



INVENTARIO DEL ARBOLADO URBANO LEÓN, GTO. PARQUES Y VIALIDADES





Agradecimientos,

En primera instancia, deseo agradecer al Municipio de León, Guanajuato el esfuerzo realizado para que este estudio pudiera ver la luz. Gracias a la gestión de la Dirección de Medio Ambiente del Municipio y con especial referencia a:

Biol. María del Carmen Mejía Alba
Directora General de Medio Ambiente

Biol. Emilio Vargas Colmenero
Director de Recursos Naturales.

C. Ramon Medrano Navarro
Supervisor de reforestación.

Asimismo, deseo agradecer a todas aquellas personas que estuvieron involucradas tanto en la toma de datos como en proporcionar información por parte del municipio y que se involucraron con el trabajo y sin cuya colaboración y apoyo hubiera sido imposible su realización:

Como líderes de cuadrilla

Asistentes

Zapata Trejo, Alexis Emir
Guevara Ortega, Luz Abigail
Palestina Reyes, Carmen
Méndez Becies, Irene Méndez
Martínez Sandoval, Rubí
Lucatero Pérez, Brenda Liliana

Alvarez Barba, Miguel Angel
Anguiano Villagrana, Miguel Angel
Victor Manuel López Muñoz
Medina Ponce, Dayssi
Paz Rafael, Marina Guadalupe
Arroyo Molina, Rodolfo
Ayala Aguiñaga, Paulina de Jesús
Zacarias Cervantes, Jorge Arturo

Cuernavaca, Morelos a 12 de diciembre del 2020

M.Sc. Horacio de la Concha Duprat

Responsable de la publicación



INDICE

Resumen Ejecutivo-----	1
I. Introducción -----	2
a. Objetivos-----	2
General -----	2
Particulares -----	3
Metas -----	3
II. Metodología inventario urbano por parcelas de muestreo -----	4
a. Parcelas-----	4
b. Arboles dentro de las parcelas-----	4
Información general-----	4
Detalles y Tallos-----	7
Información de gestión -----	8
III. Resultados: Composición y Estructura-----	10
a. Parques-----	10
Composición y estructura de población arbórea en parques -----	10
Población -----	10
Especies -----	12
Condición del arbolado-----	15
Manejo requerido del arbolado-----	19
b. Vialidades-----	20
Composición y estructura de población arbórea en vialidades-----	20
Población -----	20
Especies -----	20
Condición del arbolado-----	20
Manejo requerido del arbolado-----	20
IV. Servicios Ambientales -----	20
a. Parques-----	20
Carbono -----	20
Eliminación de contaminantes. -----	20
Incremento en infiltración -----	21
Compuestos orgánicos volátiles. -----	22
Beneficios Económicos-----	23
b. Vialidades-----	25
Carbono -----	26
Eliminación de contaminantes. -----	28



Incremento en infiltración-----	29
Compuestos orgánicos volátiles. -----	30
Beneficios Económicos-----	31
Conclusión y recomendaciones al servicio ambiental. -----	32
Bibliografía -----	42
Anexo 01 Coordenadas de las parcelas utilizadas para los censos de parques y vialidades. -----	44
Anexo 02. Ejemplo del calculo del IVA con los datos de Parques Censados. -----	44
Anexo 03. Especies y población en parques censados. -----	44
Anexo 04. Especies y población en parques muestreados. -----	44
Anexo 05. Especies y población encontrados en las vialidades muestreadas por parcelas. -----	44
Anexo 06. Especies y población encontrados en las vialidades censadas.-----	44

INDICE de FIGURAS

Figura 1. Ubicación y listado de parques y vialidades inventariado por tipo de inventario.	6
Figura 2. Características de los arbolados de los parques muestreados por parcela.....	12
Figura 3 DAP promedio de la población de árboles por Parque.....	16
Figura 4 Condición de copa en los parques inventariados.....	17
Figura 5 Origen de las especies encontradas en los parques.....	18
Figura 6. Condición de copa del arbolado en vialidades censadas.	20
Figura 7. Condiciones de copa en vialidades grandes muestreadas por parcela.....	20
Figura 8. DAP en el arbolado de vialidades censadas.....	20
Figura 9. DAP por rango para el arbolado de vialidades por parcelas.	20
Figura 10. Reporte del origen de las especies de i-Tree en las vialidades.	20
Figura 11. Eliminación de contaminantes en los parques de León, Gto.....	21
Figura 12. Efectos de los árboles de los parques en la hidrología superficial.	22
Figura 13. COV producidos por parque.....	23
Figura 14. Ubicación e información de la Parcela 176 en una vialidad.	27
Figura 15. Eliminación de contaminantes por las vialidades.	28
Figura 16. Beneficios hidrológicos del arbolado de las vialidades.....	30
Figura 17. Casuarina (464) en Paseo de los insurgentes.....	38
Figura 18. Ortomosaico del parque Juárez indicando por color el DAP y los 13 arboles muertos, con su especie, encontrados.	41



INDICE de CUADROS

Cuadro 1. Listado de parques y vialidades inventariadas por tipo.	5
Cuadro 2. Parámetros dasométricos evaluados.	8
Cuadro 3 Categorías de gestión a capturar y su significado.	9
Cuadro 4 Cantidad de arboles y densidad por ha por parque.	10
Cuadro 5 IVA de parques muestreados por parcela.	12
Cuadro 6 IVA de parques censados.....	12
Cuadro 7 Especies que conforman el 80% de la población en los parques.	13
Cuadro 8 Especies mas importantes en los parques inventariados (población en número de árboles).	14
Cuadro 9. Labores de mantenimiento y tareas prioritarias identificadas.....	19
Cuadro 10. Secuestro neto y producción de oxigeno en Parques grandes.	20
Cuadro 11. Beneficios económicos de los parques.....	24
Cuadro 12. Índice Vital Ecosistemico (IVEc) para las vialidades evaluadas.	25
Cuadro 13. C almacenado y secuestro por año de las vialidades por clase (pob. 000). 26	
Cuadro 14. Secuestro Neto de C en vialidades evaluadas por parcelas.....	27
Cuadro 15. COV para las vialidades evaluadas.	30
Cuadro 16. Beneficios económicos e índice económico (IE) para las vialidades evaluadas.	31
Cuadro 17. Índice Arbóreo de los parques inventariados, clasificados según su clasificación.....	33
Cuadro 18. IA en las vialidades inventariadas.....	34
Cuadro 19. Posible beneficio económico de las vialidades con IA por debajo de 24....	36
Cuadro 20. Beneficios económicos potenciales mínimos que se podrían obtener en parques con arbolado en malas condiciones.	37
Cuadro 21. Valor relativo de los beneficios ambientales de las áreas evaluadas.....	40



Resumen Ejecutivo

El conocimiento de la estructura, la función y el valor económico del bosque urbano es esencial para cualquier planteamiento de mejora, planeación (a mediano o largo plazo) y ciertamente para el mantenimiento y manejo de un arbolado. Con esto en mente la DGMA del Municipio de León, Gto. inicio a mediados de año primero el inventario de la ciudad y hacia fines, el inventario de áreas específicas de parques urbanos y vialidades. Se seleccionaron **16** parques y **22** vialidades con un total de **674 ha** y donde se estimo una población de árboles de **47,069** que representa el **6%** de la población estimada en el primer inventario para toda la ciudad. De acuerdo a datos del IBU (2020), donde se indica que hay **203.3 ha** de parques urbanos el área de parques evaluados (109 Ha) corresponde al **53%** de dicha área.

En términos de especies identificadas, el rango fue de **50 a 104** especies por área que son menos que las encontradas en la ciudad, pero se encontraron entre **7 y 34** especies que no se habían encontrado en la ciudad. Estas especies son prácticamente frutales, ornamentales y tropicales que se encontraron en cantidades de **1 a 3** individuos exclusivamente. Un dato relevante es que el promedio de especies en todas las áreas que conforma el **80%** de la población se encontró en **12** especies la gran mayoría de las cuales no son nativas, este dato indica una muy baja diversidad y mala selección de las mismas. En cuanto a tamaño de los arboles se encontró que en los parques el promedio es mas grande que en las vialidades. En lo respecta a densidad de árboles por ha los parques tienen hasta **4** veces mas arbolado (**125-200** para grandes y chicos) que las vialidades (**54-70** grandes-chicas) lo cual es de esperar. La condición de las copas o follaje en ambos casos se encontró que en su mayoría estaba **CRITICA**, es decir con follajes entre un **25-50%** del potencial posible según diámetro y altura del árbol. Este dato es un foco de alarma para iniciar a la brevedad programas de mejora a través de fertilización, adición de materia orgánica a sitios, aeración, riego en la medida de lo posible y mejores podas.

En cuanto al servicio ambiental el reporte detalla las cantidades por parque y vialidad y realiza un análisis comparativo entre cada una para identificar las mas urgentes de atender. Todo se resume en la suma de beneficio económico que presenta cada área; los parques con **\$14,000,000** y las vialidades con **\$6,117,208**. Estas cantidades con los programas mencionados pueden elevarse significativamente de una manera muy redituable con un análisis Beneficio/Costo. Al final del reporte se explican brevemente los programas que mas urge implementar, dentro de los cuales esta el fitosanitario contra el muérdago por supuesto. También se incluyen recomendaciones y sugerencias del siguiente paso a seguir basado en la información adquirida

I. Introducción

El diagnóstico de un arbolado urbano, que solamente se puede llevar a cabo a partir de un inventario, constituye el primer paso en la ruta a seguir para desarrollar un plan de manejo efectivo, eficiente y enfocado hacia la mejora. Sin conocer las características de una población es imposible determinar los pasos necesarios para establecer políticas de selección de especies, definir áreas de mayor impacto, conocer las labores urgentes a realizar, entre muchas otras cosas. El presente inventario de los parques y vialidades de la ciudad de León, Gto. viene a complementar el inventario de la ciudad recién terminado y esta enfocado a zonas específicas de la ciudad. Se seleccionaron un total de **16** parques y **22** vialidades que abarcan superficies de **109.4 ha y 564.6 ha** respectivamente así como **150 km** lineales de vialidades para el inventario. Se llevo a cabo por censos totales donde las áreas lo permitían y por muestreo de parcelas en superficies mayores para lo cual se evaluaron mas de **10,000** árboles.

Este trabajo permitirá elaborar planes de manejo, atención, mejora y de desarrollo para cada área. La información generada podrá ser utilizada en análisis específicos, proyectos ejecutivos, programas de participación ciudadana e incluso para recaudación de fondos. El presente documento presentara de manera general la información existente obtenida de los inventarios realizados en los parques y vialidades, de manera comparativa e informativa para que usuarios mas adelante elaboren caso por caso reportes mas específicos y analíticos por estrato (parque o vialidad).

a. Objetivos

General

A través de un inventario ya sea por censo total o por muestreo por parcelas, con metodología estadística y rigor científico, conocer las principales características del arbolado, como tamaño (área foliar, masa y estado), sanidad y características, de los parques mas importantes y las vialidades mas relevantes del área urbana de la ciudad de León Gto, que nos permita establecer su servicio ambiental económico y ecológico. Y al igual que el inventario contar con la información base necesaria para la toma de decisiones en el manejo del arbolado urbano, su mejora y cuidado.

Particulares

- Establecer la información base para la toma de decisiones en el arbolado de ciertos parques y vialidades de León, Gto.
- Reconocer las especies más importantes del arbolado en cada área.
- Cuantificar la distribución de las especies en las zonas de estudio.
- Identificar y evaluar las condiciones en las que se encuentra el arbolado por especie, zona urbana, en cuanto a diámetro a la altura de pecho, condición de copa y follaje y sanidad.
- Determinar posibles conflictos con cables, banquetas y otras estructuras.
- Determinar riesgos de plagas y enfermedades.
- Listar y cuantificar los beneficios ambientales más importantes del arbolado, desde secuestro de carbono, producción de oxígeno, fijación de contaminantes, incremento en la infiltración y reducción de la escorrentía.
- Identificar maltratos y malos manejos en el arbolado.
- Desarrollar valores que sean precursores para el manejo de riesgos y de los arboles como activos de la ciudad.
- Cuantificar económicamente, en base a los precios establecidos internacionalmente, los beneficios económicos del arbolado.

Metas

1. Evaluar aproximadamente **8,000** árboles en los principales parques y vialidades de la ciudad de León, Gto.
2. Revisar el arbolado de **150 km** de vialidades y aproximadamente **530 ha** de superficie
3. Medir los árboles presentes en **16** parques de la ciudad con aproximadamente **109 ha** de superficie
4. Calcular los índices vitales para los parques y evaluar su desempeño comparativo.

II. Metodología inventario urbano por parcelas de muestreo

El inventario se realizó siguiendo la metodología y los protocolos específicos y probados de la suite i-Tree con la herramienta ECO V 6.0.21 dentro de la suite v 6.1.35, por lo que se recomienda revisar, para conocer más detalles, el manual que se encuentra en la página WEB de la herramienta.¹ Así mismo para una mejor comprensión del software se recomienda la revisión de la reciente publicación del Dr. David J. Nowak (2020) sobre los métodos que utiliza para el cálculo de las diferentes variables fisiológicas y de servicio ambiental. La definición de variables a evaluar y el establecimiento de parcelas de muestreo para realizar el inventario se realizó siguiendo las recomendaciones de la herramienta. Es importante mencionar que se utilizó la opción de generación aleatoria de la ubicación de las parcelas para que los resultados obtenidos a través del muestreo fueran estadísticamente válidos, en los parques y vialidades donde se utilizaron.

a. Parcelas

El cuadro 1 presenta los parques y vialidades seleccionados para llevar a cabo el inventario, su superficie, el número de parcelas (de 405 m² o 11.3 m de diámetro) a muestrear en los que corresponde y los árboles evaluados. Prácticamente no se desecharon parcelas ya que todo lo que se muestre es en terreno público solamente una que cayó en agua.

En la figura 1 se muestra las vialidades y los parques evaluados y en el anexo 1 se encuentran las coordenadas de las parcelas establecidas. Se utilizó el croquis a escala diseñado para el inventario para que se capturaran en papel las principales características de la parcela, la ubicación de los árboles y que sirviera como documento fuente en caso de tener problemas con el programa. Se tomaron fotos desde el Norte de la parcela ubicando a una persona en el centro y en la medida de lo posible a dos personas a 11.3 m del centro en la dirección E-O para referenciar el límite de la parcela y la vegetación que incluía. Los croquis y fotos sirvieron para la auditoría de la calidad de la información y se adjuntan como parte del reporte en la memoria de cálculo.

b. Árboles dentro de las parcelas

La evaluación de los árboles se divide en 4; Información general, Detalles, Tallos, e información de gestión o manejo. Se recomienda revisar el documento de metodología entregado al inicio del inventario para más detalle sobre la toma de datos.

Información general

En este rubro se (1) identifica y captura la especie, (2) se registran comentarios y (3) se señala el identificador de la foto. El campo de comentarios es bastante amplio para indicar cualquier observación importante con muy buen margen de espacio para detalla

¹http://www.itreetools.org/resources/lang/es/03_Manual_de_campo_para_toma_de_datos_i-Tree_ECO.pdf

PARQUES				VIALIDADES				
CENSO	No.	Parque	Área (ha)	# de Árboles	NO.	Vialidad	Área (ha)	# de Árboles
	1	San Isidro 1	0.13	105	1	La Luz	15.7	1,725
	2	San Isidro 2	0.32	108	2	López Sanabria	3.7	254
	3	Valle del Real	2.18	363	3	Manuel J. Clouthier	3	139
	4	Parque Hidalgo	4.7	698	4	Paseo de los insurgentes	15.1	617
	5	Parque Juárez	2.63	283	5	Américas	1.9	180
	6	Parque Manzanares	1.02	292	6	Venustiano Carranza	4.8	266
	7	Parque México	3.8	647	7	Campestre	17.2	1,162
	8	Parque Panorama	2.62	454	8	Constelaciones SN Juan	3.4	344
	9	Paseo de las Águilas	0.13	25	9	Hilario Medina	11.8	547
	10	Foresta San Manuel	1.5	288	TOTAL		76.6	5,234
	11	Foresta La Martinica	0.44	125				
Total			19.47	3,388				
PARCELAS	ID	Vialidad	Área (ha)	# Parcelas				
	10	Vicente Valtierra	24.39	15				
	11	Blvd Torres Landa	45.49	28				
	12	Timoteo Lozano	23.29	15				
	13	Miguel Hidalgo	25.22	15				
	14	Mariano Escobedo	34.75	20				
	15	Malecón del Río	26.58	18				
	16	Miguel de Cervantes S	15.56	15				
	17	Juan Alonso de Torres	88.09	51				
	18	José María Morelos	90.84	52				
	19	Hermanos Aldama	18.21	15				
	20	Delta	28.01	18				
21	Adolfo López Mateos	42.19	24					
22	Francisco Villa	25.33	15					
TOTAL			487.95	301				
Población Estimada			27,303	árboles				
Op.	Descripción	Área (ha)	# de Árboles					
1	Parques por Censo	19.5	3,388					
2	Parques por Parcela	89.9	798					
3	Vialidad por Censo	76.6	5,234					
4	Vialidad por Parcela	488.0	675					
		673.9	10,095					

Cuadro 1. Listado de parques y vialidades inventariadas por tipo.

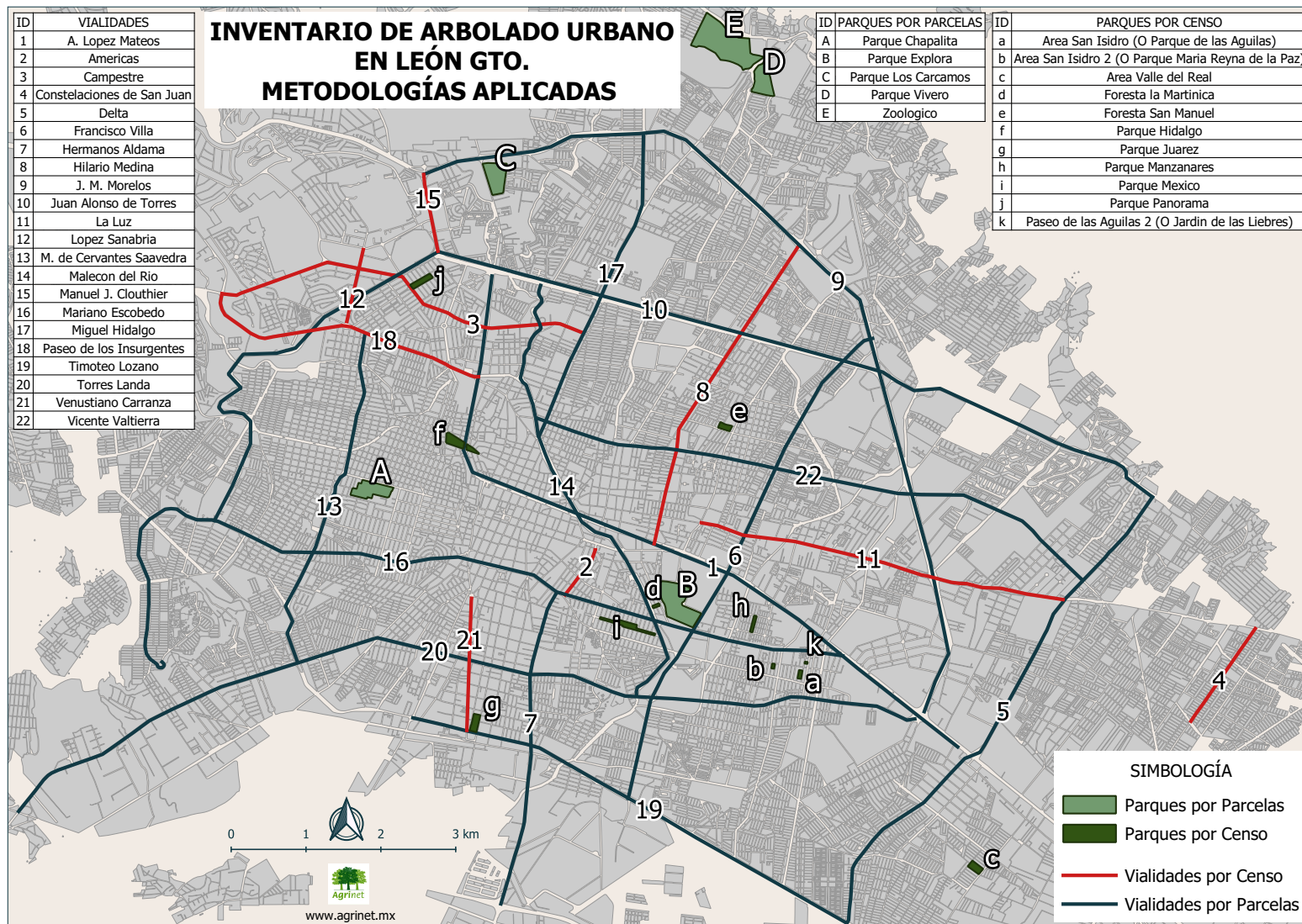


Figura 1. Ubicación y listado de parques y vialidades inventariado por tipo de inventario.

Detalles y Tallos

Se evaluaron 11 parámetros dasométricos de todos los árboles salvo en los árboles de vialidades donde por seguridad no es posible evaluar el tamaño de copa ya que las variables de longitud N-S y E-O caían en los arroyos vehiculares. Estos parámetros se encuentran listados y explicados en el cuadro 2 . Es importante mencionar que la condición de copa utiliza una escala de valores que varía cada 5% juntamente con las opciones de árbol muerto o excelente y que genera un total de 22 posibles categorías. El parámetro de condición de copa es muy importante y clave en la determinación del beneficio ambiental de los árboles, a pesar de ser subjetivamente evaluado, permite tener una mayor precisión y apego a la realidad. Para la medición se capacitó a los evaluadores en la metodología, partiendo de categorizar en primera instancia al árbol dentro de las 5 grandes categorías (buena, regular, pobre, crítico y muriendo) y luego afinando la calificación final con un estimado de la condición de la copa en función a lo que un árbol de la especie, diámetro y altura del árbol evaluado tiene y la que debería de tener en condiciones ideales para la especie y diámetro.

Los tallos se capturan en otro apartado o “pestaña” del Web-Link, esto es porque un árbol puede tener varios tallos y todos se tienen que tomar en cuenta. En el caso del i-Tree Eco se tiene capacidad de capturar hasta 6 tallos y se pide indicar a que altura se tomo para que el software haga los ajustes necesarios en los cálculos de biomasa. Toda la información dasométrica de los individuos censados es posible registrarla en un sistema de información geográfico para su análisis a fondo y diseño de programas de mantenimiento, seguimiento y control. No esta en los alcances del presente inventario realizarlo y se considera como la siguiente fase. Incluso el análisis general de la información recabada tiene como propósito dar a conocer los datos con los que ya se cuenta para continuar con el desarrollo de programas de manejo. Se va a utilizar la metodología de análisis comparativo utilizada en el *“Estudio diagnostico del arbolado urbano en parques públicos de Mérida”* (De la Concha, H. Junio 2018)² que utiliza los índices (1) Vital Arbóreo (IVA), (2) Vital Ecosistemico (IVEc) y (3) Económico (IE) para realizar una evaluación entre áreas, ya sea parques o vialidades, de mismas características. La intención es calificar el estado de los árboles en áreas comparativamente similares para determinar las que tengan los mejores árboles que consecuentemente tengan mejor servicio ambiental y económico. De esta manera se puede jerarquizar el servicio que provee cada parque y establecer metas a alcanzar en caso de que las diferencias sean muy grandes.

² t.ly/Fg88

	Concepto	Unidad	Descripción	
	1	Condición Copa	%	CONDICIÓN DE LA COPA, ver el manual
ALTURA ³	2	TOTAL	m	En metros del árbol hasta su parte más alta
	3	COPA	m	En metros del follaje vivo del árbol
	4	BASE Copa	m	Del piso a la hoja más baja de la copa
ANCHO DE COPA	5	N-S	m	Metros de la copa en la dirección indicada
	6	E-W	m	Metros de la copa en la dirección indicada
	7	%COPA faltante	%	Porcentaje de la copa que no se encuentre
	8	Exposición a la luz	entero	1 al 5 ver el manual para las opciones
	9	% impermeable	%	Área cubierta por cemento, cualquier elemento impermeable al agua debajo del árbol
DAP:	10	DAP1 hasta 6	cm	Diámetro medido con cinta diamétrica (hasta 6)
	11	ALTURA DE DAP	m	Altura a la que se midió el diámetro 1.3 es la normal, pero se pudo haber medido a otra altura.

Cuadro 2. Parámetros dasométricos evaluados.

Información de gestión

El cuadro 3 muestra la información de gestión, u observaciones de manejo, que se registraron con respecto a recomendaciones de mantenimiento a mediano plazo, a corto plazo, y de conflicto de los árboles en aceras y con servicios. También están las personalizadas que se definieron y cargaron en el web-Link para determinar la condición general del árbol, su estado fitosanitario y agente causal en caso de tener algún ataque. Por la importancia del ataque de muérdago en el arbolado urbano de la ciudad como agente causal se listaron las dos especies de muérdago mas comunes para que quede registro de su grado de infestación.

Finalmente es importante recalcar que las parcelas fueron establecidas totalmente al azar con la opción que tiene el mismo software para generarlas sin poder interferir en su selección de lugar. Esto es muy importante ya que es la única manera de evitar sesgos en la información y garantizar que se pueda manejar estadísticamente la información de las parcelas muestreadas para realizar conclusiones con cierto margen de error conocido. Se definieron de inicio 461 parcelas entre los parques y las vialidades y prácticamente se midieron todas, solo falto una que cayo en un cuerpo de agua.

³ Solo en parques

N	Descripción	Significado		
I	MANTENIMIENTO (Obligatorio SALVO arboles EXCELENTES)	Hay que observar el árbol y lo primero que se determine que se le tiene que hacer para mejorar su condición es lo que se tiene que seleccionar. Solo hay 5 tipos de trabajo que abarcan varias labores, la labor se definirá después y si el árbol esta en buenas condiciones sin problemas no hay que capturar nada. El tipo de mantenimiento a anotar es uno a MEDIANO-Largo PLAZO.		
	1 Corrección de arquitectura	Cuando el árbol requiera algún tipo de poda, en la labor se especificara cual, aquí se incluyen los desmochados, mal podados		
	2 Riesgo Remoción	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 algún 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 Sustituir/Rejuvenecer	Cuando se estime que el árbol este muy maduro y se requiera sustituir O INCLUSO este muerto.		
II	LABOR PRIORITARIA	Las labores son auto explanatorias son labores de arboricultura normal que se podrían consultar en cualquier manual de arboricultura 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 algún motivo.		
	1 Limpiar basura	7 Curar heridas	13 Poda Estructural	
	2 Adicionar Mulch	8 Fertilización	14 Poda sanitaria o de limpieza	
	3 Airear suelo	9 Monitorear riesgo	15 Poda de elevación de copa	
	4 Patología Entomología	10 Poda de aclareo	16 Reducir pavimentos	
	5 Regar	11 Poda de reducción de altura	17 Derribo sin sustitución	
	6 Transplante	12 Poda de reducción lateral	18 Derribo con sustitución	
	III	CONFLICTO con ACERA	Además de identificar el daño de las raíces sobre la banqueta, se indica si el arbol se encuentra bajo norma, es decir en una banqueta de mas de 60 cm o no.	
		1 Daño Grave fuera norma	Las normas de urbanidad marcan que los pasos peatonales y el arbolado en banquetas debe de tener al menos un espacio de 60 cm de la pared al árbol para que este tenga espacio para crecer y que no interfiera en la vialidad entonces, en esta categoria se pretende evaluar el daño sobre la acera en caso de lo que haya y si se cumple la norma o no de la ubicación del árbol para efecto de planeación	
		2 Daño Grave BAJO norma		
3 Daño Parcial fuera norma				
4 Daño Parcial BAJO norma				
5 SIN daño fuera norma				
6 SIN daño BAJO norma				
CONFLICTO con Servicios	Se evalua en caso de cualquier servicio, electrico, gas, incluso de visibilidad de letreros.			
1 Sin Problemas con líneas	Cuando no hay problemas			
2 Servicios en Peligro potencial	Cuando hay servicios pero que aun no causan problema pero lo pueden causar			
3 Servicios en CONFLICTO	Cuando claramente hay necesidades de poda por			
IV	CONDICIÓN GENERAL (Obligatorio SALVO arboles EXCELENTES)	En una escala del 1 (MUY MAL) a 5 (Bien) Evaluar el estado general del árbol en función a su situación NO es solo la copa sino la condición del tronco, estructura y arquitectura de las ramas, si no tiene ramas con ángulos muy abiertos y con mala incursión, en general que sea un árbol robusto bien formado (sin importar el tamaño) con buena relación follaje tronco. Por ejemplo los podados como setos serian un 1 o un 2 cuando mucho.		
	1 MUY MAL	Riesgo ALTO		
	2 POBRE	Deshaciado Riesgo Medio Alto		
	3 REGULAR	En malas condiciones Riesgo Medio		
	4 BIEN	Riesgo Medio		
	5 MUY BIEN	Sin problemas ni riesgo		
V	NIVEL DE DAÑO	NO CAPTURAR NADA SI NO HAY NINGÚN TIPO DE DAÑO		
1 INCIPIENTE	Cuando exista alguna problema o que este dañando menos del 10 % de un árbol			
2 BAJO	Cuando el daño sea entre el 10-30% del árbol			
3 MEDIO	Cuando el daño sea entre el 30-50% del árbol			
4 ALTO	Cuando el daño sea entre el 50-70% del árbol			
5 MUY ALTO	Cuando el daño sea >70% del árbol.			
VI	AGENTE CAUSAL	SE CAPTURA SIEMPRE QUE SE CAPTURE UN NIVEL DE DAÑO		
1 Plaga Insecto	Cuando sea cualquier tipo de insecto en fase adulta o larva			
2 Enfermedad Hongo	La presencia de hongos en cualquiera de sus manifestaciones o estadios			
3 Parásito Muérdago	Por plantas parasitas y muérdagos que estén presentes.			
4 Psittacanthus calyculatus	Presencia específica de esta especie (flores naranjas)			
5 Phoradendron sp	Específicamente por cualquier especie de este género..			
6 Climático	Por granizo, clima, heladas, sequia,			
7 Mecánico	Cal, pintura, clavos, choques de coches.			

Cuadro 3 Categorías de gestión a capturar y su significado.

III. Resultados: Composición y Estructura

Las condiciones de crecimiento, manejo y desarrollo de los arboles son muy diferentes en parques que en vialidades. En los primeros se cuenta con mas espacio, mejores sitios, menos compactación por lo que no tiene sentido comparar entre ellos, mas bien la comparación es dentro de ellos, es decir se analizaran los parques entre ellos y posteriormente las vialidades entre ellas.

a. Parques

Composición y estructura de población arbórea en parques

Para la determinación de la composición y estructura de la población de arboles de parques de León, Gto. de las **160** parcelas establecidas solo la 15 no se pudo medir por haber caído en un cuerpo de agua y se desestimo. Por otro, lado de los árboles censados se midieron **3,388** que en la superficie total medida por censo, nos arroja una densidad de **200** arboles por hectárea. Por su parte el promedio de arboles/ha en los parques grandes fue menor como se muestra en el cuadro 4 debido a su tamaño y que estos parques cuentan con mas superficie abierta.

Parques por Parcela		Parques por Censo		
Parque (población 000)	Densidad (arb/ha)	Parque	Población	Densidad (Arb/ha)
Cárcamos (1.2)	107	San Isidro 1	105	154
Vivero (1.2)	115	Foresta San Manuel	288	184
Chapalita (1.8)	180	Foresta La Martinica	125	284
Explora (1.8)	86	San Isidro 2	108	338
Zoológico (5.0)	139	Valle del Real	363	167
	125	Parque Hidalgo	698	149
		Parque Juárez	283	108
		Parque Manzanares	292	286
		Parque México	647	170
		Parque Panorama	454	173
		Paseo de las Águilas	25	192
		Área de estudio	3,388	200

Cuadro 4 Cantidad de arboles y densidad por ha por parque.

Población

EL mismo cuadro 4 señala la población estimada para los parques por parcelas medidos en León, Gto. que totalizada es de **11,144 (+/- 8%)** de acuerdo con lo estimado con el

modelo y las parcelas realmente medidas. Considerando que el área definida para los parques como **90 ha**, tenemos entonces una densidad arbórea de **125 árboles/ha**. La población y la densidad varía mucho entre parques de acuerdo al tamaño, y muchos otros factores. Como se puede ver en la figura 1 donde vemos que los parques más grandes, en este caso el Zoológico con sus casi 36 ha tiene la población más grande y por lo tanto la mayor cantidad de follaje y madera (peso seco del árbol). El segundo parque más grande en tamaño, el Explora con sus 22 ha también es el segundo en población sin embargo el Chapalita con la mitad de la superficie tiene también alrededor de **1,851** (± 359) árboles, lo que en términos de densidad permite que tenga el doble lo cual es mejor. Por otro lado, el Parque Vivero es el más pequeño pero con una cantidad de follaje en área y biomasa superior a los demás, esto lo es por las especies que tiene y el estado y edad de los árboles y gracias a esto es un parque con mayor servicio ambiental que Cárcamos y Chapalita. La lección a aprender aquí es que hay que analizar cada parque por separado, considerando varios factores y no solo la cantidad de árboles y cantidad de materia. Por este motivo con los índices Vitales Arbóreo y Ecosistémico es posible, al hacer todo por unidad de área (ha), y hacer una escala a forma de curva (anexo 2), comparar entre parques considerando las 3 variables de la figura 1 e incluso considerar la condición de las copas y con un solo índice visualizar la calidad del arbolado de los parques en orden jerárquico, y si se desea analizar cual es punto débil de cada parque se puede ir a los datos básicos. Por ejemplo el cuadro 5 presenta el IVA para los parques evaluados por parcelas y precisamente vemos que el de mejor calificación es el Parque Viveros y es por lo comentado anteriormente.

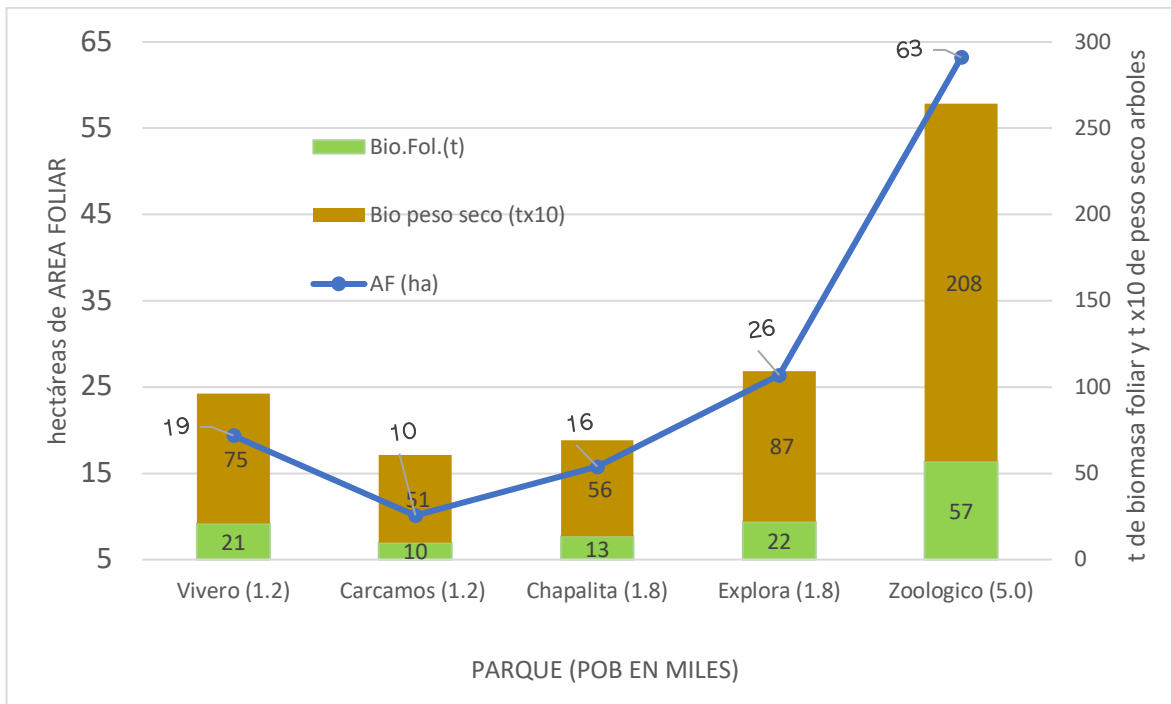


Figura 2. Características de los arbolados de los parques muestreados por parcela.

En cuanto a la población de parques censados, el total de árboles fue de **3,388** entre los 11 parques y que con respecto a la superficie de estos parques implica una densidad promedio de **200** árboles/ha,

Cuadro 5 IVA de parques muestreados por parcela.

aunque la variabilidad es muy alta desde 150 hasta más de 300 que es el doble.

Parque (población 000)	Índice Vital Arbóreo
Cárcamos (1.2)	25%
Vivero (1.2)	96%
Chapalita (1.8)	54%
Explora (1.8)	46%
Zoológico (5.0)	63%

Por otro lado los parques censados en su evaluación por medio del índice vital arbóreo los parques censados mostraron un rango muy amplio de variación indicando que hay parque en mucho mejores condiciones de follaje y desarrollo de árboles que otros. El parque Juárez fue el peor evaluado comparativamente mientras que el parque pequeño de las Águilas el mejor, lo anterior posiblemente por su tamaño, es más fácil su cuidado. En segundo lugar está el Panorama cuyos árboles están en buen estado y los tiene en una densidad adecuada. El parque México con su alta población salió mal evaluado ya que no cuenta con un manejo y hay muchos árboles suprimidos con poco follaje y desarrollo. Este parque requiere un análisis a fondo y eliminar los árboles que estén bajo sombra o trasplantarlos para que se puedan desarrollar.

Parque (pob.)	IVA
Paseo de las Águilas (25)	92%
Parque Panorama (454)	83%
San Isidro 2 (108)	75%
Parque Hidalgo (698)	67%
San Isidro 1 (105)	63%
Parque Manzanares (292)	58%
Foresta La Martinica (125)	58%
Parque México (647)	29%
Valle del Real (363)	25%
Foresta San Manuel (288)	25%
Parque Juárez (283)	17%

Cuadro 6 IVA de parques censados

Especies

En cuanto a las especies de árboles identificadas en los parques se observa un fenómeno extraño ya que en los parques grandes que fueron inventariados vía muestreo de parcela tan solo se identificaron 58 especies de las cuales 51 están en el inventario de la ciudad, es decir se encontraron 7 especies que no se encontraron en el inventario de la ciudad como el Neem, guamúchil, otras especies de Ficus y pino y el Casahuate. Ninguna de estas especies se encuentra dentro del grupo de las **11** principales especies que conforman el 80% de la población (cuadro 7). En el anexo 3 se encuentra la lista de las **58** especies, su número y porcentaje dentro de la población. En cuanto a las especies

que conforman el 80% de la población son prácticamente las mismas que las encontradas en el inventario de la ciudad.

Parques por muestreo de parcela		Parques por CENSO	
Especie	Pob	Especie	Árboles
Poblacion Estimada	11,144	POBLACION	3388
Casuarina equisetifolia	3,072	Casuarina equisetifolia	399
Prosopis laevigata	1,621	Prosopis laevigata	351
Eucalyptus camaldulensis	899	Ficus benamina	320
Jacaranda mimosifolia	855	Fraxinus uhdei	304
Fraxinus uhdei	664	Jacaranda mimosifolia	229
Schinus molle	562	Schinus terebinthifolia	186
Ligustrum lucidum	313	Eucalyptus camaldulensis	155
Ficus benamina	265	Ficus retusa ssp. Nitida	145
Ulmus parvifolia	257	Schinus molle	137
Phoenix canariensis	221	Grevillea robusta	135
Syagrus romanzoffiana	200	Washingtonia robusta	117
		Ligustrum lucidum	105
		Melia azedarach	87
		Yucca	71

Cuadro 7 Especies que conforman el 80% de la población en los parques.

Por otro lado, en los parques censados se encontraron **104** especies, de las cuales hubo **34** que no estaban en la lista del inventario de la ciudad y en este caso **13** especies conforman el **80%** de la población (cuadro 7). En cuanto a las especies presentes en mayor número, son las mismas que en la ciudad, es decir las principales especie son las mismas. Sin embargo, en estos parques vale la pena mencionar que se encontrar numerosas especies de frutales, algunas especies tropicales y ornamentales pero que ninguna de ellas esta representada en mas de 1% de la población.

En el cuadro 8 se presentan para cada uno de los 15 parques inventariados, las 5 especies o aquellas que conforman el 80% de la población como referencia a la biodiversidad. No se incluyó el parque Valle del real porque solo tuvo una especie predominante, el Mezquite (*Prosopis laevigata*) en 88% de la población. Y por su parte el Parque Paseo de las Águilas solo presenta 4 especies donde las principales especies son los Laureles del genero Ficus seguido del Fresno y coco plumoso, y al igual que en la ciudad la mayor población es de especies no nativas.

	Carcamos (1.2)	%	Chapalita (1.8)	%	Explora (1.8)	%	Vivero (1.2)	%	Zoologico (5.0)	%
1	Casuarina equisetifolia	29%	Casuarina equisetifolia	39%	Fraxinus uhdei	27%	Casuarina equisetifolia	19%	Casuarina equisetifolia	32%
2	Eucalyptus camaldulensis	22%	Eucalyptus camaldulensis	14%	Ulmus parvifolia	12%	Prosopis laevigata	13%	Prosopis laevigata	27%
3	Schinus molle	15%	Jacaranda mimosifolia	14%	Schinus molle	11%	Eucalyptus camaldulensis	8%	Jacaranda mimosifolia	11%
4	Prosopis laevigata	11%	Phoenix canariensis	9%	Ligustrum lucidum	10%	Pinus pseudostrobus	6%	Eucalyptus camaldulensis	5%
5	Ficus benjamina	7%	Schinus molle	6%	Casuarina equisetifolia	8%	Ligustrum lucidum	5%	Syagrus romanzoffiana	3%
		84%		82%		68%		52%		78%

	San Isidro 1 (105)	%	Foresta San Manuel (288)	%	San Isidro 2 (108)	%	Paseo de las Aguilas (25)	%	Foresta La Martinica (125)	%
	Casuarina equisetifolia	18%	Casuarina equisetifolia	40%	Grevillea robusta	30%	Ficus benjamina	12%	Jacaranda mimosifolia	67%
	Schinus molle	12%	Eucalyptus camaldulensis	21%	Schinus terebinthifolia	26%	Ficus retusa	40%	Jacaranda	15%
	Ficus benjamina	10%	Schinus molle	14%	Ficus benjamina	23%	Fraxinus uhdei	32%		
	Eucalyptus camaldulensis	7%	Ficus benjamina	8%	Yucca	1%	Syagrus romanzoffiana	16%		
	Schinus terebinthifolia	7%								
		54%		82%		80%		100%		82%

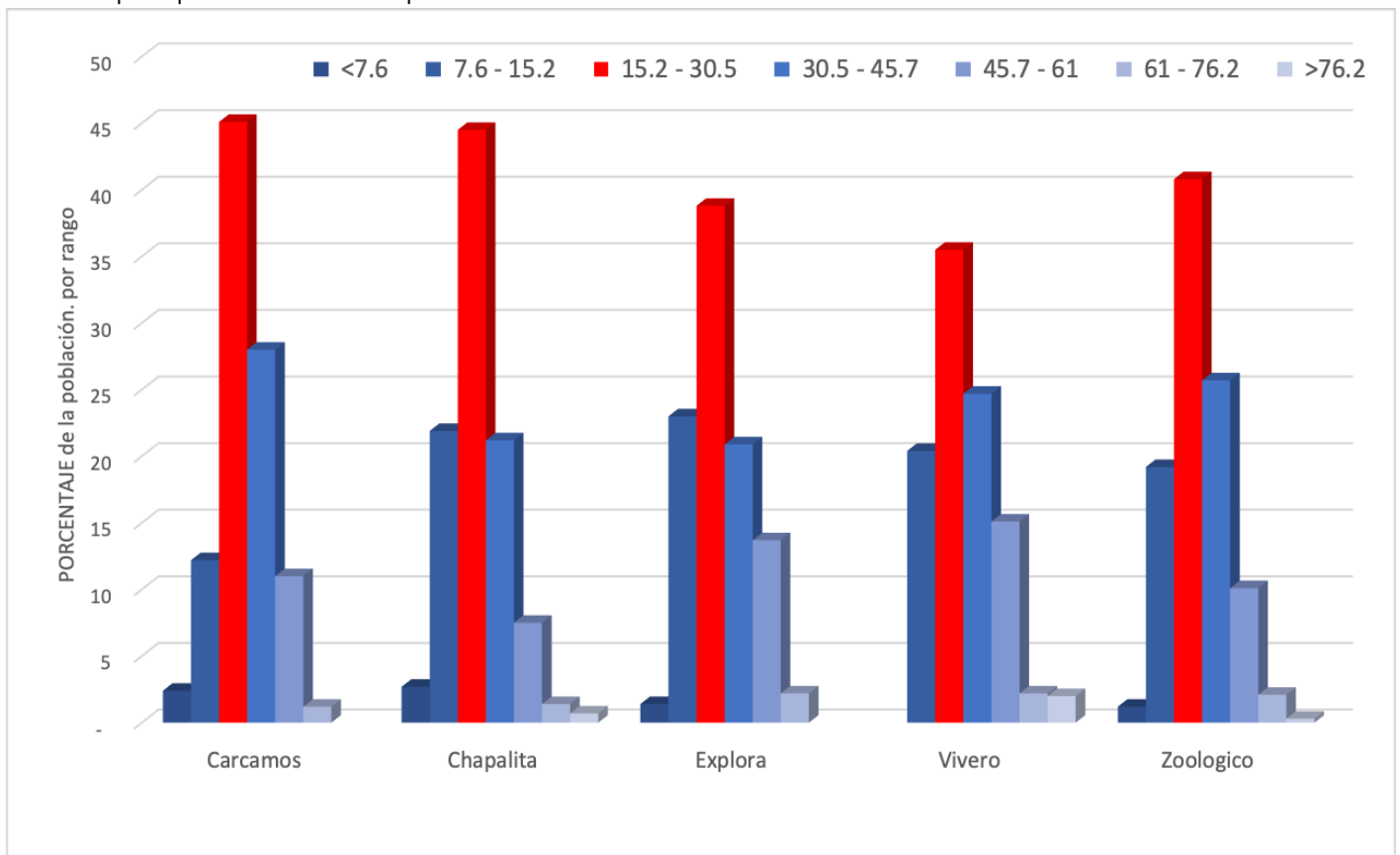
	Parque Hidalgo (698)	%	Parque Juarez (283)	%	Parque Manzanares (292)	%	Parque México (647)	%	Parque Panorama (454)	%
	Fraxinus uhdei	21%	Fraxinus uhdei	25%	Casuarina equisetifolia	36%	Ficus benjamina	16%	Ficus benjamina	16%
	Ficus retusa ssp. Nitida	10%	Casuarina equisetifolia	23%	Schinus terebinthifolia	21%	Ligustrum lucidum	12%	Schinus terebinthifolia	14%
	Washingtonia robusta	10%	Jacaranda mimosifolia	13%	Ficus benjamina	11%	Fraxinus uhdei	9%	Schinus molle	9%
	Ficus benjamina	6%	Allocauarina	7%	Schinus molle	7%	Jacaranda mimosifolia	7%	Erythrina coralloides	7%
	Yucca	6%	Grevillea robusta	5%	Eucalyptus camaldulensis	7%	Melia azedarach	7%	Delonix regia	7%
		53%		73%		80%		50%		53%

Cuadro 8 Especies mas importantes en los parques inventariados (población en número de árboles).

Condición del arbolado

La condición del arbolado se estima en función al tamaño de los árboles, su condición y finalmente su situación externa (sanidad y estado entre otros). El parámetro que se utiliza mas como indicador de tamaño es el diámetro a la altura de pecho (DAP tomado a 1.3 m aproximadamente), este parámetro es el mas utilizado como predictor de la altura y biomasa de los árboles en ecuaciones alométricas. Hay que recordar que en el presente inventario se midieron arboles arriba de 3" o 7.6 cm de diámetro, ya que los muy chicos no contribuyen aun al servicio ambiental y la probabilidad de sobrevivencia es baja. La figura 2 muestra la distribución de la población de árboles en los parques León en función a su clase diamétrica. En esta gráfica se observa que todos los parques menos uno tiene la mayor parte de la población se encuentran entre los 15 y 30 cm de diámetro. También se observa que la cantidad de árboles grandes es decir mayor a 50 cm de diámetro es importante aunque menos que los arboles chicos. Este factor como veremos influye mucho el servicio ambiental general ya que esta documentado que los árboles grandes tienen un servicio ambiental exponencialmente mayor que los chicos. Es decir un árbol de 80 cm de diámetro puede llegar a tener 10 veces mas servicio ambiental que uno de 40 cm por eso en ciudades con pocos árboles pero grandes el servicio ambiental que proveen es muy alto, y de ahí la importancia de parques como zonas de alto servicio ambiental.

Parques por muestreo de parcela



Parques Censados

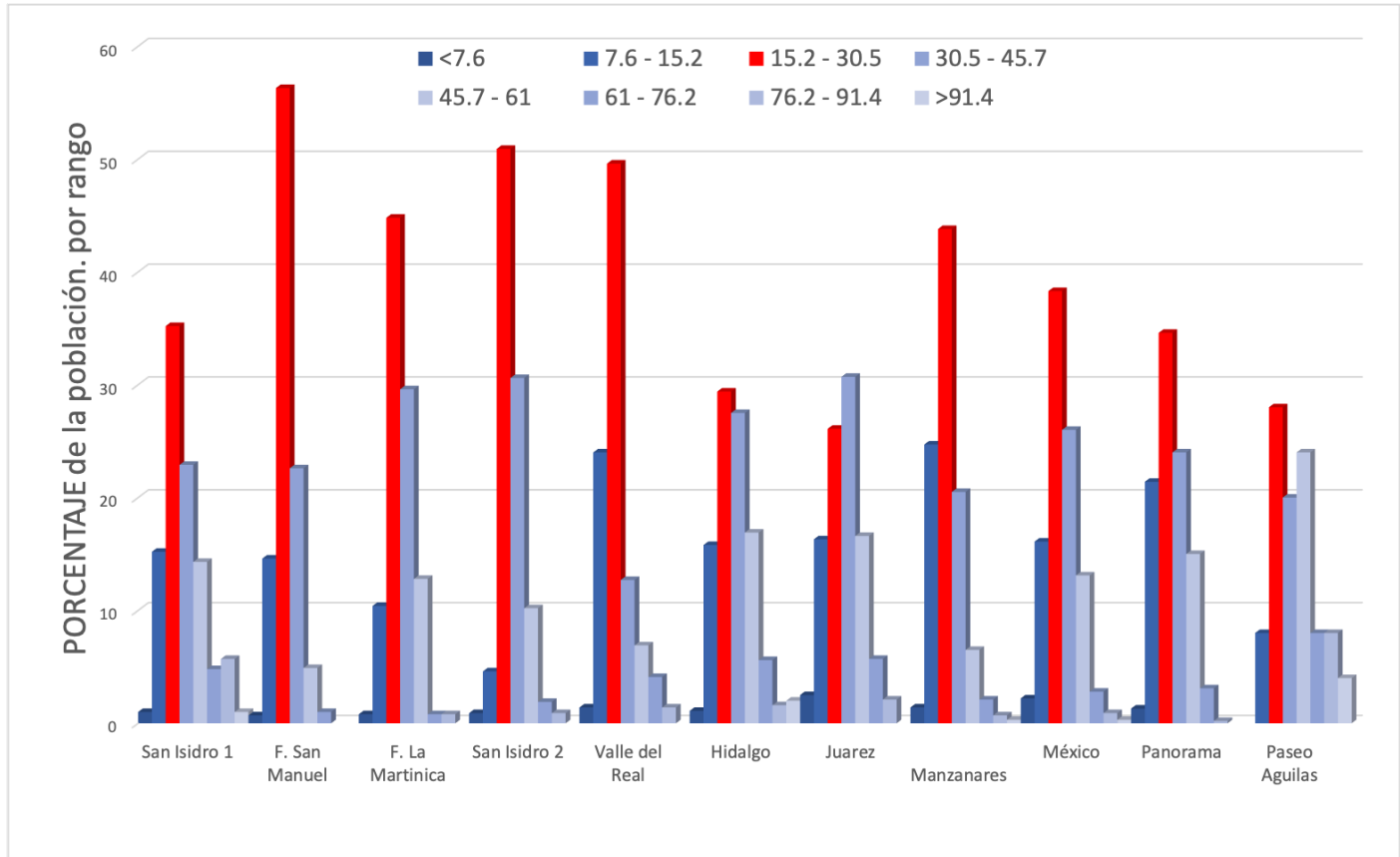


Figura 3 DAP promedio de la población de árboles por Parque.

Condición de copa

El siguiente parámetro dasométrico a analizar es la condición de la copa medida con la escala de 22 categorías establecida en la metodología que se resume en 7 condiciones, se recomienda revisar el manual metodológico o el anteproyecto presentado para ver el detalle y las equivalencias. Es importante tener claro que el follaje en la copa es determinante para el servicio ambiental ya que es aquí donde se llevan a cabo todos los procesos de fijación de contaminantes y producción de oxígeno además de ser la fuente de energía para el crecimiento y salud del árbol. En el cálculo del IVA, ya se tomo en cuenta la condición de copa pero por su importancia se hará un análisis de este tema.

La figura 3 muestra el promedio general por parque, para mayor información es necesario revisar parque por parque, para las 7 categorías de condición de copa en la población de árboles de ciertos parques de León, Gto. La categoría CRITICA se señalo en rojo para los parques por parcela por ser la categoría mas común, hay que recordar que esta categoría se refiere a follajes con un rango del 25-50% del follaje potencial según el diámetro y especie del árbol. Este nivel de follaje se considera crítico ya que si disminuye suficiente la cantidad de hojas

ya no permite al árbol ser sustentable y comenzará una fase de "senilidad", consumo de reservas y eventualmente muerte.

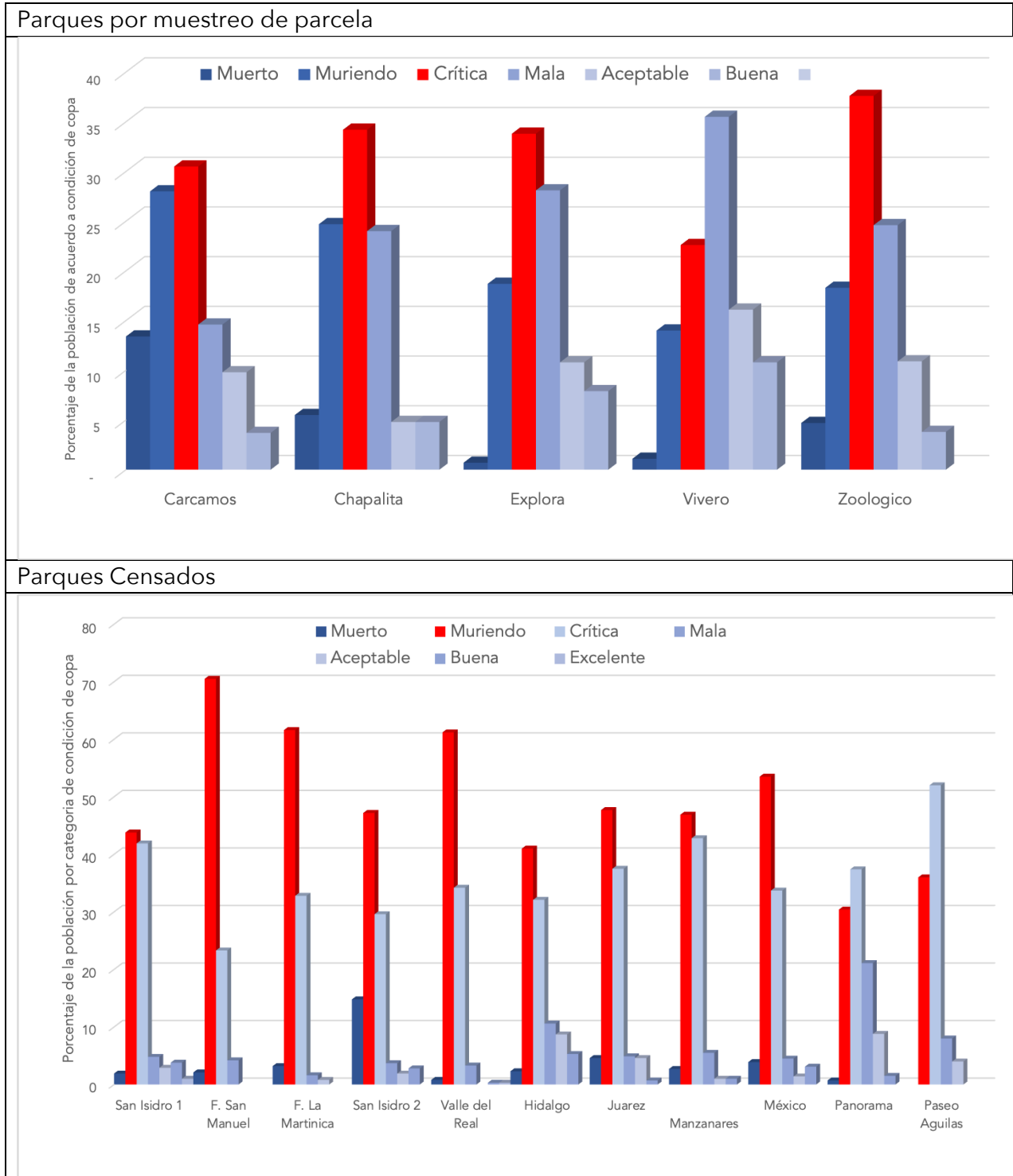


Figura 4 Condición de copa en los parques inventariados.

De esta figura se observa que 9 de 11 parques tienen follaje en condiciones precarias (muriendo y sin follaje o muerto). La cantidad de arboles muertos no es alta ya que solo un 3% de población, equivalente a 96 individuos se clasificaron como muertos. Sin embargo el porcentaje de arboles muriendo, es decir con follajes menores al 25% de su potencial es bastante alto, para parques censados esta claro que son 1,650 árboles o 48% del total de la población. Este punto sería muy importante analizarlo parque por parque y se puede hacer con el reporte del i-Tree "Condición de los árboles por estrato y especie".

Origen de las especies

El i-Tree realiza un análisis del rango de origen de las especies que se hayan registrado en el levantamiento de datos. La figura 4 indica que el mayor porcentaje de las especies viene de Asia y Australia, debido a los eucaliptos, y al género *Ficus* que su origen mayormente es Asia.

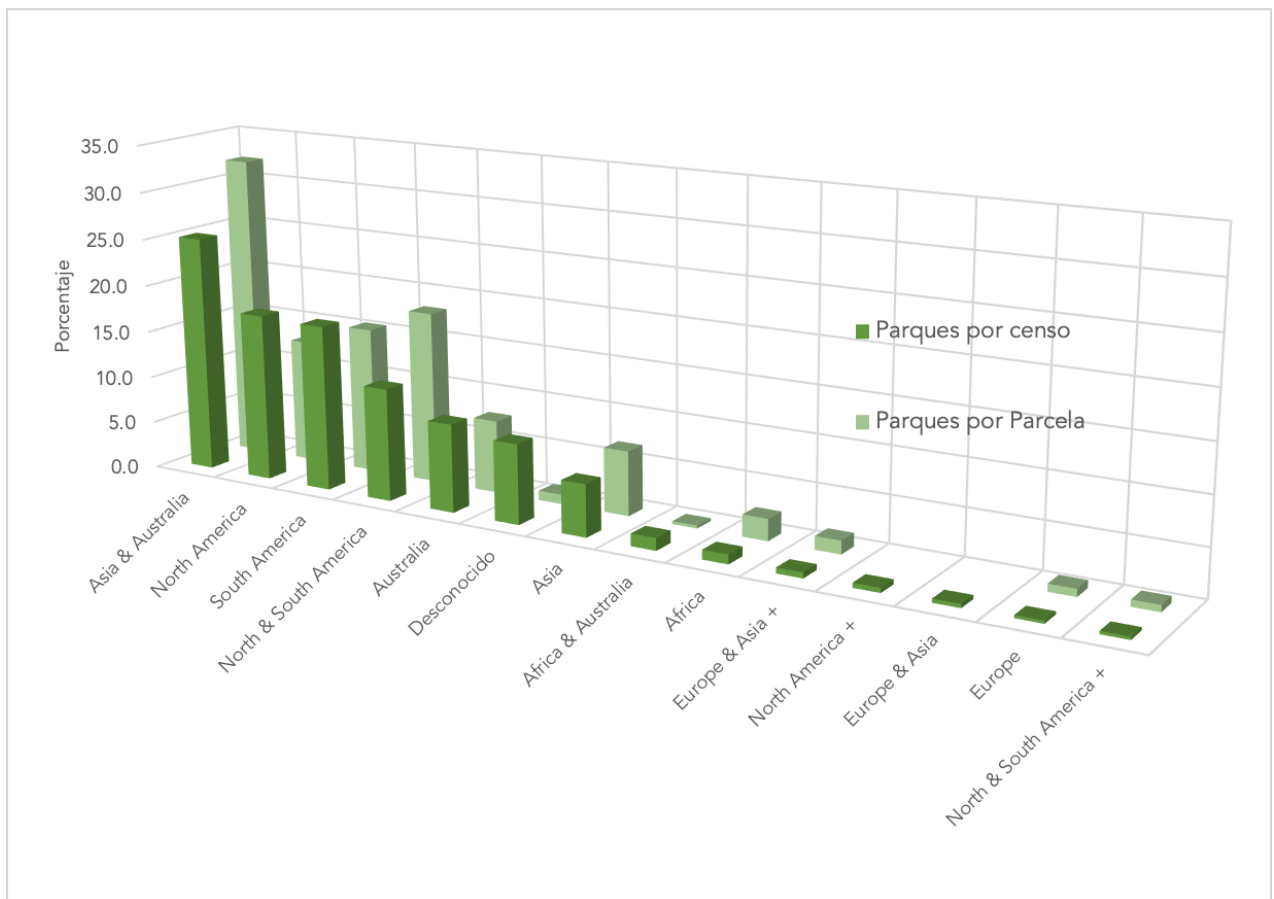


Figura 5 Origen de las especies encontradas en los parques.⁴

⁴ El símbolo '+' indica que la especie es originaria de otro continente que no aparece en la lista de continentes de la agrupación. Por ejemplo, Europa & Asia + indicaría que la especie es originaria de Europa, de Asia y de otro continente más.

Es importante conocer esta información para el diseño de programas de reforestación ya que nos indica el origen de grupos de especies. En los parques más chicos los censados, al parecer la biodiversidad es mayor y la presencia de especies de Asia y Australia es menor que en parques grandes o muestreados por parcela.

Manejo requerido del arbolado

El arbolado urbano está en condiciones de stress por el medio ambiente donde se desarrolla por efecto del aire, suelo, humedad disponible y el manejo que se le da o que NO se le da, por ejemplo por cuestiones sanitarias, mecánicas y climáticas. Por esto, es importante conocer las necesidades y estatus de los árboles para planear un mejor aprovechamiento y lograr los máximos beneficios. El siguiente cuadro muestra en orden descendente para cada uno de los parques, en grupo, las labores a largo y a corto plazo que se recomienda realizar.

	Parques Grandes		Parques Censados	
Mantenimiento recomendado	Conteo de árboles	% de árboles	Conteo de árboles ²	% de árboles ³
Mejorar Sitio	5,197	46.6	1,600	47.2
Control Sanitario	4,154	37.3	1,136	33.5
Riesgo Remoción	855	7.7	382	11.3
Sustituir/Rejuvenecer	301	2.7	140	4.1
Corrección de arquitectura	182	1.6	38	1.1
	10,689		3,296	
Tarea prioritaria	Conteo de árboles	% de árboles	Conteo de árboles ²	% de árboles ³
Fertilización	3,855	34.6	956	28.2
Monitorear riesgo	2,097	18.8	838	24.7
Poda Sanitaria o limpieza	2,667	23.9	522	15.4
Regar	126	1.1	391	11.5
Derribo CON sustitución	932	8.4	311	9.2
Airear suelo	194	1.7	63	1.9
Derribo sin sustitución	329	2.9	43	1.3
Poda de aclareo	523	4.7	39	1.2
Adicionar Mulch	15	0.1	35	1.0
Estructural	30	0.3	32	0.9
Reducción lateral	74	0.7	17	0.5
Reducción de altura	70	0.6	12	0.4
Reducir pavimentos	15	0.1	4	0.1
Elevación de copa	15	0.1	1	0.0
	10,942		3,264	

Cuadro 9. Labores de mantenimiento y tareas prioritarias identificadas.

Del total de la población a la mayoría se le determino que requiere que se le mejore el sitio donde se encuentra el árbol, así como que se requiere realizar control sanitario que corresponde con las observaciones de daño del cuadro 10 donde se encontró que el muérdago es un problema muy severo. Para determinar parque por parque sus necesidades, se recomienda trabajar con la base de datos del i-Tree y realizar una separación y un archivo independiente de cada parque para poder analizarlos por separado. Es decir, del archivo de los 5 parques por parcela se generarán 5 archivos individuales uno por cada parque que se deberán volver a correr pero ahora solo con los datos de cada parque.

Esta explicación de la fisiología de los árboles viene a colación ya que el i-Tree en el caso de los inventarios por muestreo por parcelas realiza un análisis del Secuestro NETO de carbono, es decir una vez que estima el secuestro BRUTO de C por la fotosíntesis, estima la posible respiración y producción de oxígeno y los resta para obtener la cantidad NETA. Este proceso no lo realiza en censos totales por alguna razón, por lo que los datos que se presentan son para los parques grandes inventariados por muestreo por parcela.

Parque	Secuestro neto de carbono (tonelada métrica/año)	Densidad del secuestro neto de carbono (kg/año/ha)	Producción de oxígeno (tonelada métrica/año)
Carcamos	-4.35	-384.54	-11.60
Chapalita	-4.29	-417.89	-11.40
Explora	3.80	173.87	10.10
Vivero	-0.29	-28.11	-0.80
Zoologico	-18.59	-516.97	-49.60
Área de estudio	-23.73	-264.11	-63.30

Cuadro 10. Secuestro neto y producción de oxígeno en Parques grandes.

Las implicaciones practicas de estos hechos, es que nos indican que el arbolado se encuentra en un estado senescente, y/o tiene un follaje en malas condiciones que no le permite realizar una fotosíntesis que absorba mas CO₂ del que se libera por las noches. De los cinco parques solo el Explora tiene valores positivos, mientras que todos los demás negativos aunque el de Viveros es el mas bajo y que seria mas fácil revertir con un rejuvenecimiento de individuos.

Eliminación de contaminantes.

La remoción de contaminantes es uno de los Servicios Ambientales más importantes que tienen los arboles ya que tienen un impacto directo a la salud. La capacidad de retiro de contaminantes esta directamente relacionada la población, es decir donde se lleva a cabo una mayor eliminación es donde se tienen la mayor población de arboles, (figura 5). De la figura 5 podemos ver que el contaminante mas eliminado es el ozono, seguido de los sulfatos. Otro

reporte que genera el i-Tree para analizar el comportamiento del SA de eliminación de contaminantes es el de “Eliminación de la contaminación por los árboles y matorrales - Eliminación mensual” en este reporte vemos como se lleva a cabo la fijación de los contaminantes registrados y procesados por el programa. El reporte incluye valores máximos, mínimos y el valor en pesos mexicanos de este SA⁵.

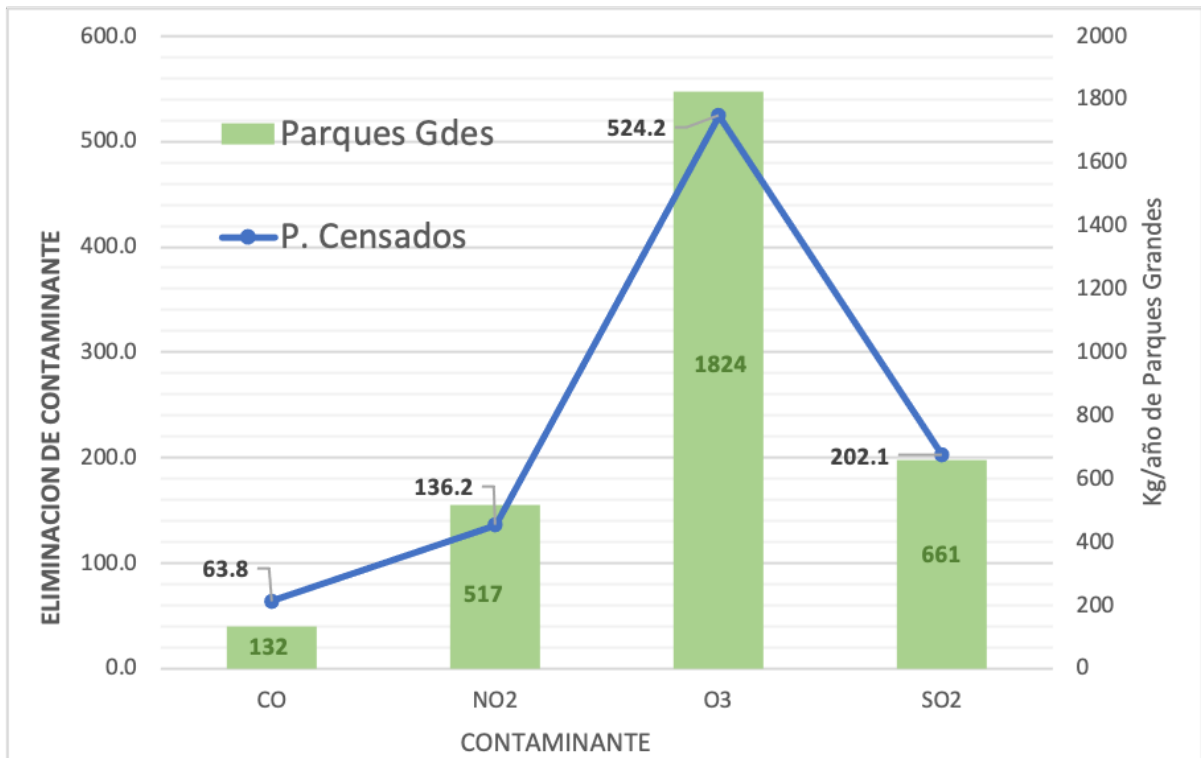


Figura 6. Eliminación de contaminantes en los parques de León, Gto.

Incremento en infiltración

El incremento en infiltración es el efecto de los árboles en reducir el drenaje de agua pluvial al aumentar la infiltración e interceptar y reducir la velocidad de caída del agua a las superficies impermeables que constituyen los macizos de cemento y asfalto en las ciudades.

⁵ El valor de la eliminación de la contaminación se calcula con base en los precios de Mex\$32.20 por kilogramo (CO), Mex\$403.71 por kilogramo (O3), Mex\$60.30 por kilogramo (NO2), Mex\$21.97 por kilogramo (SO2)

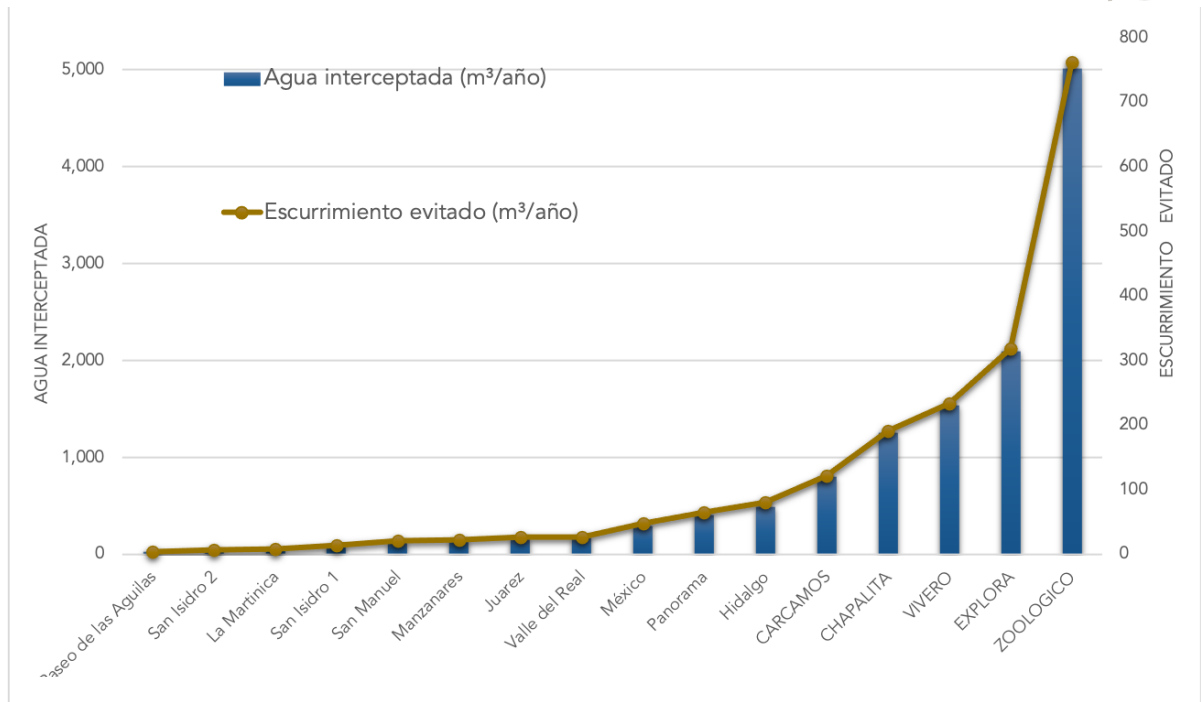


Figura 7. Efectos de los árboles de los parques en la hidrología superficial.

El impacto económico es en la reducción de la infraestructura necesaria para desalojar aguas pluviales y también en reducir la contaminación al reducir el arrastre que eventualmente termina en lagos o reservorios donde descargan las aguas pluviales de la ciudad. La cantidad total registrada para todos los parques fue de **1,944 (m³/año)**.

Compuestos orgánicos volátiles.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (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 sublimen del estado líquido al sólido. La mayoría de los olores y esencias naturales tienen esta característica precisamente para poder moverse en el aire y causar su efecto. En algunos árboles se cree que es su función es para atraer a polinizadores, entre otros efectos y a repeler otros insectos dañinos. El problema de estos compuestos es que son sensibles a la luz y en el proceso de descomposición liberan Ozono que viene a ser un contaminante bastante dañino para el hombre. En este caso, la emisión de menos compuestos es más conveniente aunque en este caso es debido a la menor población de árboles en León comparado con las demás.

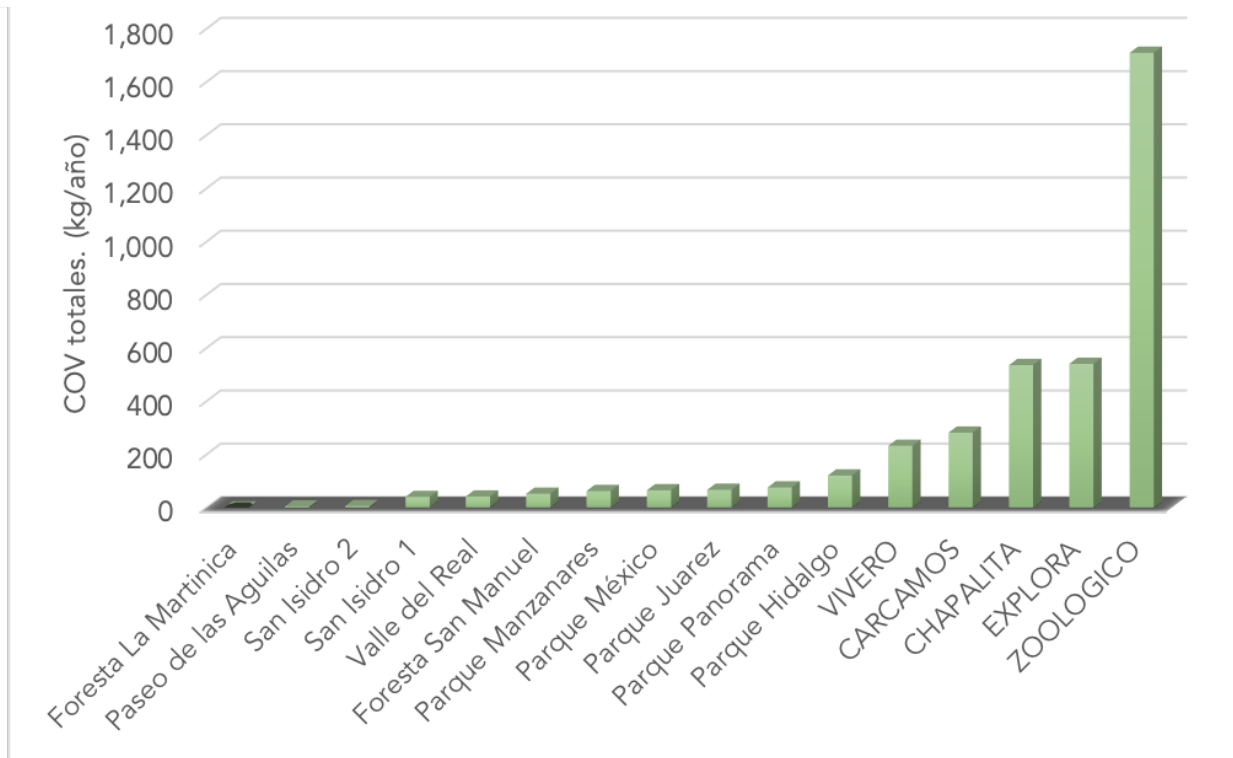


Figura 8. COV producidos por parque.

Por otro lado, un análisis de este “diservicio” ambiental por especie indica que las especies mas productoras de estos compuestos son exóticas y esto ciertamente es un criterio mas para no seleccionar estas especies mas en los programas de reforestación. Los eucaliptos son de las especies que mas compuestos producen como se puede ver en el reporte que emite el i-Tree [Emisiones de COV de arboles por especie](#) y en segundo lugar la casuarina, lo que coincide con lo encontrado por Chaparro, L. y J. Terradas (2009) en Barcelona.

Beneficios Económicos

Los múltiples beneficios económicos a detalle se pueden revisar en los diferentes reportes de i-Tree de Beneficios ambientales que tienen una columna para el monto en pesos. En estos reportes se incluye el precio o costo que se utilizo y para mayor detalle en el reporte del inventario de la ciudad hay un anexo con una explicación mas detallada del procedimiento de cálculo. El cuadro 14 muestra el valor neto de beneficio económico de los 16 parques inventariados y la calificación del índice Económico con la metodología descrita para el IVA y el

IVEc. El monto total del servicio ambiental de los arbolados de los parques alcanza la cifra de casi **\$14,000,000 de pesos**. Los parques mas grandes con mayor cantidad de árboles por razones obvias tienen un mayor servicio ambiental aunque la calidad del arbolado puede hacer que un parque mas chico como el Parque VIVEROS tenga el mismo beneficio económico que EXPLORA que tiene el doble de superficie. Es decir la eficiencia, calidad de arbolado, edad, tamaño etc. puede compensar a tamaño. Por otro lado los parques mas chicos tienden a tener mejores calificaciones, incluso el mas chico de todos el Paseo de las Águilas salió con la mejor calificación como el Manzanares y Panorama, aunque hay que recordar que no necesariamente

significa que estén bien simplemente es que comparativamente son los parques con las calificaciones mas altas de los beneficios económicos por unidad de área. Para este índice se utilizó el valor en pesos del almacenamiento y secuestro de carbono, escurrimiento evitado y eliminación de contaminantes y el valor máximo que se puede obtener es 12 por 4 conceptos son los 48 puntos indicados.

Estrato	Valor de Beneficio		
	económico	IVE	%
ZOOLOGICO	\$ 4,341,657	38	79%
EXPLORA	\$ 1,837,476	18	50%
VIVERO	\$ 1,554,644	48	92%
CHAPALITA	\$ 1,158,138	30	54%
Parque Hidalgo	\$ 1,044,367	42	88%
CARCAMOS	\$ 1,025,066	10	25%
Parque México	\$ 742,406	36	75%
Parque Panorama	\$ 577,973	48	100%
Valle del Real	\$ 350,330	8	17%
Parque Juarez	\$ 316,252	28	58%
Parque Manzanares	\$ 244,262	48	100%
Foresta San Manuel	\$ 205,554	16	33%
Foresta La Martinica	\$ 153,060	8	17%
San Isidro 1	\$ 151,668	14	29%
San Isidro 2	\$ 119,608	10	21%
Paseo de las Aguilas	\$ 78,154	48	100%
TOTAL	\$ 13,900,615		

Cuadro 11. Beneficios económicos de los parques.

b. Vialidades

El análisis comparativo realizado con el IVEc se muestra en el cuadro 19 donde podemos ver que el rango de valores va desde muy malo (10 o menos) y hasta 48 que es el máximo posible de sumar los 12 puntos que se otorgan por cada categoría de C almacenado, secuestro de C, escorrentía evitada y eliminación de contaminantes. Este comparativo, previo a cualquier análisis mas profundo de las causas, ya nos indica que vialidades requieren atención mas inmediata y por otro lado nos indican que tan debajo están de su potencial. Por ejemplo la avenida Timoteo Lozano es una avenida grande con 23.3 ha de área pero que esta realizando un servicio ambiental equivalente a una sexta parte de la Av. Francisco Villa que tiene un área similar.

Vialidades por CENSO			Vialidades por Parcela		
Vialidad	IVEc	%	Vialidad	IVEc	%
Americas	48	100%	Vicente Valtierra	48	100%
La Luz	32	67%	Francisco Villa	48	100%
Campestre	22	46%	Miguel de Cervantes	48	100%
Venustiano Carranza	16	33%	Juan Alonso de Torres	48	100%
Manuel J. Clouthier	14	29%	Miguel Hidalgo	36	75%
Constelaciones SN Juan	14	29%	Adolfo Lopez Mateos	34	71%
Lopez Sanabria	12	25%	Malecon del Rio	34	71%
Paseo de los insurgentes	10	21%	Mariano Escobedo	32	67%
Hilario Medina	10	21%	Delta	28	58%
			Hermanos Aldama	24	50%
			Bldv Torres Landa	18	38%
			Jose Maria Morelos	12	25%
			Timoteo Lozano	8	17%

Cuadro 12. Índice Vital Ecosistemico (IVEc) para las vialidades evaluadas.

Si tomamos como 24 puntos que es el 50% en porcentaje tenemos que las vialidades chicas censadas solo 2 están sobre este valor, mientras que en las vialidades grandes solo 3 están por debajo. Lo anterior indica que estas ultimas vialidades en general están en condiciones mas parecidas y en general mejor que las 3 vialidades grandes que se encuentran por debajo de la media.

Carbono

Para poder comparar entre las capacidades de secuestro de carbono entre vialidades, es necesario hacerlo en los mismos términos. Debido a que el área y la población, de los parques o vialidades, afecta las relaciones por lo que en el cuadro 20 se presenta por grupos de misma masa forestal, o de cantidad de carbono almacenado a las 22 vialidades, ya sea que hayan sido censadas o muestreadas por parcela. Se formaron 6 grupos en clases de 100 t de C almacenado cada grupo, el grupo con mas vialidades fue el de 300 a 400 t de C almacenado. Los factores que afectan en este caso es la cantidad de arboles (por eso se indica en miles la población), especie, y tamaño de los arboles y por supuesto la calidad del follaje. Teniendo esto en cuenta tenemos que hay vialidades muy ineficientes en el secuestro de C como la Timoteo Lozano ya que es una vialidad grande de 23 ha pero que esta en el grupo mas bajo y con un secuestro al nivel de vialidades de superficies de la mitad del tamaño como el Paseo de los Insurgentes. Por otro lado la Av. Américas con tan solo 2,000 arboles y 2 ha esta en el segundo grupo con avenidas mas grandes y mas del doble de arboles pero con una capacidad de secuestro competitivo.

La avenida con mayor capacidad de secuestro fue la Juan Alonso Torres, que es la segunda mas grande después de la José Ma. Morelos, y la primera en población de arboles con el doble de árboles a la avenida mas cercana que es precisamente la Morelos. A pesar de lo anterior la capacidad de secuestro es 5 veces mas de la vialidad mas cercana por lo que podemos suponer que su arbolado es eficiente (Figura 13) por estar en mejores condiciones de follaje y también ayuda el hecho de los arboles no están en banquetas sino en camellones lo que les da mejores condiciones de sitio como menor compactación y mayor superficie permeable para infiltración. Otra avenida en aparente buenas condiciones es al Av. Delta ya que con pocos arboles esta en el grupo de 300-400 t de C pero con niveles de secuestro de acuerdo con una Av. como la José Ma. Morelos, que es la de mayor superficie de todas. Lo que a su vez indica que la Avenida Morelos no es muy eficiente o se encuentra en condiciones no tan buenas para tener un secuestro de carbono aceptable con su superficie.

C alm (t)	<100 toneladas	Sec C (t/año)	100-200 toneladas	Sec C (t/año)2	200-300 toneladas	Sec C (t/año)3
1	Timoteo Lozano. (0.7)	1.9	Hermanos Aldama (0.7)	2.2	Miguel Hidalgo (1)	4.4
2	Venustiano Carranza. (0.3)	0.8	Hilario Medina. (0.5)	1.7		
3	Constelaciones SN Juan (0.3)	0.5	Americas. (0.2)	1.3		
4	Lopez Sanabria. (0.3)	0.6	Paseo de los insurgentes (0.6)	2.0		
5	Manuel J. Clouthier. (0.1)	0.4				
C alm (t)	300-400		400-500		>500	
1	Blvd Torres Landa. (1.8)	6.0	Mariano Escobedo. (3.7)	8.0	Juan Alonso de Torres (7.4)	40.5
2	Malecon del Rio. (1)	7.7	La Luz. (1.7)	4.9	Francisco Villa (2)	8.6
3	Miguel de Cervantes (1)	5.0	Adolfo Lopez Mateos. (2)	5.1	Vicente Valtierra. (1.8)	8.1
4	Jose Maria Morelos (3.2)	7.9				
5	Campestre. (1.2)	3.6				
6	Delta. (0.8)	5.7				

Cuadro 13. C almacenado y secuestro por año de las vialidades por clase (pob. 000).

La suposición que el arbolado de la vialidad Juan Alonso de Torres tiene cierto grado de eficiencia o buenas condiciones hay que analizarlo detenidamente ya que revisando el secuestro NETO de C (cuadro 21), vemos que esta vialidad es la que menor secuestro neto tiene y como se menciona con anterioridad es debido a condiciones pobres de follaje.



Figura 9. Ubicación e información de la Parcela 176 en una vialidad.

Vialidad	tonelada/año		Especie	tonelada/año	
	Sec. neto de C	Equivalente CO ₂		Sec. neto de C	Equivalente CO ₂
Total de las Vialidades	-449.4	-1,647.8	Ficus benjamina	-94.44	-346.31
Juan Alonso de Torres	-115.2	-422.4	Prosopis laevigata	-71.51	-262.21
Vicente Valtierra	-52.2	-191.4	Schinus molle	-67.39	-247.11
Mariano Escobedo	-41.7	-153.0	Eucalyptus camaldulensis	-67.25	-246.60
Francisco Villa	-41.3	-151.5	Melia azedarach	-33.66	-123.42
Adolfo Lopez Mateos	-38.8	-142.2	Jacaranda mimosifolia	-33.10	-121.38
Blvd Torres Landa	-34.0	-124.6			
Miguel de Cervantes S	-32.0	-117.2			
Miguel Hidalgo	-20.1	-73.8			
Jose Maria Morelos	-20.1	-73.7			
Hermanos Aldama	-19.6	-71.7			
Malecon del Rio	-18.1	-66.4			
Delta	-9.8	-35.9			
Timoteo Lozano	-6.6	-24.0			

Cuadro 14. Secuestro Neto de C en vialidades evaluadas por parcelas.

Es entonces seguro concluir que el alto valor de secuestro bruto de la vialidad Juan Alonso de Torres se debe únicamente a su mayor población pero que ésta se encuentra en condiciones subóptimas y por eso tiene valores netos negativos. Por otro lado, i-Tree nos presenta la opción del equivalente en CO₂ ya que cuando se habla de este elemento la molécula involucra a los dos átomos de oxígeno y su peso es mayor, el factor de conversión es C por 3.6 para darnos

CO₂. Revisando las especies que contribuyen a este efecto (Cuadro 21) vemos que son 6 especies las que conforman el 80% de esta perdida y claro son las mas numerosas en la población pero también las que tienen follajes o condiciones desfavorables para un secuestro y fijación de carbono.

Eliminación de contaminantes.

El comportamiento de este servicio ambiental es igual que en los parques, la única diferencia es en magnitud. Es decir mientras que en los parques censados (chicos) se eliminaron 64 kg de CO en las vialidades chicas solo 14 kg a pesar de tener casi 4 veces mas área y más de 1.5 veces de árboles. Esto indica la importancia de tener mas follaje que números. En nitrato, ozono y sulfatos ocurre lo mismo, es decir los parques son mas eficientes que las vialidades chicas. Por otro lado en las vialidades grandes la diferencia de área con los parques grandes es de 5.4 veces (488/90) por lo que si se impacta la eliminación de contaminantes siendo mayor aunque no mucho ni proporcional al área. El promedio de relación entre las vialidades y los parques es de 1.5 mayor, muy lejano a los 5.4 de área, lo que refuerza el concepto de que mejores arboles con mejor follaje son exponencialmente mas eficiente en la remoción de contaminantes del medio y por lo tanto en un servicio ambiental mas eficiente.

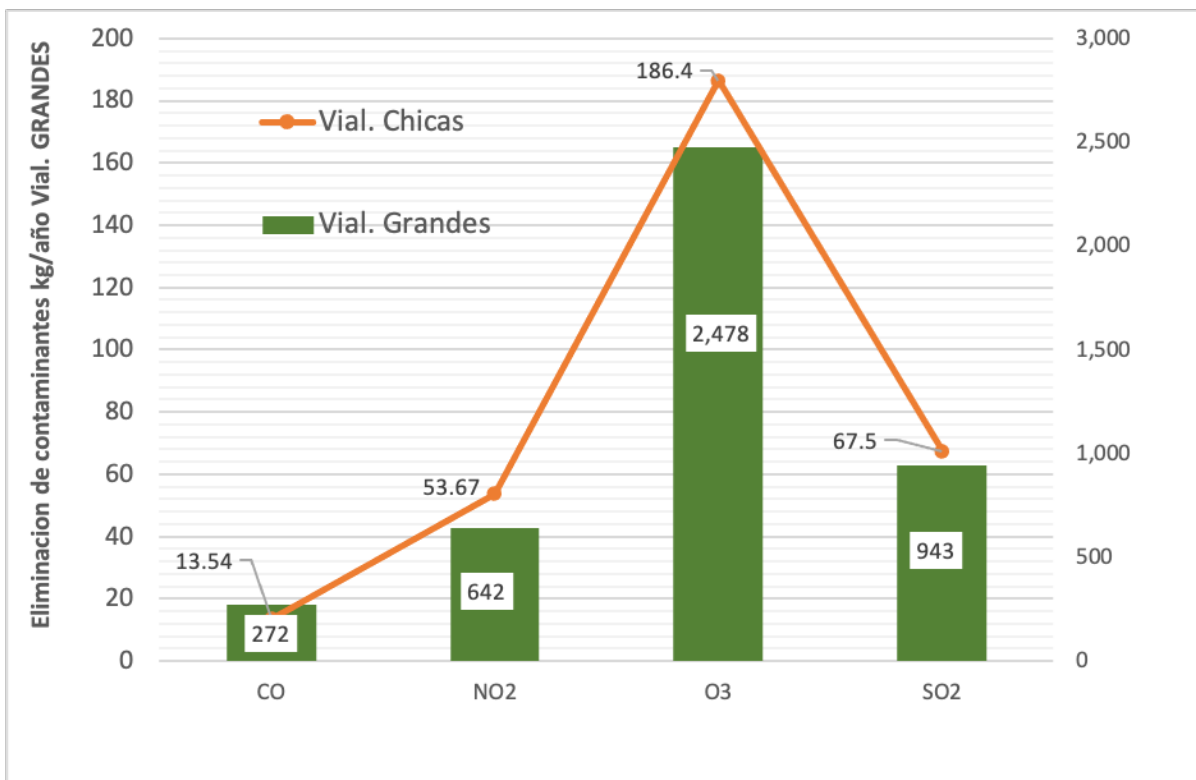
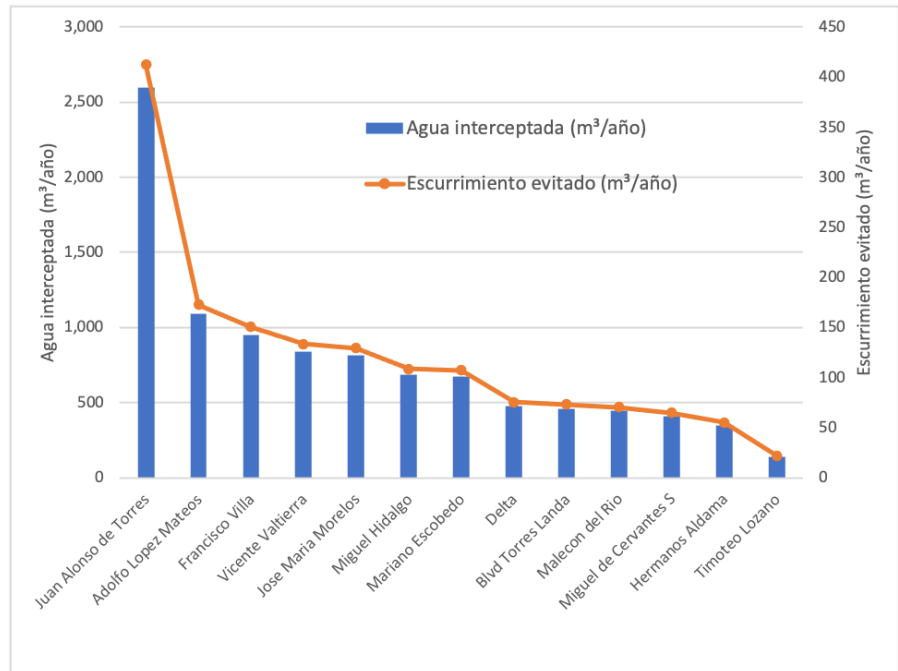


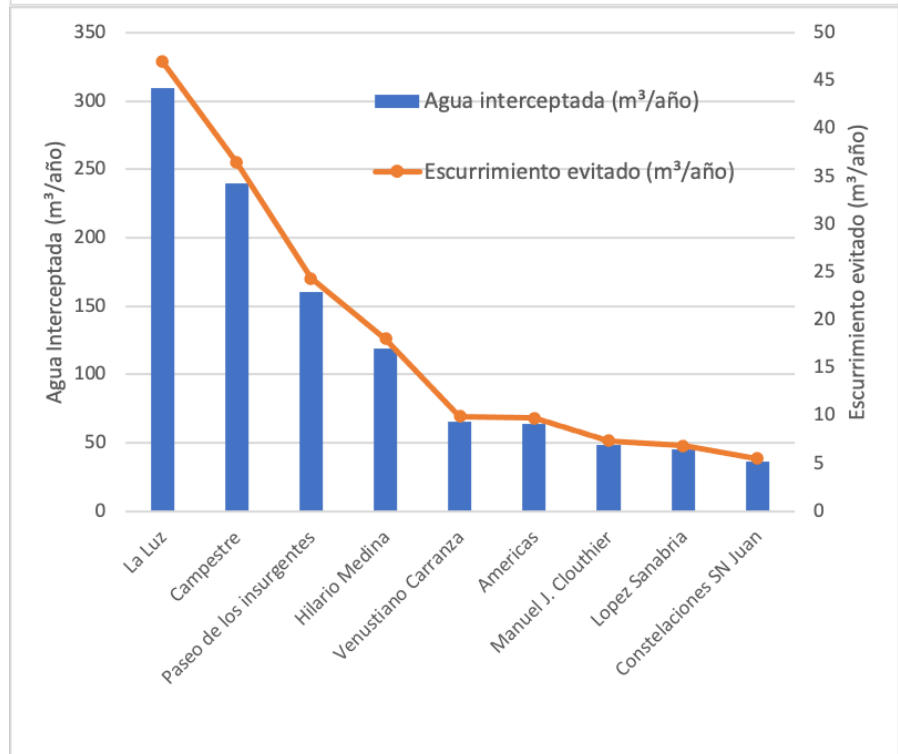
Figura 10. Eliminación de contaminantes por las vialidades.

Incremento en infiltración⁶

Para vialidades por parcela o grandes, el beneficio esta directamente relacionado con el tamaño como se puede observar en la figura, sobretodo porque estas vialidades tienen camellones y una mayor superficie de infiltración que si los árboles estuvieran en banquetas.



El caso de las vialidades censadas o chicas no sigue tan de cerca el tamaño, por ejemplo la Av. Américas esta en una mejor posición con la menor superficie, y la Luz a pesar de ser 10% menor que la Av. Campestre tiene una mayor intercepción de agua y mucho mas esguerrimiento evitado un 23% mas en ambos casos.



⁶ El valor del esguerrimiento evitado se calcula por el precio Mex\$44.909/m³. La estación meteorológica designada por el usuario reportó 20.4 centímetros de la precipitación anual total. Eco siempre utilizará las mediciones por hora que tengan la mayor cantidad de lluvia total o la lluvia enviada por el usuario, si la hubiera.

Figura 11. Beneficios hidrológicos del arbolado de las vialidades.

Compuestos orgánicos volátiles.

El cuadro 22 presenta las cantidades y tipos de compuestos orgánicos volátiles producidos por vialidad, y en los reportes de i-Tree de “Emisiones de COV de árboles por especie” es posible identificar a las especies responsables por esto pero básicamente son las mismas que ya se han mencionado: Casuarinas, eucaliptos, Ficus benjamina, Syagrus o cola de zorro entre los principales.

Vialidad	Monoterpene. (kg/año)	Isoprene (kg/año)	COV totales (kg/año)
Paseo de los insurgentes	10.1	57	67.1
Campestre	5.7	45.3	51
Constelaciones SN Juan	0.3	5.6	5.9
La Luz	9.3	30.9	40.3
Hilario Medina	4.7	31	35.7
Manuel J. Clouthier	2.6	22.5	25.1
Lopez Sanabria	2.7	11	13.7
Venustiano Carranza	1.1	11.6	12.7
Americas	0.9	9.2	10.1
Parcelas por CENSO TOTAL	37.4	224.1	261.6
Vialidades por Parcelas			
ADOLFO LOPEZ MATEOS	56.6	617.0	673.6
FRANCISCO VILLA	58.4	506.7	565.1
JUAN ALONSO DE TORRES	34.6	470.1	504.7
HERMANOS ALDAMA	42.8	352.6	395.3
MIGUEL HIDALGO	19.6	374.0	393.5
BLVD TORRES LANDA	41.6	322.3	363.9
MARIANO ESCOBEDO	20.6	296.3	316.9
VICENTE VALTIERRA	8.2	191.8	200.0
MALECON DEL RIO	21.0	155.2	176.2
JOSE MARIA MORELOS	9.2	97.0	106.3
MIGUEL DE CERVANTES S	4.9	49.0	53.9
TIMOTEO LOZANO	19.9	7.9	27.9
DELTA	3.4	18.9	22.3
Vialidades por Parcelas TOTAL	340.8	3458.8	3799.6
GRAN TOTAL VIALIDADES	378	3,683	4,061

Cuadro 15. COV para las vialidades evaluadas.

Beneficios Económicos

Los beneficios económicos brutos para todas las vialidades suman la cantidad de **\$29,570,822.00**. El cuadro 23 muestra los montos por vialidad así como el índice económico calculado con la misma metodología que el IVA e IVEc para comparar sobre la base de una hectárea, la eficiencia de cada parque. Es claro que el monto bruto depende del tamaño, población y calidad del arbolado y por eso vemos que la Av. Juan Alonso Torres tiene el valor de beneficio bruto mas alto pero también es porque su eficiencia es alta ya que tiene una calificación de 46/48 de IE o 96%, y por lado la Av. José Ma. Morelos que es mas grande pero que tiene una eficiencia mucho menor, de 14/48 de IE (apenas 29%), que ocasiona que la Morelos tenga 5.5 veces menos beneficio económico bruto que la Juan Alonso Torres.

Vialidad por Parcela	Valor bruto de Beneficio Eco.	IE	%	Vialidades por CENSO	Valor Bruto c	IE	%
Juan Alonso de Torres	\$7,361,289	46	96%	La Luz	\$1,773,301	36	75%
Francisco Villa	\$2,282,238	48	100%	Campestre	\$1,234,293	22	46%
Vicente Valtierra	\$2,129,035	48	100%	Hilario Medina	\$527,543	14	29%
Mariano Escobedo	\$1,875,461	36	75%	Americas	\$436,428	48	100%
Adolfo Lopez Mateos	\$1,835,593	32	67%	Paseo insurgentes	\$421,053	14	29%
Blvd Torres Landa	\$1,465,358	20	42%	Venustiano Carranza	\$276,821	20	42%
Malecon del Rio	\$1,376,513	36	75%	Constelaciones Sn Juan	\$243,129	20	42%
Jose Maria Morelos	\$1,335,271	14	29%	Lopez Sanabria	\$174,915	18	38%
Miguel de Cervantes S	\$1,279,492	44	92%	Manuel J. Clouthier	\$102,672	22	46%
Delta	\$1,233,432	32	67%				
Miguel Hidalgo	\$1,108,219	36	75%				
Hermanos Aldama	\$762,613	30	63%				
Timoteo Lozano	\$336,154	8	17%				

Cuadro 16. Beneficios económicos e índice económico (IE) para las vialidades evaluadas.

Con este criterio es posible utilizar el IE como indicador y con él jerarquizar las vialidades que mas requieren atención para incrementar su eficiencia y en ese sentido si hay mucho margen de maniobra ya que el rango de valores es muy amplio desde 17% y 29% hasta el 100%. El promedio de IE

Conclusión y recomendaciones al servicio ambiental.

El objetivo planteado que se refiere a realizar y determinar la cuantificación económica del beneficio ambiental que proveen los árboles de los parques y vialidades de la ciudad tiene como propósitos en primer lugar; (1) que el público en general y quien toma decisiones presupuestales esté consiente de la aportación de los árboles a mejorar el hábitat urbano, (2) al estar expresado en una cifra de dinero, no requiere interpretación biológica. En tercer lugar, permitir demostrar porque el llevar a cabo buenas prácticas de manejo de arbolado es una inversión inteligente toda vez que la relación Beneficio/Costo en árboles es superior a la unidad. Sin tomar en cuenta otros beneficios de salud, confort, visuales y de ahorro de energía que sobrepasan los gastos que se requieren para contar con un arbolado sano.

Sumando todos los índices vitales, establecidos cada uno de ellos con 4 de los principales parámetros que definen la calidad del arbolado, su servicio ambiental, y su equivalente económico tenemos el **INDICE ARBOREO (IA)**. De nuevo es un índice comparativo y que nos ayuda a determinar comparando las áreas entre sí cuáles tienen peores condiciones de arbolado que se traduce en servicios ambientales bajos y por lo tanto económicos. La calificación máxima que se puede obtener es la de 144 (48 por cada uno de los índices y este a su vez de 12 x 4 de cada uno de los parámetros incluidos). El cuadro 24 presenta el **IA** para los parques y se encuentra marcado con color de acuerdo a su calificación el estado del parque.

Se encontraron 4 parques en malas condiciones, es decir con una calificación por debajo de 48, se considera así por estar en el 2º percentil de 5, en orden ascendente. No hubo parques Muy Malos que estuvieran en el 1º percentil más bajo con calificación límite de 24. El parque Cárcamos a pesar de ser un parque grande, evaluado por parcelas, y con mucha infraestructura su densidad de árboles es bastante baja y esto impacta de manera directa al beneficio ambiental y económico, aunque también la calidad de su arbolado fue mala. En el tercer percentil, con valores de IA entre 72 y 96 están los parques regulares que con poco de esfuerzo podrían subir de categoría y sobretodo mejorar el servicio ambiental general. El cuarto percentil, con los parques con valores de IA entre 96 y 120, se caracteriza por 4 parques de alta exposición pública que seguramente tienen programas de mantenimiento más intensivos que un parque público normal y que coinciden con su capacidad de servicio ambiental lo que viene a demostrar que si es posible tener un mejor arbolado pero que hay que trabajar e invertir en él. Finalmente los parques "Muy Buenos", aquellos con calificaciones superiores a los 120 puntos, son parques en zonas residenciales donde también es de esperar buenos programas de mantenimiento y los terrenos y sitios son de lo mejor que se refleja en el arbolado.

	Parque	IVA	IVec	IE	IA	%
1	VIVERO	46	48	48	142	99%
2	Paseo de las Aguilas	44	48	48	140	97%
3	Parque Panorama	40	46	48	134	93%
4	Parque Manzanares	30	44	48	122	85%
5	Parque Hidalgo	30	40	42	112	78%
6	ZOOLOGICO	30	42	38	110	76%
7	CHAPALITA	26	36	30	92	64%
8	Parque México	16	36	36	88	61%
9	Parque Juarez	10	28	28	66	46%
10	EXPLORA	22	24	18	64	44%
11	San Isidro 1	32	10	14	56	39%
12	San Isidro 2	36	8	10	54	38%
13	Foresta La Martinica	28	8	8	44	31%
14	Foresta San Manuel	12	12	16	40	28%
15	CARCAMOS	12	16	10	38	26%
16	Valle del Real	12	10	8	30	21%
	Muy malo	24	Reg.	72	Muy B.	120
	Malo	48	Bueno	96		

Cuadro 17. Índice Arbóreo de los parques inventariados, clasificados según su clasificación.

Por su parte las vialidades se encuentran en el cuadro 25, divididas por tamaño, en la parte superior las grandes y en la inferior las chicas (censadas). En general las vialidades están en peores condiciones que los parques pero es de esperar que sea así por las malas condiciones de sitio que prevalecen en las vialidades como compactación, suelos muy pobres, baja infiltración de agua, etc. En las vialidades grandes hay 4 que obtuvieron la mejor calificación por tener los arbolados en mejores condiciones, mas no significa que estén en optimas condiciones, solamente hubo dos "buenas" y las 7 restante regulares a malas. No hubo vialidades muy malas lo cual es ganancia pero si hay algunas, como la Av. José Ma. Morelos, que por su tamaño simplemente tiene las condiciones para poder contar con un mejor arbolado, simplemente es necesaria diseñar un programa de mejora de sitios, sustitución de especies, rejuvenecimiento ya que si bien no se encontraron arboles muertos en esta vialidad si el **63%** se caracterizo como "muriendo" debido a su muy pobre follaje.

Vialidad por Parcela	IVA	IVeC	IE	IA	%
Francisco Villa	44	48	48	140	97%
Vicente Valtierra	44	48	48	140	97%
Juan Alonso de Torres	38	48	46	132	92%
Miguel de Cervantes S	36	48	44	128	89%
Miguel Hidalgo	34	36	36	106	74%
Adolfo López Mateos	38	34	32	104	72%
Mariano Escobedo	26	32	36	94	65%
Malecón del Río	24	34	36	94	65%
Delta	28	28	32	88	61%
Hermanos Aldama	20	24	30	74	51%
Blvd Torres Landa	18	18	20	56	39%
José María Morelos	14	12	14	40	28%
Timoteo Lozano	18	8	8	34	24%
Vialidades por Censo	IVA	IVeC	IE	IA	
Américas	48	48	48	144	100%
La Luz	30	32	36	98	68%
Campestre	22	22	22	66	46%
Manuel J. Clouthier	28	14	22	64	44%
Venustiano Carranza	18	16	20	54	38%
Constelaciones San Juan	14	14	20	48	33%
López Sanabria	18	12	18	48	33%
Paseo de los insurgentes	18	10	14	42	29%
Hilario Medina	14	10	14	38	26%

Cuadro 18. IA en las vialidades inventariadas.

Cada vialidad debe analizarse por separado para identificar el o los principales factores que dan origen a estas calificaciones para poder ir determinando las acciones precisas a tomar, como el caso de la José Ma. Morelos. Esto se debe hacer con la información por estrato de los reportes de i-Tree.



Para comprender la importancia de la información generada con el inventario el siguiente ejercicio pretende mostrar un tipo de análisis que se puede hacer con ella. Con las vialidades que en su IE estuvieron por debajo del promedio, es decir con calificaciones menores a 24, si a través de buen manejo, mantenimiento oportuno y correcto y mejora de sitio (fertilización, riego, etc.) podemos elevar el IE a un nivel de 30 estas vialidades podrían incrementar un 84% su beneficio económico en un periodo de unos 3-5 años lo que significa una derrama adicional de **\$5,129,989.81**. Es decir si tomamos el beneficio económico neto entre la calificación obtenida por la vialidad y dicho valor lo multiplicamos por 30 podemos estimar el beneficio potencial. Esto es asumiendo que la relación es lineal y proporcional aunque en la realidad sabemos que la respuesta de los árboles en la mayoría de los casos es exponencial, es decir entre mas grande y frondoso su servicio ambiental adquiere un ritmo que aumenta cada vez más rápidamente, así que este ejercicio de ajuste a 30 de IE se podría decir que es un cálculo de beneficio potencial mínimo. Desafortunadamente no fue posible contar con la información de costos incurridos por vialidad por lo que no se puede hacer un análisis Beneficio/Costo, pero en todos los casos donde se ha aplicado el i-Tree esta relación siempre es positiva e incluso en el rango de 2 a 5.

Vialidad	Beneficio Económico neto	Ajustado a un IE de 30
Campestre	\$1,234,293	1,683,127
Manuel J. Clouthier	\$102,672	140,007
Blvd Torres Landa	\$1,465,358	2,198,037
Venustiano Carranza	\$276,821	415,231
Constelaciones Sn Juan	\$243,129	364,694
Lopez Sanabria	\$174,915	291,525
Jose Maria Morelos	\$1,335,271	2,861,295
Hilario Medina	\$527,543	1,130,449
Paseo insurgentes	\$421,053	902,257
Timoteo Lozano	\$336,154	1,260,577
Total	\$6,117,208	11,247,198

Cuadro 19. Posible beneficio económico de las vialidades con IA por debajo de 24.

Con esta información es posible justificar mayores inversiones para llevar a cabo los programas de reposición de arboles muertos o el de sustitución de especies, que además de incrementar servicio ambiental mejora el índice de biodiversidad, etc.

Estrato	Valor de Beneficio económico	Ajustado. a 30 IE
EXPLORA	\$ 1,837,476	\$ 3,062,460
Foresta San Manuel	\$ 205,554	\$ 385,414
San Isidro 1	\$ 151,668	\$ 325,003
CARCAMOS	\$ 1,025,066	\$ 3,075,199
San Isidro 2	\$ 119,608	\$ 358,823
Valle del Real	\$ 350,330	\$ 1,313,739
Foresta La Martinica	\$ 153,060	\$ 573,973
TOTAL	\$ 3,842,762	\$ 9,094,612

Cuadro 20. Beneficios económicos potenciales mínimos que se podrían obtener en parques con arbolado en malas condiciones.

Como se ve en el cuadro 27 el impacto de invertir en el mantenimiento y mejora de árboles en parques puede con seguridad, y relativa facilidad, elevar más del DOBLE el beneficio económico derivado del servicio ambiental de árboles y alcanzar los **\$9** Millones de pesos. En términos de B/C estamos hablando de que este incremento, que \$5,247,850 perfectamente puede financiar algunos de los programas mencionados y aun mantenerse mayor a 1.

Finalmente un listado de programas que se deberían implementar en corto tiempo para mejorar notablemente los arbolados y con objetivos a mediano y largo plazo que hagan los parques más eficientes ambientalmente, menos peligrosos, y más baratos de mantener son:

1) **REMOCION DE ARBOLES MUERTOS Y DE RIESGO.** Un programa de este tipo tiene la ventaja que no es muy grande ya que los porcentajes de arboles de este tipo son bajos pero visualmente es impactante y en términos de percepción pública ya se cuenta con la información ambiental para justificar su remoción y sustitución, también aprovechando la gran cantidad de árboles de buen tamaño existentes en el vivero municipal.

2) **SUSTITUCIÓN DE ESPECIES.** Este programa es de mayor escala y costo que el anterior ya que son mucho más árboles, por ejemplo en los parques donde la casuarina es la principal



especie, ya que además existen otras especies y esto incrementa el presupuesto total. La remoción, en este caso sería el mayor costo en este programa por el tamaño de muchos árboles ya que la sustitución por un árbol de especie nativa es más económica. Por otro lado, para este programa también se cuenta con la ventaja que se tiene la información ambiental del servicio que provee un árbol para justificar precisamente su remoción (figura 17). El programa se tiene que planear a muy largo plazo por el impacto que puede tener en el público una remoción intensa por la visibilidad del arbolado y percepción ciudadana. Por otro lado la sustitución debe ser con especies nativas en muy buen estado y se recomienda acompañarla con un buen trabajo de preparación de cajete para que el árbol pueda desarrollarse rápido y que el impacto visual del retiro sea el menor posible.

En el caso de los censos tanto de parques como de vialidades el contar con la ubicación y estado de los árboles permite realizar una planeación precisa de su retiro en tiempo y por orden de importancia y el impacto que tienen en el servicio ambiental.

Parámetros dasométricos	Medidos	Estimados	Servicio Ambiental
DAP (cm)	35.8	464.0	Número árbol
Altura (m)	17.1	200.1	Almacenamiento de C (kg)
Cubierta del dosel (m)	20.4	3.3	Sec. Bruto de C (kg/año)
Condición de los árboles (m ²)	CRITCA	0.2	Esc. Evitado (m ³ /año)
Área foliar (m ²)	143.3	336.9	Eliminación cont. (g/año)
Biomasa foliar (kg)	10.9	582.7	COV (g/año)
Índice del área foliar	7.0	8.9	Prod. Oxígeno (kg/año)
Área basal (m ²)	0.1		

Figura 12. Casuarina (464) en Paseo de los insurgentes.

3) **PROGRAMA DE MEJORA DE SITIO.** Este concepto fue el más recomendado como labor de mantenimiento a mediano-largo plazo como ya se mencionó por limitar el desarrollo de los

árboles. Aspectos como mejor aireación del suelo, fertilización y aplicación de materia orgánica (compostada claro) podrían realizar milagros en las condiciones de los árboles. Un programa de este tipo requiere que la unidad responsable cuente con la herramienta y equipos adecuados como espadas de aire, camiones con canastilla para poda de copas, tanques cisterna para aplicación de fertilizantes líquidos, equipos de transporte y aplicación de materia orgánica de manera eficiente, etc. Ahora una vez equipada la cuadrilla es **INDISPENSABLE** la capacitación de la misma y proveer de insumos y recursos para la implementación del programa.

4) **PROGRAMA FITOSANITARIO.** Considerando que la presencia del muérdago es bastante relevante, desde la presencia en 7% de los árboles en vialidades hasta el 35% de árboles en parques grandes pasando por el 22% en parques censados, es **URGENTE** establecer un programa de control. Sobretudo si como se menciona anteriormente es probable que el problema sea mas grande ya que cuando existían dos daños se tomaba el mas grave y si había muérdago este ya no se contabilizaba. Y por otro lado, existen parques con una incidencia muy alta que requieren atención todavía mas urgente como el Foresta Martinica con un **78%** de árboles infectados y el Parque México con un **31%**, con la información generada, particularmente por los censos.

La lista de posibles programas de trabajo que se pueden crear con la información obtenida del inventario de los parques y vialidades establecidos, se puede ampliar en la medida que se van analizando caso por caso y se pueden ir abriendo según las necesidades y características propias de cada parque o vialidad. También es posible incorporar la información generada en un Sistema de Información Geográfico (SIG) como el Qgis para la planeación de manejo, proyecciones de cambio de especies, y en conjunto con la opción de "pronósticos" del i-Tree calcular el posible servicio ambiental a 10-15 o 20 años de implementar un programa de reforestación-rejuvenecimiento-sustitución de variedades. La figura 18 por ejemplo, muestra los arboles que se encontraron muertos, su especie y su clase diamétrica (con tonos de color rojo) para establecer el programa de sustitución. La información de los árboles se ubico con los datos que se muestrearon sobre un ortomosaico tomado con Dron a 40 m y una resolución de 8 cm/pixel. Este sistema de trabajo y forma de presentación de los resultados, es decir con un SIG, es muy práctico, eficiente, reduce errores y sería el paso a seguir con la información de los inventarios.

También con la información de los inventarios es recomendable elaborar un programa de manejo del arbolado de gran visión que atienda las necesidades y requerimientos encontrados de manera sistemática, dentro de un marco temporal establecido y congruente con metas y objetivos claros. Es recomendable establecer en la medida de lo posible las metas y objetivos con apoyo de la comunidad, áreas administrativas de gobierno y autoridades de orden federal para eventualmente conseguir los recursos necesarios para la implementación. Como por ejemplo utilizando la metodología de planificación barrial presentada por Murillo, F. y M. Schweitzer en 2011 en su documento sobre *"Planear el barrio: urbanismo participativo para construir el derecho a la ciudad"*.

Para un mejor entendimiento del servicio ambiental que proveen las áreas evaluadas, el software calcula, basado en una serie de supuestos (con estándares de EUA) a cuantos automóviles equivale y viviendas unifamiliares. Este ejercicio que se presenta en el cuadro 28 y teniendo en consideración lo anteriormente mencionado sobre los supuestos nos da una idea del posible impacto del arbolado en la huella de carbono que hoy en día se genera en la ciudad. Como se puede ver en la columna de total, que suma las cantidades a través de las cuatro áreas evaluadas, el servicio no es significativo. Es decir, las cantidades comparadas con la población de automóviles de la ciudad, aun sin conocerla, son bastante pobres.

CO ₂ CONCEPTO	Parques grandes	Parques Chicos	Vialidades Chicas	Vialidades Grandes	TOTAL
El almacenamiento de carbono equivale a:					
Emisiones anuales de carbono (C) de ___ automóviles	1,860	779	1,070	4,830	8,539
Emisiones anuales de C de ___ viviendas unifamiliares	762	319	437	1,980	3,498
La eliminación de monóxido de carbono (CO) equivale a:					
Emisiones anuales de CO de __ automóviles	1	1		3	5
Emisiones anuales de CO de __ viviendas unifamiliares	4	2		8	14
La eliminación de dióxido de nitrógeno (NO₂) equivale a:					
Emisiones anuales de NO ₂ de ___ automóviles	82	22	8	101	213
Emisiones anuales de NO ₂ de ___ viviendas unifamiliares	37	10	4	46	97
La eliminación de dióxido de sulfuro (SO₂) equivale a:					
Emisiones anuales de SO ₂ de ___ automóviles	7,830	2,400	801	11,200	22,231
Emisiones anuales de SO ₂ de ___ viviendas unifamiliares	21	6	2	30	59
El secuestro anual de carbono equivale a:					
Emisiones anuales de C de ___ automóviles	100			100	200
Emisiones anuales de C de __ viviendas unifamiliares	0				

Cuadro 21. Valor relativo de los beneficios ambientales de las áreas evaluadas⁷.

En otras palabras, es necesario diseñar programas que busquen elevar el servicio ambiental de los árboles para compensar la huella de carbono. Por suerte, muchas avenidas y ciertamente los parques tienen espacios para mejorar el arbolado, solo es necesario programar y ejecutar el cambio de especies, y la mejora de sitios y manejo. También se recomienda fuertemente iniciar un sistema de registro financiero de los programas implementados para poder demostrar económicamente la rentabilidad de la inversión en la mejora del arbolado urbano en cualquiera de sus opciones. Para esto Hort-Innovation tiene una metodología (Tree Costing Tool) muy completa, que incluye una hoja de Excel para la captura y que valdría la pena revisar para implementar.

⁷ Basados en información de:

Identificación y ubicación de Arboles Muertos en el Parque Juárez



Figura 13. Ortomosaico del parque Juárez indicando por color el DAP y los 13 arboles muertos, con su especie, encontrados.

Bibliografía

1. Baldocchi, D.D.; Hicks, B.B.; Camara, P. 1987. **A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces**. Atmospheric Environment. 21: 91-101.
2. 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
3. Bidwell, R.G.S.; Fraser, D.E. 1972. **Carbon monoxide uptake and metabolism by leaves**. Canadian Journal of Botany. 50: 1435-1439.
4. Borrajo Millan J.M et al 2016. **Valor del Bosque Urbano de Madrid**. https://www.itreetools.org/documents/549/Valor_Bosque_Urbano_Madrid.pdf
5. 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.
6. Carbon Dioxide Information Analysis Center. 2010. **CO2 Emissions (metric tons per capita)**. Washington, DC: The World Bank.
7. Chaparro, L. Y J. Terradas. 2009. **Ecological services of urban Forest in Barcelona**. CREAM. Universitat Autònoma de Barcelona <https://www.itreetools.org/documents/302/Barcelona%20Ecosystem%20Analysis.pdf>
8. 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
9. De la Concha D., H y Roche L. 2018. **Estudio diagnostico del arbolado urbano en parques públicos de Mérida** <http://www.itreetools.org/resources/lang/es/InventarioParquesMerida2018.pdf>.
10. De la Concha D., H. y Sube J.L. 2018. **Cuantificación, diagnostico, y valorización del arbolado urbano del municipio de Guadalajara**. Dirección de Medio Ambiente del Municipio
11. Dirección General de Gestión Ambiental. Mpio. De León, Gto. 2015. **Manual de manejo de vegetación Urbana**. Para la ciudad de León. www.leon.gob.mx/medioambiente/.
12. Dirección General de Medio Ambiente e IMPLAN, 2020. **Índice de Biodiversidad Urbana**. Ciudad de León, Guanajuato.
13. FAO. 2016. **Directrices para la silvicultura urbana y periurbana**, por Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, Estudio FAO: Montes No 178, Roma, FAO.
14. Freilicher, E.M. 2010. **Evaluating Federal Urban Forestry Performance Measures in Massachusetts (U.S.A.)**. Univ. of Mass Amherst. Master Thesis 1911 Feb 2014. <http://scholarworks.umass.edu/theses/509>
15. Hort Innovation, 2020. **Tree Costing Tool**. www.horticulture.com.au ISBN 978 0 7341 4630 4.
16. Hanou, I. 2012. **Assesing Cleveland Metroparks Tree Cover**. AMEC Earth & Enviromental for Cleveland Metroparks
17. 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-tsd-final-july-2015.pdf>

18. Lovett, G.M. 1994. **Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective.** Ecological Applications. 4: 629-650.
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 planting.** Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-202. Albany CA, U.S.D.A., Forest Service, Pacific SW research St. 106 p.
21. Murillo, F.N. et. Al. 2011. **Planear el barrio: urbanismo participativo para construir el derecho a la ciudad.** Ediciones Cuentahilos, Paraguay.
22. 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.
23. Nowak, D.J. 1995. Trees pollute? **A "TREE" explains it all.** In: Proceedings of the 7th National Urban Forestry Conference. Washington, DC: American Forests: 28-30.
24. 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.
25. Nowak, D.J.; 2020. **Understanding i-Tree: Summary of Programs and Methods.** Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: NRS-200.
26. 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.
27. 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.
28. 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
29. Soares, A.L. et al. **Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal.** Urban Forestry & Urban greening (2011), doi:10.1016/j.ufug.2010.12.001
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.

ANEXOS

Anexo 01 Coordenadas de las parcelas utilizadas para los censos de parques y vialidades.

Anexo 02. Ejemplo del calculo del IVA con los datos de Parques Censados.

Anexo 03. Especies y población en parques censados.

Anexo 04. Especies y población en parques muestreados.

Anexo 05. Especies y población encontrados en las vialidades muestreadas por parcelas.

Anexo 06. Especies y población encontrados en las vialidades censadas

ANEXO 01 Ubicación de parcelas en los parques para realizar el inventario.



ID	Latitud (Y)	Longitud (X)
Carcamos		
1	21.168902	-101.684504
2	21.167045	-101.684516
3	21.165351	-101.683618
4	21.169037	-101.685186
5	21.167866	-101.684355
6	21.168949	-101.684714
7	21.168457	-101.685291
8	21.169101	-101.684478
9	21.166986	-101.683925
10	21.168707	-101.684994
11	21.167779	-101.685249
12	21.168729	-101.684797
13	21.167481	-101.685000
14	21.168044	-101.684259
15	21.168184	-101.683744
16	21.166326	-101.684319
17	21.167146	-101.683724
18	21.165865	-101.683195
19	21.167549	-101.684084
20	21.168689	-101.684521
Chapalita		
21	21.125015	-101.698725
22	21.124688	-101.700594
23	21.125416	-101.699807
24	21.125803	-101.699254
25	21.125713	-101.702016
26	21.125359	-101.700811
27	21.125132	-101.702485
28	21.124925	-101.699343
29	21.125089	-101.702250
30	21.125175	-101.701002
31	21.125848	-101.698107
32	21.125256	-101.699154
33	21.125701	-101.701818
34	21.125109	-101.702533
35	21.125909	-101.700893
36	21.125062	-101.700438
37	21.12562	-101.700327
38	21.126327	-101.699706
39	21.126564	-101.701121
40	21.125559	-101.701168

ID	Latitud (Y)	Longitud (X)
Explora		
41	21.112177	-101.661458
42	21.108764	-101.660745
43	21.111878	-101.658261
44	21.11129	-101.658749
45	21.109218	-101.658305
46	21.109554	-101.659955
47	21.112087	-101.659099
48	21.108471	-101.660310
49	21.111572	-101.660154
50	21.109227	-101.657607
51	21.108539	-101.657062
52	21.107554	-101.657440
53	21.110723	-101.661541
54	21.109847	-101.659018
55	21.108892	-101.656765
56	21.110615	-101.659158
57	21.11174	-101.661658
58	21.112137	-101.658628
59	21.112932	-101.660120
60	21.112001	-101.660887
61	21.108127	-101.657325
62	21.111927	-101.659769
63	21.112006	-101.658885
64	21.108036	-101.657182
65	21.11088	-101.660051
66	21.111743	-101.660102
67	21.111808	-101.658270
68	21.109489	-101.659566
69	21.110112	-101.660516
70	21.109343	-101.658217
71	21.111938	-101.661908
72	21.110389	-101.659144
73	21.111855	-101.659007
74	21.109703	-101.661100
75	21.108417	-101.660445
76	21.112565	-101.659052
77	21.109856	-101.660370
78	21.109074	-101.659871
79	21.112193	-101.660761
80	21.110311	-101.660332

ID	Latitud (Y)	Longitud (X)
Vivero		
81	21.180803	-101.648862
82	21.179148	-101.648191
83	21.179456	-101.649246
84	21.178479	-101.646979
85	21.179745	-101.649173
86	21.182023	-101.648183
87	21.179418	-101.647654
88	21.181798	-101.648405
89	21.179184	-101.648646
90	21.181447	-101.648577
91	21.181899	-101.648728
92	21.179774	-101.648321
93	21.178646	-101.648243
94	21.178761	-101.647438
95	21.182075	-101.649073
96	21.180888	-101.647865
97	21.179911	-101.647712
98	21.18006	-101.648753
99	21.180037	-101.649248
100	21.179396	-101.649144

ANEXO 01 Ubicación de parcelas en los parques para realizar el inventario.



ID	Latitud (Y)	Longitud (X)	Columna ID2	Latitud (Y)3	Longitud (X)4
Zoologico					
101	21.183539	-101.652203	132	21.186942	-101.656394
102	21.183328	-101.651940	133	21.185386	-101.654793
103	21.185973	-101.656819	134	21.187516	-101.656277
104	21.184347	-101.654319	135	21.186944	-101.656672
105	21.185012	-101.657658	136	21.185322	-101.657673
106	21.183805	-101.650641	137	21.182564	-101.651303
107	21.183444	-101.651154	138	21.182801	-101.652259
108	21.186477	-101.656673	139	21.184814	-101.651158
109	21.182591	-101.649600	140	21.18322	-101.652586
110	21.186856	-101.656036	141	21.183839	-101.652151
111	21.183456	-101.653574	142	21.187588	-101.656376
112	21.185142	-101.654145	143	21.184908	-101.656513
113	21.185836	-101.654168	144	21.184669	-101.652326
114	21.185153	-101.656508	145	21.184424	-101.651912
115	21.185091	-101.651706	146	21.185951	-101.651272
116	21.18308	-101.648790	147	21.186124	-101.655204
117	21.186277	-101.653496	148	21.184269	-101.654673
118	21.186007	-101.653459	149	21.186358	-101.655952
119	21.182837	-101.649202	150	21.18376	-101.652986
120	21.188558	-101.655132	151	21.184183	-101.654023
121	21.186827	-101.656903	152	21.186439	-101.654049
122	21.188959	-101.655933	153	21.185118	-101.654142
123	21.185545	-101.653353	154	21.184178	-101.650226
124	21.186755	-101.653466	155	21.184181	-101.652121
125	21.18543	-101.650372	156	21.185865	-101.654517
126	21.185043	-101.655840	157	21.182609	-101.651681
127	21.18507	-101.654047	158	21.184748	-101.653380
128	21.186743	-101.653599	159	21.183375	-101.652016
129	21.186522	-101.654386	160	21.186674	-101.654721
130	21.181929	-101.650862			
131	21.186793	-101.656948			



ID	Estrato	Latitud (Y)	Longitud (X)				
				40	Blvd Torres L	21.097264	-101.655018
1	Vicente Valtierra	21.117668	-101.609723	41	Blvd Torres L	21.091655	-101.734389
2	Vicente Valtierra	21.127484	-101.642352	42	Blvd Torres L	21.087493	-101.743442
3	Vicente Valtierra	21.129743	-101.652866	43	Blvd Torres L	21.089828	-101.738029
4	Vicente Valtierra	21.124022	-101.619731	44	Timoteo Loza	21.085584	-101.668247
5	Vicente Valtierra	21.131296	-101.663059	45	Timoteo Loza	21.075421	-101.650630
6	Vicente Valtierra	21.124972	-101.627598	46	Timoteo Loza	21.084534	-101.666457
7	Vicente Valtierra	21.116124	-101.608200	47	Timoteo Loza	21.07672	-101.652764
8	Vicente Valtierra	21.129464	-101.650906	48	Timoteo Loza	21.082951	-101.663132
9	Vicente Valtierra	21.12502	-101.621899	49	Timoteo Loza	21.070267	-101.641765
10	Vicente Valtierra	21.126542	-101.636593	50	Timoteo Loza	21.081935	-101.662037
11	Vicente Valtierra	21.12922	-101.650619	51	Timoteo Loza	21.089677	-101.675576
12	Vicente Valtierra	21.125295	-101.630804	52	Timoteo Loza	21.088971	-101.674009
13	Vicente Valtierra	21.129796	-101.653381	53	Timoteo Loza	21.071855	-101.644134
14	Vicente Valtierra	21.134244	-101.676107	54	Timoteo Loza	21.078831	-101.656022
15	Vicente Valtierra	21.125073	-101.624184	55	Timoteo Loza	21.089743	-101.675604
16	Blvd Torres Landa	21.101953	-101.684031	56	Timoteo Loza	21.092287	-101.683177
17	Blvd Torres Landa	21.10106	-101.676375	57	Timoteo Loza	21.088877	-101.674269
18	Blvd Torres Landa	21.098237	-101.723304	58	Timoteo Loza	21.080669	-101.659666
19	Blvd Torres Landa	21.101145	-101.714179	59	Miguel Hidal	21.18251	-101.664137
20	Blvd Torres Landa	21.083063	-101.747380	60	Miguel Hidal	21.142162	-101.674413
21	Blvd Torres Landa	21.096705	-101.634678	61	Miguel Hidal	21.135318	-101.677046
22	Blvd Torres Landa	21.093144	-101.732300	62	Miguel Hidal	21.160883	-101.665336
23	Blvd Torres Landa	21.097908	-101.642549	63	Miguel Hidal	21.17313	-101.664003
24	Blvd Torres Landa	21.098082	-101.667162	64	Miguel Hidal	21.145081	-101.673098
25	Blvd Torres Landa	21.103997	-101.692298	65	Miguel Hidal	21.149613	-101.670661
26	Blvd Torres Landa	21.087592	-101.743342	66	Miguel Hidal	21.14775	-101.671483
27	Blvd Torres Landa	21.09127	-101.735077	67	Miguel Hidal	21.151991	-101.669809
28	Blvd Torres Landa	21.09664	-101.634349	68	Miguel Hidal	21.195405	-101.667279
29	Blvd Torres Landa	21.096513	-101.726968	69	Miguel Hidal	21.150379	-101.670413
30	Blvd Torres Landa	21.090302	-101.736900	70	Miguel Hidal	21.173724	-101.664198
31	Blvd Torres Landa	21.101638	-101.713228	71	Miguel Hidal	21.179881	-101.664099
32	Blvd Torres Landa	21.096611	-101.649036	72	Miguel Hidal	21.184941	-101.664212
33	Blvd Torres Landa	21.104941	-101.696423	73	Miguel Hidal	21.184822	-101.664235
34	Blvd Torres Landa	21.10465	-101.695562	74	Mariano Esco	21.106606	-101.656976
35	Blvd Torres Landa	21.101441	-101.713939	75	Mariano Esco	21.109582	-101.668325
36	Blvd Torres Landa	21.099341	-101.719994	76	Mariano Esco	21.10643	-101.656276
37	Blvd Torres Landa	21.100158	-101.717080	77	Mariano Esco	21.110733	-101.672015
38	Blvd Torres Landa	21.104119	-101.693286	78	Mariano Esco	21.104116	-101.641910
39	Blvd Torres Landa	21.088141	-101.742518	79	Mariano Esco	21.116481	-101.699614

Anexo 1B Coordenadas de las parcelas utilizadas para los censos de parques y vialidades



80	Mariano Esco	21.11658	-101.731802	120	Miguel de Ce	21.11425	-101.710029
81	Mariano Esco	21.106319	-101.724965	121	Miguel de Ce	21.109991	-101.711838
82	Mariano Esco	21.121554	-101.730571	122	Miguel de Ce	21.106408	-101.711516
83	Mariano Esco	21.106777	-101.730431	123	Miguel de Ce	21.110334	-101.712031
84	Mariano Esco	21.11513	-101.684375	124	Miguel de Ce	21.114926	-101.709434
85	Mariano Esco	21.118141	-101.714288	125	Miguel de Ce	21.109508	-101.711601
86	Mariano Esco	21.110459	-101.723979	126	Miguel de Ce	21.103212	-101.710776
87	Mariano Esco	21.106417	-101.656529	127	Juan Alonso e	21.139731	-101.629308
88	Mariano Esco	21.108175	-101.730320	128	Juan Alonso e	21.138863	-101.624428
89	Mariano Esco	21.106246	-101.725247	129	Juan Alonso e	21.143341	-101.639577
90	Mariano Esco	21.110237	-101.669866	130	Juan Alonso e	21.155773	-101.687188
91	Mariano Esco	21.109984	-101.730304	131	Juan Alonso e	21.150826	-101.668837
92	Mariano Esco	21.120806	-101.719672	132	Juan Alonso e	21.143832	-101.713484
93	Mariano Esco	21.117268	-101.702765	133	Juan Alonso e	21.153086	-101.699100
94	Malecon del l	21.113158	-101.665053	134	Juan Alonso e	21.139162	-101.624953
95	Malecon del l	21.115765	-101.666244	135	Juan Alonso e	21.15401	-101.681280
96	Malecon del l	21.120109	-101.670859	136	Juan Alonso e	21.150897	-101.702830
97	Malecon del l	21.121011	-101.672205	137	Juan Alonso e	21.149333	-101.662532
98	Malecon del l	21.150047	-101.678240	138	Juan Alonso e	21.142012	-101.633745
99	Malecon del l	21.141743	-101.680148	139	Juan Alonso e	21.148317	-101.659324
100	Malecon del l	21.127115	-101.675818	140	Juan Alonso e	21.150946	-101.669282
101	Malecon del l	21.122144	-101.672973	141	Juan Alonso e	21.136383	-101.618950
102	Malecon del l	21.131196	-101.677945	142	Juan Alonso e	21.143732	-101.714070
103	Malecon del l	21.128358	-101.676131	143	Juan Alonso e	21.134762	-101.716671
104	Malecon del l	21.150355	-101.678113	144	Juan Alonso e	21.156306	-101.690197
105	Malecon del l	21.117426	-101.667271	145	Juan Alonso e	21.143846	-101.641110
106	Malecon del l	21.129601	-101.677408	146	Juan Alonso e	21.144251	-101.644612
107	Malecon del l	21.117723	-101.667541	147	Juan Alonso e	21.14767	-101.708177
108	Malecon del l	21.127467	-101.675825	148	Juan Alonso e	21.151245	-101.671351
109	Malecon del l	21.130503	-101.677473	149	Juan Alonso e	21.153854	-101.680943
110	Malecon del l	21.113917	-101.665574	150	Juan Alonso e	21.156775	-101.692250
111	Malecon del l	21.148958	-101.678712	151	Juan Alonso e	21.154067	-101.681350
112	Miguel de Ce	21.1193	-101.707737	152	Juan Alonso e	21.152794	-101.676017
113	Miguel de Ce	21.115155	-101.709552	153	Juan Alonso e	21.145907	-101.650148
114	Miguel de Ce	21.111071	-101.711519	154	Juan Alonso e	21.1488	-101.707043
115	Miguel de Ce	21.144292	-101.701799	155	Juan Alonso e	21.146945	-101.708843
116	Miguel de Ce	21.112784	-101.710536	156	Juan Alonso e	21.139389	-101.629004
117	Miguel de Ce	21.126035	-101.705326	157	Juan Alonso e	21.145587	-101.648162
118	Miguel de Ce	21.116454	-101.708646	158	Juan Alonso e	21.150691	-101.702894
119	Miguel de Ce	21.108288	-101.711045	159	Juan Alonso e	21.151714	-101.701640

Anexo 1B Coordenadas de las parcelas utilizadas para los censos de parques y vialidades



160	Juan Alonso C	21.153207	-101.678782	200	Jose Maria M	21.118572	-101.626744
161	Juan Alonso C	21.149511	-101.705592	201	Jose Maria M	21.149107	-101.634536
162	Juan Alonso C	21.143604	-101.640199	202	Jose Maria M	21.166231	-101.651642
163	Juan Alonso C	21.131294	-101.607372	203	Jose Maria M	21.116535	-101.625890
164	Juan Alonso C	21.148615	-101.660147	204	Jose Maria M	21.096591	-101.627139
165	Juan Alonso C	21.138693	-101.624061	205	Jose Maria M	21.112509	-101.625561
166	Juan Alonso C	21.129559	-101.717584	206	Jose Maria M	21.163285	-101.648292
167	Juan Alonso C	21.151998	-101.700928	207	Jose Maria M	21.170351	-101.679180
168	Juan Alonso C	21.13585	-101.617911	208	Jose Maria M	21.173171	-101.664075
169	Juan Alonso C	21.148963	-101.660683	209	Jose Maria M	21.170069	-101.655777
170	Juan Alonso C	21.144969	-101.646039	210	Jose Maria M	21.140192	-101.632771
171	Juan Alonso C	21.146206	-101.650919	211	Jose Maria M	21.165667	-101.651776
172	Juan Alonso C	21.133	-101.716799	212	Jose Maria M	21.170539	-101.681494
173	Juan Alonso C	21.156391	-101.690188	213	Jose Maria M	21.108357	-101.623997
174	Juan Alonso C	21.14455	-101.643642	214	Jose Maria M	21.16833	-101.654215
175	Juan Alonso C	21.143775	-101.641976	215	Jose Maria M	21.137231	-101.631497
176	Juan Alonso C	21.14966	-101.705483	216	Jose Maria M	21.111615	-101.625052
177	Juan Alonso C	21.151117	-101.670461	217	Jose Maria M	21.09833	-101.626271
178	Jose Maria M	21.124494	-101.628149	218	Jose Maria M	21.114028	-101.625412
179	Jose Maria M	21.142229	-101.632849	219	Jose Maria M	21.153838	-101.638523
180	Jose Maria M	21.137999	-101.632068	220	Jose Maria M	21.156454	-101.641305
181	Jose Maria M	21.112775	-101.625419	221	Jose Maria M	21.132844	-101.630511
182	Jose Maria M	21.103453	-101.623685	222	Jose Maria M	21.104377	-101.623515
183	Jose Maria M	21.148245	-101.634217	223	Jose Maria M	21.112446	-101.624869
184	Jose Maria M	21.129445	-101.629622	224	Jose Maria M	21.10397	-101.623126
185	Jose Maria M	21.16421	-101.649503	225	Jose Maria M	21.158789	-101.644053
186	Jose Maria M	21.131403	-101.630397	226	Jose Maria M	21.128473	-101.629352
187	Jose Maria M	21.16833	-101.653937	227	Jose Maria M	21.168847	-101.691085
188	Jose Maria M	21.146913	-101.634331	228	Jose Maria M	21.127126	-101.628737
189	Jose Maria M	21.170743	-101.656581	229	Jose Maria M	21.173547	-101.666068
190	Jose Maria M	21.172544	-101.675351	230	Hermanos Alc	21.101265	-101.679413
191	Jose Maria M	21.163881	-101.649278	231	Hermanos Alc	21.070337	-101.683345
192	Jose Maria M	21.12147	-101.627823	232	Hermanos Alc	21.0859	-101.679653
193	Jose Maria M	21.126812	-101.628633	233	Hermanos Alc	21.09371	-101.679404
194	Jose Maria M	21.142401	-101.633204	234	Hermanos Alc	21.086669	-101.679589
195	Jose Maria M	21.106947	-101.624019	235	Hermanos Alc	21.074598	-101.682152
196	Jose Maria M	21.170852	-101.678844	236	Hermanos Alc	21.100791	-101.679531
197	Jose Maria M	21.118008	-101.626290	237	Hermanos Alc	21.098365	-101.679367
198	Jose Maria M	21.119136	-101.627173	238	Hermanos Alc	21.064341	-101.685303
199	Jose Maria M	21.169066	-101.690521	239	Hermanos Alc	21.067073	-101.684282

Anexo 1B Coordenadas de las parcelas utilizadas para los censos de parques y vialidades



240	Hermanos Ald	21.074104	-101.682327	280	Adolfo Lopez	21.095155	-101.627207
241	Hermanos Ald	21.08155	-101.680031	281	Adolfo Lopez	21.125487	-101.681807
242	Hermanos Ald	21.074785	-101.682026	282	Adolfo Lopez	21.098876	-101.631468
243	Hermanos Ald	21.105328	-101.678416	283	Adolfo Lopez	21.144438	-101.685529
244	Hermanos Ald	21.096472	-101.679281	284	Adolfo Lopez	21.116416	-101.656763
245	Delta	21.120758	-101.598800	285	Adolfo Lopez	21.134841	-101.687266
246	Delta	21.092477	-101.618241	286	Adolfo Lopez	21.11784	-101.660636
247	Delta	21.097992	-101.614950	287	Francisco Vill	21.128943	-101.646356
248	Delta	21.114821	-101.604050	288	Francisco Vill	21.127359	-101.647129
249	Delta	21.115801	-101.603104	289	Francisco Vill	21.113804	-101.653436
250	Delta	21.080171	-101.632191	290	Francisco Vill	21.133388	-101.644136
251	Delta	21.083179	-101.627858	291	Francisco Vill	21.118617	-101.651369
252	Delta	21.095303	-101.616615	292	Francisco Vill	21.138594	-101.641066
253	Delta	21.082951	-101.628288	293	Francisco Vill	21.127237	-101.647318
254	Delta	21.122558	-101.597564	294	Francisco Vill	21.113497	-101.653810
255	Delta	21.107369	-101.610175	295	Francisco Vill	21.136114	-101.642415
256	Delta	21.098356	-101.614995	296	Francisco Vill	21.110353	-101.655567
257	Delta	21.095963	-101.616040	297	Francisco Vill	21.092439	-101.664387
258	Delta	21.071044	-101.636568	298	Francisco Vill	21.132615	-101.644363
259	Delta	21.092454	-101.618036	299	Francisco Vill	21.095963	-101.663612
260	Delta	21.076638	-101.635057	300	Francisco Vill	21.117168	-101.652093
261	Delta	21.078883	-101.633575	301	Francisco Vill	21.090167	-101.665019
262	Delta	21.082165	-101.629080				
263	Adolfo Lopez M	21.112336	-101.648830				
264	Adolfo Lopez M	21.109705	-101.645334				
265	Adolfo Lopez M	21.10406	-101.637877				
266	Adolfo Lopez M	21.128977	-101.687307				
267	Adolfo Lopez M	21.096631	-101.628385				
268	Adolfo Lopez M	21.126988	-101.685521				
269	Adolfo Lopez M	21.12364	-101.677381				
270	Adolfo Lopez M	21.100159	-101.632688				
271	Adolfo Lopez M	21.102058	-101.635224				
272	Adolfo Lopez M	21.092756	-101.623431				
273	Adolfo Lopez M	21.113991	-101.651709				
274	Adolfo Lopez M	21.126052	-101.683085				
275	Adolfo Lopez M	21.11698	-101.657861				
276	Adolfo Lopez M	21.140846	-101.686236				
277	Adolfo Lopez M	21.112477	-101.649253				
278	Adolfo Lopez M	21.106215	-101.640970				
279	Adolfo Lopez M	21.120316	-101.668861				



Valores obtenidos por parque en i-Tree

Estrato	Biomasa del peso seco del árbol				Condición promedio
	Árboles	Área foliar	Biomasa foliar	Biomasa seco del árbol	
San Isidro 1	105	0.83	0.79	75.2	31.29
Foresta San Manuel	288	1.18	0.99	101.4	20.49
Foresta La Martinica	125	0.47	0.37	78.9	21.97
San Isidro 2	108	0.40	0.45	61.3	23.72
Valle del Real	363	1.56	1.27	176.4	23.36
Parque Hidalgo	698	4.70	4.83	526.9	36.21
Parque Juarez	283	1.54	1.34	158.8	27.80
Parque Manzanares	292	1.30	1.15	121.3	27.40
Parque México	647	2.82	2.62	377.9	26.46
Parque Panorama	454	3.83	3.14	279.9	39.94
Paseo de las Aguilas	25	0.19	0.17	40.6	32.48

3388

Valores estandarizados por ha

Estrato	Área (ha)	Densidad	Biomasa			Peso seco(t)	Cond. Prom. %	Asignación de calificación			TOTAL Calif
			AF (ha)	foliar (t)	seco(t)			AF (ha)	foliar (t)	Peso seco(t)	
San Isidro 1	0.68	154	1.23	1.2	111	31	8	10	6	6	30
Foresta San Manuel	1.56	185	0.75	0.6	65	20	4	4	2	2	12
Foresta La Martinica	0.44	284	1.06	0.8	179	22	8	6	12	2	28
San Isidro 2	0.32	338	1.26	1.4	192	24	10	12	12	2	36
Valle del Real	2.18	167	0.72	0.6	81	23	4	2	4	2	12
Parque Hidalgo	4.69	149	1.00	1.0	112	36	6	8	6	12	32
Parque Juarez	2.63	108	0.59	0.5	60	28	2	2	2	2	8
Parque Manzanares	1.02	286	1.28	1.1	119	27	10	10	6	2	28
Parque México	3.81	170	0.74	0.7	99	26	4	4	4	2	14
Parque Panorama	2.62	173	1.46	1.2	107	40	12	10	6	12	40
Paseo de las Aguilas	0.13	192	1.48	1.3	313	32	12	12	12	8	44

Prom

200

1.11

0.96

140

30.82

Max

286

1.48

1.28

313

39.94

Min

108

0.59

0.51

60

26.46

desv

64.54

0.42

0.34

99

5.61

Mediana

173

1

107

28

Estadísticos	2	4	6	8	10	12
Max	0.65	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Min	0.85	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
desv	1.05	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Mediana	1.25	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Cond.	1.45	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Peso	1.65	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso seco	80	100	120	140	160	180
Cond. Prom. %	28	30	32	34	36	38

Escala de valores

ANEXO 3 Especies con su población en parques muestreados por parcela



	Especie	Pob	%
	Poblacion Estimada	11,144	
1	Casuarina equisetifolia	3,072	27.6%
2	Prosopis laevigata	1,621	14.5%
3	Eucalyptus camaldulensis	899	8.1%
4	Jacaranda mimosifolia	855	7.7%
5	Fraxinus uhdei	664	6.0%
6	Schinus molle	562	5.0%
7	Ligustrum lucidum	313	2.8%
8	Ficus benjamina	265	2.4%
9	Ulmus parvifolia	257	2.3%
10	Phoenix canariensis	221	2.0%
11	Syagrus romanzoffiana	200	1.8%
12	Acacia farnesiana	170	1.5%
13	Bauhinia variegata	130	1.2%
14	Cupressus sempervirens	127	1.1%
15	Taxodium mucronatum	108	1.0%
16	Pinus pseudostrobus	105	0.9%
17	Magnoliopsida	95	0.9%
18	Pinus pinea	83	0.7%
19	Schinus terebinthifolia	78	0.7%
20	Pinus cembroides	74	0.7%
21	Albizia lebeck	72	0.6%
22	Erythrina coralloides	72	0.6%
23	Acacia retinodes	67	0.6%
24	Pinus greggii	59	0.5%
25	Ceiba	54	0.5%
26	Cupressus macrocarpa	52	0.5%
27	Pithecellobium dulce	52	0.5%
28	Psidium guajava	52	0.5%
29	Ceiba pentandra	44	0.4%
30	Roystonea regia	44	0.4%
31	Salix babylonica	44	0.4%
32	Washingtonia robusta	44	0.4%
33	Grevillea robusta	42	0.4%
34	Melia azedarach	41	0.4%
35	Eucalyptus	39	0.3%
36	Thevetia peruviana	39	0.3%
37	Delonix regia	30	0.3%
38	Ligustrum	30	0.3%

	Especie	Pob	%
39	Platanus mexicana	30	0.3%
40	Cupressus lusitanica	28	0.3%
41	Phoenix reclinata	28	0.3%
42	Yucca	28	0.3%
43	Citrus limon	26	0.2%
44	Morus alba	26	0.2%
45	Ficus benghalensis	25	0.2%
46	Beaucarnea recurvata	15	0.1%
47	Celtis occidentalis	15	0.1%
48	Euphorbia cotinifolia	15	0.1%
49	Pinus patula	15	0.1%
50	Pithecellobium	15	0.1%
51	Azadirachta indica	13	0.1%
52	Carica papaya	13	0.1%
53	Eriobotrya japonica	13	0.1%
54	Ficus retusa ssp. Nitida	13	0.1%
55	Ipomoea arborescens	13	0.1%
56	Nerium oleander	13	0.1%
57	Populus nigra	13	0.1%
58	Quercus lyrata	13	0.1%

ANEXO 4 Especies con su población en parques censados



Especie	No.	%
Total	3388	
Casuarina equisetifolia	399	11.8%
Prosopis laevigata	351	10.4%
Ficus benjamina	320	9.4%
Fraxinus uhdei	304	9.0%
Jacaranda mimosifolia	229	6.8%
Schinus terebinthifolia	186	5.5%
Eucalyptus camaldulensis	155	4.6%
Ficus retusa ssp. Nitida	145	4.3%
Schinus molle	137	4.0%
Grevillea robusta	135	4.0%
Washingtonia robusta	117	3.5%
Ligustrum lucidum	105	3.1%
Melia azedarach	87	2.6%
Yucca	71	2.1%
Delonix regia	46	1.4%
Erythrina coralloides	39	1.2%
Allocasuarina	36	1.1%
Syagrus romanzoffiana	31	< 1%
Taxodium mucronatum	28	
Phoenix canariensis	24	
Prunus persica	24	
Fraxinus	20	
Jacaranda	20	
Cupressus lusitanica	18	
Eucalyptus	18	
Eucalyptus globulus	18	
Magnoliopsida	16	
Quercus/live virginiana	13	
Ceiba pentandra	12	
Cupressus sempervirens	10	
Morus alba	10	
Pinus pinea	10	
Cupressus macrocarpa	9	
Washingtonia	9	
Albizia lebeck	8	
Bauhinia variegata	8	
Euphorbia tirucalli	8	
Pinus greggii	8	
Psidium guajava	8	
Salix babylonica	8	
Spathodea campanulata	8	
Thuja	8	
Thuja occidentalis	8	
Schefflera actinophylla	7	
Citrus aurantium	7	
Quercus lyrata	7	

Especie	No.
Alnus acuminata	6
Araucaria heterophylla	6
Euphorbia cotinifolia	6
Fraxinus americana	6
Malus sylvestris	6
Populus alba	6
Acacia retinodes	5
Bougainvillea spectabilis	5
Musa x paradisiaca	5
Nothofagus obliqua	5
Pinus pseudostrobus	5
Populus nigra	5
Eriobotrya japonica	4
Ficus elastica	4
Ipomoea murucoides	4
Pithecellobium dulce	4
Pinus montezumae	4
Yucca aloifolia	4
Callistemon citrinus	3
Cupressus	3
Juniperus deppeana	3
Citrus aurantifolia	2
Citrus limon	2
Magnolia	2
Malus domestica	2
Roystonea regia	2
Schefflera arboricola	2
Platycladus orientalis	2
Acacia baileyana	1
Acacia farnesiana	1
Acacia retusa	1
Acacia schaffneri	1
Areca	1
Beaucamea recurvata	1
Bougainvillea	1
Carya illinoensis	1
Dypsis lutescens	1
Citrus reticulata	1
Erythrina crista-galli	1
Ficus altissima	1
Ficus variegata	1
Gossypium	1
Hibiscus rosa-sinensis	1
Ligustrum lucidum	1
Nerium oleander	1
Persea americana	1
Phoenix dactylifera	1
Pinus cembroides	1

Especie	No.
Plumeria alba	1
Prunus americana	1
Prunus domestica	1
Prunus x orthosepala	1
Pyracantha coccinea	1
Quercus/live ilex	1
Quercus rugosa	1
Schefflera	1
Schinus	1
Solanum erianthum	1



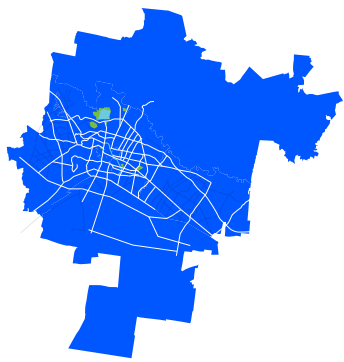
.	Especie	Nombre común	Arboles		
			medidos	Estimados por i-Tree%	
1	Ficus benjamina	Laurel lloron	111	4,519	16.6%
2	Schinus molle	Pirul	81	3,133	11.5%
3	Schinus terebinthifolia	Pirul chino	58	2,436	8.9%
4	Melia azedarach	Paraiso	44	1,858	6.8%
5	Jacaranda mimosifolia	Jacaranda	36	1,427	5.2%
6	Albizia lebbek	Acacia amarilla	34	1,421	5.2%
7	Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto rojo	35	1,395	5.1%
8	Syagrus romanzoffiana	Cola de zorro	34	1,384	5.1%
9	Prosopis laevigata	Mezquite	33	1,296	4.7%
10	Delonix regia	Framboyan	24	1,007	3.7%
11	Bauhinia variegata	Arbol de las orquideas	19	782	2.9%
12	Fraxinus uhdei	Fresno	20	697	2.6%
13	Casuarina equisetifolia	Casuarina	12	485	1.8%
14	Washingtonia robusta	Palma washintonia	11	436	1.6%
15	Grevillea robusta	Grevillea	11	428	1.6%
16	Ligustrum lucidum	Trueno lila	10	418	1.5%
17	Cupressus sempervirens	Cedro panteonero	10	417	1.5%
18	Thevetia peruviana	Fraile	8	325	1.2%
19	Populus nigra	Alamillo	8	312	1.1%
20	Quercus/live virginiana	Encino	7	295	1.1%
21	Ficus retusa ssp. Nitida	Laurel de la india	7	274	1.0%
22	Callistemon citrinus	Escobillon	5	214	0.8%
23	Koelreuteria paniculata	Arbol de los farolitos	5	213	0.8%
24	Acacia farnesiana	Huizache	5	199	0.7%
25	Bougainvillea glabra	Buganvillea	5	182	0.7%
26	Albizia	Mimosa	4	173	0.6%
27	Thuja	Tuya	4	172	0.6%
28	Platanus mexicana	Alamo blanco	3	121	0.4%
29	Acacia retinodes	Acacia cafe	3	115	0.4%
30	Cassia fistula	Lluvia de oro	3	115	0.4%
31	Citrus aurantium	Naranja agrio	2	86	0.3%
32	Leucaena leucocephala	Huaje	2	86	0.3%
33	Phoenix canariensis	Palma canaria	2	86	0.3%
34	Acacia schaffneri	Huizache chino	2	85	0.3%
35	Thuja occidentalis	Tuya occidental		83	0.3%
36	Acacia	acacia	1	43	0.2%
37	Heliocarpus terebinthinaceus	Corcho	1	43	0.2%
38	Hibiscus elatus	Majagua	1	43	0.2%
39	Jacaranda	Jacaranda	1	43	0.2%
40	Pinus cembroides	Pino pinonero	1	43	0.2%
41	Quercus rugosa	Encino	1	43	0.2%
42	Schefflera arboricola	Schefflera	1	43	0.2%
43	Spathodea campanulata	Galean	1	43	0.2%
44	Mangifera indica	Mango	1	42	0.2%
45	Pinus patula	Pino patula	1	42	0.2%
46	Cupressus lusitanica	Cedro blanco	1	40	0.1%
47	Magnoliopsida	Latifoliada	1	40	0.1%
48	Parkinsonia aculeata	Palo verde	1	40	0.1%
49	Acacia mearnsii	Acacia	1	38	0.1%
50	Bursera microphylla	Torote	1	36	0.1%

Anexo 6. Especies y población encontrados en las vialidades censadas.



	Nombre científico	Pob.	%
	TOTAL	5233	100.0%
1	Ficus benjamina	1153	22.0%
2	Schinus molle	553	10.6%
3	Schinus terebinthifolia	440	8.4%
4	Eucalyptus camaldulensis	373	7.1%
5	Ligustrum lucidum	361	6.9%
6	Prosopis laevigata	293	5.6%
7	Jacaranda mimosifolia	267	5.1%
8	Grevillea robusta	243	4.6%
9	Populus nigra	155	3.0%
10	Fraxinus uhdei	137	2.6%
11	Bauhinia variegata	126	2.4%
12	Syagrus romanzoffiana	108	2.1%
13	Cupressus lusitanica	82	1.6%
14	Cupressus sempervirens	78	1.5%
15	Thevetia peruviana	77	1.5%
16	Melia azedarach	70	1.3%
17	Washingtonia robusta	63	1.2%
18	Quercus/live virginiana	54	1.0%
19	Casuarina equisetifolia	53	1.0%
20	Ficus retusa ssp. Nitida	49	0.9%
21	Albizia lebeck	45	0.9%
22	Fraxinus	43	0.8%
23	Thuja occidentalis	25	0.5%
24	Yucca	22	0.4%
25	Cedrela odorata	20	0.4%
26	Spathodea campanulata	19	0.4%
27	Platyclusus orientalis	17	0.3%
28	Acacia farnesiana	14	0.3%
29	Grevillea	14	0.3%
30	Delonix regia	12	0.2%
31	Koelreuteria paniculata	12	0.2%
32	Ceiba pentandra	11	0.2%
33	Hibiscus elatus	11	0.2%
34	Ipomoea murucoides	11	0.2%
35	Phoenix canariensis	11	0.2%
36	Quercus rubra	11	0.2%
37	Acacia schaffneri	10	0.2%
38	Eucalyptus globulus	10	0.2%
39	Magnoliopsida	10	0.2%
40	Bougainvillea spectabilis	9	0.2%
41	Pinus pinea	9	0.2%
42	Platanus mexicana	9	0.2%
43	Euphorbia tirucalli	8	0.2%
44	Leucaena leucocephala	8	0.2%
45	Lagerstroemia indica	7	0.1%
46	Parkinsonia aculeata	7	0.1%
47	Schefflera actinophylla	6	0.1%
48	Thuja	6	0.1%
49	Acer negundo	5	0.1%
50	Ceiba	5	0.1%

	Nombre científico	Pob.
51	Liquidambar styraciflua	5
52	Acacia retinodes	4
53	Cupaniopsis anacardioides	4
54	Pinus greggii	4
55	Populus alba	4
56	Washingtonia	4
57	Cupressus macrocarpa	3
58	Ficus hirsuta	3
59	Ficus variegata	3
60	Hibiscus rosa-sinensis	3
61	Phoenix	3
62	Pinus pseudostrobus	3
63	Araucaria	2
64	Bursera simaruba	2
65	Citrus sinensis	2
66	Eucalyptus	2
67	Ficus benghalensis	2
68	Fraxinus americana	2
69	Jacaranda	2
70	Magnolia	2
71	Musa x paradisiaca	2
72	Phoenix reclinata	2
73	Prosopis	2
74	Psidium guajava	2
75	Acacia	1
76	Annona muricata	1
77	Araucaria heterophylla	1
78	Areca	1
79	Casimiroa edulis	1
80	Citrus limon	1
81	Cycas	1
82	Eucalyptus camaldulensis ovata	1
83	Ficus auriculata	1
84	Hyophorbe	1
85	Juglans regia	1
86	Mahonia	1
87	Melia azedarch	1
88	Morus alba	1
89	Nothofagus obliqua	1
90	Persea americana	1
91	Pithecellobium dulce	1
92	Prunus persica	1
93	Pseudobombax ellipticum	1
94	Quercus obtusata	1
95	Quercus rugosa	1
96	Salix babylonica	1
97	Tabebuia rosea	1
98	Yucca aloifolia	1



INVENTARIO DEL ARBOLADO URBANO LEÓN, GTO. PARQUES Y VIALIDADES

