



## LAS ÁREAS VERDES URBANAS Y ARBOLADO URBANO COMO IMPULSORES DE CIUDADES SOSTENIBLES: CASO DE ESTUDIO PARQUE JARDINES DE LA HACIENDA

## URBAN GREEN SPACES AND URBAN FORESTS AS IMPULSORS OF SUSTAINABLE CITIES: CASE STUDY JARDINES DE LA HACIENDA PARK

López - Moyao César Ricardo<sup>1</sup>\*, Rosillo - Pantoja Izarely<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las ciencias S/N, Juriquilla, Qro. México

\* Autor de correspondencia, correo: [heycesarno@hotmail.com](mailto:heycesarno@hotmail.com)

### Resumen

El presente documento aborda la relación de los conceptos de ciudades sostenibles y servicios ambientales equiparándolos desde una perspectiva económica.

Esto se realizó a través una comparación del valor económico de los servicios ambientales que provee un área verde urbana y el gasto público en materias afines de la Ciudad de Querétaro, México, con el fin de analizar la idoneidad de las áreas verdes urbanas dentro del gasto público para encaminar a los espacios urbanos a la sostenibilidad.

El análisis fue elaborado a través de un estudio espacial y económico usando técnicas mixtas de ciencias forestales, de Sistemas de Información Geográfica del software iTree y estadística simple tomando como zona de estudio el Parque Jardines de la Hacienda, Querétaro.

Como resultado se obtuvo que el valor monetario del parque es alrededor de 12.7 millones de pesos, cifra que representa el 0.92% del Presupuesto Municipal Total en 2017, último año reportado durante la elaboración de este estudio.

Queda así demostrada la factibilidad de las áreas verdes urbanas para dirigir a las ciudades en desarrollo a un marco de sostenibilidad y mejorar la calidad de vida de la población.

Palabras clave: Áreas verdes urbanas, desarrollo urbano, servicios ambientales, sostenibilidad, SIG

### Abstract

*The current document addresses the relationship between the sustainable cities and ecosystem services from an economic perspective.*

*This was performed by comparing the economic value of the ecosystem services provided by an urban green space and the public expenditure in related subjects of the City of Querétaro, Mexico, in order to analyze the aptitude of the urban green spaces in public expenditure to direct the urban spaces to sustainability.*

*The analysis was elaborated through a spatial and economic study using mixed techniques of forestry, Geographic Information Systems of the iTree software and simple statistics taking the Jardines de la Hacienda Park, Querétaro as the study area.*

*As a result, it was obtained that the monetary value of the park 12.7 million of Mexican pesos, figure that represents the 0.92% of the Total Municipal Budget in 2017, last year reported during the preparation of the study.*

*This demonstrates the feasibility of urban green areas to route the developing cities to a framework of sustainability and improve the quality of life of the population.*

*Keywords: Green urban spaces, urban development, ecosystem services, sustainability, GIS*

## 1. Los objetivos de desarrollo sostenible:

### 11. Ciudades y comunidades sostenibles

El Desarrollo Sostenible es un modelo de desarrollo que busca el crecimiento socioeconómico, la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las propias (ONU, 2019). Para el logro de este objetivo global se deben tomar en cuenta los desafíos que enfrenta el mundo actualmente.

Desde la creación y el desarrollo del concepto de desarrollo sostenible, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha realizado iniciativas para orientar a los distintos países miembros hacia este paradigma de desarrollo. En el año 2000, se expidieron los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM) para priorizar los problemas a resolver mundialmente.

En continuidad de los ODM, la ONU expidió, en 2015, 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible con metas específicas a cumplir concentrados en la Agenda 2030 para dicho año por los 193 países miembros, entre ellos México (ONU, 2015). A diferencia de los anteriores se incluyeron nuevos desafíos como el cambio climático, la desigualdad económica, entre otros, en atención de nuevas problemáticas mundiales.

En este caso de estudio se analizará el Objetivo 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles. En este se mencionan metas enfocadas en materia ambiental las cuáles son buscar la reducción del impacto ambiental, la mejora de la calidad del aire, la mitigación del cambio climático y la proporción a la ciudadanía de zonas y espacios verdes para todos protegiendo y salvaguardando el patrimonio natural del lugar (ONU, 2015).

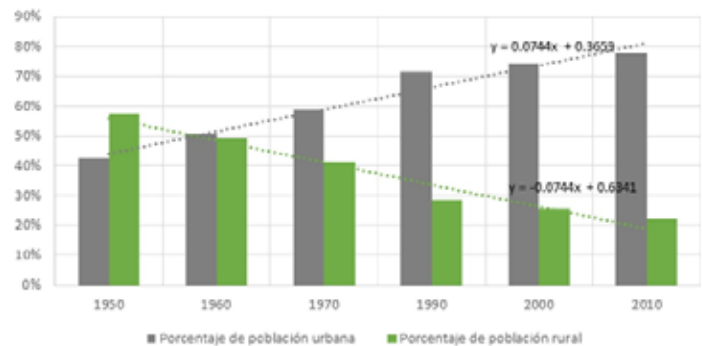
Al analizar la ciudad se le debe mirar como a un ente vivo ya que se encuentran en continuo crecimiento. El crecimiento de las ciudades es un fenómeno a abordar mediante el paradigma del desarrollo sostenible buscando opciones para el logro de las metas mencionadas.

Las ciudades tienen unidades gestoras, las metas propuestas por el Objetivo 11 tocan distintos sectores del gobierno local. Por lo cual las acciones a realizar en materia de desarrollo sostenible deben ser intersectoriales. El cambio de paradigma es menester en la búsqueda de ciudades sostenibles, de acuerdo a Rosillo-Pantoja y Gutiérrez-Yurrita (2010) la estructura de la administración pública debe adaptarse a los nuevos retos

sociales primordialmente en cara a la sustentabilidad con la creación de instancias especializadas en el tema.

Las ciudades y su crecimiento es un asunto de alta

**Gráfica 1.** Porcentaje de población urbana y rural en México.



**Fuente:** Elaboración con los datos de Población Rural y Urbana del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (s.f.).

preocupación. De acuerdo a datos de la ONU (2018) en 2016, 91% de la población urbana respiraba aire fuera de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud, por lo que el incumplimiento de las metas resulta vulnerar la salud pública.

La responsabilidad de migrar hacia el modelo de desarrollo sostenible debe ser compartida entre la autoridad y la sociedad, resulta indispensable el cambio cultural, la reforma de los modelos productivos y de desarrollo y finalmente el estilo de vida (Rosillo-Pantoja, 2016) de los habitantes de las urbes del mundo.

Desde el Siglo XX, en todo el mundo, la dinámica de los asentamientos humanos se ha orientado hacia el crecimiento de las ciudades. De acuerdo a Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2010), en México en la década de los 50 el 42.6% de la población vivía en las ciudades, para la década presente, 2010, el 77.8% de la población vive en las ciudades, por lo que el país obedece esta tendencia global. Al observar la Gráfica 1, se nota una clara tendencia de migración a las ciudades con un coeficiente de crecimiento ( $m=0.0744$ ) para las urbes y el mismo coeficiente en negativo para la población en localidades rurales.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) define los cambios de uso de suelo como: “la transformación de la cubierta vegetal original

para convertirla a otros usos o degradar la calidad de la vegetación modificando la densidad y la composición de las especies presentes.” El crecimiento de las ciudades es uno de los principales promotores de estos cambios, por lo que el crecimiento urbano resulta ser responsable de la pérdida de biodiversidad y servicios ambientales (SIIAEC, 2017). Ya que al remover la vegetación originaria se pierden las funciones ecosistémicas que se llevaban a cabo en esa zona que realizan precisamente las tareas de las metas mencionadas anteriormente. Por lo que, al prescindir de ellas las ciudades deben adoptar herramientas de planeación, de gestión y de diseño que de igual forma orienten al cumplimiento del Objetivo 11.

A continuación, se hablará de las Áreas Verdes Urbanas (AVUs) y cómo pueden fungir como las herramientas para el acometimiento de estas metas ambientales.

## 2. Las áreas verdes urbanas y los servicios ambientales

Las funciones ecosistémicas, definidas por SEQ Ecosystem Framework como los “procesos y componentes biológicos, geoquímicos y físicos que ocurren dentro de un ecosistema” son el antecesor conceptual de los Servicios Ambientales.

El concepto empieza a gestarse a finales de los 60s e inicios de los 70s, diversas contribuciones como el de *capital natural* de Schumacher (1973) demostraron en conjunto que las funciones de un ecosistema pueden ser de provecho para el hombre y la sociedad (de Groot y col. 2002; Gómez-Baggethun y col. 2009). Comienza así y evoluciona la concepción de la idea de servicios que los ecosistemas pueden proveer al hombre más allá de la alimentación y el refugio. La definición más actual y más aceptada está redactada en la síntesis internacional Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005): “Las aportaciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar.”

Los avances en investigación y tecnología del siglo XX se encargaron de demostrar científicamente esta noción de beneficios que provee la naturaleza al hombre. Tomemos por ejemplo la calidad de aire y la vegetación, el metabolismo de las plantas, descubierto por Melvin Calvin y col. en la Universidad de California en 1961, se

encarga de capturar el CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera y a través de una ruta de procesos bioquímicos obtiene de este la energía necesaria para sus realizar sus funciones. Por lo que el simple desarrollo del árbol, en su conjunto, de masas forestales, secuestra el dióxido de carbono disuelto en la atmósfera. Este gas es considerando un Gas de Efecto Invernadero (GEI) por lo que queda demostrada la capacidad de la vegetación mejorar la calidad del aire, como servicio ambiental, y la capacidad para combatir el Cambio Climático. De forma similar, se demostraron otros servicios ambientales que dotan los árboles y la vegetación a las ciudades.

Los Servicios Ambientales fueron agrupados por Constanza y col. (1997), en 17 categorías, de estas 6 son las de mayor interés para las ciudades: filtración del aire, regulación climática, reducción del ruido, drenaje de agua de lluvia o escurrimiento evitado, tratamiento de agua de drenaje y valor recreacional y cultural; estos servicios resaltan en las ciudades debido a los ecosistemas que se pueden encontrar en las urbes como canales, arbolado urbano, parques y cuerpos de agua, por mencionar algunos, (Bolund y Hunhammar, 1999). Se toma por ejemplo las urbanizaciones masivas, se realizan con rapidez y excluyen de la planeación la incorporación de áreas verdes, por lo que es precisamente en estos lugares donde se pueden observar islas de calor y mala calidad del aire como efecto negativo de la remoción de la vegetación nativa.

Las AVUs las define el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN) como:

“bosques urbanos, plazas arboladas y jardines, brindan diversos servicios ambientales a la población, entre los que destacan el mejoramiento de la calidad del aire, la recreación y el mantenimiento de la biodiversidad urbana.”

La ONU y la OMS recomiendan, 16 y 9 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante respectivamente, de acuerdo al SNIARN, en México, únicamente la Ciudad de México cumple con lo estipulado por la OMS con 15.1 m<sup>2</sup> *per cápita* a continuación Monterrey y Guadalajara con 3.91 y 3.05 m<sup>2</sup> *per cápita*. Las AVUs pueden ser públicas o privadas (Falcón, 2007), considerando esto pueden disminuir más la superficie de AVU *per cápita*. En este sentido queda demostrado así la poca disponibilidad de AVUs y por ende menor número de

servicios ambientales para la población urbana del país. En otra definición por Pérez-Medina y López-Falfán (2015), se conocen a las AVUs como: “*las zonas con árboles, arbustos y otros tipos de vegetación*”. Dada a la simpleza de la definición absolutamente toda infraestructura urbana que tenga vegetación puede ser considerada AVU como jardineras y jardines, camellones, zonas de equipamiento, rotondas, macetones, plazas, sin embargo son los parques los

que tienen mayor importancia para las ciudades por su extensión y por las actividades que se pueden desempeñar en ellos.

Dada su relevancia existe más bibliografía respecto al manejo, planeación y diseño de parques. Para México, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) publicó en 1999 una clasificación de parques para México de acuerdo a sus características, extensión y una meta social (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación de Parques de acuerdo a SEDESOL

Clasificación	Características	Extensión	Meta social
<b>Juegos Infantiles</b>	Áreas de juegos infantiles y de descanso	1,250 a 5,500 m <sup>2</sup>	Dirigido a niños. En localidades mayores de 2,500 habitantes
<b>Jardin vecinal</b>	Áreas de juegos infantiles y de descanso	2,500 a 10,000 m <sup>2</sup>	Dirigido a población en general. En localidades de 5,000 habitantes.
<b>Parque de barrio</b>	Áreas de juegos infantiles, recreación diversa	11,000 a 44,000 m <sup>2</sup>	Dirigido a población en general. En localidades de 10,000 habitantes.
<b>Parque urbano</b>	Actividades recreativas diversas estacionamiento y otros servicios	91,000 a 728,000 m <sup>2</sup>	Dirigido a población en general. En localidades de 50,000 habitantes.

Fuente: Elaboración con información de SEDESOL (1999).

Los espacios verdes son los promotores urbanos de servicios ambientales, de nuevo se resalta el protagonismo de los parques para las ciudades. Tomando en cuenta lo anterior, hay una relación directamente proporcional entre la disponibilidad de parques públicos en la ciudad con los servicios ambientales que benefician a la población local, así como la global.

En la línea de lo anterior, los Servicios Ambientales económicamente pertenecían al grupo de servicios de Valor No Comercial, es decir, que a pesar de su necesidad y demanda no tienen un valor de mercado (Brenner y col. 2010), por ejemplo la lluvia imprescindible para la agricultura pero que carece de algún pago por servicio debido perceptiblemente a su naturaleza. Así fue hasta que la popularidad del tema se volvió tendencia en investigaciones científicas de

distintas disciplinas, así surgieron varias propuestas metodológicas sobre cómo poder valorizarlos, es decir, ponerle precio a estos servicios (Gómez-Baggethun y col. 2009).

En 2004, Davey Nowak, un miembro del Servicio Forestal de Estados Unidos (U. S. Forestry Service en inglés), lanza el software iTree, este programa permite calcular el valor, en dólares, de un árbol o una masa forestal utilizando como datos la especie y las medidas dendrométricas; con anterioridad, se estimaba el valor del árbol contemplando únicamente la masa de madera del árbol, el software permite incluir los servicios ambientales en el cálculo (Usborne, 2018).

Con iTree, se pueden estimar el valor de los siguientes servicios ambientales: filtración del aire, producción de oxígeno, fijación de carbono, infiltración de agua de lluvia y ahorro energético a la vivienda,

por mencionar algunos; la última actualización se incorporaron bases de datos de todo Norteamérica, incluyendo a datos de población y meteorológicos de México haciendo la información más precisa (iTree, 2017a).

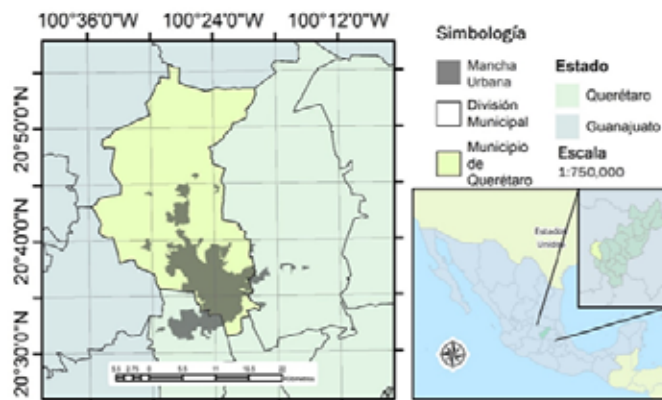
Es por esto que, el valor económico de un AVU se puede determinar utilizando este programa obteniendo un resultado más puntual.

La valoración de los servicios ambientales que provee un AVU sirve como una herramienta para fomentar la construcción, mejora y diseño de más ya que puede demostrar el beneficio económico de espacios verdes en la ciudad. Por lo que realizar ejercicios como este sirven para orientar a los gobiernos y autoridades locales y tomadores de decisiones hacia el desarrollo y crecimiento urbano hacia el desarrollo sostenible.

### 3. Área de estudio: zona metropolitana de Querétaro

El presente estudio se realizó en la ciudad de Querétaro, la mancha urbana de esta se encuentra distribuida entre los municipios de Querétaro, El Marqués, Corregidora y Huimilpan (ver Mapa 1). Del año 1970 al 2017 la mancha urbana creció 17.6 veces, pero el aumento de la población fue de 4.3, en cambio en densidad se pasó de 167.1 habitantes por hectárea a 46.9, esta evolución de la estructura urbana tiene características indeseables: dispersión, desconexión y segregación que se derivan de una tendencia prolongada a la baja densidad, debido a un modelo de expansión urbana ausente orientado por la presión antes que por la planeación (Q500, 2018). A su vez, en el mismo documento también se mencionan consecuencias sobre movilidad, funcionalidad, productividad, competitividad y sobre lo más relevante para este artículo: sostenibilidad y calidad de vida. Actualmente en la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) existen 1, 097, 025 habitantes, es la décima zona metropolitana más poblada en el país y considerándose lo más crucial para esta demostración el índice de crecimiento poblacional es de 1.84 colocando a la entidad federativa en el cuarto lugar del país, por encima del promedio nacional de 0.84 (CONAPO, 2010; INEGI 2015). Comúnmente estos datos se utilizan para medir la presión sobre el medio natural, visto de otra forma, también reflejan una ciudad en un proceso de crecimiento abrupto

y esta presión si bien es sobre el medio natural la principal afronta es el deterioro de calidad ambiental que recae directamente sobre la sostenibilidad de las ciudades y la calidad de vida de sus habitantes.



**Figura 1:** Localización de la Ciudad de Querétaro.

**Fuente:** Elaboración con los datos de Cartografía Urbana del Estado de Querétaro de INEGI (2015) y el Marcogeostadístico Nacional INEGI (2019).

Específicamente en el tema que nos ocupa el Municipio de Querétaro en 2018 realizó el programa público de arborización Pulmones Urbanos el cual tenía por objetivo subsanar un déficit de 130 mil árboles. Esta cifra fue obtenida a partir de la diferencia del resultado del censo arbóreo del municipio: 219 mil árboles (considerando los árboles muertos) y el cálculo de tres árboles por habitante de acuerdo a consideraciones de la OMS, se señala que en el documento no se manifiesta el número de pobladores no obstante se puede estimar aproximadamente con los datos ya mencionados. Dentro del documento se menciona el recuento de la superficie de áreas verdes, en específico públicas. Para el año 2015 se tienen contabilizados 7, 919, 281.2 m<sup>2</sup> de áreas verdes públicas de distintos tipos: andadores, camellones, distribuidores, glorietas, jardines, panteones, parques, plazas, remanente y unidades deportivas. De todos estos tipos los parques son los que aportan más superficie a la cifra final con un total de 2, 916, 180.5 m<sup>2</sup> que representa el 36.8%, hecho en concurrencia a lo mencionado en el segundo apartado donde se resalta a los parques para este estudio. A este dato habría que sumarle la cobertura de 20 nuevas AVUs que se establecieron con este programa, sin embargo, este dato final tampoco se menciona en el documento.



Es de suma importancia señalar que este dato está estimado solo para el municipio de Querétaro, la superficie de AVUs debe ser mayor a la señalada para la ZMQ, sin embargo, al considerar los otros municipios también aumenta y en mayor medida la extensión urbana y el número de habitantes disminuyendo la proporción per cápita. Esto es solo uno más de los retos que se enfrentan las ciudades de carácter metropolitano. Esta aclaración se realiza ya que se desconoce el dato de superficie total de AVUs para la ZMQ, únicamente se puede afirmar que el SNIARN menciona solo a la Ciudad de México cumpliendo con el parámetro de la OMS, como ya se mencionó en la sección 2.

Ahora bien, a pesar de la escasez de la información completa existen otras fuentes de información periodística que mencionan otras cifras de superficie total de AVUs, la más actual únicamente menciona un déficit del 70% de áreas verdes en Querétaro y la única referencia es una ambientalista de renombre local (Redacción InformativoQ Noticias, 2021), la segunda más actual indica una superficie de 55.4 hectáreas pero este número se obtuvo de la multiplicación del promedio de área de copa de árbol por 220 mil árboles reportados en el inventario de arbolado urbano de 2016 (documento que se encontró en el sitio oficial del Municipio como Inventario Municipal Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro pero que carece de información sobre el arbolado en el suelo urbano) (Astudillo-Suárez, 2017) y por último la fuente más antigua menciona que existen 447 mil m<sup>2</sup> de AVUs pero en el municipio de Corregidora (El Universal Querétaro, 2013). Como se puede observar las cifras no coinciden debido a la temporalidad, el territorio considerado e incluso por un tema de método de cálculo, pero donde coinciden incluyendo el reporte de Pulmones Urbanos es en el déficit de AVUs para la población de Querétaro desde cualquier unidad espacial de análisis y con el marco teórico y método que sea.

Con esta información recopilada, más robusta para los parámetros del crecimiento de la ciudad y su población que para la existencia de AVUs queda demostrada el escenario tendencial de la ZMQ: una ciudad que va en aumento y que requiere de estrategias, medidas y acciones para encausar este desarrollo como sostenible. El problema que manifiesta esta ciudad se puede observar de igual forma en otras ciudades del país, de Latinoamérica y el mundo por lo que es de suma relevancia este estudio.

#### 4. Caso de Estudio: Parque Jardines de la Hacienda

En la línea del párrafo anterior, se optó por un analizar una AVU que sea un caso de éxito multidimensional, donde se aprecie la aportación al bienestar del sistema urbano derivada de la incorporación de elementos naturales. Siendo así, el estudio de estimación de valor del arbolado se realizó para el Parque Jardines de la Hacienda.

Este parque es un referente para la Ciudad de Querétaro, localizado al Sur y cercano al límite con el municipio de Corregidora (ver Mapa 2), es concurrido, su aforo está compuesto principalmente de grupos de corredores, deportistas y animalistas, familias y para la comunidad religiosa local. La extensión de este es de 1.44 hectáreas por lo de acuerdo a la clasificación de SEDESOL se debe considerar como un Parque de Barrio. Tomando en cuenta el público del parque se pueden corroborar los servicios ambientales por clasificación mencionadas anteriormente en la sección 1 de Constanza y col. (1997), en este caso se resalta el beneficio espiritual-religioso dentro del grupo de servicios ambientales culturales ya que debido a sus características resulta poco evidente.



**Figura 2:** Localización del Parque Jardines de la Hacienda y la Colonia Jardines de la Hacienda dentro del Municipio de Querétaro

**Fuente:** Elaboración con los datos de Cartografía Urbana del Estado de Querétaro de INEGI (2015) y el Marcogeostadístico Nacional INEGI (2019).

bibliografía un indicador de la salud de la vegetación del parque, sin embargo, a través de una evaluación visual se puede notar que la vegetación se encuentra en buen estado. Como se observa en la Imagen 1 se aprecian los tres estratos de vegetación: arbóreo, arbustivo

y herbáceo, esta característica favorece el flujo de nutrientes por lo que se puede afirmar que la comunidad vegetal está completa. Por otro lado, carece de otras referencias visuales de salud vegetal como plantas epífitas, pero también carece de buenas señales como ausencia de plagas. Si bien existen más métodos para evaluar la salud de la vegetación, como en el estudio de Arboit (2017) donde se utilizó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada con el uso de imágenes satelitales, en este caso de Landsat 5 TM, estos presentan diversas complicaciones. Continuando con el mismo ejemplo, la resolución espacial de este sensor es de 30 m por pixel. De acuerdo al área del parque y la resolución espacial ya mencionada se establece que este método no es apto.

Ya que el alcance del estudio no va de lleno por el tema de salud vegetal se consideran la evaluación visual como suficiente. Queda así demostrado, como el Parque Jardines de la Hacienda cumple satisfactoriamente con los parámetros buscados para considerarse un caso de éxito de sostenibilidad en la ciudad.



**Figura 3:** Parque Jardines de la Hacienda.

**Fuente:** Reporte Querétaro (2021).

Por último, cabe volver a mencionar que el marco para este trabajo son los servicios ambientales cuyo goce no está limitado espacialmente. Las aportaciones de los ecosistemas al bienestar se aprecian más conforme aumenta la presencia antrópica (Bolund y Hunhammar, 1999). Además, de que el bienestar es un concepto de carácter social. La unidad social de análisis que plantea

este artículo es la ciudad. Es por esto, que se considera desde un marco geográfico, que la ciudad contiene a los parques por lo que para el estudio considera a la ZMQ como el beneficiario del parque.

## 5. Métodos y herramientas

Primero, se pasó por una fase de planeación donde considerando el problema planteado se definió la zona de estudio y se escogió trabajar con iTree Eco en la modalidad de Inventario Completo y se definieron como resultados deseables las estimaciones de Remoción de la Contaminación de Aire, Almacenamiento de Carbono, Secuestro de Carbono, Producción de Oxígeno, Ecurrimiento de Agua Evitado y Valor Estructural. La zona de estudio se cartografió con ArcMap 10.3 utilizando el conjunto de datos vectoriales de Manzanas de Cartografía Urbana de INEGI (2015) para estimar el material, el tiempo y el personal requerido para el levantamiento. Las fichas de campo se elaboraron de acuerdo a las variables que define el programa.

Segundo, se procedió a la fase operativa visitando el parque en dos sesiones durante el mes de Junio de 2019 para la toma de las medidas dendrométricas de los árboles. Las medidas fueron capturadas por equipos de 5 personas: compuestos por un anotador y cuatro medidores (más adelante se describen las variables). Se utilizó equipo dasométrico para la toma de medidas por equipo un clinómetro, cintas métricas de: 20, 10 y 5 metros, fichas de campo y un GPS Garmick eTrack 10 para la georreferenciación del árbol. Al final se obtuvieron 15 fichas de campo donde se inventariaba la totalidad de los árboles del parque.

Tercero, se realizó la fase de procesamiento de datos. Se recopilaron las fichas de campo obtenidas en una base de datos en Excel 2010. Después se procedió al ingreso de datos a ArcMap 10.3 para obtener el mapa de ubicación de los árboles (durante el proceso se removieron 28 árboles del mapa que se observaban fuera del parque debido a un error de captura durante el proceso de georreferenciación) y se preparó el ingreso a iTree Eco v6.0.

De acuerdo al Resumen de Programas de Métodos de iTree de Nowak (2020), el proceso consta de cuatro pasos: la recopilación de datos en campo de medidas dendrométricas o variables primarias (ver Tabla 2). Esta es la única parte que se elabora en campo.

**Tabla 2:** Variables Primarias de *iTree*.

Campo	Descripción
<b>ID</b>	Campo identificador. Número mayor a 0 con un máximo de 9 dígitos sin ninguna duplicación.
<b>Especie</b>	Género y especie del árbol.
<b>DAP</b>	El diametro del fuste a la altura del pecho (DAP), que se estima a 4,5 pies o 1,37 metros sobre el suelo. -1 para árbol removido
<b>Altura total del árbol</b>	La altura del suelo a la parte superior del árbol. -1 para árbol removido
<b>Altura copa viva</b>	La altura del suelo a la cima viva del árbol. Esta altura será igual que la altura total del árbol al menos que el árbol esté vivo pero la copa de la cima está muerta. -1 para árbol removido
<b>Altura a la base de la copa</b>	La altura del suelo a la base de la copa del árbol. La base de la copa viva es el punto sobre el fuste perpendicular al follaje vivo más bajo en la última rama que se incluye dentro de la copa. Note que la base de la copa viva se determina por medio del follaje vivo y no por el punto donde la rama converge con el fuste principal. Por lo tanto, si la base de la copa toca el suelo, cero sería un valor aceptable. -1 para árbol removido
<b>Ancho de la copa 1 y 2</b>	El ancho de la copa en dos direcciones: Norte-sur y este- oeste -1 para árbol removido
<b>Porcentaje de copa faltante</b>	Porcentaje de volumen de la copa que no está ocupado por ramas y hojas. -1 para árbol removido
<b>Salud de la copa</b>	La condición de la copa es un indicio de la salud del árbol. Condición = 100 -porcentaje de muerte -1 para árbol removido
<b>Exposición de luz en copa</b>	Enumere los lados del árbol que reciben luz solar desde arriba (máximo cinco).
<b>Coordenadas x,y</b>	Longitud y latitud de la ubicación del árbol.

Fuente: Elaboración con información de *iTree* (2016).

Las siguientes tres son automatizadas por el programa: el cálculo de las Variables Secundarias (ver Tabla 3), a través

de esta se calculan los Servicios Ambientales (ver Tabla 4) y por último se les asigna un valor económico (ver Tabla 5).

**Tabla 3:** Variables Secundarias de *iTree*.

Variable	Descripción
Área Foliar	Área de superficie (unilateral) de las hojas de un árbol.
Índice de Área Foliar	Cantidad acumulada del área foliar por unidad de superficie proyectada del suelo
Biomasa Total del Árbol	Es la suma del cálculo alométrico de la biomasa por encima del suelo y su complemento calculando con una taza de 0.26 para la biomasa por debajo del suelo.

Fuente: Elaboración con información de Nowak (2020).



**Tabla 4:** Relación de las Variables Primarias, Variables Secundarias y estimación de Servicios Ambientales de *iTree*.

Variables Primarias	Variables Secundarias		Servicios Ambientales				
	Área Foliar	Biomasa Foliar	Almacenamiento de Carbono	Secuestro de Carbono Bruto	Secuestro de Carbono Neto	Remoción de Contaminación del Aire	Escurrimiento de Agua Evitado
Especie	D	D	D	D	D	D	I
DAP			D	D	D		
Altura Total del Árbol	D	D	C	C	C	I	I
Altura de la Base a la Copa	D	D	C			I	I
Ancho de Copa	D	D	C			I	I
Exposición de Luz en la Copa			C	D	D		
Porcentaje de Copa Faltante	D	D	C	C	C	I	I
Salud de la Copa				D	D		
Uso de Suelo				D			
<b>C</b> Condicional							
<b>D</b> Variable Directa							
<b>I</b> Variable Indirecta							

Fuente: Elaboración con información de Nowak (2020).

**Tabla 5:** Servicios Ambientales y su Valor Económico

Servicio Ambiental	Descripción	Valor Económico
Remoción de Contaminación del Aire	Es la estimación del intercambio gaseoso y de partículas suspendidas interceptados por árboles, arbustos y hierbas para Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ) y Partículas Suspendidas Menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> ) y Dióxido de Sulfuro (SO <sub>2</sub> ).	1. Valor de Externalidad 1,599 USD/ton <sup>1</sup>  2. Valor de Salud 1 USD/ton <sup>2</sup>
Almacenamiento y secuestro de carbono	Es la estimación de la remoción del Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) de la atmósfera como insumo para los procesos biológicos de la foresta.	51.23 USD/ton <sup>3</sup>
Producción de Oxígeno	Es la estimación de la generación de Oxígeno (O <sub>2</sub> ) como producto de los procesos biológicos de la foresta.	0 USD/ton <sup>4</sup>
Escurrimiento de Agua Evitado	Es la estimación de la cantidad de agua pluvial interceptada, almacenada, transpirada y evaporada ligada a la existencia de la foresta.	0.008936 USD/galón <sup>5</sup>

**Notas :**

<sup>1</sup> Este es el costo estimado de la contaminación para la sociedad que no se contabiliza en el precio de mercado de los bienes o servicios. [Oficina de Estadísticas Laborales. EE.UU., 2017 en Nowak, 2020]

2 Es el ahorro estimado por incidentes de salud evitados causados por los contaminantes de aire ya enlistados. (Nowak et al. 2014; U.S. EPA, 2012 como se citó en Nowak, 2020).

Fuente: Elaborado con datos de:

3 Grupo de Trabajo Interagencial en el Costo Social del Carbono [2016] como se citó en Nowak [2020]

4 Nowak et al. (2007) como se citó en Nowak (2020)

5 McPherson et al. (1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2010); Peper et al. (2009, 2010); Vargas et al. (2007a, 2007b, 2008) como se citó en Nowak (2020)

Por último, se consultó el Presupuesto de Egresos 2017 del Municipio de Querétaro (último disponible) y se calculó el porcentaje que representa el valor del parque contra los conceptos relacionados del documento con desarrollo sostenible como el presupuesto asignado para la Secretaría de Servicios Públicos y la Secretaría de Desarrollo Urbano, considerando que son los sectores municipales encargados de las AVUs y la Imagen Urbana y con los conceptos de las Inversiones Municipales por Tipo de Obra y de Desarrollo Económico considerando su injerencia en el desarrollo urbano de la ciudad.

### 6. Valor del Parque Jardines de la Hacienda (Resultados)

El Parque Jardines de la Hacienda posee 208 individuos, de las cuales el 11% son considerados arbustos y los demás árboles, tiene una cobertura arbórea de 1.34 hectáreas, es decir, el 93.05% del parque está cubierto por copa vegetal. Los árboles más comúnmente encontrados son fresno, laurel llorón y eucalipto (ver figura 4).

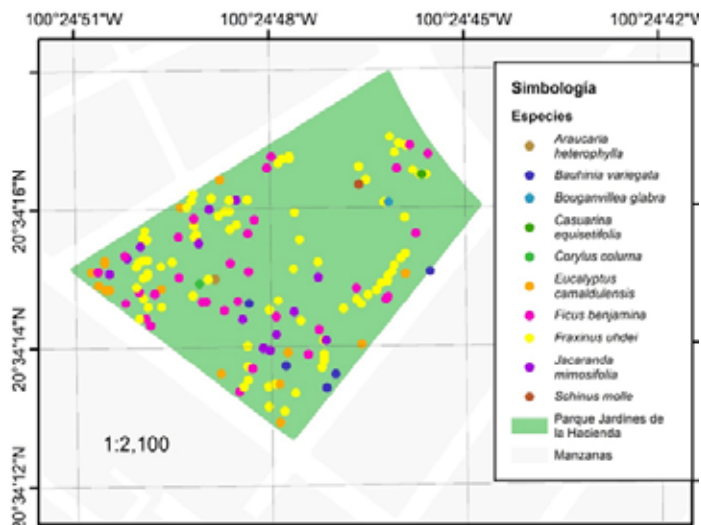


Figura 4: Especies e individuos encontrados en el Parque Jardines de la Hacienda. Datos: Cartografía Urbana INEGI (2015). Elaboración propia.

De acuerdo al reporte obtenido, el Parque Jardines de la Hacienda provee servicios en calidad del aire con un valor de \$ 522,300, (\$ 463,000 son fijos y \$59,300 son al año), el parque evita que 111.2569 m3 de agua escurran por la superficie de la ciudad auxiliando en la prevención de inundaciones y por último, el valor estructural del arbolado que suma a la imagen de la ciudad es de 12.2 MDP (ver Tabla 6).

Tabla 6: Valor de los servicios ambientales provistos por el Parque Jardines de la Hacienda

Materia	Servicio ambiental	Cantidad	Precio
Calidad del aire	Eliminación de la contaminación	125.8 libras / año	\$ 48,000
	Almacenamiento de carbono	130.3 toneladas	\$ 463,000
	Secuestro de carbono	3,379 toneladas / año	\$ 11,300
	Producción de oxígeno	9,011 toneladas / año	N/A
<b>Subtotal</b>			\$ 522,300
Protección civil	Escurrimiento evitado	111,256.85 litros / año	\$ 262
Imagen de la ciudad	Valor estructural	208 árboles y arbustos	\$ 12,200,000
<b>Total</b>			\$ 12,722,562

Fuente: Elaboración con iTree Eco v6.0 y datos propios.

En el aspecto biológico, se analizará con más detenimiento las tres especies de mayor importancia, se señala que las tres están incluidas en la Guía de Árboles y Arbustos Urbanos del Estado de Querétaro y en documentos similares, pero para las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara, por lo que se declara que son especies extremadamente comunes en el arbolado urbano de las ciudades en México. El primero es el Fresno, *Fraxinus uhdei*, este es un árbol nativo de la región si bien la región se caracteriza por ser de climas semiáridos donde imperan los ensamblajes vegetales como selvas bajas, matorrales y nopaleras el fresno está presente en el ecosistema de Bosque de Galería (Martínez y González-Mendoza, 2001). Un estudio de 2018 realizado por López-López et al., para el Parque Chapultepec, Ciudad de México coincidió con el resultado del presente: el fresno es la especie de mayor importancia, esto de acuerdo a tres consideraciones: a) la dominancia, es decir, fueron los árboles de mayores dimensiones y mayor número de individuos (Nowak, et al. 2001), b) tienen la mayor capacidad de secuestro de carbono corroborando los ensayos hechos por Liu y Lin (2012) y Nowak, Greenfield, Hoehn y Lapoint (2018) para la ciudad de Shanghái y para 28 metrópolis de Estados Unidos y c) tienen una gran capacidad de adaptación y tolerancia al ambiente urbano (Harris et al. 2004; Scharenbroch, 2012).

Retomando el tema de la remoción de la vegetación nativa mediante cambios de uso de suelo, en el estudio anteriormente mencionado se obtuvieron valores inferiores de secuestro de carbono por parte de los fresnos contrastándolos con los datos obtenidos por Velasco et al. (2014) de fresnos establecidos naturalmente en la periurbanidad de la ciudad. Hecho que evidencia el tamaño del reto que se enfrenta para lograr el desarrollo de Ciudades Sostenibles sobre todo en materia de aire.

Para el caso del Laurel llorón, *Ficus benjamina*, esta es una especie exótica originario del sudeste asiático-Norte de Australia, existe un estudio realizado en la Zona Metropolitana de Guadalajara realizado por Ramírez Hernández, García de Alba-Verduzco, Pérez-Soto y Rosas-Martínez (2018), donde se determinó que esta especie tiene una mayor capacidad de captación de CO<sub>2</sub> en ambientes con mayor carbono y otros contaminantes atmosféricos, esto considerando otras

variables: irradiación solar y disponibilidad de agua.

Por último, se menciona el caso del Eucalipto, *Eucalyptus camaldulensis*, árbol exótico y originario de Australia, se encontró un estudio por Seppänen (2002) donde se promueve la plantación de eucaliptos en el sureste de México como sumideros de carbono no obstante, actualmente los eucaliptos gozan de mala reputación. En la página de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO en inglés), se abordan críticas hacia esta especie siendo las principales su alto consumo de agua, promoción de la erosión del suelo, poca provisión de sombra y poco hábitat brindado para vida silvestre local, en cada una de ellas se confirma, pero se hace énfasis en que los procesos de gestión como ordenamiento y administración pueden evitarlos y gozarse de su mayor beneficio. En este sentido, se puede entender que se promueva la reforestación mediante eucaliptos debido a su rápido desarrollo, sin embargo debido a las afirmaciones con peros no se promueve el uso de eucaliptos para reforestaciones urbanas.

Los estudios que existen sobre la valoración de servicios ambientales en ambientes urbanos, como parques, en México son pocos, es de suma importancia promoverlos ya que estos sirven para sustentar políticas públicas de mantenimiento, mejoramiento y apertura de nuevos espacios verdes en las ciudades (López-López et al., 2018). Considerando lo anterior, sirva el resultado obtenido por especie de este estudio con ese objetivo: mantener, mejorar y promover las AVUs de la ciudad de Querétaro.

En total, el valor del Parque Jardines de la Hacienda durante el año 2019 será de \$ 12, 722, 562. Además deben contemplarse los beneficios recreativos y culturales del parque que pueden tener injerencia en otras esferas como salud y seguridad pública, cultura y deporte para la ciudadanía.

En la comparación realizada el valor estimado del parque representa el 0.92% del Presupuesto Municipal Total. Se destacaron los mayores gastos públicos por Categoría (ver Tabla 7). En orden de mayor a menor de porcentaje: 34.42% el presupuesto de la Secretaría de Desarrollo Sostenible, 21,07% el presupuesto para Deporte y Recreación Social y 13.83% el presupuesto de Protección Ambiental.

**Tabla 7:** Comparación del gasto público municipal y el valor del parque Jardines de la Hacienda en porcentaje

Categoría	Gasto público	Costo	Porcentaje
<b>Sector público municipal</b>	Secretaría de desarrollo sostenible	\$ 36,963,321.36	34.42 %
	Secretaría de servicios públicos municipales	\$ 246,882,326.19	5.15 %
<b>Inversión por tipo de obra</b>	Urbanización, pavimentación e imagen urbana y ciclovías	\$ 798,560,042.77	2 %
	Prevención y desarrollo social	\$ 186,997,760.10	6.80 %
	Infraestructura municipal, pluvial, drenaje y agua potable	\$ 195,058,875.58	6.52 %
	Deporte y recreación social	\$ 60,388,179.11	21.07 %
<b>Desarrollo social</b>	Protección ambiental	\$ 91,992, 841.13	13.83 %
	Vivienda y servicios a la comunidad	\$ 514,018,697.84	2.48 %
	<b>Presupuesto municipal total</b>	\$ 1,379,829,994.60	0.92 %
	<b>Parque Jardines de la Hacienda</b>	\$ 12,722,562.00	

**Fuente:** Elaboración con datos del Presupuesto de Egresos del Municipio de Querétaro (2017).

## Conclusiones

El valor del Parque Jardines de la Hacienda representa el 0.92% de todo el Presupuesto Municipal del año 2017. A simple vista puede parecer una cifra pequeña sin embargo debe considerarse que se evaluó únicamente un parque de toda la ciudad. El valor de este único parque representa el 34.42% del presupuesto para la Secretaría de Desarrollo Sostenible, la encargada entre otras funciones, de la Imagen Urbana categoría de mayor valor en la estimación económica del parque.

Para el Deporte y Recreación Social el valor del parque representa el 21.07% del presupuesto destinado. Este concepto está íntimamente relacionado con el parque ya que es asiduamente visitado por grupos deportivos y por corredores individuales.

Los cálculos fueron realizados con estas generalidades debido al desglose ofrecido para consulta ciudadana del Presupuesto Municipal, sin embargo con este ejercicio queda demostrado el aporte económico de los parques a la ciudad encaminado hacia el desarrollo de Querétaro como una Ciudad Sostenible. Como se mencionó con anterioridad los beneficios son interdisciplinarios, en este caso únicamente se valoraron los Servicios Ambientales considerados de mayor importancia para la ciudad y disponibles para calcular con las herramientas y el equipo disponible. Por lo cual se asume que el valor del parque puede ser incluso mayor.

El impulso de proyectos así como el desarrollo de ordenamientos jurídico de elaboración y diseño de

parques debe ser prioridad para las autoridades de las ciudades de todo el mundo. Con este caso demuestra como la correcta inserción de un parque en la ciudad es una apuesta segura en vías del desarrollo sostenible.

Finalmente, queda este como un ejercicio parcial. Los estudios de diferentes disciplinas deben servir para puntualizar aún más el valor de este caso de estudio, o de otros, pero que a final de cuentas demuestra una herramienta para la persecución del desarrollo sostenible así como la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad de vida de los habitantes de las ciudades, siendo de mayor prioridad las zonas urbanas con altas tasas de crecimiento

## Referencias bibliográficas

- Arboit, M. E. (2017). Estimación del índice de vegetación en entornos urbanos forestados consolidados de baja densidad del área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *Cuaderno Urbano: Espacio, Cultura y Sociedad*, 23(23), 033-060. <https://doi.org/10.30972/crn>
- Astudillo-Suárez, R. (4 de Junio de 2017). *Déficit de áreas verdes en las zonas urbanas. Recuperado de El Universal Querétaro*:[http://www.eluniversalqueretaro.mx/content/deficit-de-areas-verdes-en-las-zonas-urbanas?\\_\\_cf\\_chl\\_managed\\_tk\\_\\_=pmd\\_6uY5g6Ea\\_.yTfgao.pX\\_HHhDL8kJPWxxvqnoih3Hbg-1632263464-0-gqNtZGzNAyWjcnBszQWl](http://www.eluniversalqueretaro.mx/content/deficit-de-areas-verdes-en-las-zonas-urbanas?__cf_chl_managed_tk__=pmd_6uY5g6Ea_.yTfgao.pX_HHhDL8kJPWxxvqnoih3Hbg-1632263464-0-gqNtZGzNAyWjcnBszQWl)



- Ayuntamiento del Municipio de Querétaro. [2018]. *Pulmones Urbanos*. Querétaro, México: Municipio de Querétaro. Recuperado el 26 de septiembre del 2021 de: [https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2019/08/23\\_lb-pulmones-urbanos-comprimido\\_compressed.pdf](https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2019/08/23_lb-pulmones-urbanos-comprimido_compressed.pdf)
- Brenner, J., Jiménez, J. A., Sardá, R., y Garola, A. [2010]. An assessment of the non-market value of the ecosystem services provided by the Catalan coastal zone, Spain. *Ocean & Coastal Management*, 53(1), 27-38. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.10.008>
- Bolund, P., y Hunhammar, S. [1999]. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0)
- Comisión Nacional de Población. [CONAPO]. [2012]. *Proyecciones de la población de México. 2010-2050*. Ciudad de México: Subdirección de Desarrollo Editorial CONAPO.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. [1997]. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- De Groot, R.S., Wilson, M., Boumans, R., [2002]. A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41 (3), 393-408.
- El Universal Querétaro. [22 de Enero de 2013]. *Reconocen déficit de áreas verdes*. Recuperado de El Universal Querétaro: <https://www.eluniversalqueretaro.mx/portada/22-01-2013/reconocen-deficit-de-areas-verdes>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. [2005]. *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment*. Washington DC: Island Press.
- Falcón, A. 2007. Espacios verdes para una ciudad sostenible. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España. 176 p.
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. L., y Montes, C. [2010]. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69(6), 1209-1218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>
- Harris W. R., Clark, R. J., y Matheny, P. N. [2004]. *Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines* (4a ed.). EE. UU.: Prentice Hall.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [INEGI]. [s. f.]. Población. Rural y urbana. Cuéntame de México. Recuperado de: [http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx?tema=P](http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [INEGI]. [2015a]. Encuesta Intercensal [Censo]. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [INEGI]. [2015b]. Cartografía Urbana del Estado de Querétaro [Conjunto de datos vectoriales].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [INEGI]. [2019]. Marcogeostadístico Nacional [Conjunto de datos vectoriales].
- iTree. [2016]. *iTree Eco v6.0. Manual de toma de datos. Traducción del i-Tree Eco Field Guide V6.0 del 4.26.2016*. Recuperado de: [https://www.itreetools.org/documents/190/03\\_Manual\\_de\\_campo\\_para\\_toma\\_de\\_datos\\_i-Tree\\_ECO.pdf](https://www.itreetools.org/documents/190/03_Manual_de_campo_para_toma_de_datos_i-Tree_ECO.pdf)
- iTree. [2017a]. *iTree: versión 2017: Fortalecimiento de la administración de los recursos naturales en el mundo*. Recuperado de: [https://www.itreetools.org/documents/211/i-TreeSummary2017\\_Spanish.pdf](https://www.itreetools.org/documents/211/i-TreeSummary2017_Spanish.pdf)
- iTree. [2017b]. *iTree Eco v6.0. Manual de Usuario*. Recuperado el 27 de septiembre de 2021 de: [https://www.itreetools.org/documents/196/EcoV6\\_UsersManual.es.pdf](https://www.itreetools.org/documents/196/EcoV6_UsersManual.es.pdf)
- Liu, C., & Li, X. [2012]. Carbon storage and sequestration by urban forests in Shenyang, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(2), 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.03.002>
- López-López, S. F., Martínez-Trinidad, T., Benavides-Meza, H. M., García-Nieto, M., y Ángeles-Pérez, G. [2018]. Reservorios de biomasa y carbono en el arbolado de la primera sección del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México. *Madera y Bosques*, 24(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431620>
- Martínez, M., y García-Mendoza, A. [2001]. Flora y vegetación acuáticas de localidades selectas del estado de Querétaro. *Acta Botánica Mexicana*, [54], 1-23.

- Municipio de Querétaro. (2017). *Presupuesto de Egresos 2017. Versión Ciudadana*. Recuperado el 27 de septiembre de 2021 de: <https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2019/07/Presupuesto-Ciudadano.-Enero-Junio2017.pdf>
- Nowak, D. J. Noble, M. H., Sisinni, S. M. y Dwyer, J. F. (2001). People and Trees: Assessing the US Urban Forest Resource. *Journal of Forestry*, 99(3), 37-42, doi: <https://doi.org/10.1093/jof/99.3.37>
- Nowak, D. J. (2020). *Understanding iTree: summary of programas and methods*. Wisconsin, Estados Unidos: USDA Forest Service. Recuperado el 26 de septiembre de 2021 de: [https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/gtr/gtr\\_nrs200.pdf](https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/gtr/gtr_nrs200.pdf) doi: 10.2737/NRS-GTR-200.
- Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., & Lapoint, E. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178, 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.019>
- ONU. (2019a). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*. [ebook] Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Recuperado de: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019-Spanish.pdf>
- ONU. (2019b). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*. CEPAL (Enero, 2019). Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe>
- Pérez-Medina, S., y López-Falfán, I. (2015). Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. Hacia una sostenibilidad urbana. *Economía, sociedad y territorio*, XV (47), 1-33.
- Redacción InformativoQ Noticias. (27 de Julio de 2021). *Existe un déficit del 70% de áreas verdes en Querétaro*. Recuperado de: <https://informativoq.com.mx/2021/07/existe-un-deficit-del-70-de-areas-verdes-en-queretaro/>
- Rosillo-Pantoja, I. y Gutiérrez-Yurrita, Pedro. (2010). Una Secretaría de Estado con futuro: La Secretaría de la Conservación del Patrimonio Paisajístico para la Sustentabilidad. *Derecho Ambiental y Ecología*. 7. 65-67.
- Rosillo-Pantoja, I. (2016). National Encounters of Citizen Organizations Involved in Comprehensive Waste Management. *Journal of US-China Public Administration*, 13(1). <https://doi.org/10.17265/1548-6591/2016.01.003>
- Schumacher, E. F., 1973. *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*. Blond and Briggs, London. 288 pp.
- SEDESOL. (1999). *Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Tomo V. Recreación y deporte*.
- Scharenbroch, B. C. (2012). Urban trees for carbon sequestration. En Rattan, L. y Bruce, A. (Eds.). *Carbon sequestration in urban ecosystems* (pp. 121-138). Estados Unidos: Springer.
- Seppänen, Petteri. (2002). Secuestro de carbono a través de plantaciones de eucalipto en el trópico húmedo. *Foresta Veracruzana*, 4(2), 51-58.
- SIIAEC. (2017). *Sistema Integral de Información Ambiental de Coahuila. Uso de Suelo y Vegetación. Cambio de uso de suelo*. Recuperado el 27 de septiembre de 2021 de: <https://www.sema.gob.mx/SRN-SIIAECC-USO-CAMBIO.php>
- Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. [SNIARN]. (S.F.). Superficie de áreas verdes urbanas per cápita. Recuperado el 27 de septiembre de 2021 de: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores\\_ilac16/ilac16/04\\_sociales/4.1.3.1.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_ilac16/ilac16/04_sociales/4.1.3.1.html)
- Spangenberg, J. H., Görg, C., Truong, D. T., Tekken, V., Bustamante, J. V., y Settele, J. (2014). Provision of ecosystem services is determined by human agency, not ecosystem functions. Four case studies. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 10(1), 40-53. <https://doi.org/10.1080/21513732.2014.884166>
- Usborne, S. (2018). Treeconomics. *New Scientist*, 238(3177), 32-36. [https://doi.org/10.1016/s02624079\(18\)30845-5](https://doi.org/10.1016/s02624079(18)30845-5)
- Velasco, E., Perrusquia, R., Jiménez, E., Hernández, F., Camacho, P., Rodríguez, S., Retama, A., y Molina, L. T. (2014). Sources and sinks of carbon dioxide in a neighborhood of Mexico City. *Atmospheric Environment*, 97, 226-238. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.018>