



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA**

**UNIDAD ACADÉMICA**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Evaluación de servicios ecosistémicos de regulación y culturales del  
parque urbano “Las Riberas” de Culiacán, Sinaloa**

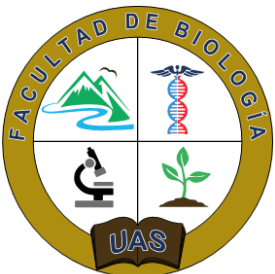
**Tesis que presenta:  
Biol. Marlenne Ibarra López**

**Para obtener el grado de Maestría en Ciencias Biológicas**

**Directoras  
M. en C. Yamel Guadalupe Rubio Rocha  
Dra. María Delfina Luna Krauletz**

**Asesoras  
Dra. Luz Isela Peinado Guevara  
Dr. Samuel Campista León  
Dr. César Enrique Romero Higareda**

**Culiacán, Sinaloa, Marzo de 2024**





Dirección General de Bibliotecas  
Ciudad Universitaria  
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios  
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.  
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57  
dgbuas@uas.edu.mx

## UAS-Dirección General de Bibliotecas

### Repositorio Institucional Buelna

#### Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial  
Compartir Igual, 4.0 Internacional



# ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Servicios ecosistémicos de regulación del arbolado de las áreas verdes urbanas.....	3
1.2 Servicios ecosistémicos culturales.....	5
1.3 Una sola salud .....	7
II. ANTECEDENTES .....	9
2.1 Infraestructura verde urbana .....	9
2.2 Servicios ecosistémicos culturales.....	10
2.3 Una sola salud .....	13
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
IV. JUSTIFICACIÓN .....	17
V. HIPÓTESIS.....	19
VI. OBJETIVOS .....	20
6.1 Objetivo general .....	20
6.2 Objetivos específicos.....	20
VII. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
7.1 Área de estudio.....	21
7.2 Riqueza de especies arbóreas del PULR y datos meteorológicos .....	24
7.3 Análisis de los servicios ecosistémicos del arbolado del parque las riberas .....	25
7.4 Instrumento de diagnóstico.....	27
7.5 Levantamiento del diagnostico .....	28

7.6 Análisis estadístico .....	29
VIII. RESULTADOS .....	30
8.1 Riqueza y abundancia de especies arbóreas en el PULR .....	30
8.2 Servicios ecosistémicos brindados por el arbolado del PULR .....	32
8.3 Validación del instrumento de diagnóstico sobre la percepción de los se culturales de los usuarios del PULR .....	51
8.4 percepción de los usuarios sobre los se culturales del PULR .....	51
IX. DISCUSIÓN .....	59
X. CONCLUSIONES .....	67
XI. BIBLIOGRAFÍA .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1.- Riqueza y abundancia registradas en el PULR. ....	30
Cuadro 2.- Valores de importancia de Parque “Las Riberas”. ....	34
Cuadro 3.- Valores de importancia de la sección Parque Acuático. ....	34
Cuadro 4.- Valores de importancia de la sección ANP Isla de Orabá. ....	35
Cuadro 5.- Valores de importancia de la sección Malecón Viejo. ....	35
Cuadro 6.- Valores de importancia de la sección Blvd. Sánchez Alonso. ....	35
Cuadro 7.- Valores de importancia de la sección Blvd. Zaragoza. ....	36
Cuadro 8.- Valores de importancia de la sección Malecón Nuevo. ....	36
Cuadro 9.- Secuestro de Carbono del Parque Las Riberas.....	37
Cuadro 10.- Almacenamiento de Carbono del Parque Las Riberas .....	37
Cuadro 11.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, del Parque Las Riberas.....	41
Cuadro 12.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Parque Acuático .....	41
Cuadro 13.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la ANP Isla de Orabá.....	42
Cuadro 14.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Malecón viejo.	43
Cuadro 15.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente de la sección Malecón nuevo.	43
Cuadro 16.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Blvd. Sánchez Alonso.....	44
Cuadro 17.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Blvd. Zaragoza. .....	45
Cuadro 18.- Valor económico de cada especie encontrada en el Parque Las Riberas.....	48

Cuadro 19.- Valor de significancia del género biológico de los usuarios del PULR respecto a los SE.  
..... 57

Cuadro 20.- Valor de significancia de la edad de los usuarios del PULR respecto a los SE. .... 57

Cuadro 21.- Valor de significancia del sector de la ciudad de los usuarios del PULR respecto a los SE.  
..... 58

Cuadro 22. Valor de significancia de la escolaridad de los usuarios del PULR respecto a los SE. .... 58

Cuadro 23. Valor de significancia de la ocupación de los usuarios del PULR respecto a los SE. .... 58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Zonificación del área de estudio. ....	21
Figura 2.- Recolección de datos de los árboles del PULR. ....	26
Figura 3.- Toma de datos de los entrevistados en el PULR. ....	28
Figura 4.- Proporción de origen de las especies. ....	32
Figura 5.- Rangos de DAP del estudio, A) general, B) parque acuático, C) isla de Orabá, D) malecón viejo, E) malecón nuevo, F) Blvd. Sánchez Alonso y, G) Blvd. Zaragoza. ....	33
Figura 6.- Especies con mayor secuestro de carbono anualmente y su valor económico, A) parque acuático, B) isla de Orabá, C) malecón viejo, D) malecón nuevo, E) Blvd. Sánchez Alonso y, F) Blvd. Zaragoza.....	39
Figura 7.- Especies con mayor cantidad de carbono almacenado anualmente y su valor económico, A) Parque acuático, B) Isla de Orabá, C) Malecón viejo, D) Malecón nuevo, E) Blvd. Sánchez Alonso y, F) Blvd. Zaragoza.....	40
Figura 8.- Especies que más escurrimiento anual evitan y su valor económico generado, A) general, B) parque acuático, C) isla de Oraba, D) malecón viejo, E) malecón nuevo, F) Blvd. Sánchez Alonso y, G) Blvd. Zaragoza. ....	46
Figura 9.- Rangos de edad de los usuarios en el PULR.....	52
Figura 10.- Escolaridad de los usuarios del PULR. ....	52
Figura 11.- Procedencia de los usuarios del PULR. ....	53
Figura 12.- Ocupación de los usuarios del PULR.....	53
Figura 13.- Número de veces que los usuarios del PULR hacen uso del mismo. ....	54
Figura 14.- Preferencias de compañía de los usuarios del PULR. ....	54
Figura 15.- Preferencias del uso de transito que los usuarios le dan al PULR. ....	55

Figura 16.- Preferencias de los servicios socioculturales de los usuarios. ....	55
Figura 17.- Preferencias sobre condiciones del PULR por parte de los usuarios. ....	56
Figura 18.- Preferencias sobre los SE del PULR por parte de los usuarios.....	56



## **RESUMEN**

Los servicios ecosistémicos (SE) de los espacios verdes urbanos se pueden definir como beneficios en el bienestar de los residentes urbanos que disfrutan de los espacios verdes (Bolund y Hunhammar, 1999). La necesidad de estudiarlos, así como su valoración, viene con el fin de cuantificar los servicios culturales, biofísicos y ambientales que brindan, y así, poder conocer las necesidades ambientales de la sociedad y las opciones que los tomadores de decisiones y el terreno urbano pueden ofrecer a sus usuarios. En el caso de Culiacán, Sinaloa; el parque urbano “Las Riberas” (PULR) representa una gran oportunidad para un proyecto transversal e integral sobre los SE que este ofrece; con el objetivo de evaluar sus SE de regulación. Se realizó un levantamiento arbóreo en las 45 ha del PULR, para estimar el secuestro y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, la producción de O<sub>2</sub> y el escurrimiento hídrico, se utilizó del software i-Tree Eco; y para los SE culturales, se aplicó un instrumento de diagnóstico dirigido a los usuarios del parque, el cual integró preguntas abiertas y opcionales para conocer el contexto sociodemográficos y sus actividades, visitas, perspectivas ambientales y percepciones hacia el PULR y los servicios ambientales que otorga a la sociedad.

Palabras claves: Parque urbano, servicios ecosistémicos, arbolado urbano, percepciones.

## **ABSTRACT**

Ecosystem services (ES) of urban green spaces can be defined as benefits for the well-being of urban residents who enjoy green spaces (Bolund and Hunhammar, 1999), the need to investigate them comes in order to quantify cultural, biophysical and environmental services that they provide, in order to be able to know the environmental needs that society has and the options that decision makers and the urban terrain can offer. In the case of Culiacan, Sinaloa, the urban park "Las Riberas" (UPLR) represents a great opportunity for a transversal and comprehensive project on the ES that it offers; With the objective of evaluating the regulation ES, a tree sampling of the 45 ha of the UPLR was carried out, to determine the capture and storage of CO<sub>2</sub>, the production of O<sub>2</sub> and the runoff avoided, the i-Tree Eco software was used for this matter; and cultural ES, a diagnostic instrument was applied to park users, where through open and optional questions about their sociodemographic backgrounds and their activities, visits and environmental perspectives of the park, their perceptions about the UPLR was known. This study provides an overview of the ES offered by the park and how much its users know about them.

**Key words:** Urban park, ecosystem services, urban wooded, perceptions.

# I. INTRODUCCIÓN

El mundo está atravesando la mayor ola de crecimiento urbano de su historia (Riechers et al., 2019); por primera vez, más del 50% de la población mundial vive en ciudades (Fuller y Gaston, 2009) y se estima que crecerá por encima del 65% para 2050 (UN, 2014). La expansión de las áreas urbanas está aumentando rápidamente (Unterweger et al., 2017), lo que ha significado, un cambio importante en el paisaje ecológico humano (World Health Organization, 2012). Hacer las paces con la naturaleza, garantizar su salud y aprovechar los beneficios críticos e infravalorados que proporciona son clave para un futuro próspero y sostenible para todos (United Nations Environment Programme, 2021).

Los espacios verdes urbanos, contribuyen a mitigar los diversos impactos de la urbanización y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos al resguardar espacios para la biodiversidad y brindar, con ello, servicios ecosistémicos (SE) (Xu et al., 2018), por lo tanto, son parte fundamental del desarrollo urbano sostenible (Hanif et al., 2020).

El uso del suelo de áreas urbanas, debe de integrar una comprensión socioecológica del contexto ambiental para equilibrar las vocaciones y funciones del uso de la misma (Liu et al., 2007). Los ecosistemas urbanos, aun con un valor ecológico considerado limitado por su tamaño y grado de artificialidad (Davies et al., 2011) pueden proporcionar varios SE (Reid et al., 2005; TEEB, 2011); por ejemplo, los parques urbanos pueden enfriar y limpiar el aire, secuestrar y almacenar carbono, absorber y limpiar la escorrentía, mejorar la biodiversidad y reducir la demanda de energía (Decllet-Barreto et al., 2013).

El concepto de los SE se ha adoptado para evaluar las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (Boyd y Banzhaf, 2006; Braat y de Groot, 2012). Los SE de los espacios verdes urbanos se pueden definir como servicios que mejoran el bienestar de los residentes urbanos que disfrutan de los espacios verdes (Bolund y Hunhammar, 1999), según la Evaluación de los Ecosistema del Milenio, estos servicios incluyen los de soporte, que son necesarios para la producción de todos los demás servicios, como el control de la erosión; los de regulación, son beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, como la regulación de microclimas, los de suministro o provisión, que constituyen productos obtenidos directamente de los ecosistemas, como la producción de alimentos y, los culturales, cuyos beneficios obtenidos de la naturaleza que enriquecen el desarrollo cognitivo, recreación y estética, como la inclusión social, sentido de identidad y pertenencia ( Giedych y Maksymiuk, 2017; Reid et al., 2005), así como, la salud física y mental (Schmidt et al., 2017).

La capacidad de los parques urbanos para brindar SE depende de varios factores, como: el tamaño del parque (Bolund y Hunhammar, 1999; Ibes, 2016), la estructura de la vegetación (Bastian et al., 2012; Breuste et al., 2013; Lehmann et al., 2014; Tratalos et al., 2007), la cobertura del suelo (Bastian et al., 2012; Niemelä et al., 2010), la percepción del usuario (Larson et al., 2016), accesibilidad, seguridad, estética, instalaciones (Ibes, 2016) o ubicación (Verhagen et al., 2016). En este contexto, se requiere una mejor comprensión de los SE, pues, "están experimentando cambios dinámicos para cumplir con los objetivos de sostenibilidad y resiliencia en la política y planificación urbana" (Campbell et al., 2016).

## **1.1 Servicios ecosistémicos de regulación del arbolado de las áreas verdes urbanas**

Los árboles en la ciudad son fundamentales, reconocidos por brindar SE (Martínez-Sánchez, 2021); pueden mitigar impactos ambientales del desarrollo urbano: atemperan el clima; conservan la energía, almacenan dióxido de carbono y agua; mejoran la calidad del aire; disminuyen la escorrentía y las inundaciones; reducen los niveles de ruido, y suministran el hábitat para la fauna silvestre (Nowak, 1998), por lo tanto, una sola instalación de infraestructura verde puede generar múltiples beneficios (Almeter, 2018).

El arbolado reduce la necesidad de refrigeración y/o calefacción de tres formas: 1) al dar sombra se reduce la cantidad de calor absorbido y almacenado en los edificios; 2) la evapotranspiración de la humedad del follaje disminuye la temperatura del aire; y 3) el arbolado ralentiza los vientos, decreciendo la cantidad de calor perdido, y por lo tanto disminuyendo las emisiones relacionadas con el consumo de energía eléctrica en los edificios (McPherson et al., 1998; Nowak y Crane, 2002; Yang et al., 2005; Nowak et al., 2006; Chang & Sander, 2010, Escobedo et al., 2011 y Domínguez-Martínez, 2016).

La implementación estratégica de la infraestructura verde, como los parques, el arbolado en vialidades y las azoteas verdes, contribuyen a reducir la temperatura al interior de las ciudades (Villanueva-Solis, 2020), el efecto positivo de los árboles urbanos en la reducción de los efectos de las islas de calor es a través del sombreado, enfriamiento por evapotranspiración (la evaporación del agua a través del follaje) y una reducción de la demanda de aire acondicionado en verano (Sanesi, 2010).

Los árboles urbanos pueden reducir el CO<sub>2</sub> atmosférico almacenando directamente carbono en su biomasa, en tanto el árbol crece. Por ejemplo, los árboles grandes, mayores de 77 cm de diámetro, almacenan aproximadamente tres toneladas métricas de carbón anualmente (Nowak, 1994). La captura y almacenamiento de carbono por parte de los individuos arbóreos, es identificado a nivel mundial como un fuerte referente en la mitigación del cambio climático (Martínez-Sánchez, 2021).

El tipo y disposición del arbolado urbano no sólo determina muchas características de las condiciones físicas y biológicas de la ciudad, sino que también influye en el entorno socioeconómico (Sanesi, 2010), por lo que, un enfoque útil es cuantificar estos servicios naturales y luego seguir con una valoración de estos bienes no mercantiles (Chen, 2008).

Para la silvicultura urbana, el desafío que enfrentan las ciudades es entender e ilustrar el valor que los árboles brindan a la sociedad y cómo las ciudades deberían financiar programas efectivos de gestión forestal urbana (Kim y Coseo, 2018). Modelar la estructura de los bosques urbanos proporciona información útil para estimar el área foliar total, la biomasa de árboles y hojas, y cuantificar los servicios ecosistémicos, evaluaciones precisas son determinantes para que los administradores y planificadores entiendan cómo los servicios ecosistémicos, mejoran tanto la calidad ambiental como la salud y el bienestar humanos en las zonas urbanas (Nowak, et al., 2008).

## **1.2 Servicios ecosistémicos culturales**

Las ciudades cubren solo el 2.4% del planeta (Reid et al., 2005), concentrando un total de 4,400,000 habitantes en zonas urbanas, conteniendo una población demasiado alta (Mexia et al., 2018), se suma a una escasez de espacios naturales y otros, saturados de infraestructura gris, así como factores sociales propician u obstaculizan el desarrollo físico y mental de los ciudadanos; las percepciones públicas entorno de los SE y la naturaleza, podría ser un factor que ayudaría en la gestión de los ecosistemas para el bien público (Landers, 2013; Martín-López et al., 2012).

Los servicios ecosistémicos culturales (SEC) pueden utilizarse como otro argumento para la conservación y mejoramiento de la naturaleza urbana (Chan et al., 2007; Chan et al., 2012b), así, los SEC pueden proporcionarse mediante espacios verdes para el ocio, el turismo, la educación cultural, la apreciación estética y las necesidades espirituales (Gómez-Baggethun y Barton, 2013). La consideración de los factores sociales y ecológicos en la planificación sistemática de la conservación es vital para desarrollar acciones de conservación (Knight et al., 2010), sin embargo, hay pocas herramientas disponibles para integrarlas de manera cuantitativa y espacialmente explícita (Whitehead, et al., 2014).

La urbanización es uno de los fenómenos ambientalmente, más relevantes de nuestro tiempo (Unterweger et al., 2017), a medida que aumenta la población humana y los modelos económicos impulsan a las personas de las zonas rurales hacia las ciudades, provocando demandas intensivas del territorio con efectos socioeconómicos y ambientales a múltiples escalas (Grimm et al., 2008; Montgomery, 2008; Naciones Unidas, 2014), es decir, que

conduce a la densificación de las poblaciones humanas, a generar cinturones de pobreza en las periferias de las urbes, provocando fragmentación en los ecosistemas verdes con los urbanos (Riechers et al., 2019) y generando problemas ambientales y carencias de los servicios básicos como agua, drenaje, entre otros.

La creciente preocupación por la conservación del patrimonio natural y su conservación, por los beneficios que aporta en términos de valores de uso y no uso, hace que los espacios naturales se alcen como verdaderos activos eco-sociales (Martinez-Añazco, 2004). A pesar que la mayoría de los servicios son indirectos e intangibles, juegan un papel importante en el funcionamiento sostenible de los ecosistemas locales y contribuyen notablemente al bienestar de la sociedad urbana (Chen, 2008).

Debido al ritmo en el que las ciudades se expanden, los planificadores urbanos, políticos y responsables de la toma de decisiones (Guenat, 2012), priorizan la infraestructura gris y la movilización vehicular, investigaciones sugieren que los "espacios verdes formales" (como los parques) no son suficientes para satisfacer las necesidades de algunos ciudadanos (Byrne et al., 2010; Thompson, 2011), y aun así, se les da poca prioridad a estos espacios (Guenat, 2012), la OMS da a conocer, en las áreas urbanas solo se tiene 5 m<sup>2</sup>, en promedio por persona, estando muy por debajo de lo sugerido, por lo que, la población urbana mundial está en aumento y solo una minoría experimenta la naturaleza directamente (Cox et al., 2017).

Las ciudades naturalmente carecen de espacios para la infraestructura verde (Lin et al., 2014), debido al alto número de habitantes que albergan y la necesidad de espacios para llevar a cabo las actividades de los mismos, que por costumbre, por motivos económicos y falta de opciones



sostenibles, provocan una extinción de la experiencia con el mundo natural (Miller, 2005; Pyle, 1978), por lo tanto, el funcionamiento, la expansión y el establecimiento de ciudades representa cuestiones ecológicas y sanitarias (Grimm et al., 2008) graves, además, interactuar con la naturaleza es fundamental para la salud -física, mental y social de las personas (MacKerron y Mourato, 2013; Shanahan et al., 2015). Este proyecto evaluó los SE de regulación y culturales de PULR, su riqueza, los SE que provee y las percepciones de los mismos usuarios, con el propósito de generar información que permita el manejo del área, mejorar y brindar mejores servicios a la ciudadanía y mejorar las condiciones ambientales de la ciudad.

### **1.3 Una sola salud**

Una Sola Salud (USS) es un enfoque que se ha relacionado a la gestión de enfermedades infecciosas zoonóticas emergentes que exige la colaboración interdisciplinaria de la salud humana, animal y ambiental, además, ya se ha extendido a otras áreas de conocimiento y quehacer humano, como la gestión ambiental. Aboga por que los desafíos sanitarios y ecológicos deben abordarse mediante un pensamiento sistémico holístico que reconozca las interconexiones entre la salud de los seres humanos, los animales, y el medio ambiente, y fomenta colaboraciones multidisciplinarias e intersectoriales (Queenan et al., 2017). Podría decirse que USS pide un marco ético que aprecie plenamente el valor moral de la biodiversidad y la salud ambiental más allá de su mero valor instrumental para la salud humana, sin embargo, estudios enfatizan la poca atención dirigida a la calidad de la infraestructura verde a la que las personas han estado expuestas, lo que podría promover o impedir el uso de los espacios verdes y consecuentemente sus beneficios para las personas (Jorgensen and Gobster, 2010), también, la conservación de la biodiversidad, particularmente

la nativa, es un efecto deseable o beneficio que no tiene requisitos mínimos pero que, comúnmente, termina reduciéndose a áreas de césped libres de edificios.

La integración de la infraestructura verde en la planificación urbana ha surgido como una estrategia múltiple para construir y transformar entornos urbanos con el fin de proporcionar ciudades más habitables, saludables y respetuosas con las personas y la biodiversidad (World Health Organization, 2016). La Nueva Agenda Urbana promueve el desarrollo urbano sostenible en línea con los principios del diseño compacto, es decir, conversión mínima de tierras y mayores densidades de población, para minimizar los impactos ambientales (United Nations, 2020).

Adoptar el enfoque basado en sistemas y centrado en la comunidad es un desafío debido a las diferentes experiencias, prioridades, objetivos, limitaciones y estructuras de financiación (Lebov et al., 2017; Wilcox, et al., 2019), por ejemplo, las restricciones sociales para el acceso a entornos saludables, sumadas al acceso desigual a los servicios médicos y a las oportunidades económicas, suponen una importante carga sobre la salud de las comunidades marginadas (Nardone et al., 2020b), por lo tanto, los servicios ecosistémicos proporcionados por las plantas (en particular, enfriamiento ambiental, purificación del aire, recreación y bienestar mental) son más accesibles para los vecindarios más ricos de las ciudades (Nesbitt et al., 2019; Nowak et al., 2022).

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Infraestructura verde urbana

Baró et al. (2014), cuantificaron en valores biofísicos y monetarios, los SE de regulación, proporcionados por el verde urbano (principalmente arbolado) de Barcelona mediante la aplicación de i-Tree Eco. Los resultados muestran que la contribución del verde urbano en la reducción de la contaminación atmosférica es relevante en términos absolutos (filtración del aire: 305.6 t de contaminantes y 5.187 t de carbono), pero moderada si se compara con los niveles totales de contaminación del aire y emisiones de gases de efecto invernadero de la ciudad (0.47%).

Kim y Coseo (2018), cuantificaron los múltiples servicios ecosistémicos que proveían la infraestructura verde de Phoenix, Arizona, a través del sistema de parques urbanos, incluyendo la remoción de contaminantes en el aire, secuestro y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, escorrentía evitada, valor estructural y ahorro de energía que daban a los habitantes urbanos. En el sistema de parques se encontraron 517,000 árboles (7.20% de cobertura arbórea), estos removían 3630 toneladas de carbón (\$285,000 dólares aproximadamente) y 272 toneladas de contaminantes en el aire (\$1.16 millones de dólares aproximadamente) al año. Se estimó que anualmente, los árboles de Phoenix, reducen el costo de uso de energía residencial por \$116,000 dólares y su valor se estima en \$692 millones de dólares.

Siedlarczyk et al. (2019), utilizaron el software i-Tree Eco para evaluar los servicios ecosistémicos del Parque Krakowski” en Cracovia. Para el año 2015, los árboles del parque almacenaron un total de 441.59 t de carbono, eliminaron 184 kg de contaminantes del aire y

contribuyeron a evitar 220 m<sup>3</sup> de escorrentía, con un valor de 5,096 euros (8.76 euros por árbol al año).

Martínez-Sánchez y Vanegas-Casas (2021), estimaron con i-Tree Eco la captura y almacenamiento de carbono, los contaminantes removidos, el escurrimiento evitado y la producción de oxígeno, por el arbolado censado del Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá. Los 2,139 árboles de Fontibón almacenan 914 t/año de carbono, secuestran 18,93 t de carbono, remueven 300 kg/año de contaminantes del aire, respecto al escurrimiento evitado ayuda a reducir 1,000m<sup>3</sup>/año y produce un estimado de 50 t/año de oxígeno.

Kais et al. (2021), llevaron a cabo un estudio de concientización sobre la contaminación del aire en el que evaluaron los parámetros de la capacidad de absorción de contaminantes de los árboles en lugares seleccionados realizados con la ayuda de la herramienta i-Tree Eco. Los análisis de las encuestas y de la cuantificación de los servicios ecosistémicos, mostraron que la mayoría de los habitantes de la ciudad están preocupados por el problema del aire en la ciudad, pero al mismo tiempo fallan en darse cuenta de su impacto negativo en su salud.

## **2.2 Servicios ecosistémicos culturales**

Giles-Miranda (2015), aplicó 382 encuestas sobre la percepción ambiental de los pobladores de 12 comunidades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFF-MC) de Sinaloa, México. Se consideraron la actitud, el conocimiento y las vivencias, así como, sus actividades socioeconómicas. Se dedujo que los pobladores del APFF-MC

tenían una percepción inadecuada de los problemas ambientales. Se concluyó que urge implementar programas y proyectos de información y educación ambiental en el APFF-MC.

Íñiguez-Ayón et al. (2015), evaluaron la calidad ecológica y visual del río Tamazula, en Culiacán, Sinaloa. Adaptaron índices de calidad ecológica y aplicaron encuestas a los habitantes (n=196). Se constató que la vegetación juega un papel importante en la valoración ecológica y visual. A los encuestados les costó entender el concepto de “paisaje fluvial”, lo identificaban como un espacio recreativo o de esparcimiento pero no un lugar que produzca identidad. Se sugirió crear un plan integral de gestión, a fin de lograr que las oportunidades de recreación que el ecosistema ofrece sean compatibles con los aspectos ecológicos y visuales.

Larson et al. (2016), exploraron las percepciones de los SE urbanos de dos vías verdes en dos ciudades de E.U.A. Los encuestados (n = 460) reconocieron todos los tipos de SE, aunque los beneficios ambientales fueron menos reconocidos que los beneficios culturales o los beneficios experimentales. Concluyeron que “Una mejor integración de los beneficios culturales y experienciales en los marcos de los servicios ambientales urbanos podría conducir a decisiones más equitativas e informadas sobre la provisión, la gestión, y valoración de los espacios verdes urbanos en diversos entornos y poblaciones”.

Ko y Son (2018), analizaron los SEC proporcionados por los espacios verdes de Gwacheon, República de Corea (n=240), sobre la frecuencia de visita y sus actividades en estos, con el fin de averiguar cómo los utilizan. Se sugiere que las personas encuentran un valor cultural diverso en su entorno cotidiano, no solo en espacios con excelentes ecosistemas. Según los

autores este estudio puede tener un impacto en la medición de las percepciones ambientales, ya que brinda una manera de cuantificarlas.

Unterweger et al. (2017), realizaron una encuesta basado en un sistema de manejo urbano ecológico, que se basó en fotografías (n=424), para evaluar sus impresiones de las personas sobre los prados naturales. Las actitudes mostraron una preferencia estadística por los sistemas de gestión de áreas verdes que optimizan la protección contra insectos, estos resultados deben alentar a los planificadores urbanos a integrar las zonas de protección de la biodiversidad en la planificación urbana.

Swapan et al. (2017), compararon las percepciones de los usuarios sobre los SE de dos parques urbanos en China (Dufu Cottage, Chengdu) y en Australia (Kings Park, Perth). Utilizando tres preguntas clave sobre los SE más importantes y en tendencia y los factores socio demográficos que influyen en las percepciones de los usuarios, y observaron que no existe una diferencia sustancial en las percepciones de los usuarios entre los dos países, a excepción del servicio de microclima en Dofu Cottage. Se concluye que, usuarios de ambos países aprecian los servicios multifuncionales a pesar de las variaciones contextuales, lo que sugiere que los planeadores de ambos lugares deben enfatizar el diseño de parques para satisfacer las demandas de áreas urbanas.

Sarmiento (2020), encuestó a 179 personas en 38 parques en Barranquilla, Colombia, resolvieron un cuestionario que media su percepción sobre temas relacionados con uso, distribución espacial, infraestructura, naturaleza, salud, calidad de vida, relaciones sociales de cooperación y confianza. En conclusión, las variables: ambiente, infraestructura y uso se

relacionan con el bienestar de forma positiva. Esto implica que la percepción del parque afecta su uso y proporciona diferentes atributos en el bienestar de los usuarios.

Kovács et al. (2021), perfilaron dos grupos de visitantes y evaluaron los valores sociales (VS) que atribuían a un parque recreativo natural, y exploraron asociaciones entre VS y características del paisaje. Los resultados mostraron diferencias entre los dos grupos respecto al uso del parque, pero no en la percepción de VS. Concluyen que el estudio puede contribuir al desarrollo de planes para el manejo y uso de parques en México y también adaptar un enfoque holístico a través de los SEC para los visitantes del mismo.

### **2.3 Una sola salud**

Felappi et al. (2020), proponen un marco basado en el enfoque de Una Sola Salud, que sintetiza las interrelaciones entre la calidad de los espacios verdes, la salud humana y el apoyo a la vida silvestre con el fin de identificar sinergias. Esta revisión concluye que un enfoque holístico podría permitir ambientes urbanos más sanos, en donde, la naturaleza y las necesidades humanas se reconciliarían.

Murray et al. (2022), revisaron literatura sobre Una Sola Salud y justicia ambiental y concluyeron que “La intensificación del malestar social, político y ambiental subraya la extrema necesidad de soluciones de Una Sola Salud informadas por los principios de justicia ambiental para ayudar a construir ciudades más saludables y resilientes”.

Gianfredi et al. (2021), su revisión tuvo como objetivo explorar la asociación entre los espacios verdes urbanos e indicadores de salud. Encontraron, en casi todos los estudios incluidos, una asociación positiva entre los espacios verdes urbanos con la actividad física y la salud mental, mientras que algunos demostraron un efecto nulo o negativo sobre los resultados de la salud mental. Como resultados mostraron que los espacios verdes urbanos albergan efectos potencialmente beneficiosos sobre la salud física, la salud y bienestar mental.



### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las ciudades hay un desequilibrio entre la infraestructura gris y verde, siendo predominante la primera, si bien se entiende la funcionalidad y practicidad de esta, no se debe descartar la importancia de la segunda, además, es posible un modelado ciudadano en el que ambas puedan convivir; lo ha demostrado Noruega, situándose en el primer lugar en calidad de vida según Numbeo en 2022.

Cuando los residentes ciudadanos tienen la necesidad de convivir con la naturaleza dentro del área urbana, son pocos los espacios destinados a este fin, con infraestructura verde suficiente y adecuada a las necesidades del ambiente; teniendo en cuenta esto, el presente estudio busca conocer el valor que le dan las personas a los SE que el PULR, les brinda.

Martínez-Sánchez y Vanegas-Casas (2021), resaltan la necesidad de identificar y analizar el arbolado urbano para garantizar los espacios verdes en el entorno, debido a que es uno de los principales elementos de la biodiversidad en la ciudad. Datos de la Organización Mundial de la Salud del 2018, indican que el espacio verde mínimo por persona es de 9 m<sup>2</sup> por individuo, sin embargo, datos de Parques Alegres I. A. P. (2018), organización local que se dedica a la restauración de espacio verdes urbanos a través de la cooperación social y apoyo de instituciones públicas y privadas, mencionan que, según el H. Ayuntamiento de Culiacán, Sinaloa, se tienen solo 2.74 m<sup>2</sup> por individuo en Culiacán.

La pérdida de experiencias positivas con la naturaleza puede reducir el apoyo a la conservación de la biodiversidad, ya que las actitudes y acciones hacia la conservación

dependen de estas (Soga y Gaston, 2016), como el contacto con la naturaleza, el encuentro con la belleza, la relajación y recreación (Matsuoka y Kaplan, 2008), los sistemas urbanos pueden crear desafíos para la salud humana y la de los ecosistemas, tales como: estrés por calor, exposición a contaminantes en el aire y patógenos (Murray et al., 2022), a pesar de los esfuerzos para estimar los SE del PULR, objeto de investigación de este estudio, no se cuenta con una caracterización de estos, el cual cuenta con 45.03 ha (IMPLAN, 2010), correspondiente a la parte de las riberas del río que es de uso exclusivo para sus visitantes, por lo que es necesario valorar sus SE, con el fin de mejorar las condiciones de dicho espacio y conservar la cobertura de este pulmón verde de la ciudad.

Desde que, en la década de los sesentas, que comenzó la preocupación por la crisis ambiental, también surge el concepto de SE y los beneficios que brinda la naturaleza a la salud, se necesita generar más evidencia para conocer el estado de conservación y sus capacidades para el mejoramiento y manejo de estos, así como, entender cómo se puede apoyar a las zonas urbanas a mejorar sus condiciones ambientales y que estas brinden una mejor calidad de vida a habitantes ciudadanos. Son pocos los estudios en países donde se encuentra albergada gran parte de la biodiversidad mundial, como los países latinoamericanos, donde la calidad de vida está por justo en o por debajo de la media.

## IV. JUSTIFICACIÓN

Los SE urbanos no solo contribuyen a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades, sino que también juegan un papel importante en la adaptación y mitigación de los desafíos climáticos (Cortinovis y Geneletti, 2018); además, el comportamiento social y la calidad de vida en las ciudades se reflejan en los espacios verdes urbanos que resaltan la salud del medio ambiente de la urbe (Hanif et al., 2020).

Los parques urbanos brindan purificación del agua y aire, reducción del ruido, secuestro del carbono, regulación del microclima, hábitat para la vida silvestre y bienestar social y psicológico (Chiesura, 2004; Hassan et al., 2005), cuando se utiliza para la recreación, se convierten en un lugar donde los habitantes de diversos orígenes tienen la oportunidad de interactuar con y dentro de la naturaleza (Shafer et al., 2000); este aspecto puede ser de importancia pero es el que a menudo se pasa por alto o se subestima (Baur et al., 2014; Chan et al., 2012a; Daniel et al., 2012).

Se ha prestado más atención a la evaluación precisa de los valores de los ecosistemas debido a su papel vital en la planificación urbana (Hanif et al., 2020). La evaluación de múltiples SE podría informar a los gobiernos y tomadores de decisiones y proporcionar opciones de planificación que pueden mejorar el valor de los parques urbanos como soluciones basadas en la naturaleza en la provisión de SE, y así mejorar la calidad de vida en áreas urbanas (Haase et al., 2014).

En el caso del PULR en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, representa una oportunidad para un proyecto transversal e integral entre las ciencias naturales y las sociales; si bien, se han encontrado estudios realizados en algunas zonas del área verde, estos, no se enfocan en los SE que brinda, por ejemplo, Íñiguez-Ayón et al. (2015), en donde el único SE que se valoró fue el valor paisajístico de las riberas del río Tamazula.

Ante las problemáticas socio ambientales que se observan hoy en día, no solo a nivel mundial, si no también, a nivel local, es necesario tomar acción y comenzar a llevar un registro, seguimiento, evaluación y valoración de los espacios verdes urbanos, con el fin de conocer su dinámica natural; es necesario monitorear de manera sistemática los elementos de la biodiversidad local, el conocerla permitirá realizar un mejor manejo basado en la conciencia y valoración desde las perspectivas ecológica, ambiental y sociocultural e implementar estrategias para la mejora de calidad de vida de las personas, comunidades urbanas y naturales.

## **V. HIPÓTESIS**

Se encontrarán variaciones en los SE de regulación que brinda cada una de las seis secciones que conforman el PULR (Parque Acuatico, ANP “Isla de Orabá”, Margen “Malecón Viejo”, Margen “Malecón Nuevo”, Margen “Blvd. Sánchez Alonso” y Margen “Blvd. Zaragoza”), así como en las percepciones de los usuarios del parque, respecto a los SE de regulación y culturales brindados por el PULR en función de los factores sociodemográficos de los entrevistados.

## **VI. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo general**

Evaluar los SE de regulación y culturales del Parque Urbano “Las Riberas” de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México.

### **6.2 Objetivos específicos**

- Conocer y registrar la riqueza y diversidad de especies arbóreas en el PULR.
- Analizar los SE de regulación brindados por el arbolado del PULR.
- Evaluar la percepción de los usuarios sobre los SE culturales del PULR.



Algunas áreas están desprovistas de vegetación que permiten la realización de actividades para espacios abiertos. En algunas zonas se introducen autos, generándose problemas de contaminación por los residuos sólidos que ahí se dejan.

- Parque Acuático, “Isla de Orabá”, Márgenes “Malecón Viejo” y “Malecón Nuevo”:

Son las secciones más dinámicas, debido a que tiene mayor espacio de estacionamiento y áreas recreativas, teniendo también riesgos ambientales si no se tiene un control necesario. A lo largo de este río, llamado Tamazula se pueden detectar una gran cantidad de residuos sólidos flotando sobre la superficie de sus aguas, producto de los arrastres que se generan en las calles de la ciudad y al poco cuidado de la ciudadanía de estas áreas. Este es el primer tramo del río que se ve afectado por la contaminación que genera la actividad urbana cotidiana en Culiacán.

Según, Köppen (1973) y la modificación hecha por García (1988), el tipo de clima que se registra en el parque es BS1(h') w(e):

BS1 = Clima seco, de los menos secos.

(h') = La temperatura media anual es mayor de los 18°C y en el mes más frío también.

w = Por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco.

(e) = La oscilación anual de la temperatura media mensual es de 7 a 14°C.

Según los registros del periodo de 1986 a 2004, la temperatura media anual fue 25.6°C, teniendo el año más frío 24.5°C y el más caluroso con 26.8°C; siendo el mes de enero el más



frío y junio el más caluroso. Para el año 2004, se tienen registradas temperaturas extremas, con una temperatura máxima de 41°C y la mínima de 7.5°C.

La precipitación total anual registrada en este mismo período (1986-2004), tiene un promedio de 673.5 mm, presentándose el año más seco con 452.5 mm y el más lluvioso de 939.0mm, con una precipitación media anual de 56.125 mm.

Es un bosque de galería, que representa la vegetación terrestre, además de especies introducidas, formas arbustivas, plantas herbáceas y algunas trepadoras comunes, y vegetación acuática, representada por especies flotantes y arraigadas en forma intermitente.

La fauna silvestre de las riberas de los ríos Humaya, Tamazula y su confluencia, el río Culiacán, se encuentra representada por diecisiete especies de aves, tres de mamíferos, siete de reptiles, dos de anfibios y dos de peces (OIKOS, 2007).

De las 31 especies de fauna registradas, cuatro se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, estas son: la boa (*Constrictor imperator*), la Iguana verde (Iguana iguana), la iguana espinosa (*Ctenosaura pectinata*), y el perico catarino (*Forpus cyanogygis*). Además, anualmente, esta área recibe gran cantidad de aves migratorias, entre ellas la gallareta americana (*Fulica americana*) y tangara roja (*Piranga rubra*)

## **7.2 Riqueza de especies arbóreas del PULR y datos meteorológicos**

Se realizó un levantamiento del arbolado presente en el parque las riberas; con base en Martínez-Trinidad et al. (2021), se registró la especie de cada uno de los árboles que se encontraron en campo, en caso de las no reconocidas, se le tomaron fotografías, y se llevaron muestras botánicas a la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) para ser identificadas por especialistas, se tomó el diámetro de altura al pecho (DAP) (mayor a 6 cm y menor a 250 cm, con base en los parámetros de i Tree Eco), altura total, altura de base a inicio de copa y altura de base a final de copa viva (inicio de muerte regresiva), anchura de la copa, condición de la copa y sus coordenadas geográficas posterior a su registro, se marcaron con cinta delimitadora y número correspondiente de registro y, se registró la condición física de la copa de los árboles,

Se determinó la abundancia de las especies registradas en las seis secciones, se identificó la especie y se registró la abundancia. Se evaluó la presencia y abundancia de especies exóticas y nativas en cantidad y distribución.

Los datos meteorológicos, particularmente, los de precipitación, se tomaron según las bases meteorológicas disponibles en i Tree Eco, la cual fue la estación del Aeropuerto de Culiacán y los datos registrados por la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa (2022).

### **7.3 Análisis de los servicios ecosistémicos del arbolado del parque las riberas**

El software utilizado para analizar los SE del PULR fue i-Tree Eco, una herramienta de acceso abierto desarrollada por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, que analiza la estructura del bosque urbano en términos de composición de especies, área foliar y salud de los árboles, y utiliza estos parámetros para estimar los servicios ecosistémicos proporcionados por esos árboles (Riondato et al., 2020).

Los datos recolectados se vaciaron en una hoja de Excel y fueron exportados a i-Tree Eco, se completó con la siguiente información:

- Nombre científico: Siempre formado por dos palabras de raíz latina o griega que se escriben en cursiva (o, en su defecto, subrayadas). La primera de ellas (el género) comienza con mayúscula mientras que la segunda (el epíteto específico) no comienza con mayúscula. Cada nombre científico (Género + epíteto específico) es exclusivo de una especie, es decir, representa únicamente a los individuos pertenecientes a la misma. El género puede ser común a varias especies que estén estrechamente emparentadas y que se diferencian entre sí por el epíteto específico (Arija, 2012).
- DAP: Diámetro a la altura del pecho, mide y registra el diámetro a la altura del pecho del tronco (1.30 metros sobre el suelo) de cada árbol.
- Altura total: Del suelo a la parte superior del árbol.
- Altura a base de copa: Del suelo hasta donde termina el tronco y comienza la copa del árbol.

- Altura de copa viva: Del suelo hasta donde termina la copa viva o comienza la muerte regresiva del árbol.
- Condición de la copa: Estado de salud de la copa del árbol.
- Coordenadas geográficas: Georeferencia de la ubicación de cada uno de los árboles.

Completada la información, se procedió a determinar los valores de importancia, la tasa de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, así como, la producción de O<sub>2</sub> de los árboles del parque y el escurrimiento evitada, los cuales son estimados automáticamente en el software.

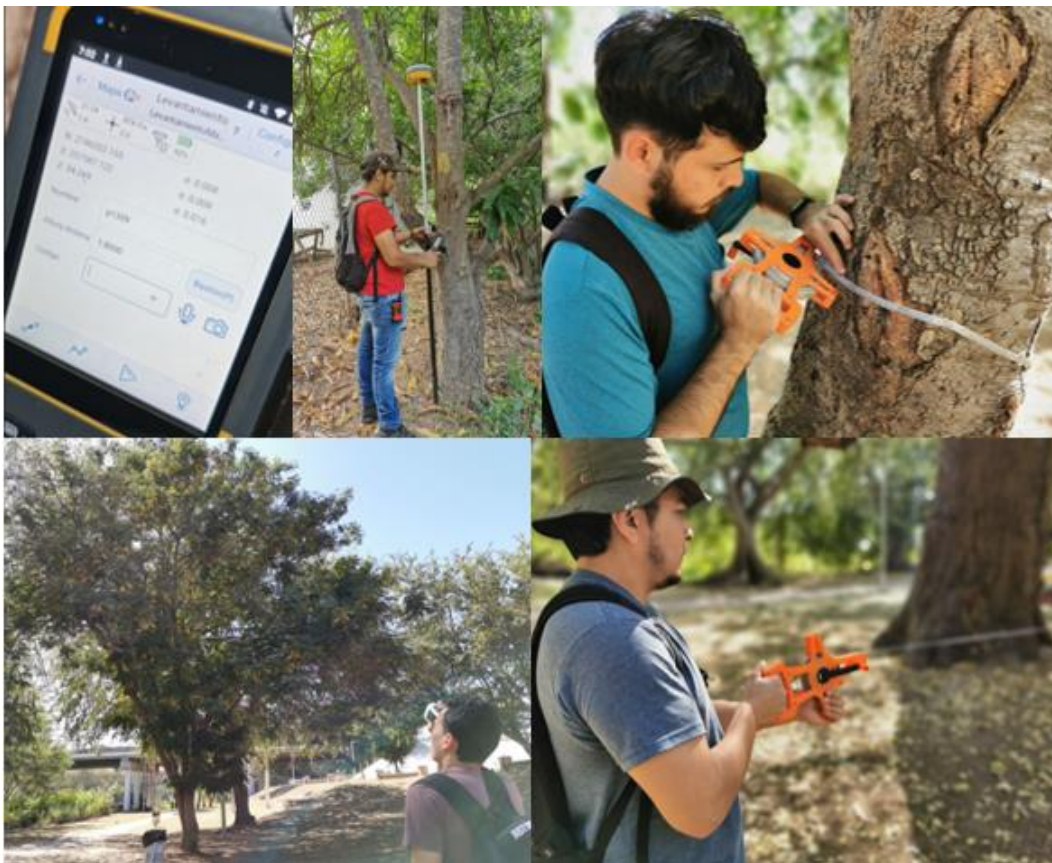


Figura 2.- Recolección de datos de los árboles del PULR.

#### **7.4 Instrumento de diagnóstico**

El instrumento que se utilizó en este trabajo está basado en el propuesto por Larson et al. (2016). Se aplicaron 10 entrevistas estas preliminares en mayo del 2022, con el fin evaluar la pertinencia del instrumento; se tomó el tiempo que conllevó aplicarlo a los encuestados y conocer si la estructura era comprensible para ellos. La prueba piloto se realizó en octubre del 2022 (Ko y Son, 2018) de modo presencial, con el fin de obtener resultados preliminares sobre la estructuración del instrumento, posteriormente, el instrumento fue enviado a dieciséis expertos en los temas socioambiental, sostenibilidad, educación ambiental y paisajismo para que el instrumento sea evaluado respecto a los puntos que aborda y su objetividad, vía e-mail, en dichos correos electrónicos se adjuntó un instrumento de evaluación de la encuesta, una vez aprobado por los expertos, se procedió a comenzar con la toma de muestras (anexo I: Instrumento diagnóstico).

El instrumento constó de dos dimensiones, la primera sobre los datos sociodemográficos (género, colonia de procedencia, ocupación y nivel educativo) del encuestado y, la segunda relacionada con las percepciones ambientales del mismo (frecuencia, intensidad, tipo de actividad y propósito), el primer apartado constó de preguntas abiertas, mientras que el segundo, mediante una escala de evaluación tipo Likert (1932) con ponderación de 1, como la más baja y 5 o 9, como la mayor calificación, de manera adicional, se utilizaron preguntas opcionales sobre las actividades que los entrevistados llevan a cabo en el parque; al final de la encuesta, las personas tuvieron la libertad de expresar su opinión y/o dar sugerencias sobre la encuesta o el parque. Cabe mencionar que previo a la aplicación del instrumento, se notificó

a las personas del consentimiento informado y que en cualquier momento podían decidir no seguir con la entrevista, si así lo deseaban.

### **7.5 Levantamiento del diagnostico**

Las encuestas se llevaron a cabo, de manera presencial en el PULR en Culiacán, Sinaloa, dirigidas a usuarios del parque, en sus diferentes secciones, participaron voluntariamente y fueron adolescentes y adultos (15 años en adelante). La recolección de datos se llevó de enero a marzo del 2023, durante los días de alta y baja densidad de visitas. Los servicios brindados por el parque, evaluados fueron los siguientes:

1. Escenario naturales
2. Hábitat para plantas y animales
3. Recreación al aire libre
4. Control del clima
5. Significancia historia y/o cultural
6. Experimentación de la naturaleza



Figura 3.- Toma de datos de los entrevistados en el PULR.

## **7.6 Análisis estadístico**

El número total de encuestas realizadas en las seis secciones del PULR, fue de 251. Se utilizaron estadísticos descriptivos para evaluar la percepción de los encuestados, con base en lo propuesto por Ko y Son (2018), así como, los datos sociodemográficos, nivel de escolaridad, ocupación, frecuencia de visitas, quien acompaña, hacia donde se dirige y la importancia que le da a distintos SEC, evaluación de la infraestructura verde y gris, y percepción de los SE de regulación y culturales, para tal tarea se usó Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), para calcular si existían diferencias significativas entre los datos sociodemográficos obtenidos, la ocupación y el nivel de educación de cada encuestado.

Se llevaron a cabo pruebas de intervalos de confianza, y, un análisis factorial de eje principal (PAF), con el fin de muestrear cada sección del parque de forma independiente (Larson, et al., 2016).

Se aplicó la prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar si existía normalidad en los datos, después, se llevó a cabo una prueba Kruskal-Wallis, con el fin de obtener las diferencias entre las percepciones de los usuarios, en correlación con sus datos sociodemográfico

## VIII. RESULTADOS

### 8.1 Riqueza y abundancia de especies arbóreas en el PULR

Se registraron un total de 3,308 árboles, correspondientes a “Parque Acuático” con 179, “Isla de Orabá” con 232, “Margen Malecón Viejo” con 811, “Margen Malecón Nuevo” con 663, “Margen Sánchez Alonso” (B.S.A.) con 790 árboles y “Margen Zaragoza” (B.Z.) con 633 (cuadro 1). En cuanto al origen de los individuos arbóreos se encontró que la mayoría de los organismos son nativos, en Parque Acuático se encontraron 15 especies nativas y 9 exóticas, en Isla de Orabá, 14 nativas y 4 exóticas, en Malecón Viejo, 18 nativas y 14 exóticas, en Malecón Nuevo, fueron 17 nativas y 13 exóticas, en el B.S.A., 14 nativas y 6 exóticas y B.Z. con 7 nativas y 13 exóticas (Fig. 2). En total se identificaron 48 especies, de las cuales, 20 especies son introducidas y 28, son nativas.

Cuadro 1.- Riqueza y abundancia registradas en el PULR.

Espece	P. Acuático	I. de Oraba	M. Viejo	M. Nuevo	B.S.A.	B.Z.	Total
<i>Pithecellobium dulce</i>	3	22	129	126	393	411	<b>1084</b>
<i>Populus mexicana</i>	8	47	160	53	61	53	<b>382</b>
<i>Washingtonia robusta</i>	27	5	216	48	5	53	<b>354</b>
<i>Salix nigra</i>	14	23	154	73	1	12	<b>277</b>
<i>Terminalia buceras</i>	30	51	17	86	9	11	<b>204</b>
<i>Azadirachta indica</i>	3	1	2	41	53	9	<b>109</b>
<i>Samanea saman</i>	1	1	8	42	16	7	<b>75</b>
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	7	1	8	29	20	7	<b>72</b>
<i>Ceiba</i> sp.	16	3	12	12	17	6	<b>66</b>
<i>Albizia lebeck</i>	--	--	6	22	33	1	<b>62</b>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	--	1	9	19	20	10	<b>59</b>
<i>Leucaena leucocephala</i>	--	--	1	4	38	14	<b>57</b>
<i>Delonix regia</i>	12	--	8	12	21	3	<b>56</b>
<i>Ficus insipida</i>	7	21	8	--	7	1	<b>44</b>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2	--	8	19	10	--	<b>39</b>
<i>Peltophorum africanum</i>	--	--	2	28	5	2	<b>37</b>
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	--	--	7	8	5	13	<b>33</b>



<i>Taxodium mucronatum</i>	1	30	1	--	--	--	<b>32</b>
<i>Mangifera indica</i>	1	--	1	4	19	--	<b>25</b>
<i>Ficus benjamina</i>	--	13	2	1	--	6	<b>22</b>
<i>Ficus pertusa</i>	--	--	11	7	4	--	<b>22</b>
<i>Swietenia humilis</i>	4	2	1	6	8	--	<b>21</b>
<i>Cassia fistula</i>	10	--	--	5	3	1	<b>19</b>
<i>Roystonea regia</i>	4	4	9	--	--	--	<b>17</b>
<i>Eucalyptus camaldulenses</i>	--	--	3	4	4	4	<b>15</b>
<i>Bauhinia variegata</i>	9	--	2	1	2	--	<b>14</b>
<i>Tamarix ramosissima</i>	1	--	1	3	8	--	<b>13</b>
<i>Citrus × paradisi</i>	--	--	--	--	12	--	<b>12</b>
<i>Ehretia tinifolia</i>	--	1	10	--	--	--	<b>11</b>
<i>Spathodea campanulata</i>	10	--	--	--	--	--	<b>10</b>
<i>Psidium guajava</i>	--	2	1	4	1	1	<b>9</b>
<i>Terminalia catappa</i>	3	--	3	--	--	2	<b>8</b>
<i>Tamarindus indica</i>	--	--	4	--	3	--	<b>7</b>
<i>Ficus petiolaris</i>	--	--	6	--	--	--	<b>6</b>
<i>Spondias mombin</i>	--	--	--	1	5	--	<b>6</b>
<i>Vachellia farnesiana</i>	--	--	--	--	--	6	<b>6</b>
<i>Ficus benghalensis</i>	--	4	--	--	--	--	<b>4</b>
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	--	--	--	--	4	--	<b>4</b>
<i>Libidibia sclerocarpa</i>	3	--	--	--	--	--	<b>3</b>
<i>Litchi chinensis</i>	--	--	--	--	2	--	<b>2</b>
<i>Parkinsonia aculeata</i>	--	--	--	2	--	--	<b>2</b>
<i>Platanus sp.</i>	2	--	--	--	--	--	<b>2</b>
<i>Cocos nucifera</i>	--	--	--	1	--	--	<b>1</b>
<i>Cordia elaeagnoides</i>	--	--	--	1	--	--	<b>1</b>
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	--	--	--	--	1	--	<b>1</b>
<i>Luma apiculata</i>	--	--	--	1	--	--	<b>1</b>
<i>Vitex mollis</i>	1	--	--	--	--	--	<b>1</b>
<i>Washingtonia filifera</i>	--	--	1	--	--	--	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>232</b>	<b>811</b>	<b>663</b>	<b>790</b>	<b>633</b>	<b>3,308</b>

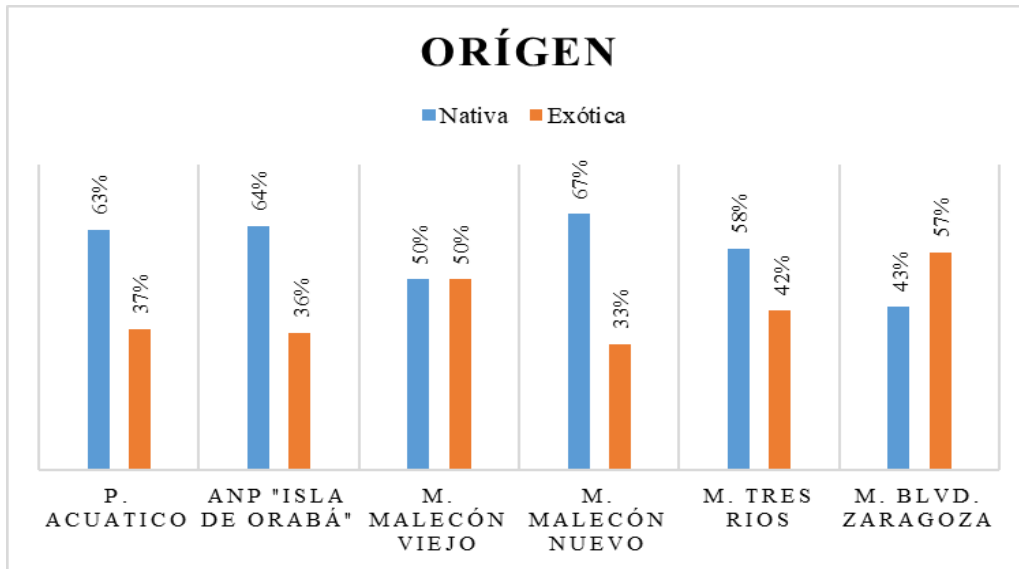


Figura 4.- Proporción de origen de las especies.

## 8.2 Servicios ecosistémicos brindados por el arbolado del PULR

Se registraron en i Tree Eco los datos obtenidos de las dos zonas muestreadas del PULR, los datos que se llevaron al software fue el nombre científico, DAP, alturas, condición de la copa del árbol, coordenadas geográficas, se especificó si el árbol era de zona pública o privada y si se encontraba cercano a una calle o no, una vez cargados y revisados los datos, fueron enviados a la base de datos de i Tree Eco México.

Se encontró que el rango de DAP más común en los árboles del PULR estuvo entre los 15.2 a los 30.5 cm, siendo en promedio 48.3 cm de este; en Parque Acuático la media del DAP fue de 39 cm, en ANP “Isla de Orabá” fue de 65 cm, en Margen “Malecón Viejo” fue de 52.5 cm, en Margen “Malecón Nuevo” fue de 156.8 cm, en Margen “Blvd. Sánchez Alonso” fue de 46.2 cm y en Margen “Blvd. Zaragoza” fue de 40.2 cm (Fig. 5).

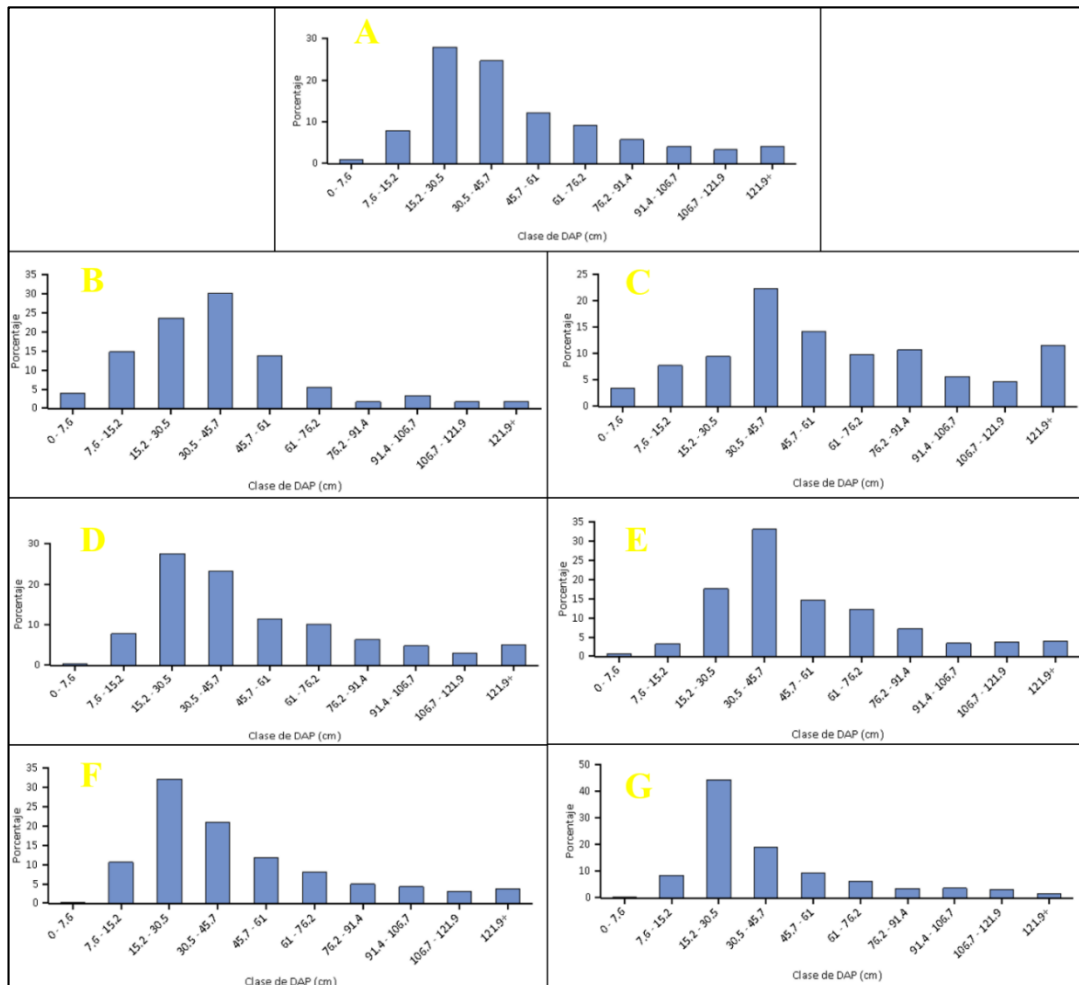


Figura 5.- Rangos de DAP del estudio, A) general, B) parque acuático, C) isla de Orabá, D) malecón viejo, E) malecón nuevo, F) Blvd. Sánchez Alonso y, G) Blvd. Zaragoza.

Respecto a los valores de importancia, las especies con mayor valor son las primeras cuatro siendo nativas. En total, siete de las diez especies con los valores de importancia más altos de todas las especies muestreadas en el PULR, son nativas (cuadro 2).

Cuadro 2.- Valores de importancia de Parque “Las Riberas”.

<b>Nombre de la especie</b>	<b>Porcentaje población</b>	<b>Porcentaje del área de las hojas</b>	<b>Valores de importancia</b>
<i>Pithecellobium dulce</i> *	32.7	28.3	61.1
<i>Populus mexicana</i> *	11.5	25.3	36.8
<i>Washingtonia robusta</i> *	10.7	0.7	11.4
<i>Salix nigra</i> *	8.4	9.3	17.7
<i>Terminalia buceras</i>	6.2	4.6	10.8
<i>Azadirachta indica</i>	3.3	1.9	5.2
<i>Samanea saman</i>	2.3	3.8	6.1
<i>Ceiba</i> *	2	3.1	5.1
<i>Ficus insípida</i> *	1.3	3.4	4.7
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> *	1.2	3.6	4.8

\*: Especies nativas

Cuadro 3.- Valores de importancia de la sección Parque Acuático.

<b>Nombre de la especie</b>	<b>Porcentaje población</b>	<b>Porcentaje del área de las hojas</b>	<b>Valores de importancia</b>
<i>Bucida buceras</i>	16.5	17.4	33.8
<i>Washingtonia robusta</i>	14.8	1.9	16.7
<i>Ceiba</i>	8.8	18.2	27
<i>Delonix regia</i>	8.2	3.7	12
<i>Salix nigra</i>	7.7	13.1	20.8
<i>Cassia fistula</i>	5.5	2.5	8
<i>Spathodea campanulata</i>	5.5	0.6	6.1
<i>Populus mexicana</i>	4.4	14.8	19.2
<i>Ficus insípida</i>	3.8	11.1	14.9
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	3.8	1.9	5.7

Cuadro 4.- Valores de importancia de la sección ANP Isla de Orabá.

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valores de importancia
<i>Bucida buceras</i>	22	15.2	37.1
<i>Populus mexicana</i>	20.3	34.2	54.4
<i>Taxodium mucronatum</i>	12.9	5.7	18.7
<i>Salix nigra</i>	9.9	7	16.9
<i>Pithecellobium dulce</i>	9.5	2.7	12.1
<i>Ficus insipida</i>	9.1	18.1	27.2
<i>Ficus benjamina</i>	5.6	8.3	13.9
<i>Washingtonia robusta</i>	2.2	0.1	2.2
<i>Ficus benghalensis</i>	1.7	5.6	7.3
<i>Ceiba</i>	1.3	2.1	3.4

Cuadro 5.- Valores de importancia de la sección Malecón Viejo.

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valores de importancia
<i>Washingtonia robusta</i>	26.6	1.7	28.4
<i>Ceiba</i>	24.8	50.5	75.3
<i>Salix nigra</i>	19	20.5	39.5
<i>Pithecellobium dulce</i>	15.9	14.3	30.2
<i>Ficus pertusa</i>	1.4	1.6	3
<i>Ehretia tinifolia</i>	1.2	0.8	2.1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.1	0.7	1.8
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	2.9	3.9
<i>Ficus insipida</i>	1	1.6	2.6
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	1	0.6	1.6

Cuadro 6.- Valores de importancia de la sección Blvd. Sánchez Alonso.

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valores de importancia
<i>Pithecellobium dulce</i>	49.7	48.7	98.4
<i>Populus mexicana</i>	7.6	16.8	24.4
<i>Azadirachta indica</i>	6.7	3.6	10.3
<i>Leucaena leucocephala</i>	4.8	2	6.8
<i>Albizia lebbek</i>	4.2	8	12.1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.5	5.2	7.7

<i>Handroanthus impetiginosum</i>	2.5	1.3	3.8
<i>Mangifera indica</i>	2.4	1	3.4
<i>Ceiba</i>	2.2	1.7	3.9
<i>Samanea saman</i>	2	2.8	4.8

Cuadro 7.- Valores de importancia de la sección Blvd. Zaragoza.

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valores de importancia
<i>Pithecellobium dulce</i>	64.9	60.7	125.7
<i>Populus mexicana</i>	8.4	23.8	32.2
<i>Washingtonia robusta</i>	8.4	0.6	9
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.2	1.6	3.8
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	2.1	1.1	3.2
<i>Salix nigra</i>	1.9	2.1	4
<i>Terminalia buceras</i>	1.7	1.1	2.8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.6	1.7	3.2
<i>Azadirachta indica</i>	1.4	1	2.4
<i>Samanea saman</i>	1.1	1.8	2.9

Cuadro 8.- Valores de importancia de la sección Malecón Nuevo.

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valores de importancia
<i>Ceiba</i>	33.2	52.3	85.5
<i>Pithecellobium dulce</i>	19	11.5	30.5
<i>Salix nigra</i>	11	11.5	22.5
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.9	7.2	10.1
<i>Azadirachta indica</i>	6.2	3	9.2
<i>Washingtonia robusta</i>	7.3	0.3	7.5
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	4.4	2.3	6.7
<i>Albizia lebeck</i>	3.3	1.9	5.2
<i>Ficus pertusa</i>	1.1	3.9	5
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.9	1.7	4.6

### 8.2.2 Servicios de regulación de PULR

El secuestro bruto de carbono de todo el PULR es casi 113.2 toneladas métricas por año (Tabla 8) y almacena, casi, 1,000 toneladas métricas de carbono (cuadro 9).

Cuadro 9.- Secuestro de Carbono del Parque Las Riberas

<b>Especie</b>	<b>Secuestro de C (T/año)</b>	<b>Equivalente CO<sub>2</sub> (T/año)</b>
<i>Azadirachta indica</i>	3.36	12.33
<i>Ceiba pentandra</i> sp.	3.17	11.61
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	2.99	10.96
<i>Ficus insipida</i>	1.76	6.44
<i>Albizia lebeck</i>	1.66	6.1
<i>Delonix regia</i>	1.54	5.64
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.4	5.14
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.35	4.93
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1.11	4.08
<i>Ficus pertusa</i>	0.98	3.6
<i>Washingtonia robusta</i>	0.94	3.46
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.87	3.19
<i>Ficus benjamina</i>	0.75	2.74
<i>Cassia fistula</i>	0.38	1.38
<i>Citrus x paradisi</i>	0.18	0.68
<i>Bauhinia variegata</i>	0.13	0.48
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.08	0.3
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0.08	0.29
<i>Caesalpinia</i>	0.06	0.22
<i>Ficus benghalensis</i>	0.06	0.23
<i>Ficus</i> sp.	0.05	0.2
<i>Hibiscus</i> sp.	0.02	0.06
<i>Ficus petiolaris</i>	0.01	0.04
<i>Cocos nucifera</i>	0	0.01
<i>Cordia elaeagnoides</i>	0	0.01
<b>Total</b>	<b>113.18</b>	<b>415.03</b>

Cuadro 10.- Almacenamiento de Carbono del Parque Las Riberas

<b>Especie</b>	<b>Almacenamiento de C (T)</b>	<b>Almacenamiento de C (%)</b>	<b>Equivalente CO<sub>2</sub> (T)</b>
<i>Pithecellobium dulce</i>	1,367.8	33.9 %	5,015.8
<i>Populus</i>	907.4	22.5 %	3,327.5
<i>Salix nigra</i>	364.1	9.0 %	1,335.3
<i>Ficus insipida</i>	171.3	4.2 %	628.1
<i>Ceiba</i>	153.4	3.8 %	562.7
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	139.8	3.5 %	512.7
<i>Samanea</i>	119.1	3.0 %	436.6
<i>Terminalia</i>	104.4	2.6 %	382.8

<i>Peltophorum</i>	92.0	2.3 %	337.3
<i>Ficus pertusa</i>	90.5	2.2 %	331.8
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	79.8	2.0 %	292.6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	58.7	1.5 %	215.4
<i>Azadirachta indica</i>	54.4	1.3 %	199.6
<i>Ficus benjamina</i>	43.2	1.1 %	158.6
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39.9	1.0 %	146.3
<i>Delonix regia</i>	24.2	0.6 %	88.7
<i>Ficus benghalensis</i>	22.8	0.6 %	83.5
<i>Albizia lebbeck</i>	22.7	0.6 %	83.3
<i>Taxodium mucronatum</i>	18.9	0.5 %	69.4
<i>Swietenia humilis</i>	16.5	0.4 %	60.4
<i>Washingtonia robusta</i>	15.8	0.4 %	57.8
<i>Leucaena leucocephala</i>	13.8	0.3 %	50.7
<i>Ficus petiolaris</i>	13.2	0.3 %	48.5
<i>Ehretia tinifolia</i>	11.7	0.3 %	42.9
<i>Mangifera indica</i>	10.3	0.3 %	37.6
<i>Ficus</i>	8.1	0.2 %	29.8
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	7.8	0.2 %	28.8
<i>Parkinsonia aculeata</i>	7.7	0.2 %	28.4
<i>Terminalia catappa</i>	7.4	0.2 %	27.0
<i>Tamarix ramosissima</i>	6.9	0.2 %	25.1
<i>Cassia fistula</i>	6.1	0.2 %	22.5
<i>Tamarindus indica</i>	5.4	0.1 %	19.7
<i>Citrus x paradisi</i>	4.8	0.1 %	17.5
<i>Spondias mombin</i>	4.1	0.1 %	15.0
<i>Cordia elaeagnoides</i>	3.8	0.1 %	13.8
<i>Litchi chinensis</i>	3.4	0.1 %	12.6
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3.2	0.1 %	11.6
<i>Roystonea regia</i>	2.5	0.1 %	9.1
<i>Psidium guajava</i>	2.4	0.1 %	8.8
<i>Caesalpinia</i>	2.2	0.1 %	8.2
<i>Vachellia</i>	1.5	0.0 %	5.6
<i>Bauhinia variegata</i>	1.2	0.0 %	4.3
<i>Spathodea campanulata</i>	0.5	0.0 %	1.9
<i>Hibiscus</i>	0.2	0.0 %	0.8
<i>Vitex</i>	0.2	0.0 %	0.8
<i>Cocos nucifera</i>	0.1	0.0 %	0.3
<i>Luma apiculata</i>	0.1	0.0 %	0.2
<i>Washingtonia filifera</i>	0.1	0.0 %	0.4
<i>Platanus</i>	0.0	0.0 %	0.1
<b>Total</b>	<b>4,035.5</b>	<b>100%</b>	<b>14,7981</b>



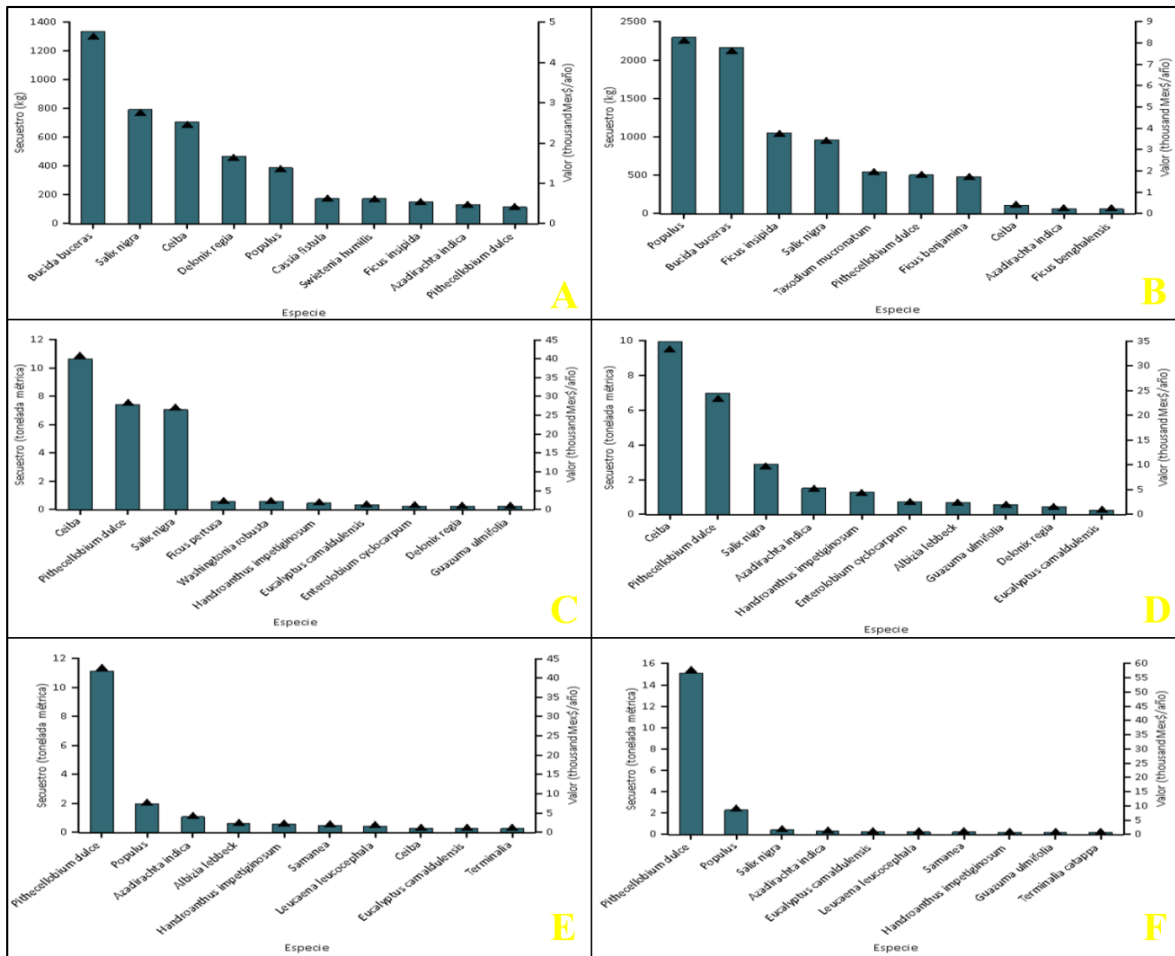


Figura 6.- Especies con mayor secuestro de carbono anualmente y su valor económico, A) parque acuático, B) isla de Orabá, C) malecón viejo, D) malecón nuevo, E) Blvd. Sánchez Alonso y, F) Blvd. Zaragoza.

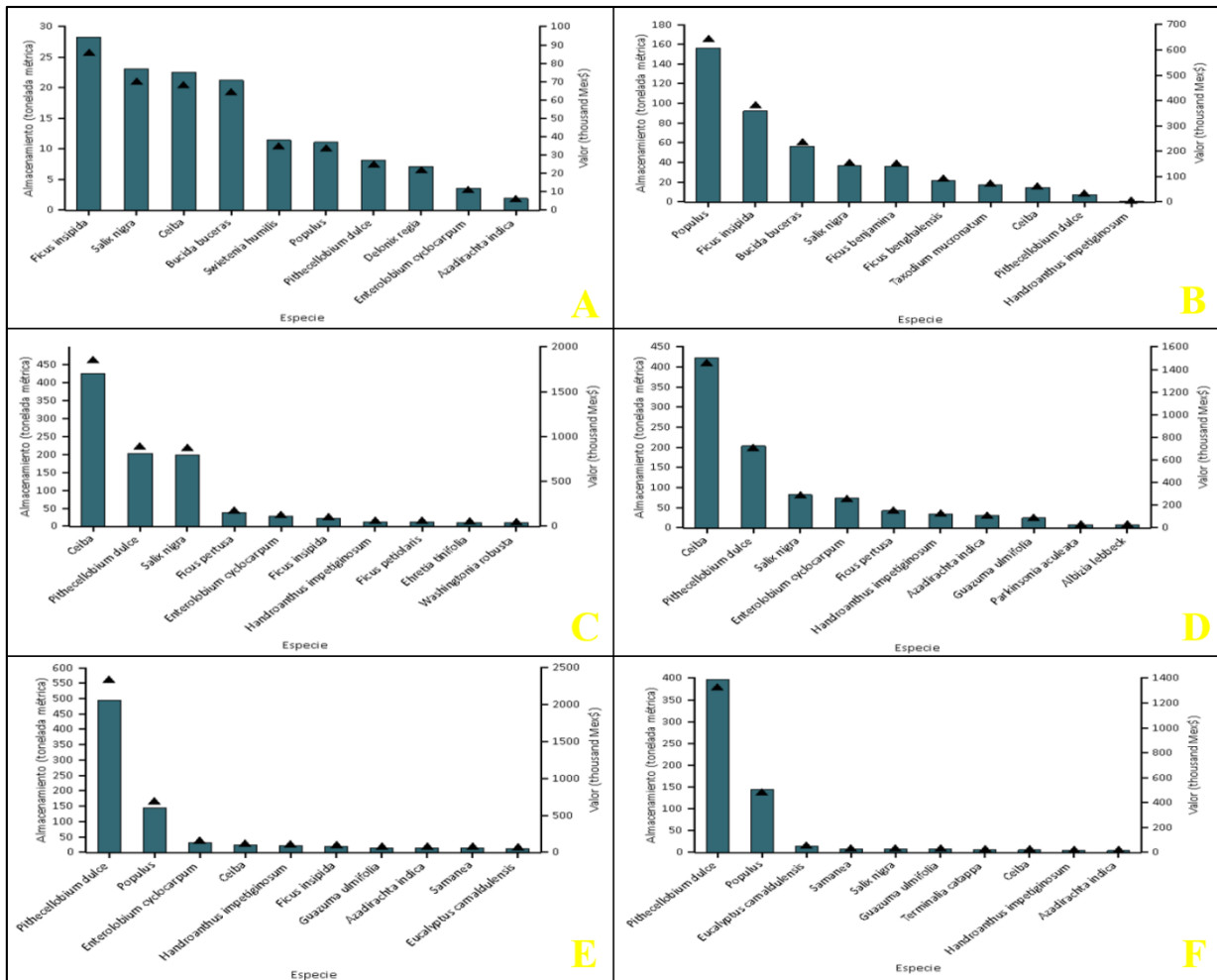


Figura 7.- Especies con mayor cantidad de carbono almacenado anualmente y su valor económico, A) Parque acuático, B) Isla de Orabá, C) Malecón viejo, D) Malecón nuevo, E) Blvd. Sánchez Alonso y, F) Blvd. Zaragoza.

Según i Tree eco, la producción anual de oxígeno de un árbol está directamente relacionada con la cantidad de carbono secuestrado por el árbol, la cual está vinculada con la acumulación de biomasa del mismo. Los árboles del PULR producen, aproximadamente, 291.2 toneladas métricas de oxígeno al año (cuadro 11), siendo la sección de Malecón Viejo, el lugar que más oxígeno produce anualmente, de las 6 secciones, con 78.98 toneladas métricas (cuadro 14).

Cuadro 11.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, del Parque Las Riberas.

<b>Especie</b>	<b>Oxígeno (T)</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (T/año)</b>	<b>Número de árboles</b>	<b>Área foliar (Ha)</b>
<i>Pithecellobium dulce</i>	126.83	47.56	1,084	28.84
<i>Populus mexicana</i>	50.01	18.75	381	25.75
<i>Salix nigra</i>	32.35	12.13	277	9.51
<i>Terminalia buceras</i>	12.03	4.51	204	4.7
<i>Azadirachta indica</i>	8.97	3.36	109	1.9
<i>Ceiba pentandra</i>	8.44	3.17	66	3.18
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	7.97	2.99	72	1.27
<i>Samanea saman</i>	7.79	2.92	75	3.89
<i>Ficus insipida</i>	4.68	1.76	44	3.45
<i>Albizia lebbbeck</i>	4.44	1.66	62	2.24
<i>Delonix regia</i>	4.1	1.54	59	0.7
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3.74	1.4	59	2.01
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3.59	1.35	39	3.68
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2.97	1.11	14	0.54
<i>Ficus pertusa</i>	2.62	0.98	22	1.47
<i>Washingtonia robusta</i>	2.52	0.94	355	0.68
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.32	0.87	57	0.84
<i>Peltophorum africanum</i>	2.26	0.85	37	1.4
<i>Ficus benjamina</i>	1.99	0.75	22	1.25
<i>Taxodium mucronatum</i>	1.62	0.61	32	0.83

Cuadro 12 .- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Parque Acuático

<b>Especie</b>	<b>Oxígeno (T)</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (T/año)</b>	<b>Número de árboles</b>	<b>Área foliar (Ha)</b>
<i>Bucida buceras</i>	3.45	1.29	30	0.72
<i>Salix nigra</i>	2.04	0.76	14	0.54
<i>Ceiba pentandra</i>	1.82	0.68	16	0.75
<i>Delonix regia</i>	1.2	0.45	15	0.15
<i>Populus mexicana</i>	1	0.37	8	0.62
<i>Cassia fistula</i>	0.45	0.16	10	0.1
<i>Swietenia humilis</i>	0.44	0.16	4	0.14
<i>Ficus insipida</i>	0.39	0.14	7	0.46

<i>Azadirachta indica</i>	0.33	0.12	3	0.05
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.29	0.11	3	0.1
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0.22	0.08	7	0.08
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.2	0.07	2	0.08
<i>Libidibia sclerocarpa</i>	0.19	0.07	3	0.07
<i>Bauhinia variegata</i>	0.16	0.06	9	0.01
<i>Washingtonia robusta</i>	0.16	0.06	27	0.08
<i>Spathodea campanulata</i>	0.14	0.05	10	0.03
<i>Samanea saman</i>	0.12	0.04	1	0.04
<i>Mangifera indica</i>	0.09	0.03	1	0.03
<i>Taxodium mucronatum</i>	0.08	0.03	1	0.04
<i>Roystonea regia</i>	0.07	0.02	4	0.01

Cuadro 13.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la ANP Isla de Orabá.

<b>Especie</b>	<b>Oxígeno (T)</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (T/año)</b>	<b>Número de árboles</b>	<b>Área foliar (Ha)</b>
<i>Populus mexicana</i>	5.99	2,244.43	47	4.66
<i>Bucida buceras</i>	5.63	2,112.19	51	2.07
<i>Ficus insipida</i>	2.74	1,029.03	21	2.47
<i>Salix nigra</i>	2.51	941.12	23	0.95
<i>Taxodium mucronatum</i>	1.42	532.65	30	0.78
<i>Pithecellobium dulce</i>	1.32	494.72	22	0.36
<i>Ficus benjamina</i>	1.25	467.01	13	1.13
<i>Ceiba pentandra</i>	0.28	106.18	3	0.28
<i>Azadirachta indica</i>	0.17	64.86	1	0.04
<i>Ficus benghalensis</i>	0.16	60.79	4	0.76
<i>Swietenia humilis</i>	0.11	39.9	2	0.05
<i>Psidium guajava</i>	0.07	27.21	2	0.01
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.05	19.67	1	0.02
<i>Roystonea regia</i>	0.05	20.33	4	0.01
<i>Washingtonia robusta</i>	0.04	15.23	s	0.01
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	0.03	9.65	1	0.01
<i>Samanea saman</i>	0.03	11.44	1	0.02
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.02	8.32	1	0.02

Cuadro 14.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Malecón viejo.

<b>Especie</b>	<b>Oxígeno (T)</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (T/año)</b>	<b>Número de árboles</b>	<b>Área foliar (Ha)</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	28.93	10.85	201	16.22
<i>Pithecellobium dulce</i>	20.09	7.53	129	4.6
<i>Salix nigra</i>	19.15	7.18	154	6.58
<i>Ficus pertusa</i>	1.59	0.6	11	0.52
<i>Washingtonia robusta</i>	1.57	0.59	216	0.55
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	1.26	0.47	8	0.2
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.88	0.33	3	0.14
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.71	0.27	8	0.94
<i>Delonix regia</i>	0.64	0.24	8	0.13
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.62	0.23	9	0.23
<i>Tamarindus indica</i>	0.62	0.23	4	0.15
<i>Ficus insípida</i>	0.61	0.23	8	0.51
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	0.56	0.21	7	0.24
<i>Ficus benjamina</i>	0.36	0.14	2	0.2
<i>Albizia lebeck</i>	0.32	0.12	6	0.1
<i>Azadirachta indica</i>	0.28	0.11	2	0.03
<i>Roystonea regia</i>	0.24	0.09	9	0.01
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.19	0.07	10	0.27
<i>Swietenia humilis</i>	0.19	0.07	1	0.04
<i>Terminalia catappa</i>	0.17	0.06	3	0.05

Cuadro 15.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente de la sección Malecón nuevo.

<b>Especie</b>	<b>Oxígeno (T)</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (T/año)</b>	<b>Número de árboles</b>	<b>Área foliar (Ha)</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	25.23	9.46	220	14.9
<i>Pithecellobium dulce</i>	17.68	6.63	126	3.27
<i>Salix nigra</i>	7.31	2.74	73	3.27
<i>Azadirachta indica</i>	3.81	1.43	41	0.86
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	3.25	1.22	29	0.65
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.83	0.69	19	2.05
<i>Albizia lebeck</i>	1.74	0.65	22	0.54
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.41	0.53	19	0.5
<i>Delonix regia</i>	1.11	0.42	12	0.21
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.64	0.24	4	0.15

<i>Ficus pertusa</i>	0.61	0.23	7	1.11
<i>Cassia fistula</i>	0.43	0.16	s	0.1
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	0.37	0.14	8	0.14
<i>Swietenia humilis</i>	0.32	0.12	6	0.09
<i>Washingtonia robusta</i>	0.3	0.11	48	0.08
<i>Psidium guajava</i>	0.24	0.09	4	0.06
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.22	0.08	4	0.14
<i>Mangifera indica</i>	0.17	0.07	4	0.1
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0.1	0.04	2	0.05
<i>Tamarix ramosissima</i>	0.08	0.03	3	0.09

Cuadro 16.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Blvd. Sánchez

Alonso.

<b>Especie</b>	<b>Oxígeno (T)</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (T/año)</b>	<b>Número de árboles</b>	<b>Área foliar (Ha)</b>
<i>Pithecellobium dulce</i>	30.22	11,331.20	393	9.13
<i>Populus mexicana</i>	5.37	2,014.85	60	3.14
<i>Azadirachta indica</i>	2.95	1,107.80	53	0.67
<i>Albizia lebbek</i>	1.65	617.09	33	1.49
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	1.57	587.02	20	0.25
<i>Samanea saman</i>	1.36	508.95	16	0.52
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.24	465.03	38	0.37
<i>Ceiba pentandra</i>	0.8	301.36	17	0.32
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.77	289.19	3	0.14
<i>Terminalia buceras</i>	0.72	269.68	9	0.16
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.6	226.43	20	0.97
<i>Mangifera indica</i>	0.49	184.84	19	0.18
<i>Delonix regia</i>	0.46	171.44	21	0.1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.43	161.24	10	0.39
<i>Swietenia humilis</i>	0.42	156.37	8	0.11
<i>Citrus x paradisi</i>	0.27	103.06	12	0.02
<i>Ficus insipida</i>	0.27	100.78	7	0.35
<i>Tamarix ramosissima</i>	0.24	88.41	8	0.06
<i>Peltophorum africanum</i>	0.19	72.53	5	0.1
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	0.17	65.12	5	0.06

Cuadro 17.- Especies con mayor producción de oxígeno anualmente, de la sección Blvd. Zaragoza.

Especie	Oxígeno (T)	Secuestro bruto de carbono (T/año)	Número de árboles	Área foliar (Ha)
<i>Pithecellobium dulce</i>	40.98	15.37	411	8.76
<i>Populus mexicana</i>	6.27	2.35	S3	3.43
<i>Salix nigra</i>	1.16	0.44	12	0.31
<i>Azadirachta indica</i>	0.79	0.3	9	0.14
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.71	0.27	4	0.2
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.64	0.24	14	0.23
<i>Samanea saman</i>	0.62	0.23	7	0.25
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	0.59	0.22	7	0.06
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.56	0.21	10	0.24
<i>Terminalia catappa</i>	0.52	0.2	2	0.07
<i>Ceiba pentandra</i>	0.51	0.19	6	0.1
<i>Terminalia buceras</i>	0.42	0.16	11	0.15
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	0.33	0.12	13	0.16
<i>Vachellia farnesiana</i>	0.32	0.12	6	0.05
<i>Washingtonia robusta</i>	0.32	0.12	S3	0.09
<i>Ficus benamina</i>	0.23	0.09	6	0.06
<i>Ficus insipida</i>	0.19	0.07	1	0.03
<i>Peltophorum africanum</i>	0.1	0.04	2	0.03
<i>Delonix regia</i>	0.07	0.03	3	0.02
<i>Albizia lebeck</i>	0.05	0.02	1	0.01

Los árboles del PULR ayudan a reducir el escurrimiento por casi 707 metros cúbicos al año, siendo las especies *Pithecellobium dulce*, *Populus mexicana* y *Salix nigra*, respectivamente, las especies que más agua retienen al año (Figura 8).

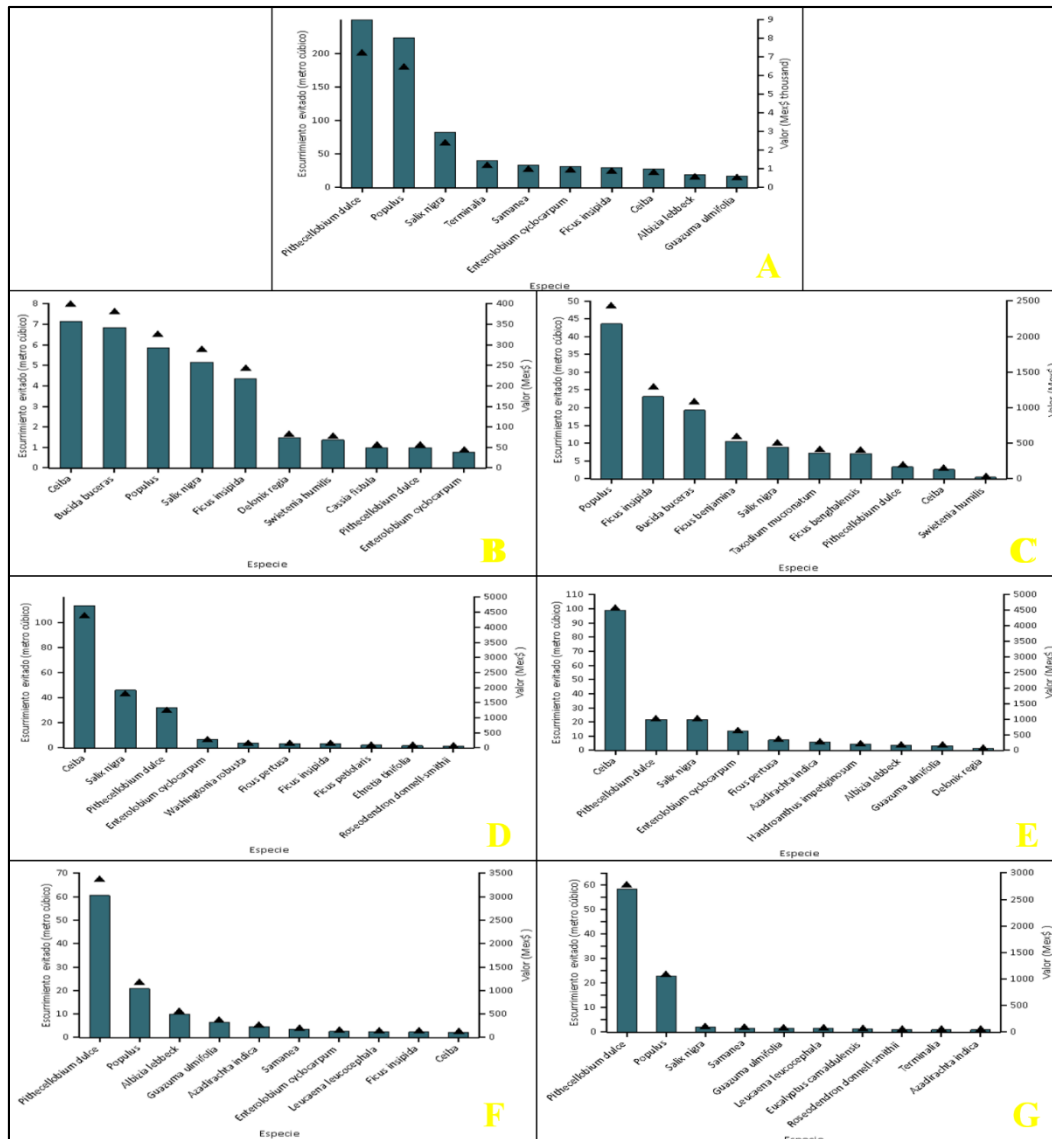


Figura 8.- Especies que más escurrimiento anual evitan y su valor económico generado, A) general, B) parque acuático, C) isla de Oraba, D) malecón viejo, E) malecón nuevo, F) Blvd. Sánchez Alonso y, G) Blvd. Zaragoza.



### **8.2.3 Valor económico de la infraestructura verde del PULR**

Los bosques urbanos tienen un valor de sustitución basado en los mismos árboles (p. ej., el costo de tener que reemplazar un árbol con otro similar); también tienen valores funcionales (ya sea positivos o negativos) basados en las funciones que desempeñan los árboles. A través de un manejo adecuado, los valores del bosque urbano pueden aumentarse; sin embargo, los valores y los beneficios también pueden disminuir conforme la cantidad de cobertura de árboles saludables se reduce (i Tree eco). Con base en el software i Tree eco, los valores económicos de todo el PULR:

- Valor de sustitución: Mex\$207 millones
- Almacenamiento de carbono: Mex\$14.9 millones
- Secuestro de carbono: Mex\$417 mil
- Escurrimiento evitado: Mex\$31.7 mil

Cuadro 18.- Valor económico de cada especie encontrada en el Parque Las Riberas.

Especie	Núm. de Arboles	Almacenamiento de CO2		Secuestro bruto CO2		Ecurrimiento evitado		Valor de sustitución
		T	Mx\$	T/año	Mx\$/año	M <sup>3</sup> /año	Mx\$/año	Mex\$
<i>Pithecellobium dulce</i>	1084	1,367.82	5,044,060.77	47.56	175,383.88	200.27	8,994.20	73,147,122.84
<i>Populus</i> sp.	381	907.42	3,346,262.43	18.75	69,158.24	178.86	8,032.69	30,932,707.80
<i>Salix nigra</i>	277	364.13	1,342,794.88	12.13	44,735.14	66.03	2,965.46	14,994,229.84
<i>Ficus insipida</i>	44	171.27	631,601.03	1.76	6,473.65	23.93	1,074.67	10,178,844.52
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	39	139.82	515,595.55	1.35	4,961.88	25.59	1,149.19	9,036,945.55
<i>Samanea</i> sp.	75	119.06	439,058.84	2.92	10,774.09	27	1,212.67	8,136,041.65
<i>Ceiba</i> sp.	66	153.45	565,857.94	3.17	11,672.82	22.11	993.08	7,888,788.13
<i>Terminalia</i> sp.	204	104.38	384,924.67	4.51	16,631.98	32.62	1,464.79	7,512,610.88
<i>Peltophorum</i> sp.	37	91.98	339,197.41	0.85	3,122.38	9.71	436.05	5,056,063.35
<i>Ficus pertusa</i>	22	90.49	333,714.97	0.98	3,616.89	10.22	458.78	4,682,321.76
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	72	79.79	294,239.39	2.99	11,020.54	8.79	394.74	3,779,082.63
<i>Guazuma ulmifolia</i>	59	58.75	216,641.78	1.4	5,171.94	13.95	626.69	3,637,265.79
<i>Washingtonia robusta</i>	355	15.76	58,113.91	0.94	3,481.37	4.73	212.34	3,212,066.67
<i>Azadirachta indica</i>	109	54.43	200,728.63	3.36	12,401.14	13.22	593.49	3,177,189.95
<i>Taxodium mucronatum</i>	32	18.93	69,802.53	0.61	2,233.58	5.77	259.11	2,529,996.03
<i>Delonix regia</i>	59	24.19	89,207.92	1.54	5,669.24	4.84	217.37	2,304,592.02
<i>Ficus benjamina</i>	22	43.25	159,485.00	0.75	2,750.84	8.67	389.5	2,115,618.36
<i>Albizia lebbek</i>	62	22.71	83,747.14	1.66	6,135.59	15.53	697.46	2,020,821.57
<i>Leucaena leucocephala</i>	57	13.82	50,957.53	0.87	3,211.11	5.82	261.21	1,243,705.53
<i>Ficus benghalensis</i>	4	22.78	84,009.60	0.06	234.5	5.18	232.61	1,200,110.60

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	14	39.9	147,152.10	1.11	4,100.51	3.75	168.22	1,199,382.25
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	33	7.85	28,931.20	0.55	2,044.96	4.04	181.6	1,044,412.41
<i>Ehretia tinifolia</i>	11	11.71	43,188.06	0.08	300.88	1.64	73.53	1,036,295.58
<i>Swietenia humilis</i>	21	16.47	60,736.45	0.55	2,043.51	2.59	116.5	830,561.10
<i>Mangifera indica</i>	25	10.26	37,820.27	0.4	1,462.58	2.92	131	740,765.43
<i>Ficus petiolaris</i>	4	13.24	48,820.06	0.01	44.31	0	0	699,930.14
<i>Ficus</i>	2	8.14	30,004.79	0.05	198.19	0	0	485,545.59
<i>Tamarix ramosissima</i>	13	6.85	25,275.55	0.19	716.37	1.66	74.71	432,797.42
<i>Cassia fistula</i>	19	6.14	22,632.60	0.38	1,386.66	1.84	82.62	431,507.17
<i>Terminalia catappa</i>	9	7.36	27,154.35	0.3	1,098.70	0.94	42.08	398,552.40
<i>Parkinsonia aculeata</i>	2	7.74	28,524.56	0.04	135.92	0.38	17.11	393,701.30
<i>Spondias mombin</i>	6	4.08	15,039.84	0.08	298.61	0.28	12.78	344,321.37
<i>Roystonea regia</i>	17	2.48	9,150.88	0.14	500.9	0.2	9.06	262,679.44
<i>Citrus x paradisi</i>	12	4.77	17,584.59	0.18	681.08	0.18	8.22	244,040.05
<i>Cordia elaeagnoides</i>	1	3.77	13,894.95	0	6.1	0.41	18.51	227,942.61
<i>Spathodea campanulata</i>	10	0.51	1,881.31	0.05	197.98	0.17	7.62	181,514.36
<i>Psidium guajava</i>	9	2.39	8,828.12	0.18	665.22	0.71	31.72	179,002.95
<i>Bauhinia variegata</i>	14	1.16	4,293.64	0.13	486.62	0.17	7.74	161,648.61
<i>Vachellia sp.</i>	6	1.52	5,596.58	0.13	465.58	0.31	14.03	146,878.75
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4	3.18	11,710.54	0.08	286.73	0.29	12.84	121,366.09
<i>Litchi chinensis</i>	2	3.45	12,719.18	0	7.58	0.1	4.52	118,621.06
<i>Caesalpinia sp.</i>	3	2.24	8,251.31	0.06	224.43	0.45	20.14	94,646.20
<i>Cocos nucifera</i>	1	0.07	260.52	0	12.09	0.06	2.5	31,237.63
<i>Tamarindus indica</i>	7	5.36	19,765.49	0.27	999.32	0.67	30.1	29,743.93
<i>Hibiscus sp.</i>	1	0.22	813.19	0.02	56.71	0.09	4.03	20,100.10
<i>Vitex sp.</i>	1	0.21	774.78	0.01	33.9	0.12	5.36	16,354.77
<i>Platanus sp.</i>	2	0.04	131.58	0.01	23.31	0.07	2.93	16,042.52

<i>Washingtonia filifera</i>	1	0.1	358.05	0.01	20.49	0.02	1.1	12,360.17
<i>Luma apiculata</i>	1	0.06	233.9	0.01	30.53	0.02	0.78	9,045.50
<b>TOTAL</b>	<b>3,311</b>	<b>4,035.5</b>	<b>14,881,530.36</b>	<b>113.18</b>	<b>412,408.69</b>	<b>706.92</b>	<b>31,747.45</b>	<b>206,697,122.37</b>

### **8.3 Validación del instrumento de diagnóstico sobre la percepción de los se culturales de los usuarios del PULR**

El instrumento de diagnóstico se envió a dieciséis especialistas en el área arquitectónica (paisajista y urbanista), biología, sustentabilidad, cambio climático, geografía, comunicación, pedagogía y educación, de los cuales, respondieron siete, sus observaciones fueron sobre el modo de transporte, conocimientos de SE, agregar o cambiar datos sociodemográficos, transformación del parque a través de los años, tiempo y gustos de uso, beneficios del espacio, uso de un “participatory mapping”, impedimentos para visitar el parque, incluir consentimiento informado y agregar más SE a evaluar.

Con base en las observaciones de los evaluadores y la literatura revisada, se hicieron los cambios pertinentes y se obtuvo el instrumento de consulta que consistió en seis preguntas (dos opcionales y cuatro abiertas) sobre datos sociodemográficos y diez sobre las percepciones de los usuarios del PULR en donde ocho son preguntas opcionales, cabe mencionar que, de esas preguntas, tres consistieron en recuadros sobre los SE culturales y de regulación y características sobre las visitas y usos que le dan al PULR en donde los usuarios a través de la escala Likert, (1932) evaluaron esas características (anexo 1).

### **8.4 percepción de los usuarios sobre los se culturales del PULR**

Con base en la literatura revisada, la metodología en la que se basa este proyecto y para evitar la repetición de usuarios encuestados, se realizaron 251 entrevistas a diferentes usuarios del PULR.

Se realizaron 251 entrevistas, en las diferentes secciones que conforman el PULR; participaron 113 personas que se identifican como género femenino (45%), 138 como género masculino (55%), el 35% de los participantes tenían de 15 a 21 años, el 25% de 22 a 30 años y el 40% restante, iban de los 31 años a 50 años o más (figura 9). El nivel de escolaridad más común fue el de licenciatura (50%), el 39% tenían carrera técnica o bachillerato, el 7% solo tenía educación básica y solo el 4% contaron con un posgrado (figura 10).

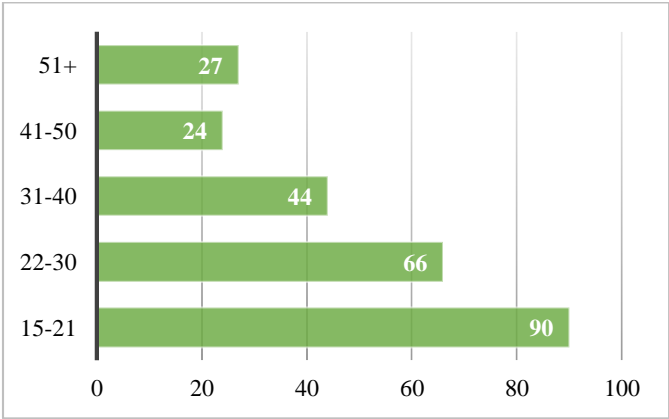


Figura 9.- Rangos de edad de los usuarios en el PULR

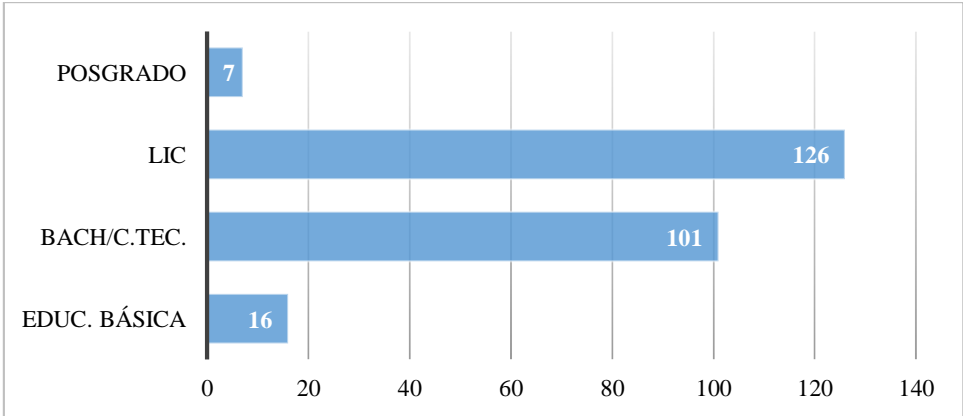


Figura 10.- Escolaridad de los usuarios del PULR.

Las colonias con más visitantes fueron dos pertenecientes al sector norte y dos al sector sur, mientras que once individuos prefirieron no especificar su colonia de procedencia y diez fueron personas que no eran de Culiacán, ya sea porque venían de otros municipios de Sinaloa o de otros estados del país (figura 11).

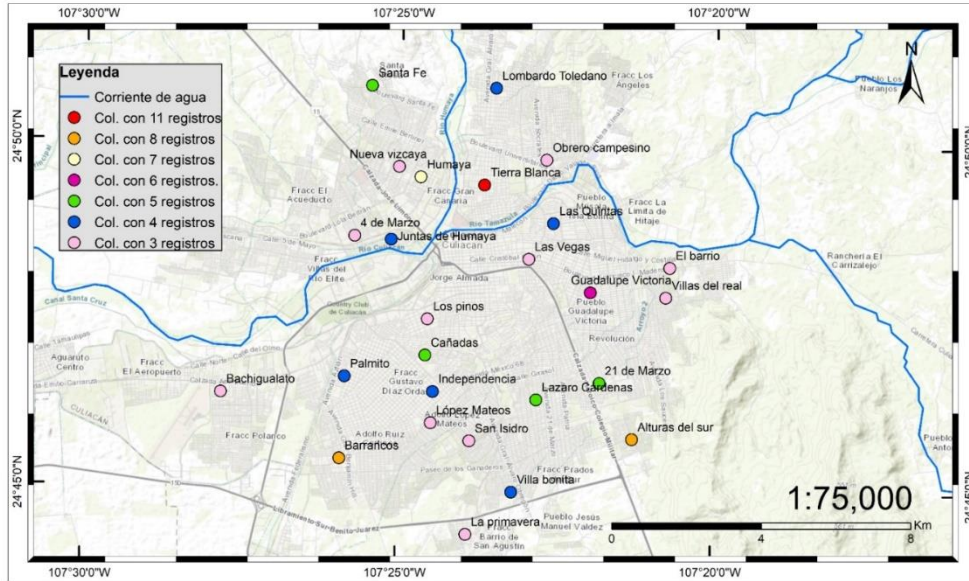


Figura 11.- Procedencia de los usuarios del PULR.

Respecto a las ocupaciones de los encuestados, la mayoría llevaban a cabo un oficio, 97 personas, seguido por los estudiantes, con 91, la mayoría de ellos estudiando la preparatoria o licenciatura, solo 41 individuos eran profesionistas y 22 no trabajaban, ya sea porque estaban jubilados o pensionados o se dedicaban al hogar (Figura 12).

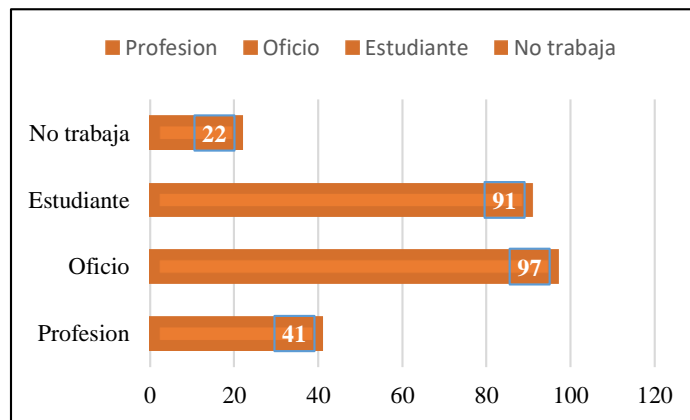


Figura 12.- Ocupación de los usuarios del PULR.

La mayoría de los encuestados utilizaban el parque menos de tres veces al mes, dando un total de ciento treinta y ocho individuos, cuarenta y cinco lo usan una o dos veces a la semana, veintisiete de tres a seis y solo cuarenta todos los días (Figura 13).

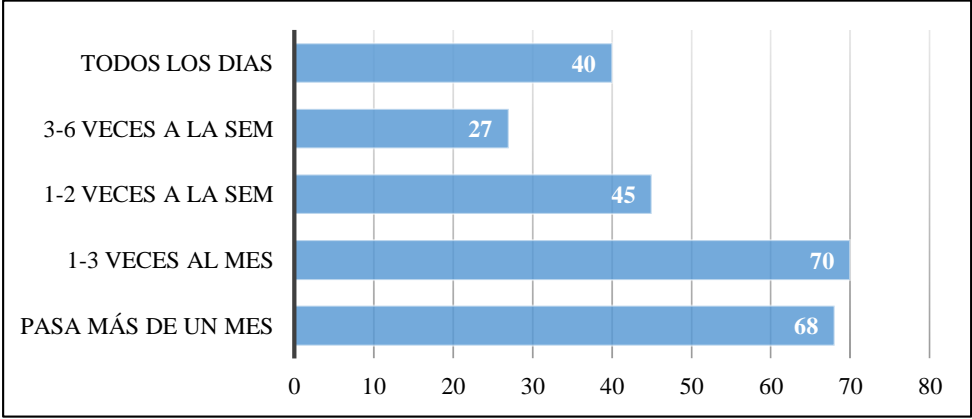


Figura 13.- Número de veces que los usuarios del PULR hacen uso del mismo.

La mayor parte de los encuestados tienden a ir acompañados por sus amigos, en segundo lugar, por su familia, en tercer lugar, van en solitario y en último, acompañados por su pareja o mascota (Figura 14).

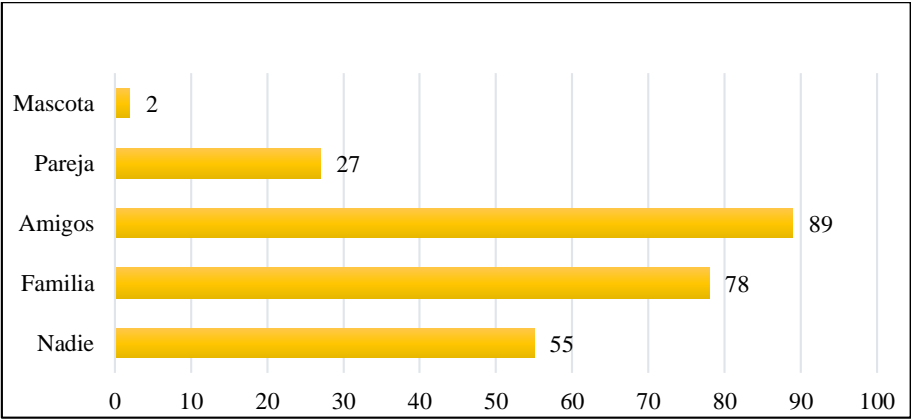


Figura 14.- Preferencias de compañía de los usuarios del PULR.

De los 251 encuestados, 145 se dirigen al PULR sin ningún destino, mientras que los 55 restantes se dirigen hacia otro lugar fuera del parque o a otra sección del mismo (Figura 15).



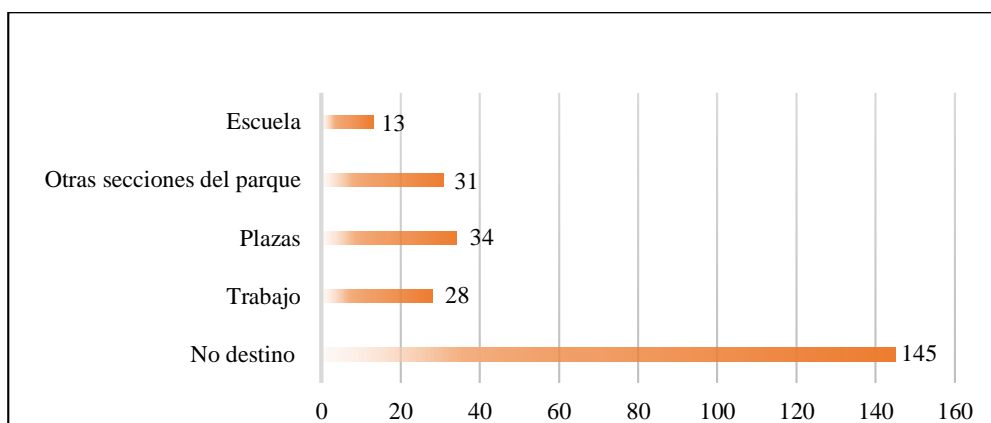


Figura 15.- Preferencias del uso de tránsito que los usuarios le dan al PULR.

Los encuestados tuvieron una percepción buena de la mayoría de los servicios socioculturales que pueden llevarse a cabo en el PULR, dándole mayor valor al de “descansar, relajarse y escapar de la vida cotidiana, con un puntaje de 4.49 puntos de importancia (Figura 16).

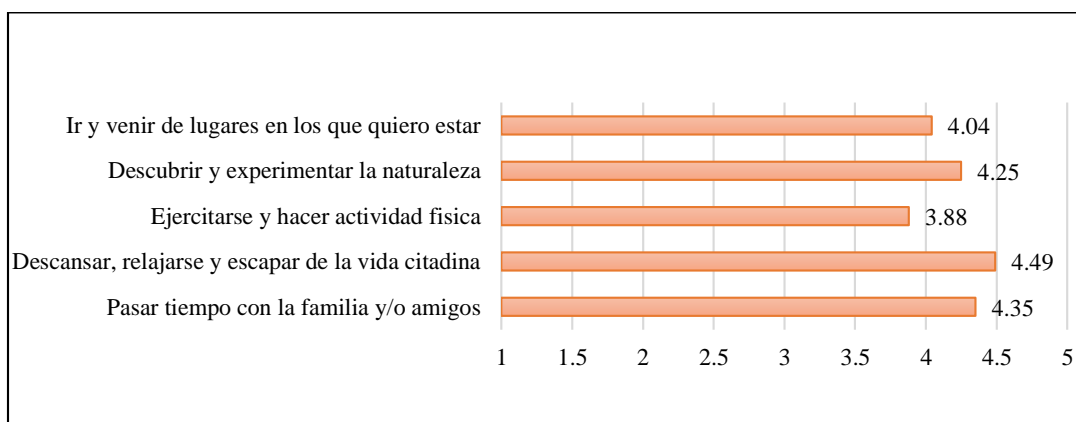


Figura 16.- Preferencias de los servicios socioculturales de los usuarios.

En cuanto a las condiciones sociales, de infraestructura gris y naturales, los encuestados calificaron a los espacios para sentarse o reunirse como pobres, debido a la falta de ellos o a las malas condiciones en que se encuentran, obteniendo la puntuación más baja dentro de esta categoría y los escenarios naturales como la más valorada, con un puntaje de 4.16. siendo vista como bueno (Figura 17).

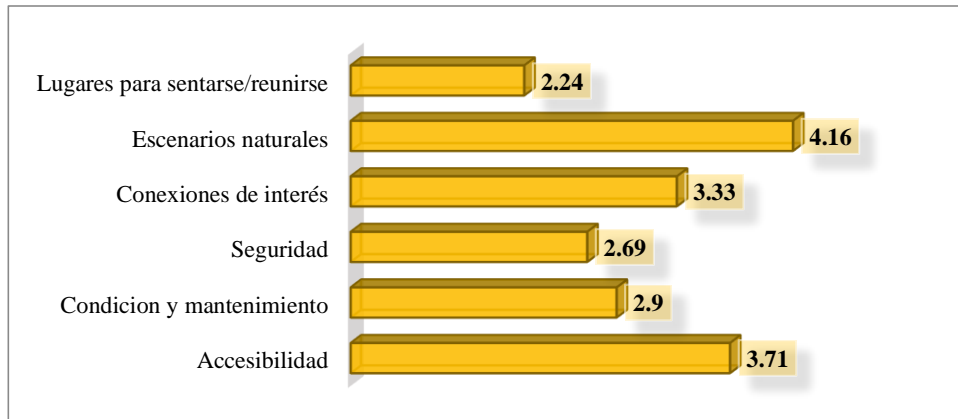


Figura 17.- Preferencias sobre condiciones del PULR por parte de los usuarios.

Respecto a los SE culturales y de regulación, los encuestados en general, están de acuerdo con que el PULR los brinda (Figura 18).

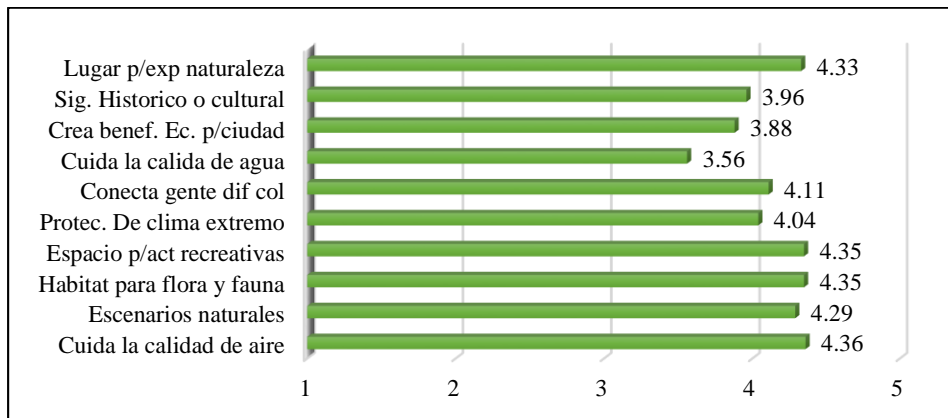


Figura 18.- Preferencias sobre los SE del PULR por parte de los usuarios.

Los usuarios encuestados declararon sentirse moderada o altamente relajados en su visita al PULR, con un puntaje promedio de 8.83.

El género no es un factor significativo a la hora de evaluar los SE, excepto en la valoración de la calidad del aire, en donde las mujeres consideraron que aportaba poco o nada para la mejora de esta (cuadro 19).

Cuadro 19.- Valor de significancia del género biológico de los usuarios del PULR respecto a los SE.

	CalAire
H de Kruskal-Wallis	5.411
gl	1
Sig. asintótica	0.020

La edad resultó tener la mayor cantidad de diferencias estadísticamente significativas para los siguientes servicios (cuadro 20):

- Provee un espacio para que las personas experimenten la naturaleza.
- Provee beneficios económicos para la ciudad.
- Ayuda a proteger la calidad del agua.
- Ayuda a conectar a personas de diferentes colonias/sectores.
- Provee protección contra el clima extremo.
- Provee un lugar para actividades recreativas al aire libre.
- Provee escenarios naturales atractivos.
- Ayuda a cuidar la calidad del aire.

Cuadro 20.- Valor de significancia de la edad de los usuarios del PULR respecto a los SE.

	Exp Nat	Ben Eco	Cal Agua	Con Sect	Protec Clima	Act Recre	Pais Nat	Cal Aire
H de Kruskal-Wallis	10.719	13.374	16.717	19.849	19.666	12.419	15.845	13.950
gl	4	4	4	4	4	4	4	4
Sig. asintótica	0.030	0.010	0.002	0.001	0.001	0.014	0.003	0.007

El sector de la ciudad de donde provenían los visitantes, tampoco resultó ser un factor con diferencias estadísticamente significativas, con excepción de la percepción de los paisajes naturales que el PULR provee, los grupos mayores (de 41 años en adelante) no estuvieron de

acuerdo con que los paisajes del espacio sean suficientemente atractivos para la ciudad (cuadro 21).

Cuadro 21.- Valor de significancia del sector de la ciudad de los usuarios del PULR respecto a los SE.

	PaisNat
H de Kruskal-Wallis	11.174
gl	4
Sig. asintótica	0.025

La escolaridad fue significativa para algunos servicios como lo fue: espacio para actividades recreativas, hábitat para plantas y animales y los paisajes naturales que provee para la ciudad.

Cuadro 22. Valor de significancia de la escolaridad de los usuarios del PULR respecto a los SE.

	ActRecre	Habitat	PaisNat
H de Kruskal-Wallis	11.339	13.312	16.188
gl	3	3	3
Sig. Asintótica	0.010	0.004	0.001

La ocupación de los encuestados, tuvo diferencias estadísticamente significativas en sus percepciones, en las siguientes áreas: conecta colonias/sectores, protección contra el clima extremo, provee hábitat para flora y fauna, paisaje natural atractivo y cuida la calidad del aire, en donde los estudiantes tuvieron las percepciones más bajas.

Cuadro 23. Valor de significancia de la ocupación de los usuarios del PULR respecto a los SE.

	ConSect	ProtecClima	Habitat	PaisNat	CalAire
H de Kruskal-Wallis	9.080	16.483	11.321	13.371	11.066
gl	3	3	3	3	3
Sig. Asintótica	0.026	0.001	0.010	0.004	0.011

## IX. DISCUSIÓN

Esta investigación es la primera en evaluar de manera integral los servicios ecosistémicos que proporciona el Parque Urbano Las Riberas, evidenciando el valor de los servicios de regulación y culturales. Se evaluaron las características físicas de los árboles, las especies que lo componen y sus valores de importancia, así como, el valor que los usuarios les dan a estos, también, se registraron las condiciones de visitas de los usuarios y su procedencia socioeconomica, edad, ocupación, escolaridad y frecuencia de visitas.

Las áreas verdes brindan una serie de beneficios a los residentes urbanos (Larson et al., 2016), brindados en forma de SE, en este caso, de regulación y culturales, lo que ha permitido la obtención de datos que contribuyen al diseño de políticas públicas y a la planificación de la ciudad entregando información útil para la toma de decisiones, en relación, a la vegetación urbana (Aguilera, 2014).

La estructura vegetal de un espacio verde urbano es una mezcla de especies de árboles nativos y exóticos (Song et al., 2020); así lo refleja el PULR, donde, dominan las especies nativas y son las que más SE brindan, sin dejar de valorar las contribuciones de las especies exóticas, (Martínez-Sánchez y Vanegas-Casas, 2019), independientemente de las repercusiones ambientales que estas últimas puedan causar, como el desplazamiento de especies nativas. En un sentido estricto, los SE y alta diversidad de especies, no solo aumenta la productividad del ecosistema (para caracteres bióticos), sino que también proporciona un estado saludable para apoyar la sostenibilidad natural (Song et al., 2020) dentro de un área urbana.

Todo individuo arbóreo tiene ciertos valores de importancia (Basset, 2015); estos están directamente relacionados con la cantidad de individuos que se encuentran en el espacio, así como, con el tamaño del área foliar estimada a partir de la cobertura vegetal de la copa de los organismos, es decir, la mayoría de los beneficios ambientales de los árboles provienen de la superficie de sus hojas, que depende principalmente del tamaño y la especie del árbol (Nowak, 2007), como es el caso, la especie *Pithecellobium dulce*, fue la más abundante en general, por lo tanto, fue la que más SE de regulación brindó, esta, además, de ser nativa, es una especie riparia y que necesita pocos o nulos cuidados antropogénicos, es de rápido crecimiento y fácil dispersión, por lo que, al contar con condiciones idóneas para su desarrollo, las copas de esta especie, se encontraron en buenas condiciones, lo que le permitió ser la especie más abundante y, por lo tanto, la que más servicios brindó.

En este estudio, *Pithecellobium dulce* fue la especie con los valores de importancia más altos, más, no en todas las secciones fue la más relevante, ya que en dos de las seis zonas, las especies con mayores valores de importancia fue *Bucida buceras* y *Washingtonia robusta*, sin embargo, los valores de importancia tienen una importancia relativamente baja, debido a que reporta lo que sucede en el momento en que se hace el estudio (Basset, 2015), pero, esta información puede ser relevante, si se está haciendo inventario, periódicamente, de los valores de importancia de los árboles de los espacios verdes para, así, poder conocer si estos van cambiando a través del tiempo junto a los individuos.

Podría suponerse que las especies de mayor abundancia serían las mismas que más beneficios brinden, pero no es así (Martínez-Sánchez y Vanegas-Casas, 2019), como puede observarse en las tablas 13 y 14, algunas especies tienen un alto uso de carbono, pero eso no significa que

van a tener el mismo desempeño en cuanto al secuestro y almacenamiento de este, como se puede observar con las especies *Azadirachta indica* y *Ficus pertusa*, cuyo secuestro de carbono es bajo en comparación a su almacenamiento.

A diferencia de lo que afirma Mexia et al. (2019), el secuestro de carbono no fue el servicio más relacionado con la mayor densidad arbórea, pues, el área con mayor número de individuos fue la de “Malecón viejo”, con 811 organismos, sin embargo, 216 de ellos pertenecieron a la especie *Washingtonia robusta*, y, la variable más significativa para la estimación de biomasa en las palmas es la altura total (Quintero, Duque, Álvarez, García, & Ordoñez, 2011); mientras que espacios, como “Blvd. Zaragoza” (633 individuos), tuvieron un secuestro y almacenamiento, más altos, lo cual tiene sentido debido a que la especie con mayor abundancia fue *Pithecellobium dulce*, la cual cuenta con una copa de mayores dimensiones; además, el número y tamaño de los árboles contribuyen al aumento del valor estructural y funcional de un área verde urbana (Kim y Coseo, 2018), pues, a medida que los árboles crecen, el tronco del árbol se vuelve más alto y el diámetro del tronco se vuelve más grande, lo que significa que las plantas necesitan absorber mayor cantidad de carbono (Othman, 2019).

Siedlarczyk et al. (2019), realizaron un estudio en Krakovia, donde hicieron un levantamiento de un área con 582 árboles, que tuvo un almacenamiento de carbono de poco más de 441 t y un secuestro de 8.73 t, la especie más común fue *Fraxinus excelsior*, que es un árbol de dimensiones grandes, con un tronco robusto y de hojas anchas y alargadas, por lo que sus requisitos de carbono son altos, mientras que en este estudio, la especie con mayor captura de carbono fue *Ficus insipida*, la cual comparten características con la especie anterior, respecto al tronco y el dosel, mientras que sus hojas son pequeñas, por lo que se corrobora que las

variables más relevantes a tomar en cuenta para la captura de CO<sub>2</sub> del arbolado urbano, son la especie, el DAP y la densidad de árboles por superficie (Domínguez-Martínez, 2016).

La producción de oxígeno está directamente relacionada con la cantidad de individuos arbóreos y la captura de carbono, como se puede observar en la tabla 15 con la especie de *Pithecellobium dulce*, fueron 1,084 árboles, lo cual coincide con Nowak (2007) en donde la ciudad de Calgary, Alberta tuvo la cantidad más alta de organismos (11,889) y es en donde más oxígeno se produce; también en el estudio llevado a cabo por Cortes-Cagüño y Matías-Barrientos, (2019), se puede encontrar que la cantidad de oxígeno está relacionada con la cantidad de individuos y captura de carbono, la especie más abundante fue *Ficus benjamina*, con 104 individuos y una producción de oxígeno de 680.44 t y una captura al año de 255.16 t/año seguida de *Handroanthus impetiginosum* con 49 individuos 461.84 t de oxígeno y captura de 17.31 t/año.

En este estudio el uso del carbono fue estimado en Mx\$14,881,530.36 y el del escurrimiento evitado fue de Mx\$31747.45, como en los estudios hechos por Kim y Coseo (2018); Rossi et al. (2022) y Tan et al. (2021), al igual, que, en este estudio, el SE con mayor importancia económica fue la captura de carbono, por lo que entre mayor sea la infraestructura verde dentro de una zona urbana, mayor será el valor económico de estas, especialmente, si tiene una cobertura de copa frondosa y amplia, mientras que el escurrimiento evitado está relacionado con la profundidad y amplitud de las ramificaciones de las raíces, entonces, la gestión y planificación citadina puede tomar estos parámetros para la arborización de los espacios.



Es notable cómo cada especie en conjunto, con sus características y capacidades únicas, contribuye colectivamente al proceso de captura de carbono (González-Hernández et al., 2023), el cual como consecuencia tiene la producción de oxígeno.

El valor de sustitución (VS), está basado en los procedimientos de valoración del Consejo de Tasadores de Árboles y el Paisaje de E. U. A., que usa la información de especie, DAP, condición y lugar del árbol incluidos en el análisis principal de i-Tree Eco (Nowak y Aevermann, 2019; Nowak et al., 2019); el VS del PULR fue de Mx\$206,697,122.37, en los estudios mencionados anteriormente, no se menciona el valor de sustitución de los árboles muestreados, sin embargo, González-Hernández et al. (2023), evaluaron 276 individuos arbóreos, obteniendo un VS de Mx\$1,086,000; se puede observar que la salud, condición, especie y tamaño de los árboles, están directamente relacionados con sus valores económicos y por lo tanto, con la sustitución de los individuos arbóreos de las áreas verdes.

Según la Secretaría de Medio Ambiente y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2020), la valoración económica de los SE pretende visibilizar a la sociedad y a la formulación de políticas públicas, que los SE son escasos y que su depreciación o degradación tiene costos asociados, además, hace alusión al valor de dejar beneficios de los ecosistemas a las generaciones futuras (Gómez y Aguirre, 2015). Tomando en cuenta lo mencionado, se busca un enfoque holístico en el manejo del arbolado urbano, con el fin de tomar conciencia sobre el cuidado ambiental, invertir en soluciones basadas en la naturaleza y fomentar la sostenibilidad entre las instituciones pública y privadas.

Las actividades recreativas, las cuales fueron “un lugar para experimentar la naturaleza” y “espacios para actividades recreativas” fueron los SEC más valorados por las personas, coincidiendo con Larson et al. (2016), quienes dan a conocer que los usuarios entrevistados en su estudio reconocieron la recreatividad a las afueras como el SE más importante, sin embargo, también, comentan que esos mismos usuarios reconocen, a menor escala, otros SE no culturales, tal como ocurre en este estudio.

Las percepciones de los usuarios, muestran cómo las características de las vías verdes afectan las experiencias de los mismo en relación con sus preferencias y cómo responden a las características destacadas de las estas (Lee et al., 2019); los escenarios naturales fueron los más valorados por las personas en general, sin embargo la infraestructura gris fue valorada como mala a comparación del resto de las condiciones del PULR, dando a conocer, el alto valor que las personas le tienen a la misma.

De acuerdo con Guenat et al. (2021), algunos de los beneficios sociales identificados, como la “generación de ingresos financieros” que proporcionan los espacios verdes, se entienden comúnmente, por ejemplo, a través de oportunidades turísticas; los usuarios del PULR reconocieron que podría tener beneficios económicos para la ciudad, ya que identificaban el comercio callejero dentro del espacio, con excepción del grupo de edad, en donde las personas por debajo de los 21 años, les costó reconocerlo. La seguridad fue una condición percibida como mala por los encuestados; algo que puede ser tomado en cuenta es que, al mejorar la gestión de los espacios verdes, es probable que posteriormente disminuya la percepción de la inseguridad (Guenat et al., 2021).

Los servicios de regulación, los valores estéticos y recreativos de los parques urbanos son elementos muy valorados por la población que frecuenta estos espacios (Kuras et al., 2020), los usuarios encuestados, valoraron los servicios socioculturales de la siguiente manera: descansar, relajarse y escapar de la vida citadina (4.49), pasar tiempo con la familia y/o amigos (4,35), descubrir y experimentar la naturaleza (4.25), ir y venir a lugares en los que quiero estar (4.04) y ejercitarse y hacer actividad física (3.88).

Se buscan diseños para ciudades más compactas, socialmente inclusivas, mejor integradas, conectadas y territorios para promover un desarrollo urbano sostenible, y, que también sea resiliente a cambio climático (FAO, 2016; Haase et al., 2014), sin embargo, se ha demostrado que en ocasiones existen discrepancias entre los espacios verdes creados por las autoridades municipales y los deseos de los ciudadanos en cuanto al uso, apariencia y accesibilidad a estos espacios (Ortega-Alvarez, 2011), existen estudios como esta investigación, los realizados por Kuran et al. 2020; Larson et al. 2016 y muchos otros citados, que dan a conocer la percepción, preferencias y necesidades públicas, sociales y culturales, respecto a los espacios verdes urbanos, si bien, las autoridades hacen lo posible para complacer a toda la población, son pocos los intentos llevados a cabo por actualizar estas áreas, a lo expresado por sus usuarios, lo que lleva al abandono, descuido o vandalización de los mismos, perdiendo oportunidades para mejorar el bienestar humano.

Con base en la hipótesis planteada en este estudio, se encontraron variaciones de los SE brindados en las seis secciones del PULR, se encontró, las especies con mayor cobertura de copa y abundancia más alta, eran los que tenían los valores de importancia más altos, es decir, que contribuían con la tasa más alta de SER, como se puede observar en las tablas de valores

de importancia (tablas 3-8), si bien en algunas secciones se repitieron algunas especies, no significa que tienen influencia entre ellas, sino que hay un alto número de individuos de esa especie en ambos lugares, al ser de la misma especie, comparten características, como la cobertura arbórea, tamaño, entre otras.

Respecto a los SEC, hubo variaciones en las percepciones de los usuarios entrevistados en las diferentes secciones del PULR, especialmente, en el grupo de edad (figura 8 y tabla 19), se encontró que, en el grupo de 15 a 21 años de edad, les costó relacionar las características físicas del espacio verde con los SER y los SEC; este grupo coincide con el de nivel de escolaridad (figura 9 y tabla 21), pues la mayoría de los que se encontraban como parte de ese grupo de edad estaban cursando el bachillerato, una carrera técnica o una licenciatura, así como con su ocupación (figura 11 y tabla 22) pues aquellos que se dedican solo a estudiar fueron a los que les costó relacionar las características físicas con los SER o los SEC.

## X. CONCLUSIONES

Los árboles son la infraestructura verde más importante, no solo brindando SE a la sociedad, sino que también proveen de alimento y refugio a otras especies, dentro de un área urbana, entre los SE más importante que brindan es la producción de oxígeno, secuestro y almacenamiento de carbono, debido a la densa población humana en un espacio compacto, al exceso de infraestructura gris y vehículos siendo usados diariamente.

Con el registro y conocimiento de especies que se encuentran en cada una de la secciones del PULR, es posible gestionar el uso y manejo del espacio con base en las necesidades de las mismas, crear un listado de especies prioritarias, así como, los servicios ambientales que brindan a las personas y biodiversidad que hace uso de las mismas; tomar en cuenta la riqueza y abundancia del Parque Urbano Las Riberas, podría hacer posible que los tomadores de decisiones, públicos y privados, llevan a cabo campañas, actividades sociales y ambientales que propicien el cuidado del espacio, la naturaleza y la salud de las personas.

El PULR brinda una buena cantidad de SE a la población culiacanense, además de ser un punto de encuentro social y cultural para los mismos, este estudio es uno de pocos que se han hecho sobre la infraestructura verde de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, al ser un estado agrícola, los estudios ambientales se enfocan en áreas rurales y aledañas a zonas agrícolas, quedando rezagado el cuidado ambiental urbano en todas las áreas. Al tener un análisis de los SER que otorga el PULR, brinda una oportunidad para llevar a cabo proyectos a favor de la salud ambiental de las áreas urbanas de Sinaloa, comenzando por su capital, como se menciona en la literatura, si hay salud ambiental, la salud humana puede mejorar, tanto física

como mentalmente, por lo tanto, siempre que se haga un estudio sobre los servicios ambientales de un área verde, se deben conocer los SEC, siendo estos, el último objetivo analizado, si bien, pueden cambiar con el tiempo, es necesario tomar en cuenta las necesidades, conocimiento y preferencias de los usuarios de los espacios verdes para mejorar la relación entre la naturaleza y la sociedades dentro de zonas urbanas.

Es necesario seguir investigando sobre los SE en las áreas urbanas de Sinaloa, especialmente en las ciudades más pobladas, con el fin de buscar soluciones basadas en la naturaleza a problemas ambientales, especialmente, aquellos relacionados con las altas temperaturas que se registran en el estado, también, es necesario involucrar a las autoridades públicas pertinentes con el fin de obtener mejores resultados y distribuir a mayor rango poblacional la información obtenida, además de involucrar activamente a la sociedad en este aprendizaje en materia de educación ambiental y sostenibilidad.

Respecto a los SEC, es necesario promover la conciencia y educación ambiental entre la sociedad de Culiacán, si bien, los usuarios presentaron actitudes positivas hacia el PULR, fueron los adolescentes y jóvenes, quienes tuvieron un menor reconocimiento en cuanto a su percepción y la identificación de los SE de regulación y algunos culturales, por lo que se ve que la juventud, no solo debe de aprender respecto a la cultura ambiental, sino que, será necesaria la implementación de campañas de sensibilización, ya que en campo, se observó, no solo el desconocimiento si no la falta de atención e importancia por el cuidado del mismo.

Algo que afecta la percepción, incluso la natural y paisajista del espacio, es el descuido y malas condiciones de la infraestructura gris en el parque, como las áreas de juego y para

sentarse, que si bien, no son las áreas de mayor importancia dentro del parque son las que tienden a tener uso directo por los usuarios, por lo que, tienden a relacionar el espacio verde con áreas de descanso y juego, sin embargo a pesar de que el parque está equipado con espacio para hacer ejercicio, los usuarios encuestados tienen una baja percepción sobre este uso, no por desconocimiento de los beneficios de la actividad física en la salud, si no por falta de hábitos al respecto.

El concepto de una sola salud, se puede aplicar sin duda en este estudio, en donde se encuentra una necesidad de sinergia entre las autoridades, sociedad, individuo y sector privado para aplicarlo e ir encaminando la ciudad de Culiacán a la sostenibilidad y, por lo tanto, mejoramiento en el bienestar humano, así como a un manejo y uso desde un enfoque holístico del mismo, involucrando las ciencias naturales, sociales, de la salud, económicas y educativas.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, A. (2014). Valoración de servicios ecosistémicos de la vegetación urbana en una ciudad desértica. Caso de estudio Ciudad de Antofagasta [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile]. Archivo digital.

Aronson, M.F.J., Lepczyk, C.A., Evans, K.L., Goddard, M.A., Lerman, S.B., MacIvor, J.S., Nilon, C.H., Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Front. Ecol. Environ.* 15, 189–196. <https://doi.org/10.1002/fee.1480>.

Aronson, M.F., La Sorte, F.A., Nilon, C.H., Katti, M., Goddard, M.A., Lepczyk, C.A., Warren, P.S., Williams, N.S., Cilliers, S.S., Clarkson, B.D., Dobbs, C., Dolan, R.W., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J.L., Kühn, I., MacGregor-Fors, I., McDonnell, M.J., Mörtberg, U., Pyšek, P., Siebert, S.J., Sushinsky, J.R., Werner, P., & Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281.

Baró, F. (2014). Contribución del verde de Barcelona a la calidad del aire y la mitigación del cambio climático.

Bastian, O., Haase, D., & Grunewald, K. (2012). Ecosystem properties, potentials and services – The EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*, 21, 7-16.

Bassett, C. (2015). The Environmental Benefits of Trees on an Urban University Campus. Baur, J.W., Tynon, J.F., Ries, P.D., & Rosenberger, R.S. (2014). Urban Parks and Attitudes about Ecosystem Services: Does Park Use Matter? *Journal of park and recreation administration*, 32.

Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293-301.

Boyd, J.W., & Banzhaf, H.S. (2006). What are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units. *Environmental Economics*.

Braat, L.C., & Groot, R.D. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem services*, 1, 4-15.

Breuste, J.H., Qureshi, S., & Li, J. (2013). Scaling down the ecosystem services at local level for urban parks of three megacities.

Byrne, J., Sipe, N.G., & Searle, G. (2010). Green around the gills? The challenge of density for urban greenspace planning in SEQ. *Australian Planner*, 47, 162 - 177.



Campbell, L.K., Svendsen, E., Sonti, N.F., & Johnson, M. (2016). A social assessment of urban parkland: Analyzing park use and meaning to inform management and resilience planning. *Environmental Science & Policy*, 62, 34-44.

Chan, K.M., Guerry, A.D., Balvanera, P., Klain, S.C., Satterfield, T., Basurto, X., Bostrom, A., Chuenpagdee, R., Gould, R.K., Halpern, B.S., Hannahs, N.J., Levine, J., Norton, B.G., Ruckelshaus, M., Russell, R., Tam, J., & Woodside, U. (2012). Where are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement.

Chan, K.M., Pringle, R.M., Ranganathan, J., Boggs, C.L., Chan, Y., Ehrlich, P.R., Haff, P., Heller, N.E., Al-Khafaji, K., & Macmynowski, D.P. (2007). When Agendas Collide: Human Welfare and Biological Conservation. *Conservation Biology*, 21.

Chan, K.M., Satterfield, T., & Goldstein, J.H. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8-18.

Chang, Z. & Sander, H. (2015), "Quantifying and Mapping the Supply of and Demand for Carbon Storage and Sequestration Service from Urban Trees." *PLOS ONE*, Estados Unidos, Ben Bond-Lamberty, DOE Pacific Northwest National Laboratory, vol. 8, núm. 10, pp.1-31.

Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68, 129-138.

Cortes Cagüño, J., Matias Barrientos, E (2019). Estimación de la capacidad potencial de fijación de CO<sub>2</sub> y producción de O<sub>2</sub>, Como servicio ecosistémico brindado por el arbolado del parque los fundadores y la alameda de la avenida 40 en el Municipio de Villavicencio (Meta). Universidad Santo Tomás. Universidad Santo Tomás.

Cortinovis, C., & Geneletti, D. (2018). Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. *Land Use Policy*, 70, 298-312.

Cox, D.T., Hudson, H.L., Shanahan, D.F., Fuller, R.A., & Gaston, K.J. (2017). The rarity of direct experiences of nature in an urban population. *Landscape and Urban Planning*, 160, 79-84.

Daniel, T.C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J.W., Chan, K.M., Costanza, R., Elmqvist, T., Flint, C.G., Gobster, P.H., Grêt-Regamey, A., Lave, R., Muhar, S., Penker, M., Ribe, R., Schauppenlehner, T., Sikor, T., Soloviy, I.P., Spierenburg, M., Taczanowska, K., Tam, J., & von der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 8812 - 8819.

Davies, Z.G., Edmondson, J.L., Heinemeyer, A., Leake, J.R., & Gaston, K.J. (2011). Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology*, 48, 1125-1134.

Decler-Barreto, J.; Brazel, A.J.; Martin, C.A.; Chow, W.T.; Harlan, S.L. Creating the park cool island in an inner-city neighborhood: Heat mitigation strategy for Phoenix, AZ. *Urban Ecosyst.* 2013, 16, 617–635.

Domínguez-Martínez, A., Y. (2016). Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO2 vehicular en Tijuana, B.C. El Colegio de la Frontera Norte. Cicese. Conacyt.

Escobedo, F., Varela S., Zhao M., Wagner, J., Zipperer, W. (2010) “Analyzing the efficacy of subtropical urban forests in offsetting carbon emissions from cities.” *Environmental Science & Policy*, Elsevier, vol.13, núm. 5, pp. 362-372.

Escobedo, F., Kroeger, T. & Wagner, J. (2011) Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, EUA, Elsevier, vol. 159, núm. 8-9, pp. 2078–2087.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Directrices para la Silvicultura Urbana y Periurbana; Estudio FAO: Rome, Italy. P. 176.

Fuller, R.A., & Gaston, K.J. (2009). The scaling of green space coverage in European cities. *Biology Letters*, 5, 352 - 355.

Giedych, R., & Maksymiuk, G. (2017). Specific Features of Parks and Their Impact on Regulation and Cultural Ecosystem Services Provision in Warsaw, Poland. *Sustainability*, 9, 792.

Giles-Miranda, B. E. (2015). Percepción ambiental de los pobladores residentes del área de protección de flora y fauna Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México.

Gómez, R. & Aguirre, J. (2015). Valoración económica de servicios ecosistémicos: Estudios de caso en Colombia, Ecuador y Perú.

Gómez-Baggethun, E., & Barton, D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245.

Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J.M. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, 319, 756 - 760.

Guenat, S., Porras Lopez, G., Mkwambisi, D., & Dallimer, M. (2021). Unpacking Stakeholder Perceptions of the Benefits and Challenges Associated with Urban Greenspaces in Sub-Saharan Africa. *Frontiers in Environmental Science*.

Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgström, S., Breuste, J.H., Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Hamstead, Z.A., Hansen, R., Kabisch, N., Kremer, P., Langemeyer, J., Rall, E.L., McPhearson, T., Pauleit, S., Qureshi, S., Schwarz, N., Voigt, A., Wurster, D., & Elmqvist, T. (2014). A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments: Concepts, Models, and Implementation. *Ambio*, 43, 413 - 433.

- Haase, D., Frantzeskaki, N., Elmqvist, T. (2014). Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications. *Ambio*, 43, 407–412.
- Hanif, A., Shirazi, S.A., & Majid, A. (2020). Role of community for improvement of ecosystem services in urban parks. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57, 1591-1596.
- Hassan, R.M., Scholes, R.J., & Ash, N. (2005). Ecosystems and human well-being: current state and trends.
- Ibes, D.C. (2016). Integrating Ecosystem Services Into Urban Park Planning & Design. *Cities and the Environment*, 9, 1.
- Íñiguez-Ayón, Y., Pena-Salmon, C.A., & Sicairos-Avitia, S.E. (2015). Ecosistema fluvial urbano: evaluación ecológica y visual del río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. *Quivera*, 17, 75-97.
- Jorgensen, A., Gobster, P.H., 2010. Shades of green: measuring the ecology of urban green space in the context of human health and well-being. *Nat. Cult.* 5, 338–363.
- Kais, K., Gołaś, M., & Suchocka, M. (2021). Awareness of Air Pollution and Ecosystem Services Provided by Trees: The Case Study of Warsaw City. *Sustainability*.
- Knight, A. T., Cowling, R. M., Difford, M. and Campbell, B. M. 2010. Mapping human and social dimensions of conservation opportunity for the scheduling of conservation action on private land. *Conservation Biology* 24:1348–1358.
- Ko, H., & Son, Y. (2018). Perceptions of cultural ecosystem services in urban green spaces: A case study in Gwacheon, Republic of Korea. *Ecological Indicators*.
- Kong, F., and N. Nakagoshi. 2006. “Spatial-Temporal Gradient Analysis of Urban Green Spaces in Jinan, China.” *Landscape and Urban Planning* 78: 147–164.
- Kovács, B., Márquez-Linares, M.A., Rodríguez-Espinosa, P., Gutierrez-Yurrita, P.J., & Perez-Verdin, G. (2021). Analysis of cultural ecosystem services of rock climbing settings in Mexico City: the case of Los Dinamos Recreational Park. *Ecosystems and People*, 17, 370 - 382.
- Kuras, E.R., Warren, P.S., Zinda, J.A., Aronson, M.F.J., Cilliers, S., Goddard, M.A., Nilon, C.H., Winkler, R. (2020). Urban socioeconomic inequality and biodiversity often converge, but not always: A global meta-analysis. *Landsc. Urban Plan*, 198, 103799.
- Landers, D. H., & Nahlik, A. M. (2013). Final ecosystem goods and services classification system (FEGS-CS). *Anonymous EPA United States Environmental Protection Agency. Report Number EPA/600/R-13/ORD-004914*.
- Larson, L.R., Keith, S.J., Fernandez, M., Hallo, J., Shafer, C.S., & Jennings, V. (2016). Ecosystem services and urban greenways: What's the public's perspective? *Ecosystem services*, 22, 111-116.

Lebov J, Grieger K, Womack D, Zaccaro D, Whitehead N, et al. 2017. A framework for One Health research. *One Health* 3:44–50.

Lehmann, I., Mathey, J., Rößler, S., Bräuer, A., & Goldberg, V. (2014). Urban vegetation structure types as a methodological approach for identifying ecosystem services – Application to the analysis of micro-climatic effects. *Ecological Indicators*, 42, 58-72.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22 140, 55.

Lin, B.B., Fuller, R.A., Bush, R., Gaston, K.J., & Shanahan, D.F. (2014). Opportunity or Orientation? Who Uses Urban Parks and Why. *PLoS ONE*, 9.

Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S.R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A.N., Deadman, P.J., Kratz, T.K., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C.L., Schneider, S.H., & Taylor, W.W. (2007). Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science*, 317, 1513 - 1516.

MacKerron, G., & Mourato, S. (2013). Happiness is greater in natural environments. *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions*, 23, 992-1000.

Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., Amo, D.G., Gómez-Baggethun, E., Oteros-Rozas, E., Palacios-Agúndez, I., Willaarts, B.A., González, J.A., Santos-Martín, F., Onaindia, M., López-Santiago, C.A., & Montes, C. (2012). Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences. *PLoS ONE*, 7.

Martínez-Sánchez, K., & Vanegas-Casas, K. S. (2021). Evaluación de los servicios ecosistémicos del arbolado urbano de la localidad de Fontibón mediante i-Tree. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Martínez-Trinidad, T., Hernández López, P., López-López, S.F., & Mohedano Caballero, L. (2021). Diversidad, estructura y servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12.

Matsuoka, R.H., & Kaplan, R.S. (2008). People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape and Urban Planning contributions. *Landscape and Urban Planning*, 84, 7-19.

Melichar, J., and K. Kaprová. 2013. “Revealing Preferences of Prague’s Homebuyers Toward Greenery Amenities: The Empirical Evidence of Distance-Size Effect.” *Landscape and Urban Planning* 109: 56–66.

Mexia, T., Vieira, J., Príncipe, A., Anjos, A., Silva, P., Lopes, N., Freitas, C., Santos-Reis, M., Correia, O., Branquinho, C., & Pinho, P. (2018). Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environmental Research*, 160, 469–478.

McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Maco, S.E.; Gardner, S.L.; Vargas, K.E.; Cozad, S.; Xiao, Q. 2005. City of Minneapolis, Minnesota Municipal Tree Resource Analysis. USDA

Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Center for Urban Forest Research, Davis, CA. 42 p.

Miller, J. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in ecology & evolution*, 20 8, 430-434.

Montgomery, M.R. (2008). The Urban Transformation of the Developing World. *Science*, 319, 761 - 764.

Morancho, A. B. 2003. "A Hedonic Valuation of Urban Green Areas." *Landscape and Urban Planning* 66: 35–41.

Nardone A, Chiang J, Corburn J. 2020b. Historic redlining and urban health today in U.S. cities. *Environ. Justice*. 13(4):109–19

Nesbitt L, Meitner MJ, Girling C, Sheppard SRJ, Lu Y. 2019. Who has access to urban vegetation? A spatial analysis of distributional green equity in 10 US cities. *Landsc. Urban Plan.* 181:51–79

Niemelä, J., Saarela, S., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S., & Kotze, D.J. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3225-3243.

Nowak, D. & Crane, D. (2002). "Carbon storage and sequestration by urban trees in the United State American", *Environmental Pollution*, Elsevier, vol. 116, pp. 381–389.

Nowak, D., Crane, D. & Stevens, J. (2006). "Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States", *Urban Forestry and Urban Greening*, EUA, Elsevier, vol. 4, pp. 115–123.

Nowak, David & Hoehn, Robert & Crane, Daniel. (2007). Oxygen Production by Urban Trees in the United States. *Arboriculture and Urban Forestry*. 33. 10.48044/jauf.2007.026.

Nowak, D. J., & Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. *Urban and community forestry in the northeast*, 25-46.

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Hoehn, R.E.; Walton, J.T.; Bond, J. (2008) A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboricult. Urban For.*, 34, 347–358.

Nowak, D. J., Greenfield, E. J., & Ash, R. M. (2019). Annual biomass loss and potential value of urban tree waste in the United States. *Urban Forestry y Urban Greening*, 46.

Nowak, D. J., & Aevermann, T. (2019). Tree compensation rates: Compensating for the loss of future tree values. *Urban Forestry y Urban Greening*, 41, 93-103.

Nowak DJ, Ellis A, Greenfield EJ. (2022). The disparity in tree cover and ecosystem service values among redlining classes in the United States. *Landsc. Urban Plan.* 221:104370.

OIKOS. (2007). *Manifiesto de impacto ambiental del Parque Las Riberas.*

Ortega-Álvarez, R., Hernando, A., Rodríguez-Correa, H.A., MacGregor-Fors, I. (2011). Trees and the city: Diversity and composition along a neotropical gradient of urbanization. *Int. J. Ecol.* 1–8.

Othman, R. (2019). The influence of urban park green spaces, plant material specifications and spatial design organization and pattern towards carbon sequestration rate. *Applied Ecology and Environmental Research.* 17. 10.15666/aeer/1704\_80798088.

Pyle, R. (2019). *KEYNOTE: The Extinction of Experience Revisited.*

Queenan, K., Garnier, J., Nielsen, L.R., Buttigieg, S., Meneghi, D. de, Holmberg, M., Zinsstag, J., Rüegg, S., Häslér, B., Kock, R., (2017). Roadmap to a One Health agenda 2030. *CAB Rev. Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.* 12 <https://doi.org/10.1079/PAVSNR201712014>

Quintero, A. N., Duque, D., Álvarez, A., Garcia, E., & Ordoñez, M. (2011). Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia. Bogotá D.C, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales(IDEAM).

Riechers, M., Strack, M., Barkmann, J., & Tschardt, T. (2019). Cultural Ecosystem Services Provided by Urban Green Change along an Urban-Periurban Gradient. *Sustainability.*

Reid, W.V., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S.R., Chopra, K.R., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Hassan, R.M., Kasperson, R.E., Leemans, R., May, R.M., McMichael, A.J., Pingali, P.L., Samper, C., Scholes, R.J., Watson, R.T., Zakri, A.H., Shidong, Z., Ash, N., Bennett, E.M., Kumar, P., Lee, M.R., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J., & Zurek, M. (2005). Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report.

Riondato, E., Pilla, F., Sarkar Basu, A., & Basu, B. (2020). Investigating the effect of trees on urban quality in Dublin by combining air monitoring with i-Tree Eco model. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102356.

Rossi, L., Menconi, M.E., Grohmann, D., Brunori, A., Nowak, D.J. (2022). Urban Planning Insights from Tree Inventories and Their Regulating Ecosystem Services Assessment. *Sustainability*, 14, 1684.

Sarmiento, F. A. A. (2020). *Relación entre el bienestar percibido por los usuarios de parques y las características de parques urbanos de la ciudad de Barranquilla, Colombia.* Universidad de la Costa-CUC.

Schmidt, K., Walz, A., MartíĹ López, B., & Sachse, R. (2017). Testing socio-cultural valuation methods of ecosystem services to explain land use preferences. *Ecosystem Services*, 26, 270 - 288.

Shafer, C. S., Lee, B., & Turner, S. (2000). A tale of three greenway trails: user perceptions related to quality of life. *Landscape and Urban Planning*, 49, 163-178.

Shanahan, D. F., Lin, B. B., Bush, R., Gaston, K. J., Dean, J. H., Barber, E., & Fuller, R. A. (2015). Toward improved public health outcomes from urban nature. *American journal of public health*, 105 3, 470-477.

Secretaría de Medio Ambiente & Instituto de Ecología y Cambio Clímatico. (2020). Revisión y análisis sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos de México de 1990 a 2019.

Siedlarczyk, E., Winczek, M., Zięba-Kulawik, K., & Wezyk, P. (2019). Smart green infrastructure in a smart city – the case study of ecosystem services evaluation in krakow based on i-tree eco software. *GeoScience Engineering*, 65, 36-43.

Soga, M., & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: the loss of human nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14, 94-101.

Song, P.; Kim, G.; Mayer, A.; He, R.; Tian, G. Assessing the Ecosystem Services of Various Types of Urban Green Spaces Based on i-Tree Eco. *Sustainability* 2020, 12, 1630. <https://doi.org/10.3390/su12041630>

Swapan, M. S. H., Iftexhar, S., & Li, X. (2017). Contextual variations in perceived social values of ecosystem services of urban parks: A comparative study of China and Australia. *Cities*, 61, 17-26.

Tan, X., Hirabayashi, S. & Shibata, S. Estimation of Ecosystem Services Provided by Street Trees in Kyoto, Japan. *Forests* 2021, 12, 311.

TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. *TEEB - The Economics of ecosystems and biodiversity*.

Thompson, C. W. (2011). *Places to be Wild in Nature*.

Tratalos, J. A., Fuller, R. A., Warren, P. H., Davies, R. G., & Gaston, K. J. (2007). Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 83, 308-317.

United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects: The Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*.

United Nations, 2020. La nueva agenda ilustrada.

United Nations Environment Programme. (2021). References. En *Making Peace with Nature* (pp. 156–166). United Nations.

Unterweger, P., Schrode, N. F., & Betz, O. (2017). *Urban Nature: Perception and Acceptance of Alternative Green Space Management and the Change of Awareness after Provision of Environmental Information. A Chance for Biodiversity Protection.*

Verhagen, W., Van Teeffelen, A. J. A., Baggio Compagnucci, A., Poggio, L., Gimona, A., & Verburg, P. H. (2016). Effects of landscape configuration on mapping ecosystem service capacity: a review of evidence and a case study in Scotland. *Landscape Ecology*, *31*, 1457-1479.

Whitehead, A.L., Kujala, H., Ives, C.D., Gordon, A., Lentini, P.E., Wintle, B.A., Nicholson, E., & Raymond, C.M. (2014). Integrating Biological and Social Values When Prioritizing Places for Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, *28*.

WHO, World Health Organization. (2012). Urban Population Growth: Situation and Trends in Key Indicators.

Xu, C., Haase, D., & Pauleit, S. (2018). The impact of different urban dynamics on green space availability: A multiple scenario modeling approach for the region of Munich, Germany. *Ecological Indicators*.

Yang, J., McBride, J., Zhou, J., & Sun, S. (2005). “The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction”, *Urban Forestry and Urban Greening*, Elsevier, vol. 3, núm.2, pp. 65–78.




Wilcox BA, Aguirre AA, De Paula N, Siriaronrat B, Echaubard P. 2019. Operationalizing One Health employing social-ecological systems theory: lessons from the Greater Mekong Sub-region. *Front. Public Health* 7:85

World Health Organization (WHO), 2016. Urban Green Spaces and Health - A Review of the Evidence. World Health Organization.



# ANEXOS

## Anexo I: Instrumento diagnóstico

 <i>Universidad Autónoma de Sinaloa</i>	 CONACYT	 Facultad de Biología Posgrado en Ciencias Biológicas
---	--	--

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

### Encuesta para visitantes del "Parque Las Riberas"

**Datos sociodemográficos**

1.- ¿Cuál es su género?    A) Masculino    B) Femenino    C) Ninguno de los anteriores

2.- Edad \_\_\_\_\_

3.- ¿De qué colonia de la ciudad o lugar viene usted? \_\_\_\_\_

4.- ¿Cuál es su nivel máximo de educación? *(Elija una sola respuesta)*  
A) Primaria/secundaria    B) Preparatoria trunca    C) Preparatoria completa    D) Carrera técnica  
E) Licenciatura trunca    F) Licenciatura en curso/completa    G) Posgrado

5.- ¿A qué se dedica? \_\_\_\_\_

6.- Aproximadamente ¿Cuál es el presupuesto mensual en su hogar? \$ \_\_\_\_\_

---

**Visitas, actividades y condiciones del parque**

1.- ¿Qué tan seguido visita el parque?  
A) 1-2 veces a la semana    B) 3-5 veces a la semana    C) Todos los días    D) 1 vez al mes    E) Pasa más de un mes

2.- ¿Quién o quienes lo acompañan? \_\_\_\_\_

3.- ¿Cuál es el motivo de su visita?  
A) Caminar    B) Distraerse/relajarse    C) Actividad cultural: \_\_\_\_\_  
E) Ejercicio/Deporte    F) Pasear al perro    G) Otra actividad: \_\_\_\_\_  
H) Andar en bicicleta    I) Contemplar/fotografiar la naturaleza

4.- ¿Cómo llega al parque usualmente? *(Elija una)*  
A) Caminando    B) Vehículo motorizado    C) Transporte público    D) Vehículo no motorizado

5.- Usualmente, ¿A dónde se dirige cuando usa el parque? *(Marque todas las que apliquen)*  
A) Sin destino (solo recreación)    B) Trabajo    C) Restaurantes, tiendas, etc.  
D) Parque o lugares culturales    E) Escuela    F) Otro: \_\_\_\_\_

6.- ¿Qué tan IMPORTANTES son los siguientes factores para usted durante su visita al "Parque las Riberas":  
*(Encierre una respuesta para cada uno de los factores)*

	Para nada importante	Poco importante	Moderadamente importante	Muy importante	Extremadamente importante
Pasar tiempo con la familia y/o amigos	1	2	3	4	5
Descansar, relajarse y escapar de la vida de la ciudad	1	2	3	4	5
Ejercitarse y hacer actividad física	1	2	3	4	5
Descubrir y experimentar la naturaleza	1	2	3	4	5
Llegar y volver de lugares en los que quiero estar	1	2	3	4	5

7.- ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos del "Parque Las Riberas"? (Encierre una respuesta para cada uno de los aspectos)

	Muy pobre	Pobre	Suficiente	Bueno	Excelente
Accesibilidad del parque					
Condición y mantenimiento del parque					
Seguridad a lo largo del parque					
Conexiones a atracciones/puntos de interés					
Escenario natural a lo largo del parque					
Lugares para sentarse y reunirse a lo largo del parque					

8.- Por favor, especifique si está MUY DE ACUERDO o MUY EN DESACUERDO con los siguientes aspectos en relación al "Parque Las Riberas" (Encierre una respuesta por aspecto)

El Parque las Riberas...	Muy desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Ayuda a cuidar la calidad del aire de la ciudad	1	2	3	4	5
Provee escenarios naturales atractivos	1	2	3	4	5
Provee un hábitat importante para plantas y animales	1	2	3	4	5
Provee un lugar para actividades recreativas al aire libre	1	2	3	4	5
Provee protección contra el clima extremo en la ciudad (olas de calor, inundaciones, tormentas etc.)	1	2	3	4	5
Ayuda a conectar a la gente de diferentes colonias	1	2	3	4	5
Ayuda a proteger la calidad del agua de la ciudad	1	2	3	4	5
Crea beneficios económicos para la ciudad	1	2	3	4	5
Tiene un significado histórico o cultural en la comunidades locales	1	2	3	4	5
Provee un lugar para que las personas experimenten la naturaleza	1	2	3	4	5

9.- Califique del 1 al 10 que tan relajado se ha sentido durante su visita al parque: (Encierre un solo número)

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

10.- ¿Ha realizado una acción o actividad por el cuidado ambiental del parque? A) Si, ¿Cuál? B) No

---



---



---

¡Muchas gracias por su tiempo y participación! Si lo desea, escriba un comentario o sugerencia sobre la encuesta o el parque, a continuación:

Anexo II: Diámetro de altura al pecho de las 10 especies con mayor abundancia en el PULR

Nombre de la especie	Clase de DAP (cm)									
	0 - 7.6 (%)	7.6 - 15.2 (%)	15.2 - 30.5 (%)	30.5 - 45.7 (%)	45.7 - 61 (%)	61 - 76.2 (%)	76.2 - 91.4 (%)	91.4 - 106.7 (%)	106.7 - 121.9 (%)	121.9+ (%)
Pithecellobium dulce	1.1	10.0	33.8	20.0	12.9	8.1	4.2	3.2	3.5	3.1
Populus	0.3	0.8	2.1	11.3	16.3	20.7	20.7	11.8	8.1	7.9
Washingtonia robusta	0.0	1.7	40.8	55.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Salix nigra	0.0	4.3	15.9	28.5	16.2	14.8	9.0	2.9	3.2	5.1
Terminalia	4.4	9.8	35.8	32.8	11.3	2.9	1.0	0.5	0.5	1.0
Azadirachta indica	0.0	9.2	55.0	22.0	10.1	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0
Samanea	0.0	1.3	1.3	16.0	34.7	26.7	5.3	8.0	1.3	5.3
Handroanthus impetiginosum	1.4	5.6	30.6	25.0	18.1	16.7	1.4	0.0	0.0	1.4
Ceiba	1.5	6.1	13.6	19.7	9.1	15.2	9.1	12.1	9.1	4.5
Albizia lebbek	0.0	11.3	48.4	24.2	9.7	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Anexo III: Estructura por especie del PURL completo.

Especie	Árboles		Área foliar		Biomasa foliar		Biomasa del peso seco del árbol		Condición promedio
	Número	SE	(ha)	SE	(tonelada métrica)	SE	(tonelada métrica)	SE	(%)
Pithecellobium dulce	1,084	±0	28.837	±0.000	24.924	±0.000	2,735.636	±0.000	81.83
Populus	381	±0	25.755	±0.000	17.402	±0.000	1,814.838	±0.000	83.33
Washingtonia robusta	355	±0	0.681	±0.000	1.051	±0.000	31.518	±0.000	89.72
Salix nigra	277	±0	9.508	±0.000	6.023	±0.000	728.262	±0.000	90.70
Terminalia	204	±0	4.696	±0.000	6.080	±0.000	208.763	±0.000	81.14
Azadirachta indica	109	±0	1.903	±0.000	1.414	±0.000	108.865	±0.000	79.56
Samanea	75	±0	3.888	±0.000	3.361	±0.000	238.123	±0.000	81.91
Handroanthus impetiginosum	72	±0	1.266	±0.000	0.771	±0.000	159.580	±0.000	80.74
Ceiba	66	±0	3.184	±0.000	1.813	±0.000	306.892	±0.000	83.86
Albizia lebbek	62	±0	2.236	±0.000	0.972	±0.000	45.420	±0.000	82.47
Delonix regia	59	±0	0.697	±0.000	0.602	±0.000	48.382	±0.000	81.74
Guazuma ulmifolia	59	±0	2.009	±0.000	1.759	±0.000	117.495	±0.000	80.55
Leucaena leucocephala	57	±0	0.837	±0.000	0.724	±0.000	27.637	±0.000	77.25
Ficus insipida	44	±0	3.446	±0.000	2.698	±0.000	342.547	±0.000	83.91
Enterolobium cyclocarpum	39	±0	3.685	±0.000	3.185	±0.000	279.632	±0.000	80.96
Peltophorum	37	±0	1.398	±0.000	1.208	±0.000	183.963	±0.000	88.66
Roseodendron donnell-smithii	33	±0	0.582	±0.000	0.354	±0.000	15.691	±0.000	81.65
Taxodium mucronatum	32	±0	0.831	±0.000	0.469	±0.000	37.857	±0.000	73.55
Mangifera indica	25	±0	0.420	±0.000	0.410	±0.000	20.512	±0.000	71.54
Ficus benjamina	22	±0	1.249	±0.000	0.978	±0.000	86.496	±0.000	81.05
Ficus pertusa	22	±0	1.471	±0.000	1.152	±0.000	180.990	±0.000	84.59
Swietenia humilis	21	±0	0.374	±0.000	0.278	±0.000	32.940	±0.000	77.40
Hibiscus	1	±0	0.013	±0.000	0.008	±0.000	0.441	±0.000	62.50
Luma apiculata	1	±0	0.002	±0.000	0.003	±0.000	0.127	±0.000	82.50
Vitex	1	±0	0.017	±0.000	0.023	±0.000	0.420	±0.000	62.50
Washingtonia filifera	1	±0	0.004	±0.000	0.005	±0.000	0.194	±0.000	99.50
<b>Área de estudio</b>	<b>3,311</b>	<b>±0</b>	<b>101.790</b>	<b>±0.000</b>	<b>81.224</b>	<b>±0.000</b>	<b>8,070.967</b>	<b>±0.000</b>	<b>83.28</b>

Anexo IV: Valores de importancia de las especies del PURL completo

<b>Especie</b>	<b>Porcentaje población</b>	<b>Porcentaje del área de las hojas</b>	<b>Valor de importancia</b>
<i>Pithecellobium dulce</i>	32.7	28.3	61.1
<i>Populus</i>	11.5	25.3	36.8
<i>Salix nigra</i>	8.4	9.3	17.7
<i>Washingtonia robusta</i>	10.7	0.7	11.4
<i>Terminalia</i>	6.2	4.6	10.8
<i>Samanea</i>	2.3	3.8	6.1
<i>Azadirachta indica</i>	3.3	1.9	5.2
<i>Ceiba</i>	2.0	3.1	5.1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.2	3.6	4.8
<i>Ficus insipida</i>	1.3	3.4	4.7
<i>Albizia lebbek</i>	1.9	2.2	4.1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.8	2.0	3.8
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	2.2	1.2	3.4
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.7	0.8	2.5
<i>Peltophorum</i>	1.1	1.4	2.5
<i>Delonix regia</i>	1.8	0.7	2.5
<i>Ficus pertusa</i>	0.7	1.4	2.1
<i>Ficus benjamina</i>	0.7	1.2	1.9
<i>Taxodium mucronatum</i>	1.0	0.8	1.8
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	1.0	0.6	1.6
<i>Mangifera indica</i>	0.8	0.4	1.2
<i>Swietenia humilis</i>	0.6	0.4	1.0
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.4	0.5	1.0
<i>Ficus benghalensis</i>	0.1	0.7	0.9
<i>Cassia fistula</i>	0.6	0.3	0.8
<i>Tamarix ramosissima</i>	0.4	0.2	0.6
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.3	0.2	0.6
<i>Roystonea regia</i>	0.5	0.0	0.5
<i>Bauhinia variegata</i>	0.4	0.0	0.4
<i>Terminalia catappa</i>	0.3	0.1	0.4
<i>Citrus x paradisi</i>	0.4	0.0	0.4
<i>Psidium guajava</i>	0.3	0.1	0.4
<i>Spathodea campanulata</i>	0.3	0.0	0.3
<i>Tamarindus indica</i>	0.2	0.1	0.3
<i>Vachellia</i>	0.2	0.0	0.2
<i>Spondias mombin</i>	0.2	0.0	0.2
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0.1	0.0	0.2
<i>Caesalpinia</i>	0.1	0.1	0.2
<i>Ficus petiolaris</i>	0.1	0.0	0.1
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0.1	0.1	0.1
<i>Cordia elaeagnoides</i>	0.0	0.1	0.1
<i>Litchi chinensis</i>	0.1	0.0	0.1
<i>Platanus</i>	0.1	0.0	0.1
<i>Ficus</i>	0.1	0.0	0.1
<i>Vitex</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Hibiscus</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Cocos nucifera</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Washingtonia filifera</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Luma apiculata</i>	0.0	0.0	0.0

## Anexo V: Escurrimiento evitado en el PULR completo

Nombre de la especie	Número de árboles	Área foliar (ha)	Posible evapotranspiración (m <sup>3</sup> /año)	Evaporación (m <sup>3</sup> /año)	Transpiración (m <sup>3</sup> /año)	Agua interceptada (m <sup>3</sup> /año)	Escurrimiento evitado (m <sup>3</sup> /año)	Valor del escurrimiento evitado (Mex\$/año)
<i>Pithecellobium dulce</i>	1,084	28.84	47,679.55	1,369.62	30,444.90	1,369.62	200.27	8,994.20
<i>Populus</i>	381	25.75	42,582.45	1,223.20	27,190.24	1,223.20	178.86	8,032.69
<i>Salix nigra</i>	277	9.51	15,720.34	451.58	10,037.93	451.58	66.03	2,965.46
<i>Terminalia</i>	204	4.70	7,765.07	223.06	4,958.24	223.06	32.62	1,464.79
<i>Samanea</i>	75	3.89	6,428.56	184.66	4,104.84	184.66	27.00	1,212.67
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	39	3.68	6,092.02	175.00	3,889.95	175.00	25.59	1,149.19
<i>Ficus insipida</i>	44	3.45	5,696.96	163.65	3,637.69	163.65	23.93	1,074.67
<i>Celiba</i>	66	3.18	5,264.44	151.22	3,361.51	151.22	22.11	993.08
<i>Albizia lebeck</i>	62	2.24	3,697.32	106.21	2,360.86	106.21	15.53	697.46
<i>Guazuma ulmifolia</i>	59	2.01	3,322.18	95.43	2,121.32	95.43	13.95	626.69
<i>Azadirachta indica</i>	109	1.90	3,146.20	90.38	2,008.95	90.38	13.22	593.49
<i>Ficus pertusa</i>	22	1.47	2,432.07	69.86	1,552.96	69.86	10.22	458.78
<i>Peltophorum</i>	37	1.40	2,311.59	66.40	1,476.02	66.40	9.71	436.05
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	72	1.27	2,092.59	60.11	1,336.18	60.11	8.79	394.74
<i>Ficus benjamina</i>	22	1.25	2,064.77	59.31	1,318.42	59.31	8.67	389.50
<i>Leucaena leucocephala</i>	57	0.84	1,384.69	39.78	884.17	39.78	5.82	261.21
<i>Taxodium mucronatum</i>	32	0.83	1,373.56	39.46	877.06	39.46	5.77	259.11
<i>Ficus benghalensis</i>	4	0.75	1,233.12	35.42	787.39	35.42	5.18	232.61
<i>Delonix regia</i>	59	0.70	1,152.30	33.10	735.78	33.10	4.84	217.37
<i>Washingtonia robusta</i>	355	0.68	1,125.65	32.33	718.76	32.33	4.73	212.34
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	33	0.58	962.69	27.65	614.71	27.65	4.04	181.60
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	14	0.54	891.75	25.62	569.41	25.62	3.75	168.22
<i>Mangifera indica</i>	25	0.42	694.47	19.95	443.44	19.95	2.92	131.00
<i>Swietenia humilis</i>	21	0.37	617.58	17.74	394.34	17.74	2.59	116.50
<i>Cassia fistula</i>	19	0.26	438.01	12.58	279.68	12.58	1.84	82.62
<i>Tamarix ramosissima</i>	13	0.24	396.04	11.38	252.88	11.38	1.66	74.71
<i>Ehretia tinifolia</i>	11	0.24	389.78	11.20	248.89	11.20	1.64	73.53
<i>Terminalia catappa</i>	9	0.13	223.09	6.41	142.45	6.41	0.94	42.08
<i>Psidium guajava</i>	9	0.10	168.16	4.83	107.38	4.83	0.71	31.72
<i>Tamarindus indica</i>	7	0.10	159.54	4.58	101.87	4.58	0.67	30.10
<i>Caesalpinia</i>	3	0.06	106.75	3.07	68.17	3.07	0.45	20.14
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.06	98.13	2.82	62.66	2.82	0.41	18.51
<i>Parkinsonia aculeata</i>	2	0.05	90.72	2.61	57.93	2.61	0.38	17.11
<i>Vachellia</i>	6	0.04	74.36	2.14	47.48	2.14	0.31	14.03
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4	0.04	68.07	1.96	43.46	1.96	0.29	12.84
<i>Spondias mombin</i>	6	0.04	67.72	1.95	43.24	1.95	0.28	12.78
<i>Roystonea regia</i>	17	0.03	48.04	1.38	30.68	1.38	0.20	9.06
<i>Citrus x paradisi</i>	12	0.03	43.59	1.25	27.83	1.25	0.18	8.22
<i>Bauhinia variegata</i>	14	0.02	41.05	1.18	26.21	1.18	0.17	7.74
<i>Spathodea campanulata</i>	10	0.02	40.39	1.16	25.79	1.16	0.17	7.62
<i>Vitex</i>	1	0.02	28.40	0.82	18.14	0.82	0.12	5.36
<i>Litchi chinensis</i>	2	0.01	23.94	0.69	15.29	0.69	0.10	4.52
<i>Hibiscus</i>	1	0.01	21.35	0.61	13.63	0.61	0.09	4.03
<i>Platanus</i>	2	0.01	15.51	0.45	9.91	0.45	0.07	2.93
<i>Cocos nucifera</i>	1	0.01	13.25	0.38	8.46	0.38	0.06	2.50
<i>Washingtonia filifera</i>	1	0.00	5.83	0.17	3.72	0.17	0.02	1.10
<i>Luma apiculata</i>	1	0.00	4.11	0.12	2.63	0.12	0.02	0.78
<i>Ficus petiolaris</i>	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ficus</i>	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>3,311</b>	<b>101.79</b>	<b>168,297.78</b>	<b>4,834.45</b>	<b>107,463.43</b>	<b>4,834.45</b>	<b>706.92</b>	<b>31,747.43</b>