

Medidas dendrométricas básicas y distribución del arbolado en banquetas

Informe de proyecto



Ciudad de San Luis Potosí

Dr. Carlos Renato Ramos Palacios
Responsable de proyecto

Marzo de 2019

Índice

Introducción	2
Marco teórico	3
Método	5
Descripción del sitio de estudio	5
Toma de datos georreferenciados por sectores	6
Evaluación de combinaciones por atributos y mapeo	10
Resultados	13
Análisis sectorial del arbolado urbano	13
Análisis global del arbolado de banqueta en la ciudad	23
Propuesta de normatividad ambiental de la vegetación en áreas verdes	31
Protección especial de ciertos árboles urbanos	33
Conclusiones	34
Referencias	36
Anexo 1. Listado de las especies vegetales en situación de banqueta	38
Anexo 2. Especies recomendables para su plantación en el área verde de banqueta	45
Anexo 3. Ficha de especie vegetal caracterizada en el área de banqueta	49

Introducción

Algunas de las características que definen el desarrollo y morfología de las especies vegetales son los recursos disponibles y los limitantes en su hábitat natural. Existen diferentes recursos como el agua, la luz o los minerales del suelo que son factores importantes del desarrollo de una planta en condiciones naturales. Las diferentes especies de un ecosistema tienen la propiedad de crecer y desarrollarse bajo tales circunstancias naturales. Por esta razón, las plantas de cierto ecosistema se encuentran adaptadas a dicho entorno y guardan un registro de tales condiciones ambientales cuyo almacenamiento se localiza en su material genético. Sin embargo, cuando las especies vegetales se enfrentan a sobrevivir bajo circunstancias o ambientes diferentes a su hábitat original tienen que hacer uso de estrategias biológicas para evitar la mortandad. Este tipo de condiciones se pueden ver resaltadas en lugares donde se establecen las plantas como son los sistemas urbanos. El entorno urbano supone un ambiente que afecta a las plantas, ya que puede favorecer o limitar tanto su establecimiento o desarrollo. Entre los aspectos que más influyen en las especies vegetales son los morfológicos o del estado general de salud. En una ciudad, las plantas deben enfrentar agentes como la reducción de espacio para el crecimiento de sus raíces o ramificación aérea, la falta de agua en el suelo u otros factores como el manejo que estas reciben de la sociedad.

Una parte de la vegetación urbana son los árboles, cuya atención e interés resultan importantes por los beneficios que generan desde el punto ambiental y ecológico. No obstante, de todos los posibles espacios abiertos que ofrece una ciudad el área verde donde los árboles experimentan mayores restricciones es el de banqueta. Los factores que pueden limitar más las condiciones de salud o el espacio para desarrollarse son el espacial y el socio-cultural. Por esta razón, el presente proyecto se enfoca en la identificación y evaluación de las condiciones generales de salud y manejo del arbolado en situación de banqueta. Ante la falta de este tipo de estudios sobre la vegetación en vialidades es necesario la creación de un inventario con fines de conservación para las diferentes especies biológicas en situación de banqueta. De esta manera, este estudio se enfoca en la identificación y observación de la flora arbórea que se localiza en las banquetas de las vialidades en la ciudad de San Luis Potosí. A partir de esta clase de estudios se pueden implementar medidas de control o reglamentos que eviten la poda clandestina y el derribamiento del arbolado en vía pública. Se ha detectado que los árboles urbanos cumplen diferentes servicios ambientales, aun los que se han establecido en situación de banqueta.

Marco teórico

La vegetación de cualquier sistema urbano debe enfrentar diferentes agentes y condiciones de estrés que pueden alterar su desarrollo natural. No obstante, las plantas que se encuentran bajo los factores ambientales urbanos pueden también establecerse de forma natural o ser el reflejo de plantaciones inducidas. En su mayoría, las plantas que se localizan entorno a los espacios edificados y áreas verdes son parte de plantaciones planificadas de espacios diseñados o que realiza la sociedad. Por esta razón, se puede decir que el conjunto de plantas de cualquier espacio urbano tiene su origen y explicación en las características culturales, más que en las causas y mecanismos naturales (La Sorte & McKinney, 2006). Desde el siglo XIX, las áreas verdes ya se consideraban sitios de importancia ambiental y con funciones sociales, culturales y recreativas (Ramos-Palacios & Sánchez, 2017). Los objetivos que persigue la plantación de ciertas especies en los espacios abiertos de una ciudad pueden ser de carácter ambiental, en el mejor de los casos, o tan solo de tipo ornamental. Ante tales circunstancias, las plantas dispuestas en tales espacios pueden sobrevivir tanto por las labores de mantenimiento como por sus propias estrategias para crecer y desarrollarse. Esto significa que, ocasionalmente, se pueden encontrar ejemplares cuyo crecimiento y porte puede ser similar al que desarrollan los individuos en condiciones naturales.

Las características morfológicas o alométricas que suelen presentar las especies vegetales, especialmente, las de tipo arbóreo son materia de estudio de la ecología forestal. Sin embargo, en la técnica que emplea esta disciplina se puede combinar con el conocimiento de la ecología vegetal para abordar los aspectos de la distribución y morfología de las plantas en los sistemas urbanos (Dahlhausen *et al.*, 2016). Este tipo de enfoques se puede apoyar de la subdisciplina de la dendrometría cuya meta es el estudio de las dimensiones, volumen y forma de los árboles. Uno de los temas emergentes que suponen los estudios ecológicos en la actualidad es la investigación de las especies vegetales de gran talla como son los árboles, en especial, cuando se trata de conocer sus efectos en el entorno urbano.

En un sistema urbano, la vegetación puede componerse de una proporción variable de especies nativas e introducidas, cuya participación de la sociedad tiene un papel fundamental en este fenómeno. De todo el conjunto que comprende la vegetación urbana, los sitios con mayor intervención y manejo son las áreas verdes de una ciudad (Randrup *et al.*, 2001). Estos sitios se distinguen de otros lugares por estar dedicados a la naturación y proveer de servicios ambientales, paisajísticos y recreativos. Algunos de los espacios abiertos de una ciudad dedicados a la

instauración de plantas son los parques urbanos, jardines públicos, muros y techos verdes, entre otros. Por lo general, la creación de estas áreas puede reflejar una planeación tanto del tipo como del desarrollo de las plantas para tales sitios. No obstante, de todos los tipos de áreas verdes las que experimentan mayor restricción espacial y estrés ambiental son las de vialidades, además de las probables alteraciones por manejo o daño físico. La vegetación dentro de las calles constituye una de las piezas esenciales, debido a su presencia regular en la trama urbana y sus efectos ambientales favorables (Maco & McPherson, 2002). Entre ellos destacan: las modificaciones al microclima, la mejora de la salud pública, el aumento de la plusvalía local, la transformación y embellecimiento del espacio urbano. Además, este tipo de área verde puede ser una barrera natural de protección física para los peatones ante los vehículos, los contaminantes gaseosos y el ruido producidos en las calles.

Las áreas verdes de banqueta enfrentan grandes cambios debidos la misma situación urbana en la que se encuentran. En ciertas ciudades, las áreas verdes de banqueta cuentan con una normatividad sobre su protección y cuidado. Sin embargo, la normatividad ambiental y ecológica urbanas, suelen ser muy laxas, carecer de vigilancia o de aplicación en términos legales. Esta situación hace más vulnerables a los árboles de poda o derribo y también es un factor de restricción espacial propia de las ciudades. Dentro del conjunto de la vegetación, destacan los árboles por su extensa ramificación aérea y radicular, pero también por las restricciones espaciales que estos sistemas experimentan en el ambiente urbano (Randrup *et al.*, 2001). Algunas veces, el amplio desarrollo de las raíces de un árbol puede ocasionar desperfectos en las banquetas o tuberías de agua contiguos (Lesser, 2001; Vargas-Garzón & Molina-Prieto, 2012). En varias ciudades de México se observan cómo estos fenómenos alteran la estructura y salud del arbolado, además de que se puede relacionar con ciertos aspectos sociales o socioeconómicos. En un estudio de arbolado urbano de la ciudad de Morelia se encontró un total de 67 especies, de las cuales 35 fueron introducidas y 32 nativas (Madrigal-Sánchez & Gómez-Peralta, 2007). En la Ciudad de México, el número y diversidad de especies de árboles fue mayor en áreas residenciales que en zonas comerciales o de otro uso de suelo (Ortega-Álvarez *et al.*, 2014).

En años recientes, diferentes estudios multidisciplinarios, señalan que los árboles urbanos tienen la capacidad de transformar el espacio urbano al mejorar las relaciones sociales, los factores ambientales y la imagen urbana (Chang & Chou, 2010; Abd & Othman, 2012). No obstante, en los casos contrarios cuando son los factores sociales que modifican este tipo de área verde puede ser interesante y pertinente estudiarla. Por otro lado, además de la forma de crecimiento arbórea,

también las plantas de tipo arbustivo, herbáceo o arborescente son parte de las áreas verdes de banqueta y de igual forma pueden ser susceptibles a los cambios y alteraciones arriba mencionadas. El arbolado constituye uno de los elementos fundamentales de las áreas verdes, tanto por su dominancia en el espacio urbano como por los beneficios ambientales y sociales que ofrece (Castillo-Rodríguez y Ferros-Cisneros, 2015). Con base en lo antes mencionado, el problema que atiende el presente estudio es determinar la abundancia y distribución de las especies de árboles urbanos en la ciudad de San Luis Potosí. Además, no existen estudios sobre la vegetación de vialidades en México, así como el conocimiento para fundamentar un marco normativo sobre las medidas de manejo del arbolado en vía pública.

Por otro lado, si bien una calle puede contar con vegetación en la sección de camellón es más probable una mayor interacción de la gente con el área verde en situación de baqueta. Bajo este enfoque el presente estudio se centra en un área de la vía pública donde las plantas pueden experimentar manejo, especialmente, por los residentes con un área de banqueta inmediata. Así mismo, se pretende conocer las condiciones de salud y manejo en que se encuentra la flora arbórea en situación de banqueta en las diferentes vialidades y sectores de la ciudad. El censo y registro de este tipo de arbolado urbano pueden generar información valiosa para desarrollar políticas de prevención, manejo y ordenamiento ecológico urbano.

Método

Descripción del sitio de estudio

El estado de San Luis Potosí se encuentra localizado en la parte centro oriente de la República Mexicana, en una región biogeográfica llamada Neártica con una amplia extensión de su territorio que abarca el Altiplano en el centro norte del estado y una parte que corresponde a la región Neotropical pasando por la Sierra Madre Oriental hacia la costa del Golfo de México. La ciudad de San Luis Potosí se localiza entre los paralelos 22° 40' y 21° 57' de latitud norte; los meridianos 100° 44' y 101° 11' de longitud oeste; con una altitud entre 700 y 2 800 msnm. Colinda al norte con los municipios de Moctezuma, Villa de Arista y Villa Hidalgo; al este con los municipios de Villa Hidalgo, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro y Zaragoza; al sur con los municipios de Zaragoza, Villa de Reyes y Villa de Arriaga; al oeste con los municipios de Villa de Arriaga, Mexquitic de Carmona, Aqualulco y Moctezuma. (INEGI, 2009). La zona urbana de San Luis Potosí se desarrolla en suelos y rocas ígneas del cuaternario y neógeno en llanuras desérticas y sierra alta escarpada con mesetas; sobre áreas originalmente ocupadas por suelos denominados cambisol, durisol y leptosol,

el clima predominante es el seco y semiseco con la temperatura media anual es de 16°C con una máxima de 35°C y con una mínima de 7°C y una precipitación pluvial anual es de 372.9 mm. La población registrada durante el censo de INEGI en 2010 es de 772,604 habitantes, la cual el 52% son mujeres y el 48% son hombres. San Luis Potosí, está considerada como una importante ciudad industrial ya que se encuentra localizada en una fructífera región agrícola, ganadera y minera. De igual manera, San Luis Potosí representa un estratégico centro comercial y educativo, en buena medida por su privilegiada ubicación geográfica y a la particular afluencia de medios de comunicación y transporte (SECTUR, 2014). Sus principales actividades económicas se encuentran el comercio (14.1%) servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (12.5%); fabricación de maquinaria y equipo (10.5%); y, construcción (9.7%) (SECTUR, 2014).

Toma de datos georreferenciados por sectores

Para conocer la ubicación espacial de todas las especies vegetales que se encuentran en la zona urbana de San Luis Potosí, se utilizó un mapa que incluye las ocho distintas zonas en las que se divide la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. Estas divisiones se basan en la Sectorización del Plan del Centro de Población estratégico de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (Ayuntamiento de San Luis Potosí, 2003) (Figura).

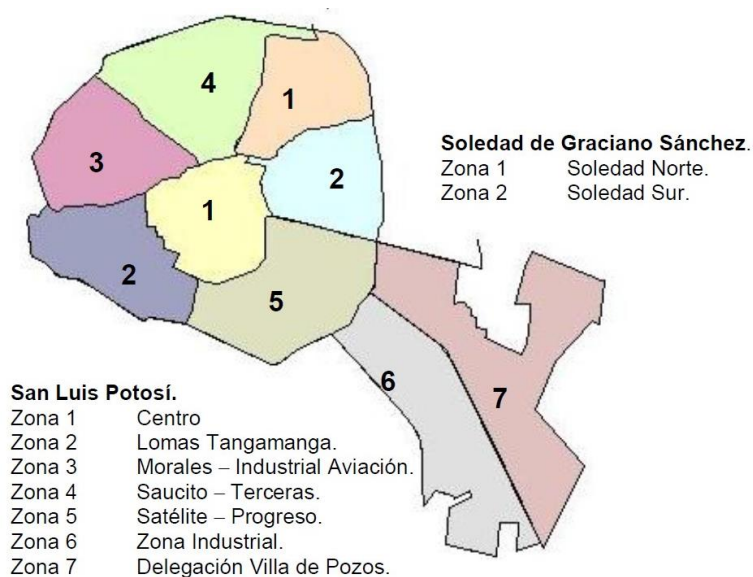


Figura 1. Sectores de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí Plan de acuerdo con el Centro de Población estratégico de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (Ayuntamiento de San Luis Potosí, 2003).

De los sectores que presenta la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, el de Soledad de Graciano no se consideró debido a la corta duración del proyecto, aunque es posible realizar en una segunda etapa el censo del arbolado. En el sector Villa de Pozos, los desarrollos de fraccionamientos cerrados dominan en la mayor parte de su extensión territorial, por lo que fue difícil la accesibilidad para realizar el censo del arbolado. Por otro lado, la abundancia y densidad de las plantas en el área verde de banqueta es muy bajo en la Zona Industrial, además de tener un uso de suelo no habitacional. De esta manera, el presente estudio se concentró en los sectores 1 al 5 de la ciudad de San Luis Potosí.

Con el fin de ubicar e identificar el tipo de especies vegetales en las banquetas de toda la ciudad de San Luis Potosí, se realizaron recorridos previos para identificar y reconocer las diferentes especies vegetales y así conocer las características específicas de cada una. Para la identificación de la vegetación, se elaboró un catálogo fotográfico con el nombre común las especies más probables de encontrar y con las dimensiones de la planta en general detalles de las hojas y de las flores o frutos. De las especies desconocidas o no identificadas se colectaron las estructuras florales y detalles de la hoja para su herborización de cada ejemplar para su posterior identificación botánica. Los ejemplares una vez herborizados y montados para su determinación se depositaron en el Herbario Isidro Palacios del Instituto de Zonas Desérticas de la UASLP para conocer el nombre científico de tales especies. Después de realizar varios recorridos de prueba se definieron los criterios del tipo de vegetación por analizar. Al mismo tiempo, se asignó una clave por especie para la toma de datos en el espacio urbano y un mejor manejo de la información. Después de los recorridos de prueba se encontró que las plantas en el área de banqueta se presentan, principalmente, en cuatro formas de crecimiento: arbóreas, arborescentes, arbustivas, enredaderas y herbáceas. Así, el censo realizado contempló toda aquella forma de crecimiento que experimenten afectaciones potenciales de poda por sus dimensiones, además de los mismos árboles. Cabe mencionar que este trabajo se enfocó en cualquier tipo de planta, incluyendo especies nativas, tanto silvestres como cultivadas, e introducidas. De esta manera, los criterios que se definieron para hacer el levantamiento de datos en banqueta fueron los siguientes:

- Arbolado establecido solo en el área verde de banqueta (excepto plantas que crezcan en la banqueta pero en los límites de un predio)
- Plantas mayores a 1m de altura
- Ejemplares vivos y que presenten follaje u hojas para su observación e identificación

El criterio de la altura fue porque las plantas menores a un metro pueden ser susceptibles a ser menos removidas y perderse su registro. Para tomar los puntos de coordenadas se utilizó un GPS marca Garmin, U.S.A. en ambos lados de las calles para registrar cada una de las plantas. De esta manera, se realizaron recorridos programados para realizar el censo de todas las especies vegetales en las banquetas de la ciudad mediante recorridos en un vehículo. Durante este trabajo se identifica visualmente el tipo de especie y se evalúa su condición fitosanitaria. La georreferencia se hace lo más cercano a cada árbol y en otras ocasiones se tiene que hacer la identificación con apoyo de guías y claves botánicas (Figura 2). Así, se registró la información de las coordenadas geográficas y la información digital de su evaluación. Las salidas para efectuar los recorridos y el registro de cada especie en el censo se han realizado de marzo a diciembre del 2018.



Figura 2. Identificación y evaluación del arbolado en condiciones de banqueta.

Para realizar la evaluación digital durante los recorridos se siguió un sistema de diagnóstico de la situación de cada árbol, como se muestra en la Tabla 1, de acuerdo con la metodología de Carbonnel (2017) que se estructura sobre tres variables, fase de crecimiento, estado fitosanitario y tipo de afectación biótica. A partir de esta combinación de variables se elaboran mapas resultantes de la valoración y registro del arbolado. Este método permitió diagnosticar mediante una valoración de las condiciones generales de cada ejemplar mediante una escala numérica del 1 al 3 y definir las características de cada especie vegetal. La primera valoración indicó la etapa de crecimiento como una estimación aparente de la edad de la planta, la segunda se utilizó para evaluar el estado fitosanitario. Para esta segunda valoración se detalló la observación en el porte de cada planta y el color de las hojas indicando o descartando una posible infección o parasitismo. La tercera valoración fue el diagnóstico del nivel de afectación en la copa del árbol o morfología en general de la planta por efecto del manejo, generalmente, debida a las actividades de poda.

Tabla 1. Sistema de diagnóstico para el registro y valoración de las condiciones generales de cada ejemplar vegetal en banqueta mediante el método de Carbonnel (2017).

Valor	Etapas de crecimiento	Estado fitosanitario	Afectación por manejo
1	Juvenil	Favorable	Bajo
2	Adulto	Regular	Medio
3	Maduro	Desfavorable	Alto

Los tres dígitos por planta se digitalizan en dicho orden en una hoja de Excel instalado en un teléfono celular. De acuerdo con la cantidad de ejemplares censados por día y el número de puntos georreferenciados en el GPS se elabora una misma base de datos por fecha. Los datos resultantes de la georreferenciación se almacenan en el dispositivo GPS y después se descargaron en la base de datos de la valoración mediante la escala numérica. Esta información se empleará para determinar la variedad de especies, el grado de conservación y salud, así como analizar la densidad de especies según el sector o zonas de la ciudad.

Y	X	Z	Especie	Fase de crec	Estado fitosa	Afectación p
26.99637	-102.07257	1779.25867	TN		2	2
22.1861	-101.007071	1888.6947	CP		2	1
22.18602	-101.007149	1886.79273	CP		2	2
22.186235	-101.007305	1888.70142	EI		1	2
22.186029	-101.007694	1888.91809	ML		1	1
22.185893	-101.007288	1888.91736	RL		1	1
22.185849	-101.007347	1889.0271	PY		1	2
22.185829	-101.007344	1889.09106	FI		2	2
22.185729	-101.007152	1888.82874	CB		1	1
22.185387	-101.007127	1888.9635	FI		1	1
22.185305	-101.007181	1889.28674	FI		1	1
22.185389	-101.007294	1890.0592	FI		2	2
22.185614	-101.007458	1890.40308	FI		2	2
22.185604	-101.007488	1890.34619	CP		2	1
22.185616	-101.007491	1890.32068	CP		2	1
22.185658	-101.007583	1889.91223	NP		1	1

Figura 3. Ejemplo del registro y sistematización de la información censada en bases de datos.

Durante la presente investigación, también se realiza un muestreo fotográfico de las especies arbóreas y otras plantas de talla grande en banqueta, así como las condiciones urbanas más representativas de este tipo de vegetación. Para ello ha sido importante la observación detallada tanto de las dimensiones de cada especie vegetal y sus estructuras, así como de los problemas urbanos asociados a este tipo de hábitat urbano (Figura 4). Por lo tanto, con la información recabada de la distribución del arbolado, su evaluación por especie y los problemas urbanos comunes

identificados se integrarán en una guía de la vegetación elaborada para su publicación. El desarrollo de este trabajo escrito en formato de libro se está completando e integrando para tenerlo terminado a finales de febrero de 2019.



Figura 4. Fotografiado del arbolado y vegetación de talla alta en vialidades y la identificación de los problemas urbanos asociados más frecuentes en situación de banqueta.

La elaboración de una guía de las plantas en situación de banqueta tiene un avance de un 80% del documento que se prepara en formato de libro. Para esto, a lo largo de un año se tomaron diferentes fotografías de cada especie. Los criterios para cumplir con ello fueron los siguientes: buen porte del árbol, cuya copa o follaje no haya sido alterado o podada y fotografiar el individuo de mayor talla de cada especie en estado adulto. En la guía, fueron pocas las especies cuyas copas se observaron podadas o alteradas, pero de cualquier forma se presentaron las fotografías de tales individuos por ser, hasta cierto punto, raras en la vegetación urbana.

Evaluación de combinaciones por atributos y mapeo

Para poder representar cartográficamente la cantidad de individuos en cada una de las zonas o sectores de la ciudad, se empleará el método de densidad de Kernel. Este consiste en calcular una magnitud por unidad de área a partir de los datos, ya sean puntos o polilíneas, para adaptar una superficie suavemente estrechada a cada punto o polilínea, con base en el software ESRI (2016) (Figura 5).

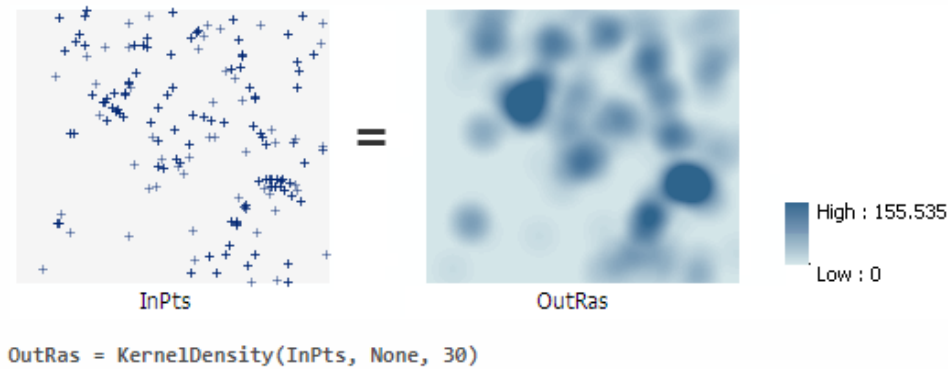


Figura 5. Cálculo del área por puntos para la representación cartográfica del arbolado mediante el método de densidad de Kernel (ESRI, 2016).

El mapa de densidad podrá mostrar los espacios en donde se presenta una mayor cantidad de individuos, y así poder visualizar de manera cartográfica, la ubicación espacial de mayor cantidad de individuos en el sector de la ciudad. Identificadas las zonas con mayor número de individuos, el siguiente paso es realizar en un sistema de información geográfica una selección por atributos la cual identifique las condiciones de cada especie registrada en el censo. Esto se realizará mediante el empleo de las tres variables registradas en la base de datos, que como ya se mencionó, a cada una de ellas se les asignó un valor (puede ser 1, 2 o 3) el cual clasifica su crecimiento, estado fitosanitario y el manejo. La selección se realizó para las tres clasificaciones favorable, regular y desfavorable y los criterios de cada selección se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo de los criterios empleados para elaborar un sistema de información geográfica a partir de la selección por atributos que identifique las condiciones de cada ejemplar.

Condición	Etapas de crecimiento	Estado fitosanitario	Afectación por manejo
Favorable	2	1	1
Regular	1	1	1
Desfavorable	3	2	2

En la Tabla 2 se puede apreciar la obtención de una combinación bajo condición favorable, cuya etapa de crecimiento es adulto (2), un estado fitosanitario favorable (1) y un manejo bajo (1). También, en la fila siguiente se presenta una condición regular de etapa de crecimiento juvenil (1), estado fitosanitario favorable (1) y un manejo bajo (1), y por último una condición desfavorable se obtiene a partir de un crecimiento maduro (3), un estado fitosanitario regular (2) y un manejo regular (2). Realizada esta selección por atributos se va a generar una serie de cartografía con la cual

se podrán identificar espacialmente las especies que pertenezcan a las distintas combinaciones de esta forma de evaluación de la vegetación. A partir de esta clasificación sobre las condiciones de cada especie, se pretende realizar un análisis de correlación con los AGEBS, los cuales cuentan con la información de los niveles socioeconómicos, las zonas y tipos de calles, esto con el objetivo de elaborar mapas por medio del software ArcGis. A partir de esta herramienta, se clasificarán las especies por medio de una simbología la cual consistió en representar mediante tres círculos de diferente tamaño en el mapa para representar tanto la variación como las dimensiones de las diferentes especies vegetales encontradas en la ciudad.

Primero se realizó un condensado del conjunto de coordenadas pertenecientes al total de colonias visitadas de cada sector y con ello se elaboró una base de datos. En cada base de datos se realizó un filtrado y agrupamiento por especie para hacer un conteo general y los porcentajes por especie. A partir de esta organización, se determinaron las combinaciones por atributos de mayor frecuencia por su condición Alta, Media y Baja en cuanto al estado fitosanitario de los árboles. A partir de estas combinaciones se determinó la dominancia relativa del estado de salud, etapa de madurez y afectación por manejo que más presenta el arbolado de cada sector. Posteriormente, se agruparán los valores correspondientes a cada sector para hacer una estimación global del arbolado en banquetas de toda la ciudad. De esta manera, las variables por obtener serán la abundancia relativa por sector y total de especies, las condiciones del estado fitosanitario del arbolado, su forma de crecimiento predominante y el grado de afectación por el manejo.

De acuerdo con lo anterior, y la elaboración de mapas de distribución antes explicados, se analizarán la abundancia relativa de especies nativas e introducidas en el espacio urbano, tanto por sector como por toda la ciudad. Al mismo tiempo, se estimarán las combinaciones cuyos atributos permitan evaluar, de manera indirecta, las condiciones en que se encuentran tanto las especies vegetales nativas como introducidas.

Resultados

De acuerdo con los datos obtenidos y analizados los resultados del estudio indicaron un total de 134 especies de las cuales corresponden a las formas de crecimiento de árboles, plantas arborescentes, arbustos y herbáceas. A partir de las bases de datos y la cartografía realizada se obtuvieron mapas de distribución por sector y un mapa general de la ciudad, los cuales presentan las evaluaciones realizadas a cada planta y sus condiciones generales. También, se señala y se detalla más adelante que la proporción de especies nativas e introducidas fue de 40% y 60%, respectivamente. Solo se identificó a la planta Pata de elefante (*Beaucarnea inermis*) como la única especie en la categoría de amenazada, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 de la SEMARNAT. Al final del presente informe se elaboró un listado con la información de la caracterización espacial y de su estado de conservación en el Anexo 1 y otra tabla de la propuesta de las especies recomendables para su plantación en situación de banqueta que indica las medidas encontradas en el estudio.

Por otro lado, como parte del compromiso con la SEGAM se cuenta con el manuscrito de la publicación “Guía de la vegetación urbana en situación de banqueta” que se ha elaborado para una versión en libro. En el presente informe se presenta en el Anexo 3 un ejemplo de las fichas que contiene dicho trabajo escrito, el cual se encuentra por entrar en la fase de diseño editorial. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de manera más detallada por sector y después mediante un análisis global de toda la ciudad de San Luis Potosí.

Análisis sectorial del arbolado urbano

Sector 1

En el sector 1 se contabilizó un total de 11,594 plantas en situación de banqueta, es decir corresponde al 19% del total de arbolado encontrado en la ciudad. En la tabla 3 se presentan las diez especies más numerosas del sector 1, las cuales cubren el 75% de todos los ejemplares del censo de este sector. Destacan el ficus con 37.8% en primer lugar, el laurel de la India con 8.1% en segundo lugar y el cedro limón con 5.7% en tercer lugar.

Tabla 3. Porcentaje de las diez especies vegetales más abundantes en el sector 1

Especies	Porcentaje de abundancia (%)
ficus (<i>Ficus benjamina</i>)	37.8

laurel de la india (<i>Ficus microcarpa</i>)	8.1
fresno (<i>Fraxinus</i> spp.)	6
cedro limón (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	5.7
trueno (<i>Ligustrum lucidum</i>)	4.6
ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	4.2
magnolia (<i>Magnolia grandiflora</i>)	3
cedro blanco (<i>Cupressus lindleyi</i>)	2.8
rosa laurel (<i>Nerium oleander</i>)	2
thuja (<i>Platykadus orientalis</i>)	1.7

De acuerdo con estos resultados, de las especies más numerosas que indica la tabla 3, solo el fresno, la magnolia y el cedro blanco son nativas del país, mientras que el resto de las especies son introducidas. Del total de especies encontradas en situación de banquetta, el sector 1 resultó con 112 especies, de las cuales el 40% corresponde a especies nativas y 60% introducidas. Algunas de las especies nativas de gran valor ecológico encontradas en el sector 1, independientemente de su número fueron cuajilote (*Parmentiera aculeata*), coquito (*Pseudobombax ellipticum*), cazahuate (*Ipomea murucoides*), huaje (*Leucaena leucocephala*), huizache (*Acacia schaffneri*), mezquite (*Prosopis laevigata*), plátano de sombra (*Platanus mexicana*), encino blanco mexicano (*Quercus polymorpha*) y zapote blanco (*Casimiroa edulis*).

En cuanto a los valores asignados por atributos, la combinación más alta fue 2-1-2, con un porcentaje de 40.8% del total de casos evaluados. Esto significa que la gran mayoría de los árboles en este sector son adultos, con un estado fitosanitario favorable y moderada afectación por manejo. La segunda combinación más alta fue (2-1-1), es decir árboles adultos en estado fitosanitario favorable pero con afectación por manejo baja. La tercera combinación que resultó fue (1-1-1), o sea plantas juveniles de estado fitosanitario favorable y afectación por manejo baja. La segunda y tercera combinación presentaron un porcentaje de 18.8% y 12.1%, respectivamente.

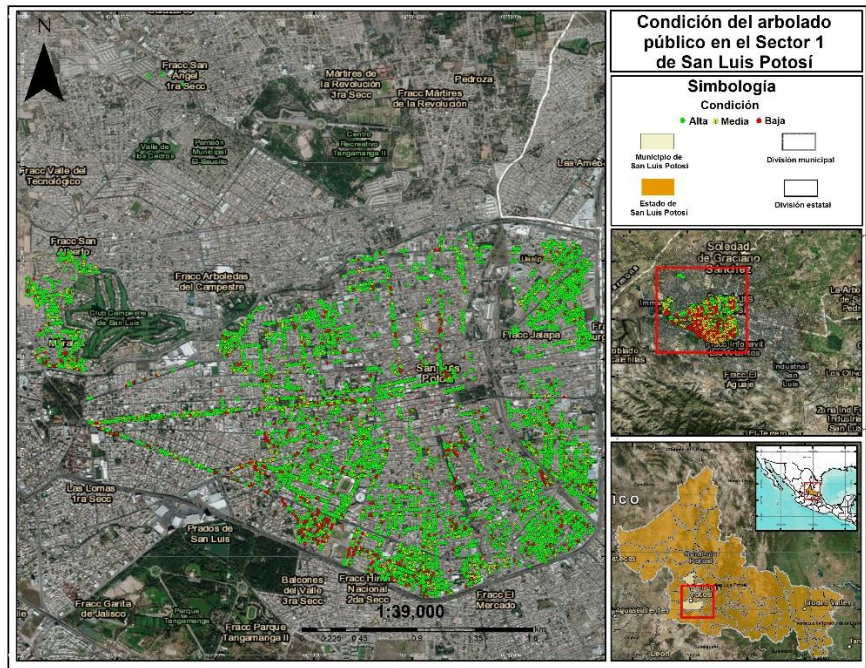


Figura 6. Mapa de distribución y condición del arbolado en vialidades del sector 1 de la ciudad de San Luis Potosí. En la simbología se observan los colores asociados al tipo de condición Alta, Media y Baja en el arbolado.

En la figura 6 se presenta la distribución del arbolado urbano del sector 1, en donde las tres combinaciones valoradas se distinguen por colores. Se observa en general que la mayoría del arbolado se encuentra en una condición alta (86%), es decir saludable, y una proporción menor en estado medio y bajo, 6 y 8%, respectivamente. Se pueden distinguir ciertas áreas del sector 1 donde el arbolado se encuentra en condición baja, especialmente en colonias alrededor del IMPODE y en las colonias del Real 1ª y 2ª sección, entorno a la glorieta de Mariano Jiménez.

Sector 2

En el sector 2 se contabilizó un total de 17,999 plantas en situación de banqueta, es decir corresponde al 30% del total de arbolado encontrado en la ciudad. En la tabla 4 se presentan las diez especies más numerosas del sector 2, que representan el 74% de todas las plantas del censo y cuyos valores más altos corresponden al ficus con 23.2% en primer lugar, el fresno con 12.7% en segundo lugar y el cedro limón con 8.3% en tercer lugar.

Tabla 4. Porcentaje de las diez especies vegetales más abundantes en el sector 2

Especies	Porcentaje de abundancia (%)
----------	------------------------------

ficus (<i>Ficus benjamina</i>)	23.2
fresno (<i>Fraxinus</i> spp.)	12.7
cedro limón (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	8.3
laurel de la india (<i>Ficus microcarpa</i>)	8.2
ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	5.5
thuja (<i>Platycadus orientalis</i>)	4.7
palma coco plumoso (<i>Syagrus romanzoffiana</i>)	3.6
trueno (<i>Ligustrum lucidum</i>)	3.5
palma washingtonia (<i>Washingtonia robusta</i>)	2.4
pirul brasileño (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	2.2

De las especies más numerosas que indica la tabla 4, solo dos especies son de carácter nativo: el fresno y la palma washingtonia, y el resto introducidas. Del total de especies encontradas en situación de banqueta, el sector 2 resultó con 116 especies, de las cuales el 44% corresponde a especies nativas y 71% introducidas. Algunas de las especies nativas de gran valor ecológico para la ciudad encontradas en el sector 2, independientemente de su número fueron ahuehuate (*Taxodium mucronatum*), anacahuita (*Cordia boissieri*), aile (*Alnus acuminata*), huaje (*Leucaena leucocephala*), huizache (*Acacia schaffneri*), jarilla (*Dodonaea viscosa*), mezquite (*Prosopis laevigata*), pata de elefante (*Beaucarnea inermis*) plátano de sombra (*Platanus mexicana*), encino blanco mexicano (*Quercus polymorpha*) y sauco (*Sambucus canadensis*).

Para este sector, y en orden de importancia, las combinaciones más altas fueron 2-1-2, 2-1-1 y 1-1-1. La combinación 2-1-2 con un 30.9% del total de combinaciones, indica que la mayoría de los árboles en este sector son adultos, con estado fitosanitario favorable y moderada afectación por manejo. La combinación 2-1-1, de 22.5%, presentó el arbolado en la misma condición pero diferenciándose por tener una afectación por manejo baja. En cuanto a la tercera combinación de 1-1-1 cuyo valor fue de 9%, indicó que el arbolado se encontró en estado fitosanitario favorable y afectación por manejo baja.

este grupo, las especies con los valores más altos fueron el ficus con 34.9%, el ciprés con 7.8% y el cedro blanco y el cedro limón, ambos con el mismo valor de 5.1%.

Tabla 5. Porcentaje de las diez especies vegetales más abundantes en el sector 3

Especies	Porcentaje de abundancia (%)
ficus (<i>Ficus benjamina</i>)	34.9
ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	7.8
cedro blanco (<i>Cupressus lindleyi</i>)	5.1
cedro limón (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	5.1
laurel de la india (<i>Ficus microcarpa</i>)	4.9
trueno (<i>Ligustrum lucidum</i>)	4
fresno (<i>Fraxinus uhdei</i>)	3
thuja (<i>Platycadus orientalis</i>)	2.6
pirul brasileño (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	2.1
limón (<i>Citrus aurantifolia</i>)	2.1

En este sector las únicas especies nativas fueron el cedro blanco y el fresno, y como especies introducidas todas las demás que indica la tabla 5. Del total de especies en situación de banqueta en el sector 3 el censo indicó 109 especies, de las cuales el 41% corresponde a especies nativas y 69% introducidas. Algunas de las especies nativas de gran valor ecológico para la ciudad encontradas en el sector 3, independientemente de su número fueron cojoba (*Cojoba arborea*), coquito (*Pseudobombax ellipticum*), guamuchil (*Pithecellobium dulce*), huaje (*Leucaena leucocephala*), huizache (*Acacia schaffneri*), macuil (*Tabebuia rosae*), mezquite (*Prosopis laevigata*), plátano de sombra (*Platanus mexicana*), retama (*Parkinsonia aculeata*), sauco (*Sambucus canadensis*) y zapote blanco (*Casimiroa edulis*).

En el sector 3 la evaluación realizada al arbolado con la combinación más alta fue 2-1-1 (34.7%), que denota árboles adultos, con un estado fitosanitario favorable y afectación por manejo baja. La segunda combinación más alta fue 2-1-2 (21%) en la que los árboles son adultos, con estado fitosanitario favorable y moderada afectación por manejo. En cuanto a la tercera combinación de 1-

1-1 el valor fue de 19.6%, con arbolado en un estado fitosanitario favorable y afectación por manejo baja.

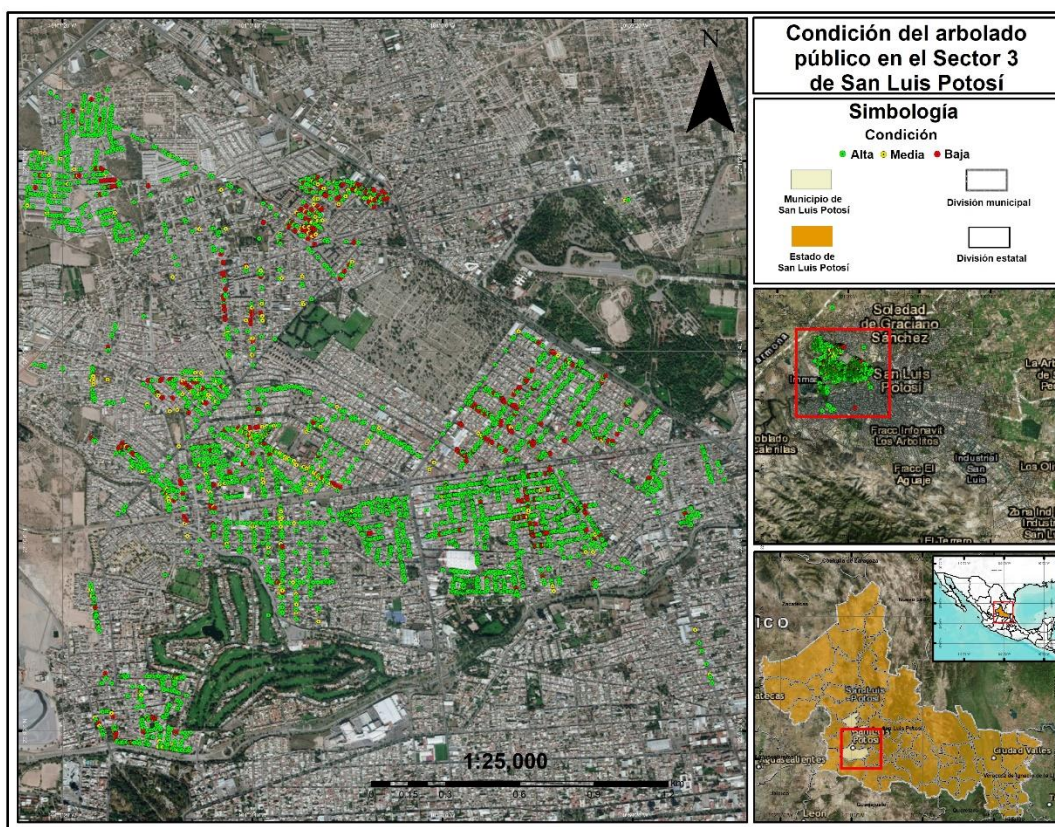


Figura 8. Mapa de distribución y condición del arbolado en vialidades del sector 3 de la ciudad de San Luis Potosí. En la simbología se observan los colores asociados al tipo de condición Alta, Media y Baja en el arbolado.

La distribución del arbolado urbano se muestra en la figura 8, en donde también se indican el nivel condición evaluado. De esta manera, la condición del arbolado fue alta (81%), media (9%) y baja (10%) en el sector 3. Los resultados sugieren que el arbolado se encuentra en buenas condiciones en general y de menor valor las otras condiciones. En este sector se puede notar que existen muchas diferentes áreas o colonias sin valoración debido a la falta de arbolado en estas calles o que se trata de zonas habitacionales o fraccionamientos cerrados.

Sector 4

Se contabilizó un total de 5,932 plantas en situación de banqueta, es decir corresponde al 10% del total de arbolado encontrado en la ciudad. En la tabla 6 se presentan las diez especies más numerosas del sector 4, que representan el 70.6% de todas las plantas evaluadas y censadas. De

este grupo, las especies con los valores más altos fueron el ficus con 16.7%, el ciprés con 10.6%, el trueno con 10.5% y el cedro limón con 9.5%.

Tabla 6. Porcentaje de las diez especies vegetales más abundantes en el sector 4

Especies	Porcentaje de abundancia (%)
ficus (<i>Ficus benjamina</i>)	16.7
ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	10.6
trueno (<i>Ligustrum lucidum</i>)	10.5
cedro limón (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	9.5
cedro blanco (<i>Cupressus lindleyi</i>)	6.9
thuja (<i>Platycadus orientalis</i>)	4.4
fresno (<i>Fraxinus uhdei</i>)	3.7
pirul brasileño (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	3.3
limón (<i>Citrus aurantifolia</i>)	2.5
laurel de la india (<i>Ficus microcarpa</i>)	2.5

En este sector las únicas especies nativas fueron cedro blanco y fresno, y el resto especies introducidas. Del total de especies en situación de banqueta el sector 4 el censo identificó 109 especies, de las cuales el 37% corresponde a especies nativas y 63% introducidas. Algunas de las especies nativas encontradas en el sector 4, que pueden tener valor ecológico para la ciudad, independientemente de su número fueron huizache (*Acacia schaffneri*), mezquite (*Prosopis laevigata*) y sauco (*Sambucus canadensis*).

De acuerdo con las evaluaciones por combinaciones la combinación más alta fue 2-1-1 (45%) caracterizada por árboles adultos con estado fitosanitario favorable y afectación por manejo baja. La segunda combinación más alta fue 2-1-2 (17.6%), es decir igual que la anterior pero con una afectación por manejo media y por último la combinación 3-1-1 (13.3%) que se refiere a árboles maduros con estado fitosanitario favorable y afectación por manejo bajo. Aunque esta última combinación de los valores asignados por atributos fue la tercera más alta parece indicar que el 13.3% del arbolado puede ser viejo pero se encuentra en buenas condiciones.

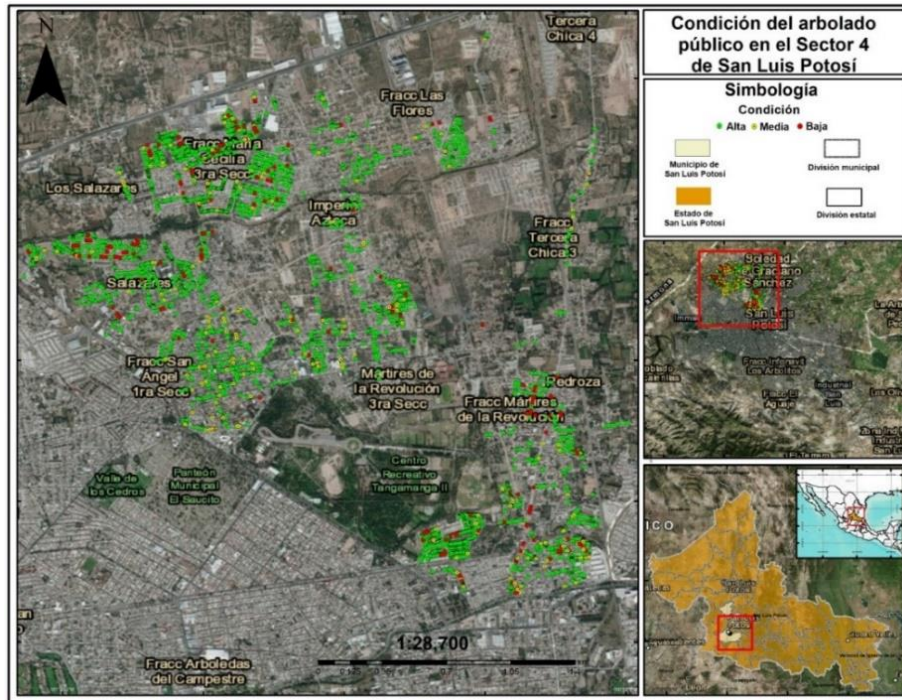


Figura 9. Mapa de distribución y condición del arbolado en vialidades del sector 4 de la ciudad de San Luis Potosí. En la simbología se observan los colores asociados al tipo de condición Alta, Media y Baja en el arbolado.

Con base en la figura 9, la distribución y condición del arbolado del sector 4 muestra una condición preferentemente alta (92%) y de menor valor (4%) en media y baja, respectivamente. Cabe mencionar que este resultado presenta al arbolado en mejores condiciones que el resto de los sectores. Es importante mencionar que donde no se observa arbolado se debió a diferentes factores del espacio urbano. Uno de ellos fue la carencia de banquetas en calles de ciertas colonias o la falta de accesibilidad a ciertas áreas, privadas o zonas habitacionales cerradas. En particular, este sector presenta grandes extensiones de cultivo que al urbanizarse pueden desarrollarse medidas para la planeación de arbolado urbano en vialidades y otro tipo de áreas verdes.

Sector 5

En este sector se contabilizó un total de 17,699 plantas en situación de banqueta, es decir corresponde al 29% del total de arbolado encontrado en la ciudad. En la tabla 7 se presentan las diez especies más numerosas del sector 5, que representan el 73% de todas las plantas evaluadas y censadas. De este grupo, las especies con los valores más altos fueron el ficus con 38.1%, el cedro limón con 6%, el ciprés con 5.8%, el trueno con 4.8% y el cedro blanco con 4.2%.

Tabla 7. Porcentaje de las diez especies vegetales más abundantes en el sector 5

Especies	Porcentaje de abundancia (%)
ficus (<i>Ficus benjamina</i>)	38.1
cedro limón (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	6
ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	5.8
trueno (<i>Ligustrum lucidum</i>)	4.8
cedro blanco (<i>Cupressus lindleyi</i>)	4.2
laurel de la india (<i>Ficus microcarpa</i>)	4.1
fresno (<i>Fraxinus uhdei</i>)	2.9
limón (<i>Citrus aurantifolia</i>)	2.6
thuja (<i>Platycadus orientalis</i>)	2.5
pirul brasileño (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	2

En este sector las únicas especies nativas fueron cedro blanco y fresno, y el resto especies introducidas. Del total de especies en situación de banqueta el sector 5 el censo identificó 105 especies, de las cuales el 39% corresponde a especies nativas y 65% introducidas. Algunas de las especies nativas encontradas en este sector, que pueden tener valor ecológico para la ciudad, independientemente de su número fueron aile (*Alnus acuminata*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), huaje (*Leucaena leucocephala*), huizache (*Acacia schaffneri*), jarilla (*Dodonaea viscosa*), mezquite (*Prosopis laevigata*), palo mulato (*Bursera simaruba*), retama (*Parkinsonia aculeata*) y sauco (*Sambucus canadensis*).

Así como en la mayoría de sectores la combinación más alta fue 2-1-1 (53.7%), seguida de 2-1-2 (24.9%) y la tercera más alta fue 1-1-1 (9.4%). En el primer caso se trata de arbolado adulto con estado fitosanitario favorable y afectación por manejo baja. La segunda combinación más alta fue igual que la anterior pero con afectación por manejo media y por último la combinación 1-1-1 se refiere al arbolado juvenil con estado fitosanitario favorable y afectación por manejo bajo. Esta última combinación puede sugerir que el sector 5 también presenta arbolado joven, en contraste con la tercera combinación más alta del sector 4, cuya situación es de mayor madurez.

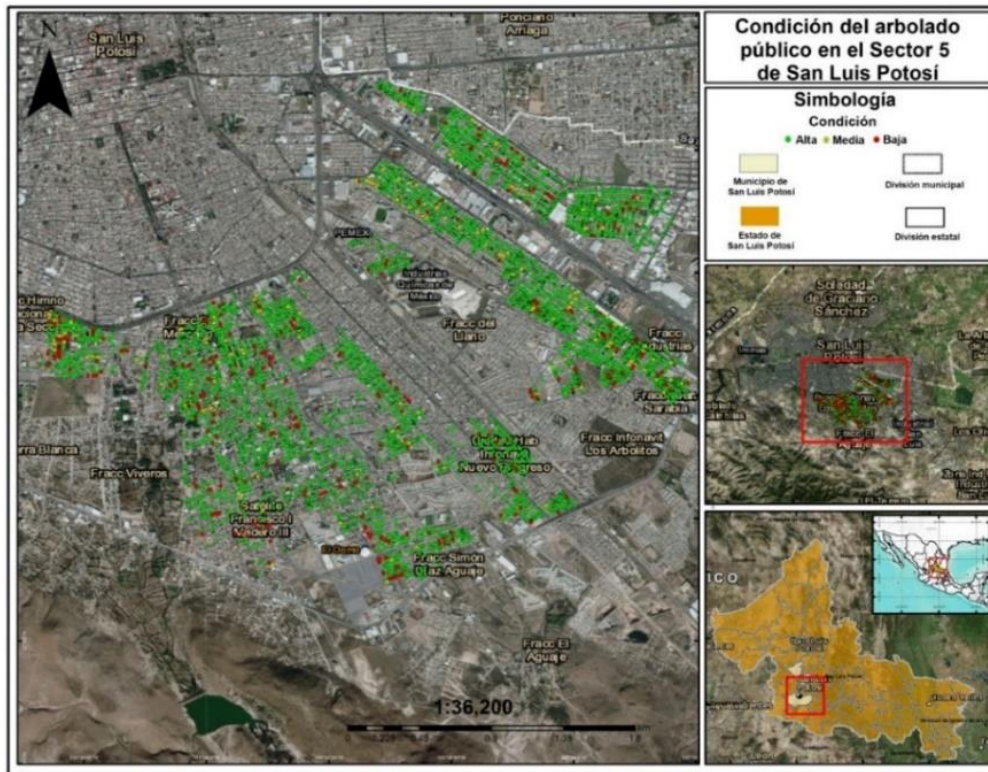


Figura 10. Mapa de distribución y condición del arbolado en vialidades del sector 5 de la ciudad de San Luis Potosí. En la simbología se observan los colores asociados al tipo de condición Alta, Media y Baja en el arbolado.

De acuerdo con la figura 9, la distribución y condición del arbolado del sector 5 muestra una condición preferentemente alta (96%), media (1%) y baja (3%). Cabe mencionar que este resultado presenta al arbolado en mejores condiciones que el resto de los sectores. Es importante mencionar que donde no se observa arbolado se debió a los fraccionamientos cerrados, grandes centros comerciales entorno a la carretera 57, amplias áreas de vías férreas y una zona extensa de industria petroquímica, donde el arbolado fue inexistente o no se tuvo acceso para realizar el censo. Por lo tanto, existen diferentes áreas con potencial para la instauración de arbolado, tanto en vialidades como en áreas verdes para el sector.

Análisis global del arbolado de banqueta en la ciudad

Se puede decir que la distribución y cantidad del arbolado en vialidades es variable en cada sector de la ciudad. Se puede observar que existen zonas donde la abundancia del arbolado es alta se encuentran otras áreas de amplia extensión sin presencia de arbolado (Figura 11). Por lo general, las vialidades de mayor abundancia de arbolado son las zonas habitacionales, en donde se advierte una composición importante de especies vegetales. Esta variedad puede deberse a los distintos

tipos de vialidades que tiene una ciudad media o grande como carreteras, avenidas principales, calles primarias, secundarias y terciarias. Esta clasificación se debe a las funciones, dimensiones y tipos de comunicación vial que presentan estos espacios urbanos. Por otro lado, el porcentaje más alto de arbolado se encontró en los sectores 2 y 5, sin embargo, los resultados indicaron una condición baja y una proporción muy alta de Ficus benjamina, respectivamente. En cuanto a otro resultado interesante es que a pesar de contar con el porcentaje más bajo, el arbolado del sector 4 se mantiene en buenas condiciones de salud y aspecto a pesar de ser maduro.

Es importante señalar que las colonias o calles de cada sector donde no existe información de la distribución del arbolado se debe a los siguientes motivos: se detectaron varios fraccionamientos privados donde no se tuvo acceso para realizar el censo, existen numerosas calles sin arbolado en banquetas o se encontraron calles con presencia de árboles pero sin banquetas. Esta última situación se observó en el sector 4, sin embargo, en estos casos el arbolado no se consideró en el censo debido a la falta de banqueta.

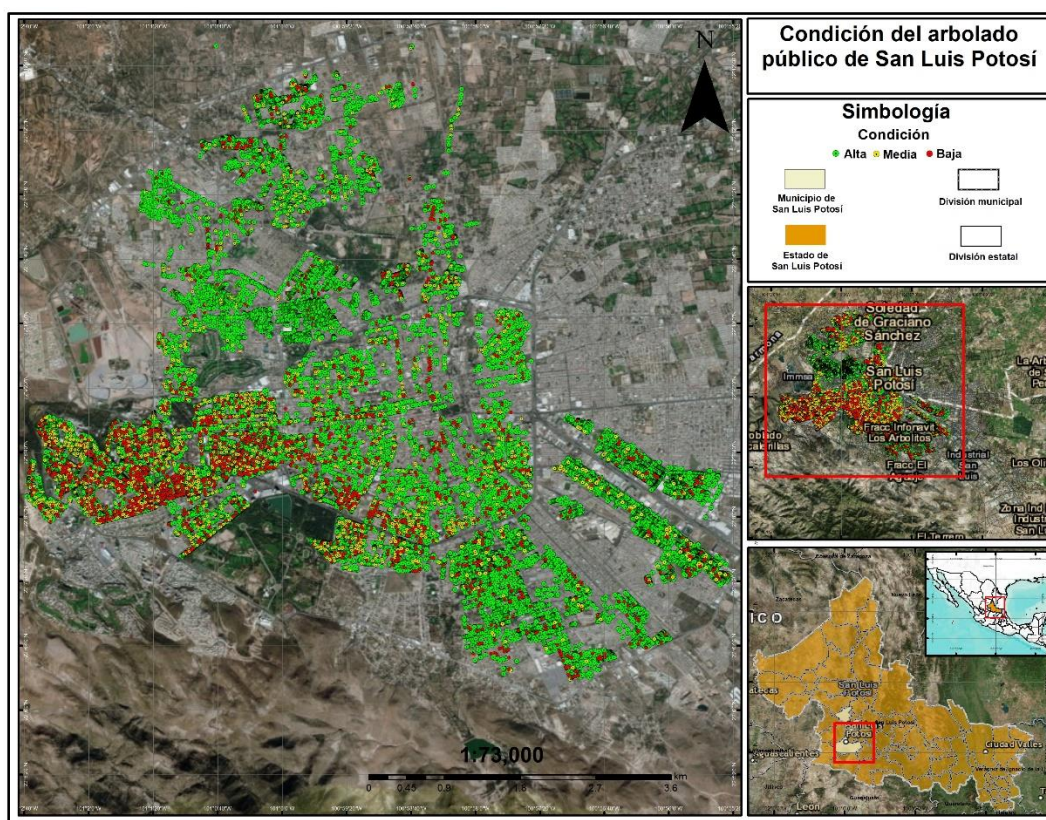


Figura 11. Mapa de distribución y condición del arbolado en vialidades de los sectores 1 al 5 de la ciudad de San Luis Potosí. En la simbología se observan los colores asociados al tipo de condición Alta, Media y Baja en el arbolado.

En este trabajo se estudió el área verde de banqueta, es decir de aquellas vialidades antes mencionadas, excepto de las carreteras, es decir, solo en el interior del sistema urbano. De esta manera, los dos tipos de áreas verdes que destacan por su importancia urbana, espacial y paisajística en las vialidades son la franja de vegetación en camellón y la de banqueta. El área de camellón en las calles tiene diferentes usos y propósitos pero también es el reflejo de la traza urbana y los antecedentes de cada zona en la ciudad. Esto hace a los camellones como una franja de vegetación que puede ser interesante desde el punto de vista ambiental y paisajístico cuanto más área presente para el desarrollo de la vegetación. En la ciudad de San Luis Potosí se pueden observar diferentes vialidades con espacios de camellón y de diferentes dimensiones. No obstante, la vegetación de los camellones no fue parte de los objetivos del presente estudio pero se tienen observaciones de algunas especies que estos pueden contener. En este sentido, se observó que las especies de mayor abundancia en áreas de banqueta también se encuentran en los camellones. Solo se observaron tres especies vegetales (*Buddleia cordata*, *Ehretia* spp. y *Ricinus communis*) establecidas en los camellones que no fueron censadas en el área de banqueta, siendo nativas las dos primeras. Sin embargo, esto no significa que tales especies no tengan posibilidades de establecerse en el área de banqueta. De cualquier forma, se enlistan en uno de los Anexos, pero aparte del registro general de las especies de banqueta. Aunque una calle puede albergar vegetación en la sección de camellón, el área verde que tiene mayor relación con la gente es la de banqueta y es el tema que se abordará en lo sucesivo.

El arbolado en situación de banqueta estudiado se evaluó mediante un censo y la valoración mediante valores por atributos. De esta manera, el conteo de los individuos es uno de los resultados más importantes en este trabajo. De acuerdo con la división geográfica de los sectores en el mapa de la ciudad el porcentaje del arbolado es heterogéneo. Aunque son distintos los antecedentes de urbanización de cada sector también es probable que la cantidad, densidad y tipo de especies vegetales plantadas tenga ciertos rasgos según el tipo de sector. Así mismo, el contexto urbano y social de cada sector puede influir en las condiciones del arbolado. De esta manera, mientras el sector 2 y 5 son los que concentran el 30 y 29% del arbolado en banqueta de la ciudad, los sectores 3 y 4 mostraron los porcentajes más bajos al resultar con 12 y 10%, respectivamente. Esto puede indicar la necesidad de llevar a cabo planes de manejo y prácticas de plantación supervisada para que estos últimos sectores aumenten su cobertura vegetal.

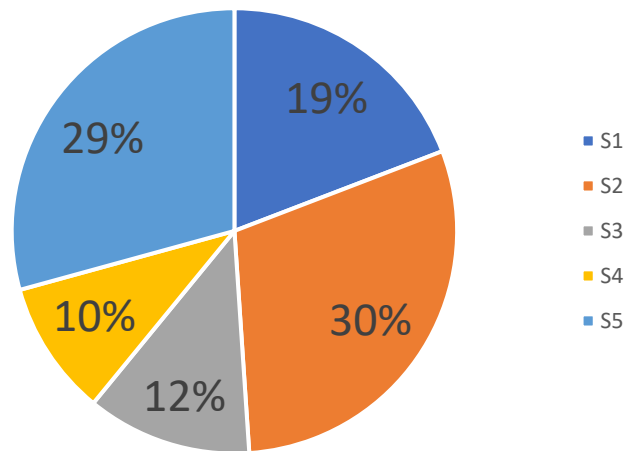


Figura 12. Porcentaje de arbolado urbano en situación de banqueta en los sectores 1 a 5 de la ciudad de San Luis Potosí. En los diferentes colores se muestra los resultados de dichos sectores (S1 a S5).

De los resultados obtenidos, se contabilizó un total de 134 especies de flora en el espacio urbano, incluyendo tanto especies nativas como introducidas. Al realizar un porcentaje del conjunto de especies encontradas en el censo, aproximadamente, el 28% del arbolado urbano en las banquetas de la ciudad es de *Ficus benjamina*. Esta especie junto con las de abundancia más alta (Figura 13) representa el 69% del total evaluado. Si bien las combinaciones por atributos de los diferentes sectores indicaron condiciones favorables en el arbolado es probable que se trate de dicha especie más abundante. Además de que puede sobrevivir bien en condiciones de banqueta vale la pena realizar más estudios sobre ello. Otro factor que probablemente influya en la preferencia por esta especie es su rápido crecimiento o los costos de su cultivo. Sin embargo, los bajos costos de su producción y venta pueden ser desventajosos una vez que se ha plantado ya que requiere amplio espacio para su desarrollo en espacios urbanos. En diferentes publicaciones se contraindica la plantación de *Ficus benjamina* en sitios donde se generen deterioros como el levantamiento de superficies de concreto y la obstrucción de redes de alcantarillado, lo que se puede traducir en pérdidas económicas para las ciudades (Vargas-Garzón & Molina-Prieto, 2012). Esto significa que en muchos sitios donde se encuentran plantados los árboles de esta especie hay desperfectos y pérdidas económicas potenciales de infraestructura.

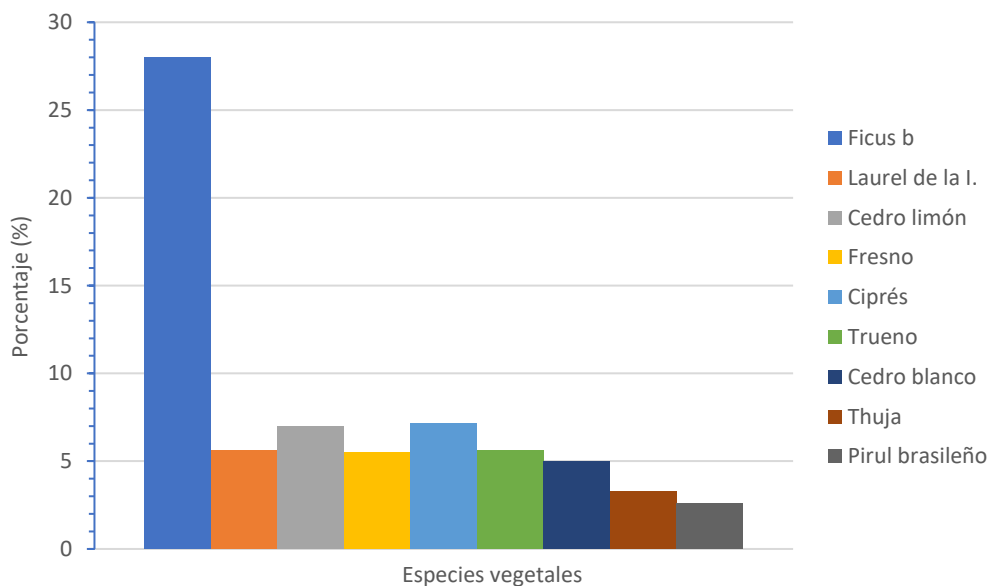


Figura 13. Porcentaje de las especies más abundantes del censo del arbolado en los sectores 1 al 5 de la ciudad de San Luis Potosí.

Las especies más abundantes de cada sector fueron de tipo ornamental y de fácil adquisición en los viveros comerciales. No obstante, además de los factores estéticos de las especies más numerosas, la de tipo frutal fue la especie del limón. En los resultados del censo se presentaron otras especies frutales que no figuraron entre las más abundantes, pero se encontraron aguacate, granada, guayaba, higuera, mandarina, manzano y naranjo, pero con proporciones bajas. La plantación y cuidado de este tipo de árboles refleja la intención de que los ciudadanos tengan un área de cultivo para el aprovechamiento de frutos comestibles. Sin embargo, mientras algunos árboles no producen frutos o es muy baja su productividad, otros si los forman, pero no se extraían hasta que se maduran en el árbol. Es probable que la calidad y sabor de un fruto producido por un árbol que se desarrolla en la vía pública pueda ser menor que aquellos que se cultivan en un jardín o un área de mayor cuidado. Una posible explicación es la deficiencia nutrimental y de agua que suelen presentar los suelos urbanos, lo cual influye de forma importante en el desarrollo de la planta y sus frutos. La formación de flores y frutos en las plantas requiere grandes cantidades de energía y nutrimentos para lograr una calidad en términos comestibles, independientemente de que el árbol se perciba en buenas condiciones.

Si bien el censo del arbolado mostró un estado fitosanitario favorable, no necesariamente se puede concluir que se encuentren en condiciones de formar flores y desarrollar frutos de buena calidad. Incluso, es probable que el arbolado pueda estar bajo ciertas condiciones de estrés

fisiológico que de manera más puntual se puede atender en otros estudios futuros. Por tanto, las combinaciones más frecuentes en los sectores fueron 2-1-1 y 2-1-2, donde el manejo fue de bajo a medio, el arbolado se encontró con escasa intervención. Sin embargo, esta evaluación solo se enfocó en la apariencia física de la planta, y no en otros aspectos particulares de un diagnóstico más profundo. En contraste, si se observaron varios ejemplares muertos o secos por completo, los cuales deben ser retirados en caso de realizarse un plan de manejo del arbolado.

En los todos los sectores, la forma de crecimiento más notoria fue la arbórea, seguida por la arbustiva, la arborescente y al final la herbácea. Cabe señalar que uno de los criterios para seleccionar las plantas censadas fue que alcanzaran por lo menos 1 m de altura, donde los árboles son las formas más notorias por sus dimensiones. Sin embargo, en situación de banqueta las demás formas de crecimiento (no árboles) que se registraron también sobresalieron por su talla, es decir por su altura. Esto significa que pueden encontrarse palmeras, arbustos y algunas herbáceas con alturas que suelen alcanzar hasta el cableado aéreo de las banquetas. El cableado aéreo instalado mediante postes para la conducción eléctrica puede ser de alta o baja tensión, cuya altura puede alcanzar una altura aproximada de 11 y 5 m, respectivamente. En este sentido, la mayoría de las especies registradas en el presente estudio puede tener una talla que alcance estas instalaciones. Esto supone dos aspectos de suma importancia para las ciudades: se espera que los árboles se desarrollen desde el punto de vista morfológico pero el cableado aéreo obstruye su crecimiento en altura. El cableado aéreo en cuestión puede ser de tipo telefónico o eléctrico. Como se pueden modificar, reducir o eliminar las copas de los árboles y hacerlo con las líneas eléctricas tiene consecuencias de seguridad y legales de mayor peso se acostumbra entonces optar por la primera. Incluso, la misma Comisión Federal de Electricidad se encarga de realizar las podas del arbolado para que este último no “dañe” las líneas de conducción eléctrica. Sería importante conocer los registros de casos donde por el crecimiento de los árboles las líneas eléctricas se rompen o dañan. Por lo tanto, existen fundamentos para conservar y planificar los árboles que crecen debajo sin que se comprometan dichas instalaciones. La ramificación aérea de diferentes especies de árboles puede tener podas específicas por donde pasen los cables sin perjudicar las copas. De esta manera, el primer control es la reglamentación de las especies para plantar en situación de banqueta o las podas específicas de las plantas de manera regulada y bajo supervisión de personal calificado.

Otro aspecto limitante de espacio para las plantas, en especial los árboles, es el desarrollo de sus sistemas de raíces y la infraestructura en el área de banqueta. En las diferentes publicaciones y guías de arbolado que existen se clasifican a las raíces como extensivas y superficiales o sin

problema alguno, debido a los “daños” que producen en los materiales y sistemas de tuberías de agua. Lo que si se tiene documentado es que en muchas ocasiones, las raíces finas y delgadas de los sistemas de raíces pueden penetrar y obstruir los ductos y tuberías de agua. Varios estudios señalan muy pocos casos donde el sistema de raíces altera o produce cambios en el diseño estructural de una edificación cuando un árbol grande se encuentra a un par de metros de distancia. En este sentido, varios casos pueden tratarse de la poda o retiro del árbol tratando de impedir este tipo de alteraciones en la infraestructura de los predios de las personas. De la misma forma que en la explicación sobre el cableado aéreo la plantación de especies arbóreas debe hacerse bajo reglamento con el fin de evitar costos económicos por reparaciones debidas a la reparación de la infraestructura en la vía pública o las edificaciones.

Por otro lado, las especies introducidas son más numerosas en el espacio urbano que las nativas. Del total de especies registradas en el censo, 38 % son nativas del país y 62% introducidas (Figura 14). Por lo general, en sistemas inducidos como son las ciudades, la vegetación puede componerse de una proporción de especies nativas e introducidas. Sin embargo, la desigualdad encontrada en este estudio es muy alta, por lo que las plantas que se establecen en las vialidades tienen un significado más ornamental y de uso comestible que otros fines como el ambiental. En la misma medida, la falta de plantas propias del país se puede traducir en una disminución importante de los beneficios ecológicos que se obtienen de la alta biodiversidad vegetal de México. Entre las consecuencias, se pueden mencionar la alta probabilidad que tiene la ciudad porque surjan diferentes plagas en la vegetación, el aumento de especies invasoras, cambios en las poblaciones de polinizadores y una desvalorización cultural por la vegetación local y nacional, entre otros factores. Se puede advertir que en aquellos espacios abiertos y vialidades sin área verde las propuestas de plantación deben indicarse bajo criterios ambientales, ecológicos y culturales, favoreciendo las especies nativas del país y en menor grado las introducidas.

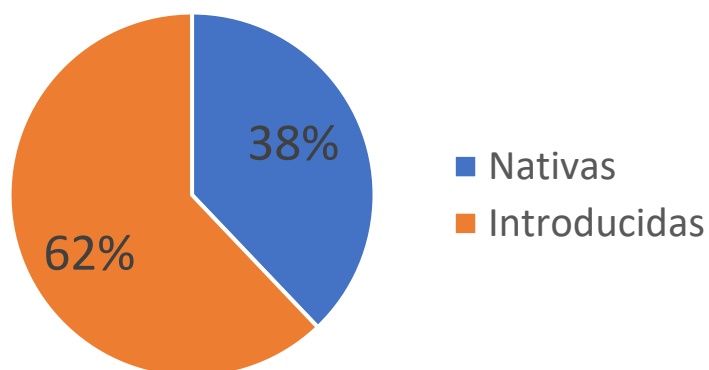


Figura 14. Porcentaje global de especies nativas e introducidas en los sectores 1 a 5 de la ciudad de San Luis Potosí.

Por otro lado, una observación durante la experiencia de realizar el censo, aunque el enfoque de este trabajo fue la elaboración de un conteo y diagnóstico del arbolado en banquetas, es que los residentes tienen una interacción muy estrecha con el área verde de banqueta inmediata a su casa. A lo largo de todo el estudio se observó que los posibles factores que causan la intervención en la vegetación de banqueta son los siguientes:

- 1- Es probable que los residentes tengan cierta responsabilidad por las plantas de banqueta, especialmente cuando participan en la plantación o poda.
- 2- Las plantas que suelen alcanzar el cableado aéreo de baja tensión experimentan poda
- 3- Los árboles experimentan diferentes tipos de poda en su estructura o hasta el derribo, debido al levantamiento o fractura de las banquetas por posibles daños a las mismas, a los inmuebles o a los sistemas de tuberías subterráneas.
- 4- Se percibe en los residentes que, la poda de los árboles puede mejorar la seguridad y visibilidad en la banqueta cuando los árboles producen mucha sombra o desarrollan copas frondosas.
- 5- Una percepción frecuente es que las plantas se podan o retiren para evitar la generación de hojarasca "basura" en la vía pública o el interior de las casas, así como la atracción de insectos.

En cuanto a la situación ecológica de las especies se puede argumentar que, aunque fue favorable la condición del estado fitosanitario no garantiza la eficiencia de las plantas en cuanto a ciertos servicios ambientales. Por ejemplo, mientras mayor sea el follaje de una planta más hojas

presentará y por lo tanto mayor área fotosintética. Esto se traduce en una eficiencia más alta en cuanto a la absorción de bióxido de carbono y la producción de oxígeno en el aire. Así mismo, la falta de cobertura de plantas en el espacio urbano fomenta el incremento de las temperaturas y disminuyen la carga de humedad del aire, produciendo microclimas más secos y calurosos. Por lo tanto las podas de toda la copa o el retiro del árbol también reducen su capacidad de mejorar las condiciones ambientales. En este sentido la intervención en la poda o eliminación de partes de la planta también debe contemplarse dentro de un plan de reglamentación ambiental urbana.

Algunas de las medidas que se tienen que establecer en cuanto al uso de especies vegetales en el espacio público residen en la previsión por mantener la infraestructura urbana, los altos costos por reparación de los diferentes materiales de inversión pública, las podas frecuentes y daños en la propiedad privada. Tales medidas no deben comprometer los atributos de paisaje y ornamentales de las especies existentes y las que se propongan. Así mismo, se puede buscar el mejoramiento de las condiciones ambientales y la intervención en la supervisión y manejo de la vegetación en vialidades por personal capacitado. Por todo lo anterior, la plantación de árboles en situación de banqueta debe establecerse en función de la talla máxima en estado adulto y el tipo de especie. Además de esta medida indispensable, pueden incluirse dos aspectos del espacio urbano: la altura del cableado aéreo y el ancho de banqueta. Con estas medidas se pueden regular tanto las plantaciones futuras como el manejo de las plantas en las vialidades y en combinación con ciertos controles hacia los viveros comerciales.

Propuesta de normatividad ambiental de la vegetación en áreas verdes

Los árboles urbanos sobresalen entre las demás formas de crecimiento vegetales debido a la amplia superficie foliar por unidad de área en sus copas. Por ello, mientras mayor sea la cobertura que conforma el conjunto de hojas de la copa de un árbol mayores propiedades y servicios ambientales puede ofrecer. Un solo árbol cuya copa es amplia y frondosa puede transpirar de 200 a 400 litros de agua en un día caluroso (Plotnik & Phelan, 2000). A través de este mecanismo de la transpiración y el de fotosíntesis es como la vegetación es capaz de tres funciones de alta importancia: la absorción de bióxido de carbono en el aire, la liberación de oxígeno atmosférico y la generación de humedad en el ambiente, entre otros. Con base en estos servicios ambientales y las medidas morfométricas que presentan las diferentes especies vegetales en el espacio urbano se pueden establecer los principios que fundamenten una normatividad de tipo metropolitana en San Luis Potosí. Aunque los

servicios ambientales es uno de los aspectos de mayor justificación no es el único por considerar en la propuesta de normatividad urbana. Otros aspectos por considerar son las dimensiones que cada especie adopta en el sistema urbano (Anexo 1 y 2) y los usos que refleja por la población. De esta manera, a partir de las medidas realizadas en las especies vegetales que sobreviven en la ciudad se pueden establecer las normas y reglamentos correspondientes.

En cuanto al manejo que se requiere de la vegetación en vialidades y las demás áreas verdes es importante tratar las dos categorías de especies, es decir las nativas e introducidas. En el presente estudio se encontró que alrededor del 60% y 40% del arbolado fueron especies introducidas y nativas, respectivamente. Por lo general, cualquier ciudad suele presentar una proporción mayor de especies introducidas que nativas, sin embargo, tanto este resultado como la abundancia del árbol *Ficus benjamina* no garantiza la calidad que se espera en términos urbanos y ambientales. Varios estudios señalan que la vegetación urbana puede tener una composición de especies nativas igual o ligeramente mayor que las introducidas, ya que un patrón generalizado de las ciudades ha sido la adquisición de plantas exóticas o introducidas más que de nativas. Esto significa que el sistema urbano también puede contener ciertas especies introducidas ya que contribuyen desde el punto de vista ambiental y ecológico. De acuerdo con esto, entonces se pueden fijar ciertas iniciativas de ley o a través de incentivos económicos o fiscales la creación de viveros con mayor número de plantas nativas cultivadas. Entre las principales normas que puede contemplar esta propuesta están el de regular el tipo de plantas que se plantan en relación con la situación espacial, es decir tanto en la sección de banqueta como en cualquier otra área verde. También, se puede controlar o incluso sancionar todos los actos de manejo de las plantas en la vía pública como la poda de arbolado o el derribo, para lo cual deben estar plenamente justificados. Otro de los aspectos por regular, en acompañamiento con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Teléfonos de México (TELMEX), es la intervención que se realizan en cuanto al manejo de la vegetación y su interacción con las instalaciones del cableado aéreo y subterráneo.

Las razones por las cuales es necesario establecer y aplicar una normatividad para la vegetación urbana son las siguientes:

- Protección y seguridad a los peatones
- Evitar gastos por reparación de daños a la infraestructura urbana
- Evitar las podas y derribos injustificados por parte de la gente o residentes
- Crear y capacitar a grupos certificados para el manejo de arbolado en vías públicas
- Desarrollar un plan de mantenimiento y corrección del arbolado urbano

- Realizar programas de plantación estratégica y apoyados por un grupo consultor sobre áreas verdes en la ciudad.

Finalmente, al aplicarse una normatividad sobre la vegetación en áreas verdes es probable mejorar las condiciones ecológicas y ambientales de la ciudad. Debido a tales beneficios, la ciudad de San Luis Potosí puede adquirir alguna de las categorías de ciudades comprometidas con el ambiente, así como sumarse a los esfuerzos de carácter internacional para reducir el cambio climático u otros compromisos. Cabe mencionar que la ciudad podría recibir ciertos beneficios económicos y turísticos de escala internacional debido a la implementación de propuestas para mejorar la calidad ambiental.

Protección especial de ciertos árboles urbanos

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, a pesar de la baja proporción de especies nativas se han identificado algunos ejemplares que por sus propiedades o valor ecológico requieren mayor atención y protección. A pesar de que este tipo de plantas se localizan en vialidades se cuenta con su ubicación georreferenciada y la valoración de su estado general. Aunque se supone que tales ejemplares los ha plantado la gente no se garantiza su mantenimiento y conservación por encontrarse en espacio público. Así mismo, las especies con valor ecológico y cultural, además de contemplarse en la normatividad ambiental propuesta anteriormente también requieren de protección especial en la ciudad. La importancia de estas especies también radica en que si bien las condiciones ambientales y ecológicas en su hábitat natural pueden ser adversas dentro de la ciudad, y en especial en el área de banqueta, puede sobrevivir de manera favorable. Una explicación a esto es que probablemente las condiciones del suelo, la humedad y el ambiente en general de la ciudad hace algunas décadas fueron propicias para su establecimiento, aún en situación de banqueta. Algunas de estas especies registradas en el censo presentaron una abundancia por debajo del 0.5% y solo se localizaron en el sector 1 y 2, principalmente. Cabe mencionar que en condiciones naturales estas especies son propias de ecosistemas de húmedo tropicales o de bosques de montaña. Solo el caso del árbol cazahuate (*Ipomea murucoides*) y la pata de elefante (*Beaucarnea inermis*) pertenecen a ecosistemas semiáridos, pero también destacan por su valor biológico. En el caso de la pata de elefante se encuentra en la categoría de amenazada, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 correspondiente a la Protección ambiental de especies nativas de México. A continuación, se enlistan las especies que se proponen para su protección especial en la ciudad:

Ahuehuate	(<i>Taxodium mucronatum</i>)
Aile	(<i>Alnus acuminata</i>)
Anacahuita	(<i>Cordia boissieri</i>)
Árbol de zope	(<i>Schizolobium parahiba</i>)
Cazahuate	(<i>Ipomea murucoides</i>)
Cuajilote	(<i>Parmentiera aculeata</i>)
Encino blanco mexicano	(<i>Quercus polymorpha</i>)
Liquidambar	(<i>Liquidambar styraciflua</i>)
Palo mulato	(<i>Bursera simaruba</i>)
Pata de elefante	(<i>Beaucarnea inermis</i>)
Sauce	(<i>Sambucus canadensis</i>)
Zapote blanco	(<i>Casimiroa edulis</i>)

En particular para poder incidir en la conservación y cuidado de tales especies se puede recurrir al llamado de los residentes para saber más de la historia de esas plantas y también elaborar placas metalizadas con el nombre de la especie y explicando que dicho árbol se encuentra bajo protección especial de la SEGAM y del gobierno municipal.

Por otro lado, también se vuelve necesario para la administración actual un plan de acción en materia de cuidado y protección del arbolado en los diferentes tipos de áreas verdes. Este plan de acción requiere de la instrucción y capacitación de un grupo selecto de personas que durante cada administración permanecen en los puestos de trabajo sobre el mantenimiento de este tipo de plantas en el espacio público. Para ello, los temas de capacitación pueden ser una valoración clara y específica sobre los principales diagnósticos del arbolado urbano, el manejo y su situación espacial urbana, es decir la relación de la fitosanidad de la planta y su entorno inmediato.

Conclusiones

El presente informe menciona que se han cubierto todas las actividades propias del método, la escritura e investigación planteadas en el proyecto. Cabe mencionar que existen especies de interés botánico por la presencia de especies nativas con valor ecológico, medicinal y comestible en el área de banqueta. Las observaciones indican que, a pesar de la restricción espacial y de manejo en situación de banqueta, las especies encontradas pueden sobrevivir en condiciones favorables y que

tienen un significado social, cultural y ecológico importante. De esta manera, a continuación se enuncian las conclusiones preliminares del proyecto de investigación.

Se han encontrado un total de 134 especies vegetales cuyas formas de crecimiento, en orden de abundancia, fueron arbóreas, arborescentes, arbustivas y herbáceas. En el presente estudio se ha revisado y cotejado el número total de especies en todos los sectores evaluados. De acuerdo con los resultados preliminares, el 38% corresponden a especies nativas y casi el 62% introducidas, por lo que las implicaciones que esto tiene son importantes desde el punto de vista ambiental y ecológico. Por otro lado, más del 50% de los árboles se encuentran en condiciones favorables, aunque pueden estar en condiciones de otro tipo de estrés, o en riesgo de alto manejo. El 30% de los árboles se encuentran en condiciones regulares del estado fitosanitario y manejo. Aunque este resultado refleja un buen estado general del arbolado urbano no se puede asegurar el efecto de otros factores de estrés no previstos por el presente estudio. De acuerdo con lo observado en el censo se puede advertir que la principal causa de condiciones desfavorables del arbolado es la constante poda y, probablemente, sin una capacitación profesional.

Por otro lado, se puede mencionar que a pesar de que el arbolado urbano actual se encuentra en constante cambio por efecto de las podas y derribos también es probable que se estén plantando otras especies. También, es importante indicar que es muy alto el porcentaje de especies introducidas y que es necesario aumentar las nativas, esto con el fin de adquirir mayores beneficios ambientales, ecológicos y culturales en la ciudad. Esto significa poder mantener y seguir procurando la instauración de algunas especies introducidas y emprender plantaciones de más nativas. Así mismo, se han detectado ciertas especies nativas de gran valor ecológico que se proponen para su protección especial dentro de la ciudad. esto puede promover mayor conciencia y compromiso con un manejo en torno a las especies vegetales de las áreas verdes.

Dr. Carlos Renato Ramos Palacios
Responsable del proyecto
Facultad del Hábitat, UASLP

Referencias

- Abd M.A. & N. Othman. (2012) Towards a better tomorrow: Street trees and their values in urban areas. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 35: 267-274.
- Ayuntamiento de San Luis Potosí (2003) Plan del centro población estratégico de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. San Luis Potosí, San Luis Potosí
- Carbonnel (2017) Vulnerabilidad ambiental del arbolado urbano. Levantamiento georreferenciado comunal, Chile.” *Revista AUS* 21. 4-10pp.
- Castillo-Rodríguez L & SA Ferros-Cisneros (2015) La problemática del diseño con árboles en vías urbanas: verde con respaldos negros. *Arquitectura y Urbanismo*, 36: 5-24.
- Chang K.F. & P.C. Chou. (2010) Measuring the influence of the greening design of the building environment on the urban real estate market in Taiwan. *Building and Environment*, 45: 2057-2067.
- Dahlhausen J, P. Biber, T. Rötzer, E. Uhl & H. Pretzsch. 2016. Tree species and their space requirements in six urban environments worldwide. *Forests*, 7, 111: 1-19
- INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, San Luis Potosí, San Luis Potosí.
- La Sorte F. A. & L. M. McKinney (2006). Composition similarity and the distribution of geographical range size for assemblages of native and non-native species in urban floras. *Diversity and Distributions*, 12: 679-686.
- Lesser L.M. (2001) Hardscape damage by tree roots. *Journal of Arboriculture*, 27 (5):272-276
- Maco S.E. & E. G. McPherson (2002). Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree population. *Journal of Arboriculture*, 28 (6): 270-276.
- Madrigal-Sánchez X & Gómez-Peralta M. (2007) Árboles de las áreas urbanas y suburbanas de Morelia, Michoacán, México. *BIOLÓGICAS*, 9: 12-22
- Ortega-Álvarez R, HA Rodríguez-Correa & I MacGregor-Fors (2011) Trees and the city: Diversity and composition along a neotropical gradient of urbanization. *International Journal of Ecology*, vol. 2011, Article ID 704084, 8 pages
- Plotnik A. & M.H. Phelan. (2000) *The Urban Tree Book. An uncommon field guide for city and town.* Three River Press. New York, U.S.A.
- Ramos-Palacios C.R. (2017) Parámetros básicos para el diseño de arbolado urbano en espacios abiertos (Manual Didáctico). CEPROMADI, Facultad del Hábitat. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. p. 68

Ramos-Palacios C.R. & Sánchez Godines M. (2017) Las áreas verdes y la calidad de vida en las urbes. Revista Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. No. 125, 28-37

Randrup T.B., E.G. McPherson & L.R. Costello (2001). A review of tree root conflicts with sidewalks, curbs, and roads. Urban Ecosystems, 5: 209–225

SECTUR 2014. Diagnóstico sobre competitividad y sustentabilidad del destino ciudad de San Luis Potosí

Vargas-Garzón B. & L.F. Molina-Prieto (2012). *Ficus benjamina* L. in the cities: high number of individuals, severe damages to infrastructure and expensive economic losses. Revista Nodo, 7 (13): 93-101

Anexo 1. Listado de las especies vegetales en situación de banqueta

La siguiente lista representa el registro de las especies vegetales en situación de banqueta como resultado del censo en las vialidades de los cinco sectores de la ciudad de San Luis Potosí. La información de tales listados se presenta en una tabla de especies nativas de México y otra de introducidas. Las especies identificadas en otro sitio de las vialidades que no fuera la banqueta, es decir en camellón, se presentan fuera de cada tabla al final de la misma. A continuación, se explica la información sobre las especies vegetales y su iconografía en los dos tipos de tabla.

Se asignaron infografías para presentar la forma de crecimiento, la afectación urbana y el estatus ecológico de cada especie. De acuerdo con la variabilidad de plantas encontrada en las vialidades de toda la ciudad, se presenta la forma de crecimiento que cada especie vegetal puede adoptar en situación de banqueta. Por otro lado, la afectación urbana en figuras de color rojo indica que el crecimiento de la planta puede alcanzar la altura del cableado aéreo y/o presentar agrietamiento o desperfectos la superficie de la banqueta. Cuando estos últimos íconos son de color rosa se presenta afectación urbana nula en relación con la especie vegetal. El estatus ecológico se refiere al grado de estabilidad que en la actualidad presentan las poblaciones naturales de una especie biológica. Para ello, se muestran los grados de estabilidad con la figura de diferente color, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Así, en la primera tabla, Acezintle (*Acer negundo*) se considera una especie sujeta a protección especial y la especie Pata de elefante (*Beaucarnea inermis*) se cataloga como amenazada, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 relativa a la Protección ambiental de especies nativas de México.

En la parte inferior de la Iconografía se muestran los símbolos que indican las características de ciertas especies en la tabla.




































Iconografía

	Herbacea	Arbustiva	Arborescente	Arborea	Columnar
Formas de crecimiento					
Afectación urbana	No aplica	En banqueta	No aplica	Cableado aéreo	
Estatus ecológico	Peligro de extinción	Amenaza	Vulnerable	Menor preocupación	Sin problema

^a = No censado debido a su identificación después de realizado el censo

ID = Información Desconocida

Especies nativas de México

Nombre común	Nombre científico	Forma de crecimiento	Afectación urbana		Estado de conservación
			Aérea	En banqueta	
Acacia de tres espinas	<i>Gleditsia sp.</i>				
Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>				
Acezintle	<i>Acer negundo</i>				
Aguacate	<i>Persea americana</i>				
Ahuehete	<i>Taxodium mucronatum</i>				
Aile	<i>Alnus acuminata</i>			ID	
Anacahuita	<i>Cordia boissieri</i>				ID
Árbol de zope ^a	<i>Schizolobium parahyba</i>			ID	ID
Azuceno	<i>Thevetia peruviana</i>				ID
Botón de oro	<i>Senna septemtrionalis</i>				ID
Calaverita	<i>Thevetia thevetioides</i>				ID
Cardón	<i>Stenocereus sp.</i>				ID
Cazahuate	<i>Ipomoea murucoides</i>				ID
Cedro blanco	<i>Cupressus lindleyi</i>				ID
Cojoba	<i>Cojoba arborea</i>				ID
Colorín	<i>Erythrina americana</i>				ID
Coquito	<i>Pseudobombax ellypticum</i>				ID
Cuajilote	<i>Parmentiera aculeata</i>				ID
Chaya	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>				ID
Chopo americano	<i>Populus deltoides</i>				ID
Encino blanco mexicano	<i>Quercus polymorpha</i>		ID	ID	ID

Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>				ID
Fresno	<i>Fraxinus sp.</i>				
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>				ID
Higuera dorada	<i>Ficus aurea</i>			ID	ID
Huaje	<i>Leucaena leucocephala</i>		ID	ID	ID
Huele de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>				ID
Huizache chino	<i>Acacia schaffneri</i>				ID
Jarilla	<i>Dodoneae viscosa</i>				ID
Lechero rojo	<i>Euphorbia cotinifolia</i>				ID
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>				
Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>				
Malvavisco	<i>Malvaviscus sp.</i>				ID
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>				
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>				ID
Nogal	<i>Carya illinoensis</i>				
Nopal	<i>Opuntia sp.</i>				ID
Órgano	<i>Pachycereus marginatus</i>				ID
Palma washingtonia	<i>Washingtonia robusta</i>				ID
Palo de rosa	<i>Tabebuia rosea</i>			ID	ID
Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i>			ID	ID
Papaya	<i>Carica papaya</i>				ID
Pata de elefante	<i>Beaucarnea inermis</i>				
Pino	<i>Pinus sp.</i>				ID

Plátano	<i>Musa x paradisiaca</i>				ID
Plátano de sombra	<i>Platanus mexicana</i>				ID
Retama	<i>Parkinsonia aculeata</i>				ID
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>				ID
Sauco	<i>Sambucus canadensis</i>				
Tabaquillo ^a	<i>Nicotiana glauca</i>				ID
Tronadora	<i>Tecoma stans</i>				ID
Velo de novia	<i>Duranta erecta</i>				ID
Yuca común	<i>Yucca elephantipes</i>				ID
Yuca	<i>Yucca filifera</i>				ID
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>				ID




Anacua (*Ehretia anacua*)

Tepozán (*Buddleia cordata*)











Especies Introducidas

Nombre común	Nombre científico	Forma de crecimiento	Afectación urbana		Estado de conservación
			Aérea	En banqueta	
Acacia amarilla	<i>Albizia lebbek</i>				ID
Acacia negra	<i>Acacia mearnsii</i>		ID	ID	ID
Álamo blanco	<i>Populus alba</i>				
Álamo canadiense	<i>Populus x canadensis</i>				D
Alfileres de Eva ^a	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>				
Algarrobo	<i>Ceratonia siliqua</i>			ID	
Aligustre	<i>Ligustrum ovalifolium</i>				ID
Almendra de la India	<i>Terminalia catappa</i>			ID	ID

Araucaria	<i>Araucaria heterophylla</i>				
Árbol de cebo	<i>Triadica sebifera</i>			ID	ID
Árbol de lápiz	<i>Euphorbia tirucalli</i>	 			
Árbol de júpiter	<i>Lagerstroemia indica</i>				
Árbol sombrilla	<i>Schefflera actinophylla</i>				
Bambú común	<i>Bambusa sp.</i>				ID
Buganvilia	<i>Bougainvillea sp.</i>				ID
Cactus catedral ^a	<i>Euphorbia trigona</i>				ID
Caliandra	<i>Calliandra haematocephala</i>				ID
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>				
Cedro limón	<i>Cupressus macrocarpa</i>				
Ceiba	<i>Ceiba speciosa</i>				ID
Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>			ID	ID
Ciprés italiano	<i>Cupressus sempervirens</i>				ID
Ciruelo	<i>Prunus cerasifera</i>				ID
Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>				ID
Cheflera	<i>Schefflera arboricola</i>				ID
Dombeya	<i>Dombeya wallichii</i>			ID	ID
Dracaena	<i>Dracaena sp.</i>				ID
Durazno	<i>Prunus persica</i>				ID
Escobillón	<i>Callistemon citrinus</i>				ID
Eucalipto (dólar)	<i>Eucalyptus cinerea</i>				ID

Eucalipto rojo	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				ID
Ficus (laurel)	<i>Ficus benjamina</i>				ID
Ficus lira	<i>Ficus lyrata</i>			ID	ID
Ficus variegado	<i>Ficus benjamina variegata</i>				ID
Flama china	<i>Koelreuteria bipinnata</i>				ID
Floripondio	<i>Brugmansia arborea</i>				
Framboyán	<i>Delonix regia</i>				
Granada	<i>Punica granatum</i>				
Grevilea	<i>Grevillea robusta</i>				ID
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>				
Higuera	<i>Ficus carica</i>				
Hule	<i>Ficus elastica</i>				ID
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>				
Laurel de la India	<i>Ficus microcarpa</i>				ID
Limón	<i>Citrus x aurantifolia</i>				ID
Limonaria	<i>Murraya sp.</i>				ID
Lluvia de oro	<i>Cassia fistula</i>			ID	
Majahua	<i>Hibiscus elatus</i>				
Mango	<i>Mangifera indica</i>			ID	ID
Manzano	<i>Malus domestica</i>				ID
Mimosa	<i>Acacia retinoides</i>				ID
Morera	<i>Morus nigra</i>			ID	ID

Moringa	<i>Moringa oleifera</i>				ID
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>				ID
Nim	<i>Azadirachta indica</i>			ID	
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>				ID
Olivo	<i>Olea europaea</i>				ID
Olmo siberiano	<i>Ulmus pumila</i>				
Palma (coco plumoso)	<i>Syagrus romanzoffiana</i>				ID
Palma areca	<i>Dyopsis lutescens</i>				
Palma canaria	<i>Phoenix canariensis</i>				
Palma de Madagascar ^a	<i>Pachypodium lamerei</i>				ID
Palma rubelina	<i>Phoenix roebelenii</i>				ID
Paraíso	<i>Melia azedarach</i>				
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i>				
Pera	<i>Pyrus communis</i>				
Piracanto ^a	<i>Pyracantha coccinea</i>				ID
Pirul	<i>Schinus molle</i>				ID
Pirul brasileño	<i>Schinus terebinthifolius</i>				ID
Plúmbago ^a	<i>Plumbago auriculata</i>				ID
Rama negra	<i>Senna corymbosa</i>				ID
Retama africana	<i>Senna didymobotrya</i>				ID
Rosa laurel	<i>Nerium oleander</i>				
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>				
Thuja	<i>Platycadus orientalis</i>				ID

Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>				ID
Tulipán rojo	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>				ID
Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>				

huiguerilla

Ricinus communis

Anexo 2. Especies recomendables para su plantación en el área verde de banqueta

La siguiente tabla enlista las especies vegetales recomendables para plantación en el área verde de banqueta. Esta selección incluye algunas de las plantas encontradas en el estudio (Anexo 1) y otras especies con potencial para el área de banqueta. Se propone una tabla de especies nativas y otra de algunas introducidas, siempre y cuando estas últimas no presenten alteraciones ambientales o efecto invasor aparentes y/o reportados para cada especie. Así mismo, esta propuesta contempla las medidas observadas y reportadas en la literatura y con ello evitar los problemas de desarrollo y el daño a instalaciones e infraestructura propios del área de banqueta. Ambas tablas presentan la altura promedio por especie en su hábitat natural y el ambiente urbano, con el fin de contrastar sus dimensiones y la afectación en el cableado aéreo. También, se muestra el tipo de raíz que desarrolla cada especie de forma natural y el ancho de banqueta recomendable para su plantación en el área verde.

ID=Información Desconocida

Especies nativas

Nombre común	Nombre científico	Altura promedio		Tipo de raíz	Amplitud de banqueta (m)
		Ambiente natural (m)	Ambiente urbano (±0.5m)		
Acacia de tres espinas	<i>Gleditsia sp.</i>	13	9	Superficial	>6
Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	15	9	Amplia, superficial	>6
Acezintle	<i>Acer negundo</i>	18	12	Pivotante, extensa, superficial	> 6
Aguacate	<i>Persea americana</i>	15	9.5	Lateral, superficial	>3
Ahuehete	<i>Taxodium mucronatum</i>	20	14	Amplia, lateral, superficial	>6
Aile	<i>Alnus acuminata</i>	10	7.5	Poco profunda, amplia	>3
Anacahuíta	<i>Cordia boissieri</i>	6	3.2	Amplia, lateral, tamaño reducido	2-3
Anacua	<i>Ehretia anacua</i>	10	5	ID	>3
Árbol de zope	<i>Schizolobium parahyba</i>	30	7.5	ID	>6
Azuceno	<i>Thevetia peruviana</i>	8	6	Ligeramente profunda	2-3

Botón de oro	<i>Senna septemtrionalis</i>	5	2.8	Ligeramente profunda	1.5-3
Calaverita	<i>Thevetia thevetioides</i>	8	4.5	Ligeramente profunda	2-3
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	15	-	Superficial, tamaño reducido	>6
Cardón	<i>Stenocereus sp.</i>	9	6.2	Tamaño reducido	1.5-3
Cazahuate	<i>Ipomoea murucoides</i>	13	9	Superficial, extensa	>6
Cedro blanco	<i>Cupressus lindleyi</i>	30	16	Profunda, lateral	>6
Cojoba	<i>Cojoba arborea</i>	20	-	Amplia, profunda	>6
Colorin	<i>Erythrina americana</i>	7	5.4	ID	3-6
Coquito	<i>Pseudobombax ellypticum</i>	10	5	Poco profunda	3-6
Cuajilote	<i>Parmentiera aculeata</i>	10	10	ID	3-6
Chaya	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	6	5	Tamaño reducido	1.5-3
Chopo americano	<i>Populus deltoides</i>	25	6.5	Pivotante y superficial	>6
Encino blanco mexicano	<i>Quercus polymorpha</i>	15	-	ID	3-6
Encino del sur	<i>Quercus virginiana</i>	18	-	ID	3-6
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	8	7	Poco profunda, tamaño reducido	1.5-3
Fresno	<i>Fraxinus sp.</i>	20	16	Profunda, extensa	>6
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	20	15	Extensiva	>6
Huaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	15	-	ID	1.5-3
Huele de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>	4	-	Tamaño reducido	<2
Huizache chino	<i>Acacia schaffneri</i>	10	10	Profunda	3-6
Jarilla	<i>Dodonea viscosa</i>	4	4	Tamaño reducido	1.5-3
Lantana	<i>Lantana camara</i>	2	2	Poco profunda	<2
Lechero rojo	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	5	4	ID	1.5-3
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	15	12	Horizontal, pivotante	>6
Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>	18	10	ID	3-6
Malvasisco	<i>Malvaviscus sp.</i>	7	5.5	Poco profunda, tamaño reducido	1.5-3
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	15	15	Muy profunda, lateral	>6
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	4	4	Superficial, tamaño reducido	<2
Nogal	<i>Carya illinoensis</i>	15	11.5	Pivotante, profunda	>6
Nopal	<i>Opuntia sp.</i>	4	3	Tamaño reducido	<2
Órgano	<i>Pachycereus marginatus</i>	5	4	Tamaño reducido	<2
Palma washingtonia	<i>Washingtonia robusta</i>	15	11	Tamaño reducido, fibrosa	1.5-3
Palo de rosa	<i>Tabebuia rosea</i>	20	9.3	Superficial	3-6

Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i>	5	3.5	ID	3-6
Papaya	<i>Carica papaya</i>	5	2.8	Pivotante, tamaño reducido	<2
Pata de elefante	<i>Beaucarnea inermis</i>	6	6.2	Tamaño reducido	3-6
Plátano	<i>Musa x paradisiaca</i>	7	6.5	Tamaño reducido	1.5-3
Plátano de sombra	<i>Platanus mexicana</i>	25	12.5	Profunda	>6
Retama	<i>Parkinsonia aculeata</i>	8	8.7	Medianament e profunda	3-6
Retama de tierra caliente	<i>Senna multiglandulosa</i>	4	4	ID	1.5-3
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	15	14.5	Extensa	>6
Sauco	<i>Sambucus canadensis</i>	7	4.8	Profunda	3-6
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	4	4	ID	1.5-3
Tabaquillo	<i>Nicotiana glauca</i>	6	3	ID	1.5-3
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	8	-	ID	3-6
Tepozán	<i>Buddleia cordata</i>	15	-	ID	3-6
Tronadora	<i>Tecoma stans</i>	10	5	Tamaño reducido	1.5-3
Velo de novia	<i>Duranta erecta</i>	6	4	Tamaño reducido	<2
Yuca común	<i>Yucca elephantipes</i>	10	6.3	ID	3-6
Yuca	<i>Yucca filifera</i>	10	9.2	ID	3-6
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	15	10.6	Medianament e profunda	>6

Especies introducidas

Nombre común	Nombre científico	Altura promedio		Tipo de raíz	Amplitud de banquetta (m)
		Ambiente Natural (m)	Ambiente Urbano ($\pm 0.5m$)		
Acacia amarilla	<i>Albizia lebeck</i>	12	9	Superficial, extendida	>6
Álamo blanco	<i>Populus alba</i>	10	8	Superficial, extendida	3-6
Aligustre	<i>Ligustrum ovalifolium</i>	5	3	ID	1.5-3
Árbol de júpiter	<i>Lagerstroemia indica</i>	6	4	Laterales, tamaño reducido	1.5-3
Buganvilia	<i>Bougainvillea sp.</i>	8	6	Tamaño reducido	1.5-3
Cactus catedral ^a	<i>Euphorbia trigona</i>	-	-	ID	<2
Cedro limón	<i>Cupressus macrocarpa</i>	12	8	ID	3-6
Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	18	15	Horizontal, superficial	3-6
Ciruelo	<i>Prunus cerasifera</i>	5	3	Lateral, superficial	1.5-3
Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>	6	6	Profunda, tamaño reducido	1.5-3
Durazno	<i>Prunus persica</i>	5	5	Superficial, tamaño reducido	1.5-3
Escobillón	<i>Callistemon citrinus</i>	5	4	Ligeramente profunda	1.5-3
Granada	<i>Punica granatum</i>	-	-	Tamaño	3-6

				reducido	
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	5	5	Extensa, superficial, lateral	3-6
Higuera	<i>Ficus carica</i>	-	-	Extensa, superficial, fibrosa	3-6
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	20	17	Profunda, extensa	>6
Limón	<i>Citrus x aurantifolia</i>	3	3	Tamaño reducido	1.5-3
Limonaria	<i>Murraya sp.</i>	-	-	Superficial, tamaño reducido	1.5-3
Manzano	<i>Malus domestica</i>	10	7	Superficial, poco profundas	3-6
Morera	<i>Morus nigra</i>	12	10	Profunda	>6
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	4	4	Superficial, tamaño reducido	3-6
Olivo	<i>Olea europaea</i>	15	10	Profundas, laterales	3-6
Palma (coco plumoso)	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	15	9	Tamaño reducido, fibrosa	1.5-3
Palma areca	<i>Dypsis lutescens</i>	5	2.5	Tamaño reducido, fibrosa	1.5-3
Palma canaria	<i>Phoenix canariensis</i>	10	7	Tamaño reducido, fibrosa	1.5-3
Palma rubelina	<i>Phoenix roebelenii</i>	3	3	Tamaño reducido, fibrosa	<2
Pera	<i>Pyrus communis</i>	5	4	Profunda, tamaño reducido	1.5-3
Piracanto ^a	<i>Pyracantha coccinea</i>	-	-	Profundas, tamaño reducido	1.5-3
Plumbago ^a	<i>Plumbago auriculata</i>	-	-	Tamaño reducido	<2
Rama negra	<i>Senna corymbosa</i>	-	-	Tamaño reducido	1.5-3
Rosa laurel	<i>Nerium oleander</i>	5	4	Superficial, tamaño reducido	1.5-3
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	10	5	Profunda, superficial	3-6
Thuja	<i>Platycadus orientalis</i>	10	6	Aparente tamaño reducido	1.5-3
Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>	8	6	Extensa, superficial, ligeramente profunda	3-6
Tulipán rojo	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	3	2	Superficial, tamaño reducido	<2

Anexo 3. Ficha de especie vegetal caracterizada en el área de banqueta

Las siguientes imágenes corresponden a la ficha de la planta Pata de elefante (*Beaucarnea inermis*) localizada en el área de banqueta. La ficha representa un ejemplo de las especies registradas en el censo del presente estudio, cuya información se reflejará en la publicación de la “Guía de la vegetación urbana en situación de banqueta” como uno de los productos del estudio e informe presentes.

Pata de elefante

Beaucarnea inermis

- Origen: México y Centroamérica
- Estatus: Nativa
- Hábitat original: Bosques tropicales y selva baja subcaducifolia
- Floración: Sin información
- Usos: Ornamental, alimenticio y artesanal






Altura (ambiente natural)	Altura (ambiente urbano)	Alcanza cableado aéreo (5 m)
18 m	12 – 15 m	

(La medición de la altura es aproximada y corresponde al de un solo árbol adulto en situación de banqueta)



Tipo de raíces	Afectación en banqueta
Sistema radicular de tamaño reducido	

Copa o follaje: Desarrolla diversas ramificaciones que forman una copa irregular y extendida

Estatus de conservación: Amenazada y protegida NOM-059 SEMARNAT 2010

Propiedades ecológicas: Se desconocen sus atributos ecológicos.

Observaciones: Sin observaciones particulares