaceae	BUGL	115	Persea americana	Aguacate, oon	Lauraceae*	PEAM
26	Bursera	Copallino	Burseraceae*	BU6	116	Phoenix canariensis	Palma canaria	Arecaceae*	PHCA
27	Bursera simaruba	Chaká	Burseraceae	BUSI	117	Phoenix dactylifera	Palma dátíl	Arecaceae*	PHDA4
28	Byrsonima crassifolia	Nance	Malpighiaceae	BYCR	118	Phyllanthus acidus	Grosella	Phyllanthaceae*	PHAC3
29	Caesalpinia	Gen Caesalpinia	Fabaceae	CAS	119	Picea	Gen Picea	Pinaceae*	PI1
30	Caesalpinia gilliesii	Algarrobillo	Fabaceae*	CAGI	120	Pimenta dioica	Pimienta de Tabasco	Myrtaceae	PID13
31	Caesalpinia pulcherrima	Chak sik'in	Fabaceae*	CAPU13	121	Pinus	Gen Pino	Pinaceae*	PI2
32	Callitris macleayana	Ciprés cepillo	Cupressaceae*	CAMA1	122	Piscidia piscipula	Jabín	Fabaceae	PIP11
33	Carica papaya	Papaya	Caricaceae	CAPA3	123	Pithecellobium dulce	Ts'uiche	Fabaceae	PIDU
34	Caryota urens	Cola de pescado	Arecaceae*	CAUR	124	Platycladus orientalis	Árbol de la vida	Cupressaceae*	THOR
35	Cassia fistula	Lluvia de oro	Fabaceae*	CAFI	125	Platymiscium	Granadillo	Fabaceae	PL2
36	Cassia grandis	Carao	Fabaceae*	CAGR11	126	Plumeria rubra	Flor de mayo	Apocynaceae	PLRU
37	Casuarina equisetifolia	Ciprés, pino	Casuarinaceae*	CAEQ	127	Polyscias	Gen Polyscias	Araliaceae*	PO10
38	Cecropia	Guarumbo	Urticaceae	CE4	128	Polyscias scutellaria	Aralia	Araliaceae*	POSC10
39	Cedrela odorata	Cedro	Meliaceae	CEOD	129	Pouteria	Chooch	Sapotaceae*	PO15
40	Ceiba	Pochote	Malvaceae	CE8	130	Pouteria caimito	Caimito	Sapotaceae*	POCA3
41	Ceiba pentandra	Ceiba, ya'ax che'	Malvaceae	CEPE	131	Pouteria campechiana	Kaniste, k'aniste'	Sapotaceae	POCA23
42	Chrysothrymum cainito	Caimito, ni'nej	Sapotaceae*	CHCA10	132	Pouteria sapota	Mamey	Sapotaceae*	POA13
43	Citrus	Citrico	Rutaceae*	CISP	133	Prosopis chilensis	éek' k'liix che'	Fabaceae	PRCH
44	Citrus aurantifolia	Limón	Rutaceae*	CIAU	134	Prunus lusitana	Laurel portugués	Rosaceae*	PRLU
45	Citrus aurantium	Naranja agria	Rutaceae*	CIAU2	135	Pseudobombax ellipticum	Amapola, k'uuy che'	Malvaceae	PSEL5
46	Citrus limon	Limón	Rutaceae*	CILI	136	Pseudophoenix sargentii	Kuka'	Arecaceae	PSSA
47	Citrus reticulata	Mandarina	Rutaceae*	CIRE3	137	Psidium guajava	Guayaba, pichi	Myrtaceae	PSSU
48	Citrus sinensis	Naranja dulce, china	Rutaceae*	CISI	138	Randia	Gen Randia	Rubiaceae	RA1
49	Citrus x jambhiri	Limón	Rutaceae*	CIIA	139	Ravenala madagascariensis	Palma del viajero	Strelitziaceae*	RAMA
50	Cnidocolus aconitifolius	Chaya	Euphorbiaceae	CNAC	140	Roystonea regia	Palma Real	Arecaceae	RORE
51	Coccoloba diversifolia	Sak boob	Polygonaceae	CODI	141	Sabal	Huano, xa'an	Arecaceae	SAM3
52	Coccoloba uvifera	Uva de mar	Polygonaceae	COUV	142	Sabal mexicana	Huano, bon xa'an	Arecaceae	SAE8
53	Cochlospermum vitifolium	Chun	Bixaceae	COVI	143	Samanea saman	Algarrobo negro	Fabaceae*	PISA2
54	Cocos nucifera	Coco	Arecaceae*	CONU	144	Sapindus saponaria	Jamboncillo	Sapindaceae	SASA
55	Cordia	Gen Cordia	Boraginaceae	CO29	145	Schefflera actinophylla	Chiflera	Araliaceae*	BRAC
56	Cordia alliodora	Bojón prieto	Boraginaceae	COAL2	146	Sengalia	Box káatsim	Fabaceae	SE4
57	Cordia dodecandra	Siricote, k'opte'	Boraginaceae	CODO1	147	Senna atomaria	Tu'ja'che'	Fabaceae	SEAT3
58	Cordia gerascanthus	Bojom	Boraginaceae	COGE	148	Senna racemosa	K'an ja'abin	Fabaceae	SERA5
59	Cordia sebestena	Siricote de playa, anachá	Boraginaceae	COSE2	149	Senna sulfurea	Sulfurea	Fabaceae*	SESU10
60	Crateva	K'olo'ma'ax	Capparaceae	CR14	150	Sesbania grandiflora	Cresta de gallo	Fabaceae*	SEGR5
61	Crescentia alata	Jicarilla, güiro	Bignoniaceae	CRAL	151	Simarouba glauca	Pa'sak	Simaroubaceae	SIGL
62	Crescentia cujete	Jicara, luch	Bignoniaceae	CRCU	152	Spathodea campanulata	Tulipán africano	Bignoniaceae*	SPCA
63	Cupressus	Ciprés	Cupressaceae*	CU	153	Spondias purpurea	Ciruela	Anacardiaceae	SPPU
64	Delonix regia	Flamboyán	Fabaceae*	DERE	154	Swartzia	K'atal oox	Fabaceae	SW2
65	Diospyros	Sillio	Ebenaceae	DIG	155	Swietenia macrophylla	Caoba	Meliaceae	SWMA2
66	Diospyros digyna	Ta'uch, zapote negro	Ebenaceae	DIDI	156	Syagrus romanzoffiana	Coco plumoso	Arecaceae*	SYRO
67	Diphysa carthagensis	Ts'u'ts'uk, susuk	Fabaceae	DICA1	157	Tabebuia chrysantha	Maculis amarillo	Bignoniaceae	TACH
68	Dracaena reflexa	Canción de la India	Nolinaceae*	DRRE	158	Tabebuia donnell-smithii	Maculis amarillo	Bignoniaceae*	TADO2
69	Dypsis	Gen Dypsis	Arecaceae*	DY1	159	Tabebuia rosea	Maculis	Bignoniaceae	TARO
70	Dypsis lutescens	Palma areca	Arecaceae*	CHLU	160	Tabernaemontana divaricata	Clavel, jazmín de la India	Apocynaceae*	TADIS
71	Ehretia tinifolia	Roble, beek	Boraginaceae	EHTI	161	Tamarindus indica	Tamarindo	Fabaceae*	TAIN
72	Enterolobium cyclocarpum	Pich, orejón	Fabaceae	ENCY	162	Tecoma stans	K'anlol, tronadora	Bignoniaceae	TEST
73	Erythrina	Pito, tizité	Fabaceae*	ER15	163	Terminalia catappa	Almendro	Combretaceae*	TECA
74	Erythrina variegata	Colorín amarillo	Fabaceae*	ERVA7	164	Thestesia populnea	Ya'axjoolol	Malvaceae*	THPU
75	Euphorbia lactea	Lechosa, tuna francesa	Euphorbiaceae*	EULA8	165	Thevetia	Akits silvestre	Apocynaceae	TH6
76	Euphorbia tirucalli	Árbol de los dedos	Euphorbiaceae*	EUTI	166	Thevetia peruviana	Campanita, akits	Apocynaceae*	THPE3
77	Ficus	Gen Ficus	Moraceae*	FI1	167	Thouinia	K'anchunuup	Sapindaceae	TH7
78	Ficus benjamina	Laurel de la India	Moraceae*	FIBE	168	Thrinax radiata	Acacia	Arecaceae	THPA
79	Ficus cotinifolia	Álamo, kopo'	Moraceae	FICO2	169	Thuja	Gen Thuja	Cupressaceae*	TH9
80	Ficus elastica	Árbol de hule	Moraceae*	FIEL	170	Trema micrantha	Pixoy k'ax	Ulmaceae	TRMI
81	Ficus macrocarpa	Ficus	Moraceae*	FIMA	171	Trichilia hirta	K'ulin siis	Meliaceae	TRH13
82	Ficus macrophylla	Ficus	Moraceae*	FIMA1	172	Vitex	Ya'axnik	Lamiaceae	VIT5
83	Ficus retusa ssp nitida	Laurel	Moraceae*	FIRE4	173	Vitex trifolia	Lila árabe, árbol casto	Lamiaceae*	VITR7
84	Ficus variegata	Ficus	Moraceae*	FIVA	174	Washingtonia	Washingtonia	Arecaceae*	WA4
85	Gmelina arborea	Melina	Lamiaceae*	GMAR	175	Washingtonia robusta	Washingtonia	Arecaceae*	WARO
86	Guazuma ulmifolia	Pixoy	Malvaceae	GUUL	176	Yucca	Isote, tuk	Agavaceae*	YU1
87	Havardia	Chukum, chucum	Fabaceae	HA13	177	Yucca aloifolia	Yuca	Agavaceae*	YUAL
88	Hibiscus rosa-sinensis	Tulipán	Malvaceae*	HIROSI	178	Zanthoxylum caribaeum	Sinanche'	Rutaceae	ZACA3
89	Hura polyandra	Solmanche', jabilla	Euphorbiaceae*	HUPO	179	Ziziphus mauritiana	Ciruela balsa	Rhamnaceae*	ZIMA
90	Hypophorbe lagencaulis	Palma botella	Arecaceae*	HYLA					

\*= Exóticas

## Anexo V. Escala de calificaciones para el Índice Económico de parques.

Árboles	Carbono Fijo (Mex\$)	Secuestro de C (Mex\$/año)	Reducción Esc. (Mex\$/año)	Reducción Cont. (Mex\$/año)
<b>675.0</b>	<b>\$996,972</b>	<b>\$42,151</b>	<b>\$20,675</b>	<b>\$100,803</b>
PROMEDIO	\$6,691	\$283	\$139	\$677
Máximo	\$42,649	\$1,388	\$827	\$4,034
Mínimo	\$23	\$3	\$1	\$5
Desv estándar	\$29,789	\$733	\$584	\$2,849
	445%	259%	421%	421%
Mediana	\$4,048.32	\$227.47	\$104.92	\$511.56
<b>Escala de Calificaciones para los Parques de Bolsillo</b>				
2	<1500	<50	<40	<200
4	1.5 a 3000	50-100	40-80	2-400
6	3 a 6000	100-300	80-140	4-600
8	6 a 9000	300-600	140-200	6-900
10	9 -15000	600-900	200-400	9-1500
12	>15000	>900	>400	>1500
<b>13,893</b>	<b>\$10,587,510</b>	<b>\$466,582</b>	<b>\$280,483</b>	<b>\$1,354,418</b>
PROMEDIO	\$32,181	\$1,418	\$853	\$4,117
Máximo	\$192,349	\$7,733	\$4,392	\$21,208
Mínimo	\$1,121	\$11	\$7	\$34
Desv estándar	\$30,684	\$1,347	\$826	\$3,986
	95%	95%	97%	97%
Mediana	\$23,081	\$1,018	\$595	\$2,871
<b>Escala de Calificaciones para los Parques Medianos</b>				
2	<10000	<500	<400	<1000
4	10-20000	500-1000	400-800	1000-3000
6	20-40000	1000-1500	800-1200	3000-6000
8	40-60000	1500-2000	1200-1600	6000-9000
10	60-80000	2000-4000	1600-2500	9000-15000
12	>80000	>4000	>2500	>15000
<b>18,932</b>	<b>\$8,409,234</b>	<b>\$409,581</b>	<b>\$238,755</b>	<b>\$1,762,695</b>
PROMEDIO	\$700,769	\$34,132	\$19,896	\$146,891
Máximo	\$2,050,542	\$131,548	\$69,881	\$515,922
Mínimo	\$46,591	\$1,640	\$1,514	\$11,181
Desv estándar	\$631,581	\$36,814	\$19,941	\$147,222
	\$1	\$1	\$1	\$1
Mediana	\$530,921	\$24,663	\$14,870	\$109,785
<b>Escala de Calificaciones para los Parques Grandes</b>				
2	<250000	<10000	<6000	<50000
4	2.5-500000	10-20000	6-12000	50-100000
6	5-750000	20000-30000	12-15000	100-150000
8	7.5-1000000	30000-50000	15-18000	150-200000
10	1-1250000	50000-80000	18000-20000	200-300000

# 9. Agradecimientos

**Publicado** el 30 de junio de 2018.

## **Autor**

M.Sc. Horacio de la Concha, director general de Agrinet SA de CV, quien fue responsable de la definición del perfil del proyecto, capacitación a cuadrillas en la toma de datos, integridad de la información, proceso y elaboración del reporte.

## **Coautor**

Arq. María Leticia Roche Cano, Jefe de Preservación y Conservación Ambiental del Ayuntamiento de Mérida.

## **Agradecimientos del autor**

A la LARN Sayda Melina Rodríguez Gómez, directora de la unidad de Desarrollo Sustentable del Municipio de Mérida, Yucatán por la visión e interés en el desarrollo y generación de esta información para beneficio de los Meridianos.

Se agradece también a los profesionistas y técnicos que participaron en la captura de datos en campo, sin cuya ayuda no hubiera sido posible este trabajo:

Alexis Emir Zapata Trejo

Arnulfo Gonzales

Arturo Cantón

Joe Billy Couoh Hernández

Cristóbal Martínez Millán

Clemente Alejandro Pacheco

David Coello

José Irán Estudillo

Karina Garrido

María Hernández

María Jocelyn Reynoso Chi

María José Chan

María Romero Pool

Octavio Isaac Ibarra

Miguel Perera Salas

Rubí Martínez Estudillo

Zaac Nicté Solís Matos



# 10. Citas Bibliográficas

1. Baldocchi, D. 1988. **A multi-layer model for estimating sulfur dioxide deposition to a deciduous oak forest canopy.** Atmospheric Environment. 22: 869-884.
2. Baldocchi, D.D.; Hicks, B.B.; Cámara, P. 1987. **A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces.** Atmospheric Environment. 21: 91-101.
3. Bassett, Corinne G., "The Environmental Benefits of Trees on an Urban University Campus" (2015). Master of Environmental Studies Capstone Projects. Paper 66.  
[http://repository.upenn.edu/mes\\_capstones/66](http://repository.upenn.edu/mes_capstones/66)
4. Bidwell, R.G.S.; Fraser, D.E. 1972. **Carbon monoxide uptake and metabolism by leaves.** Canadian Journal of Botany. 50: 1435-1439.
5. British Columbia Ministry of Water, Land, and Air Protection. 2005. **Residential wood burning emissions in British Columbia.** British Columbia.
6. Broecker, W.S. 1970. **Man's oxygen reserve.** Science 168(3939): 1537-1538.
7. California Air Resources Board. 2013. **Methods to Find the Cost-Effectiveness of Funding Air Quality Projects. Table 3 Average Auto Emission Factors.** CA: California Environmental Protection Agency, Air Resources Board.
8. Carbon Dioxide Information Analysis Center. 2010. **CO2 Emissions** (metric tons per capita). Washington, DC: The World Bank.
9. De la Concha D., H. 2017. **Inventario del Arbolado Urbano de la Ciudad de Mérida.**  
[https://www.itreetools.org/resources/reports/Inventario\\_Urbano\\_Merida\\_imprmir\\_en\\_dos\\_caras.pdf](https://www.itreetools.org/resources/reports/Inventario_Urbano_Merida_imprmir_en_dos_caras.pdf)
10. Federal Highway Administration. 2013. **Highway Statistics 2011.** Washington, DC: Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. Table VM-1.
11. Energy Information Administration. 2013. **CE2.1 Fuel consumption totals and averages, U.S. homes.** Washington, DC: Energy Information Administration, U.S. Department of Energy.
12. Energy Information Administration. 2014. **CE5.2 Household wood consumption.** Washington, DC: Energy Information Administration, U.S. Department of Energy.
13. Georgia Forestry Commission. 2009. **Biomass Energy Conversion for Electricity and Pellets Worksheet.** Dry Branch, GA: Georgia Forestry Commission.
14. Hirabayashi, S. 2012. **i-Tree Eco Precipitation Interception Model Descriptions,**  
[http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree\\_Eco\\_Precipitation\\_Interception\\_Model\\_Descriptions\\_V1\\_2.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree_Eco_Precipitation_Interception_Model_Descriptions_V1_2.pdf)
15. Hirabayashi, S.; Kroll, C.; Nowak, D. 2011. **Component-based development and sensitivity analyses of an air pollutant dry deposition model.** Environmental Modeling and Software. 26(6): 804-816.
16. Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government. 2015. **Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis** Under Executive Order 12866. <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/scc-tds-final-july-2015.pdf>
17. Lovett, G.M. 1994. **Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective.** Ecological Applications. 4: 629-650.
18. Leonardo Academy. 2011. Leonardo Academy's **Guide to Calculating Emissions** Including Emission Factors and Energy Prices. Madison, WI: Leonardo Academy Inc
19. McPherson, E.G. 2014. **Monitoring million trees LA: Tree performance During the early years and future benefits.** Arboriculture & Urban Forestry 40(5): 286-301.

20. McPherson, E.G., J.R. James, P.J. Peper, Sh. L. Vargas, X.E. Kelaine. 2007 **Northeast community tree guide: benefits, costs and strategic planning**. Gen. Tech Rep. PSW-GTR-202. Albany CA, U.S.D.A., Forest Service, Pacific SW research St. 106 p.
21. Murray, F.J.; Marsh L.; Bradford, P.A. 1994. **New York State Energy Plan**, vol. II: issue reports. Albany, NY: New York State Energy Office.
22. Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Greenfield, E. 2014. **Tree and forest effects on air quality and human health in the United States**. *Environmental Pollution*. 193:119-129.
23. Nowak, D.J. 2000. **The interactions between urban forests and global climate change**. In: Abdollahi, K.K.; Ning, Z.H.; Appeaning, A., eds. *Global Climate Change and the Urban Forest*. Baton Rouge, LA: GCRCC and Franklin Press: 31-44.
24. Nowak, D.J.; Crane, D.E. 2000. **The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions**. In: Hansen, M.; Burk, T., eds. *Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century*. Proceedings of IUFRO conference. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: 714-720.
25. Nowak, D.J.; Hoehn, R.E.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Walton, J.T; Bond, J. 2008. **A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services**. *Arboriculture and Urban Forestry*. 34(6): 347-358.
26. Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Hoehn, R.E. 2005. **The urban forest effects (UFORE) model: field data collection manual**. V1b. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 34 p.  
[http://www.fs.fed.us/ne/syracuse/Tools/downloads/UFORE\\_Manual.pdf](http://www.fs.fed.us/ne/syracuse/Tools/downloads/UFORE_Manual.pdf).
27. Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Hoehn, R. 2013. **Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects**. *Environmental Pollution*. 178: 395-402
28. Pérez Medina S. and L. F. Fargher. 2016 *Uso de los parques recreativos en Mérida Yucatán*. *Estudios Demográficos y Urbanos*, Vol. 31, No. 3 (93) (septiembre-diciembre), pp. 775-810. El Colegio de México. <http://www.jstor.org/stable/24890657>
29. Park Design Guideline. City of Gold Coast. 2016. <http://bit.ly/2LLx00F>
30. Santamour, F.S. Jr. 1990. **Trees for Urban planting: diversity uniformity and common sense**. Proceedings of the Seventh Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance. The Morton Arboretum Lisle, Illinois
31. van Essen, H.; Schroten, A.; Otten, M.; Sutter, D.; Schreyer, C.; Zandonella, R.; Maibach, M.; Doll, C. 2011. **External Costs of Transport in Europe**. Netherlands: CE Delft. 161 p.
32. Vargas, K.E.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Xiao, Q. 2007a. **Interior West Tree Guide**.
33. Vargas, K.E.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Xiao, Q. 2007b. **Temperate Interior West Community Tree Guide: Benefits, Costs, and Strategic Planting**.
34. Vargas, K.E.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Xiao, Q. 2008. **Tropical community tree guide: benefits, costs, and strategic planting**. PSW-GTR-216. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-216. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
35. Zinke, P.J. 1967. **Forest interception studies in the United States**. In: Sopper, W.E.; Lull, H.W., eds. *Forest Hydrology*. Oxford, UK: Pergamon Press: 137-161