

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



VALOR DE LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE
DE MÉXICO –UNA APROXIMACIÓN DESDE EL MÉTODO DEL COSTO DEL
VIAJE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN POLÍTICAS PÚBLICAS

PRESENTA

HÉCTOR EMILIANO HUERTA CARREÓN

DIRECTOR DE LA TESIS: DR. ADÁN LEOBARDO MARTÍNEZ CRUZ

AGUASCALIENTES, AGS.

2021

Con cariño especial a mi abuelito.

Por ser el mejor ejemplo y la mejor persona que he conocido.

Agradecimientos

A mis profesores y profesoras, gracias por la educación, la cercanía y el interés en transmitir las mejores enseñanzas.

A mis lectores, Jaime Sainz y Jaime Arredondo, gracias por sus comentarios, recomendaciones y por su apoyo en la elaboración de esta tesis.

A mi asesor, Adán Martínez, gracias por su paciencia y sus consejos. Aprendí demasiado mientras escribía este trabajo. Su conocimiento, entusiasmo y su forma de comunicar sus ideas me hicieron saber que este tema es lo que me emociona.

A mis amigos y amigas, gracias por hacer mejor estos 4 años en el CIDE.

A mis papás. Papá, gracias por apoyarme en mi educación y formación. Mamá, son insuficientes las palabras para agradecerte todo lo que has hecho y haces por mí. Siempre fuiste mi guía y ejemplo a seguir. Te quiero muchísimo.

Índice

Introducción	1
Marco teórico	4
a) Valor de los bienes y servicios ecosistémicos.....	4
b) Valoración económica del ambiente	5
c) Estudios previos: Valoración económica de los servicios recreativos de los parques urbanos.....	7
d) Justicia ambiental: el goce por los servicios recreativos.....	15
e) Compensación por verde	16
I. Áreas verdes en la Zona Metropolitana del Valle de México.....	16
II. Valoración e injusticia ambiental	17
Metodología	19
a) Costo de viaje.....	19
b) Modelos de datos de conteo	19
I. Poisson.....	19
II. Binomial Negativo	21
c) Criterio de información de Akaike (AIC) y criterio de información Bayesiana (BIC) para modelos elección de modelos	22
d) Muestreo fuera de sitio: modelo de conteo de clases latentes	23
I. Exceso de ceros	23
II. Clases latentes.....	23
Área de estudio: Bosque de Chapultepec	26
Datos	29
a) Técnica de recolección de datos y muestra	29
b) Descripción de la muestra.....	29
c) Modelo econométrico	31
Resultados	33
a) Especificaciones econométricas.....	33
b) Caracterización de las clases	36
I. Descripción por clase	36
II. Comparación de medias.....	38
c) Valor del incremento en verde en la ZMVM.....	40
I. Excedente de consumidor	40

II. Beneficios del incremento en verde en la Zona Metropolitana del Valle de México.	40
Implicaciones de política pública	44
Conclusión	46
Referencias	48

Índice de tablas, mapas y gráficos

Tabla I.	Clasificación de los bienes y servicios ecosistémicos.....	4
Tabla II.	Clasificación de los métodos de valoración económica del ambiente.....	6
Tabla III.	Investigaciones relacionadas a la valoración de servicios ecosistémicos en parques urbanos. Estructura basada en la investigación.....	9
Tabla IV.	Descripción de la muestra.....	29
Tabla V.	Frecuencia de los viajes realizados al Bosque de Chapultepec.....	30
Tabla VI.	AIC y BIC de los modelos estimados.....	32
Tabla VII.	Especificaciones econométricas – número de viajes Bosque de Chapultepec.....	34
Tabla VIII.	Descripción de la muestra, por clase.....	37
Tabla IX.	Comparación de medias entre clases (Clase 1 = Ávidos, Clase 2 = Frecuentes, Clases 3 = Ocasionales.....)	38
Tabla X.	Excedente del consumidor por clase.....	40
Tabla XI.	Valor del cambio en el bienestar tras un incremento en verde en la ZMVM.....	42
Tabla XII.	Valor del cambio en el bienestar tomando como base el programa Sembrando Parques: recuperación de parques y espacios públicos de la Ciudad de México.....	43
Mapa I.	Mapa del porcentaje de áreas verdes en los municipios.....	17
Mapa II.	Ubicación del Bosque de Chapultepec.....	26
Gráfico I:	Densidad de visitas al Bosque de Chapultepec.....	31

Lista de abreviaturas

ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
DAP	Disposición a pagar
VC	Valoración contingente
DCE	Experimento de elección discreta
TC	Costo de viaje
AIC	Criterio de información de Akaike
BIC	Criterio de información Bayesiana

Resumen

El objetivo principal de esta investigación es calcular el valor que los residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) asignan a las áreas verdes. Se utiliza el Método del Costo de Viaje para inferir cuántos viajes al Bosque de Chapultepec realizan los habitantes de la ZMVM para compensar por la ausencia de área verde en sus municipios o alcaldías. La posibilidad de utilizar el mercado de viajes al Bosque de Chapultepec como reflejo para inferir el valor de las áreas verdes se deriva de unicidad e importancia del Bosque de Chapultepec mismo –Chapultepec no sólo es el pulmón de la Ciudad de México; también es el bosque urbano más grande de Latinoamérica, y la tercera área urbana más extensa a nivel mundial-.

Mediante el uso de una versión de clases latentes de un modelo Poisson, esta investigación documenta que un incremento de 1% de verde en la ZMVM implicaría que alrededor de 80% de los residentes mayores de 16 años de la ZMVM disminuirían sus visitas anuales promedio al Bosque de Chapultepec de 0.205 a .1758. Esta reducción en visitas, una vez ponderada por el inverso del valor negativo del parámetro asociado al costo de viaje, se traduce en 0.2042 pesos en ahorros anuales, por persona. Al extrapolar este valor al 80% de los 16, 451, 988 millones de habitantes de la ZMVM, se obtiene que un incremento en 1% en las áreas verdes de la ZMVM produce \$2, 672, 241.18 millones de pesos anuales por concepto de los ahorros en costos de viaje al Bosque de Chapultepec.

En el programa *Sembrando Parques: recuperación de parques y espacios públicos de la Ciudad de México* se realizó una inversión de 1,332 millones de pesos para un aumento en 1, 199 hectáreas distribuidas a en 16 parques y espacios públicos de la ciudad, un 0.685% de incremento en las áreas verdes totales en la ZMVM. De acuerdo a nuestras estimaciones, un aumento de 0.685% representaría un ahorro de .143 pesos anuales por persona en costo de compensación de viajes al Bosque de Chapultepec, en total, este aumento representaría un ahorro de \$1, 871, 354.006 pesos anuales para los habitantes de la ZMVM.

Este valor es mayor que los 1, 332 millones de pesos que el gobierno de la Ciudad de México planea invertir para incrementar las áreas verdes en 1, 199 hectáreas. Es decir, los beneficios parecen superar los costos de incrementar y mejorar las áreas verdes de la ZMVM. Nótese, sin embargo, que un análisis costo beneficio completo requiere comparar el valor

presente de los ahorros anuales (beneficios) con el valor presente de los costos totales de incrementar el área verde –los cuales resultan de sumar la inversión inicial y el valor presente de los costos de mantenimiento. En este estudio no proveemos un análisis costo beneficio completo, pero generamos el insumo principal para realizarlo y llamamos la atención sobre la importancia de incluir el análisis costo-beneficio en la agenda de investigación.

Nuestros resultados empíricos implícitamente brindan evidencia que cuantifica un aspecto asociado con la injusticia ambiental. Es decir, de acuerdo con nuestro modelo empírico, los residentes que habitan municipios con menor porcentaje de áreas verdes realizan más viajes al Bosque de Chapultepec, y consecuentemente realizan más gastos. Nosotros interpretamos estos gastos como derivados de compensar la falta de verde. Dado que los habitantes de los municipios menos verdes son también los que tienen menores ingresos en promedio, los costos de compensación por verde son injustos pues implica una disparidad sistemática en el goce de los servicios ecosistémicos asociada con los ingresos de los habitantes de la ZMVM. Por supuesto, políticas públicas enfocadas en el desarrollo de áreas verdes son recomendables. Sin embargo, es necesario una planificación estratégica sobre la extensión y localización de estas nuevas áreas para evitar un problema de gentrificación –el cual se ha demostrado contribuye a mantener la injusticia ambiental.

Metodológicamente, esta investigación realiza una contribución a la literatura que se ocupa del valor de áreas verdes urbanas. Esta literatura usualmente aborda el tema desde una perspectiva de precios hedónicos. Creemos que éste es el primer ejercicio que aborda este tema desde la perspectiva del Método del Costo de Viaje.

Palabras clave: método del costo de viaje, Bosque de Chapultepec, injusticia ambiental, áreas verdes, modelo de clases latentes, Zona Metropolitana del Valle de México

Introducción

Los bienes y servicios proporcionados por la naturaleza son denominados servicios ecosistémicos o ambientales. Estos son aprovechados por las personas para satisfacer sus demandas y necesidades. De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005, pág. 5), los servicios ecosistémicos se pueden categorizar en cuatro: de aprovisionamiento, reguladores, de apoyo y culturales.

Los servicios recreativos aportan beneficios considerables para la salud física y mental de los ciudadanos. En las áreas verdes, los ciudadanos pueden reunirse para realizar actividades físicas que mejoren su salud y ayuden a disminuir el riesgo de mortalidad de algunas enfermedades crónicas (Wolch, Bryne, & Newell, 2014, pág. 235). Las áreas verdes, además, representan un escenario de ocio que ayuda a “mejorar el estado de ánimo, reducir el estrés percibido y mejorar la sensación de bienestar” (Bedimo-Rung, Mowen, & Cohen, 2005, pág. 161).

Las visitas a áreas verdes también se relacionan con niveles más bajos de ansiedad y tristeza (More & Payne, 1978, como se citó en Bedimo-Rung, Mowen, & Cohen, 2005, pág. 161). En adición, las áreas verdes representan un espacio de identidad que colabora en el fortalecimiento de la cohesión social de una comunidad y en la formulación de interacciones sociales (Konijnendijk, Annerstedt, Busse, & Maruthaveeran, 2013, pág. 14).

En las ciudades, los parques urbanos desempeñan un papel destacado en la provisión de servicios recreativos. En este texto, nos referimos a parques de acuerdo a la definición provista por FAO (2017): “redes que comprenden todos los bosques, grupos de árboles y árboles individuales ubicados en áreas urbanas y periurbanas; estos son la columna vertebral de la infraestructura verde que mejora la huella ambiental de una ciudad.” Un parque urbano contribuye a “mantener el equilibrio interno de [los] componentes [de una ciudad], [y proporcionar] una relación funcional y de enlace hacia afuera con respecto de la ciudad. (...) Los vínculos entre historia, naturaleza, ciudad y sostenibilidad son fundamentales para la viabilidad y supervivencia de los habitantes de la metrópoli” (Enríquez, 2012, págs. 18-19).

El acceso a áreas verdes y parques urbanos es esencial para que toda persona desarrolle su derecho a la recreación. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), área de interés en este estudio, cuenta con alrededor de 175, 035 hectáreas totales de áreas

verdes (estimación a partir de la información recopilada por Ávila, Gracia, & Martínez, 2021), distribuidas en 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y 1 municipio del Estado de Hidalgo. Del total de alcaldías y municipios, 56 tienen menos del 25% de la superficie cubierta por área verde (págs. 26-31), “uno de los (...) municipios y alcaldías tiene más de 75% de superficie cubierta (...); nueve municipios tienen entre 50% y 75% (...), y 10 tienen entre 25% y 50” (Ávila, Gracia, & Martínez, 2021, pág. 4).

Lo anterior puede representar un problema de injusticia ambiental, ya que la distribución inequitativa de áreas verdes genera diferencias en el goce por servicios ecosistémicos, las personas que habitan en municipios con una menor cantidad de verde tienen menos oportunidades y opciones de satisfacer su derecho a la recreación. Algunas de estas personas compensan la falta de verde de su localidad “a través de visitas a parques, particularmente, al Bosque de Chapultepec, al Bosque de Aragón y los Dinamos” (Ávila, Gracia, & Martínez, 2021, pág. 17)

El objetivo principal de esta investigación es inferir el valor de las áreas verdes de la ZMVM, para ello, se toma como punto de partida el Bosque de Chapultepec. El motivo de su elección es que el Bosque de Chapultepec es uno de los parques urbanos más importantes de México y Latinoamérica, este cuenta con alrededor de 700 hectáreas y se estima que anualmente recibe alrededor de 17 millones de visitantes (SEDEMA, Plan Maestro de Rehabilitación, 2018, pág. 9).

Estimamos el valor económico de las áreas verdes en la ZMVM a partir de un modelo de costo de viaje. En particular, se hace uso de un modelo de conteo de clases latentes de tipo Poisson para estudiar los parámetros que influyen en la cantidad de viajes realizados al Bosque de Chapultepec. Para analizar el problema de injusticia ambiental a través de las diferencias en disponibilidad de áreas verdes, se incluyó una variable que reporta el porcentaje de zonas verde por municipio y alcaldía.

Además del valor económico, se estima el beneficio esperado de los habitantes de la ZMVM ante un aumento en 1%, 5%, 10% y 15% en el porcentaje de áreas verdes. Este beneficio se reporta como el ahorro de los ciudadanos en costo de viaje. El valor obtenido de esta estimación se compara con la inversión del programa *Sembrando Parques: recuperación*

de parques y espacios públicos de la Ciudad de México, el cual plantea una inversión de 1,332 millones de pesos para un incremento en 1, 199 hectáreas distribuidas a en 16 parques y espacios públicos de la ciudad. Para la ZMVM, esto representaría un 0.685% de incremento en las áreas verdes totales. También se reporta el beneficio para un aumento de 0.685% en verde.

El uso del costo de viaje para inferir el valor de las áreas verdes bajo un enfoque de injusticia ambiental es en sí mismo una contribución metodológica. Los estudios que realizan estas estimaciones de bienestar usualmente utilizan el método de precios hedónicos –y en menor medida el método de valoración contingente y experimentos de elección discreta-. Estos estudios se centran en estimar, por ejemplo, las diferencias en la disposición a pagar por bienes urbanos en diferentes rangos de precios y en estimar cómo un aumento en las áreas verdes incrementan el valor de las propiedades cercanas.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: en la primera sección se describe el marco teórico, se brinda una explicación sobre los tipos de servicios ecosistémicos y su valoración, se analizan estudios relacionados a la valoración económica de servicios recreativos y se describe el problema de injusticia ambiental, sus implicaciones, investigaciones en relación a las áreas verdes y el caso a tratar en este estudio: compensación por una baja disponibilidad de áreas verdes en los municipios. En la segunda sección se describe la metodología utilizada en el estudio, haciendo énfasis en los modelos de conteo, el problema de exceso de ceros y la utilización de clases latentes. La tercera sección brinda información sobre el área de estudio, el Bosque de Chapultepec, describiendo su historia, características y aportes ecosistémicos, todo ello para recalcar su importancia y unicidad. La cuarta sección incluye información sobre los datos utilizados para la investigación, describiendo la técnica de recolección, la descripción de la muestra y el modelo econométrico a estimar. La última sección reporta los resultados de la investigación, se incluyen los resultados del modelo de clases latentes, la caracterización y descripción de cada una de las clases, la comparación de medias de los parámetros de los modelos, el excedente del consumidor por clase y la valoración del incremento de las áreas verdes en la ZMVM. Como apartado final, se incluyen implicaciones de política pública relacionadas a políticas de ampliación de verde y gentrificación.

Marco teórico

a) Valor de los bienes y servicios ecosistémicos

Los bienes y servicios ecosistémicos tienen tres tipos de valores: valor de uso, valor de opción y valor de no uso (Tietenberg & Lewis, 2018, pág. 77), siendo los dos primeros valores de uso activo y el tercero de uso pasivo. Su clasificación depende de los beneficios en relación al humano y al ambiente.

Uso activo			Uso pasivo	
Valor de uso		Valor de opción	Valor de no uso	
Uso presente directo	Uso presente indirecto	Uso futuro	Legado	Existencia
Extracción Recreativos	Ambientales Ecosistémicos	Visita futura	Conservación Preservación	

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez Cruz (2005), Tietenberg y Lewis (2018), Sarsujo y Welsh (2005)

El uso activo de un bien o un servicio ecosistémico “incluye las formas actuales o futuras, directas o indirectas, en que un agente espera hacer uso físico de un bien.” (Martínez-Cruz, Valor económico recreativo del parque nacional Desierto de los Leones, 2005, pág. 5).

Dentro de los usos activos, el valor de uso representa la utilización en el presente del bien ambiental. El uso puede ser de forma directa o de forma indirecta:

- Uso presente directo: refleja los beneficios inmediatos que una persona pueda obtener del bien, es en este apartado donde entran los servicios de recreación y extracción.
- Uso presente indirecto: en esta categoría se encuentran los servicios en los que no es necesario la visita a la zona ambiental para obtener beneficios. Se incluyen los valores ambientales y ecosistémicos (Sanjurjo & Welsh, 2005, pág. 57, como se citó en Conabio, 1998)

Otro tipo de valor de uso activo es el valor de opción, “el cual se refiere al monto que la gente pagaría por un contrato que les garantice la posibilidad de comprar un bien a un precio especificado en un momento futuro también especificado.” (Martínez-Cruz, Valor económico recreativo del parque nacional Desierto de los Leones, 2005, pág. 7). En esta

categoría se refleja el valor de una posible utilización del bien en un futuro mediante la preservación y conservación de la zona ambiental.

El uso pasivo de un bien involucra la valoración inherente del ambiente, sin hacer uso de manera física de los servicios. El valor de no uso “refleja la observación común de que las personas están más que dispuestas a pagar para mejorar o preservar recursos que nunca utilizarán.” (Tietenberg & Lewis, 2018, pág. 77). El valor de no uso se puede dividir en:

- Legado: preservación del bien para generaciones futuras
- Existencia: valoración inherente del ecosistema

En conjunto, el valor de uso, valor de opción y valor de no uso, representan el valor económico total de un bien o servicio ambiental. Para la obtención de un valor monetario de estos bienes, “es preciso identificar a aquellos para quienes tiene valor la permanencia del bien en cuestión.” (Martínez-Cruz, Valor económico recreativo del parque nacional Desierto de los Leones, 2005, pág. 5).

b) Valoración económica del ambiente

Los valores ambientales se pueden clasificar en valores de mercado y valores fuera de mercado. Los valores ambientales que se encuentran dentro del mercado son aquellos que se pueden comercializar a partir de un precio explícito que expresa su valor (Baker & Ruting, Environmental Policy Analysis: A Guide to Non-Market Valuation, 2014, pág. 14). Los valores ambientales fuera de mercado son aquellos bienes y servicios que provee la naturaleza que no están monetizados. A pesar de no tener un precio explícito, “las personas (...) estarían dispuestos a renunciar a algo más de valor para seguir disfrutándolos o para asegurarse de que estén disponibles para las generaciones futuras.” (pág. 14).

Existe un grupo de herramientas que están enfocadas en la valoración económica del medio ambiente, esto mediante la disposición a pagar de los ciudadanos. El objetivo de su aplicación es proporcionar un instrumento para monetizar los beneficios de los servicios ambientales que están fuera de mercado.

Hay dos enfoques básicos para la estimación de beneficios: métodos de preferencias reveladas y métodos de preferencias declaradas. En el método de preferencias reveladas se estima el valor de los servicios ambientales a partir de observar el comportamiento individual

al plantear atributos y cambios a los servicios (Haab & McConnell, 2002, pág. 3), los mercados simulados, el costo de viaje y los precios hedónicos son ejemplos de preferencias reveladas; en el método de preferencias declaradas, se realizan preguntas hipotéticas a los individuos con el objetivo de obtener la disposición a pagar de un bien o servicio ambiental (pág. 3), ejemplo de métodos de preferencias declaradas son la valoración contingente y los experimentos de elección discreta.

Tabla II. Clasificación de los métodos de valoración económica del ambiente.

Observación/Pregunta	Preferencias reveladas	Preferencias declaradas
Directa	Mercados simulados	Valoración contingente
Indirecta	Costo de viaje Precios hedónicos	Experimentos de elección discreta

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez Cruz (2005) y Tietenberg y Lewis (2018)

A continuación se describe de manera breve cada método:

- Valoración contingente: en este método se les pregunta de manera directa a las personas cuánto estarían dispuestos a pagar por gozar de los servicios de una zona verde, utilizando preguntas hipotéticas relacionadas con la conservación/mejora del área en cuestión.
- Experimentos de elección: mediante una serie de escenarios y atributos de las zonas verdes, las personas enuncian una disposición a pagar por el escenario que valoran más. Tanto esta herramienta como la anterior pertenecen al grupo de preferencias declaradas.
- Costo de viaje: se utiliza para recrear un modelo de demanda de los servicios de un sitio recreativo, donde se estima la valoración económica a partir de los costos en los que incurre un usuario al viajar a un sitio ambiental.
- Precios hedónicos: es usado para conocer cómo las áreas verdes inciden en el valor de un bien, generalmente en el valor de una vivienda, pertenece al grupo de métodos de preferencia revelada ya que la disposición a pagar no se obtiene de manera directa (Tietenberg & Lewis, 2018, pág. 88).

c) Estudios previos: Valoración económica de los servicios recreativos de los parques urbanos

La valoración económica de los bienes y servicios ambientales es una herramienta que ayuda en la formulación de políticas públicas (Baker & Ruting, 2014, pág. 15). Un ejemplo, es que con los resultados obtenidos de la valoración se puede establecer una cuota monetaria que funja como un mecanismo para conservar, proteger, restaurar y mejorar zonas verdes.

En esta sección se muestran algunos estudios de valoración económica de parques urbanos realizados a lo largo del mundo. En la Tabla III se recopila información relevante de los estudios. En la primera columna se reporta el título de la investigación, la segunda columna incluye los nombres de los autores así como el año de publicación del estudio, la tercera columna contiene la zona ambiental donde se realizó la valoración económica, la cuarta columna describe el principal objetivo por el cual se decidió realizar la valoración, la quinta columna reporta la población objetivo de la investigación, es decir, a las personas a las cuales se les estimó la disposición a pagar (DAP), la sexta columna incluye el método de valoración utilizado, siendo VC= Valoración contingente, DCE= Experimento de elección discreta y TC= Costo de viaje, entre paréntesis se especifica la forma en la que se realizó la encuesta así como el número de personas encuestadas, la penúltima columna contiene información sobre los escenarios y atributos de las zonas verdes presentados a los encuestados, la última columna incluye la disposición a pagar estimada, reportada en dólares estadounidenses del año 2019.

El objetivo por la cual se hace la valoración económica varía entre las investigaciones. Como ejemplo, en la investigación de Tibesigwaa, Ntulib y Lokinaa (2020) se realizaron valoraciones económicas de parques en Dar es Salaam con el objetivo de brindar información a autoridades locales para futuras inversiones en parques urbanos y buscar la generación de ingresos adicionales en dichos parques; por otro lado, la investigación de Neckel, Da Silva, Saraiva, Kujawa, Araldi, y Paladini (2020) estimó la disposición a pagar de los ciudadanos de Passo Fundo por renovaciones al Parque Urbano Gare; por otra parte, el estudio de Bertram, Meyerhoff, Rehdanz y Wüstemann (2017) estimó las diferencias en el valor recreativo de los parques urbanos de Berlín entre días laborables y fines de semana.

En los estudios analizados se obtuvo la información de cuatro distintas maneras: encuesta en línea, como en Mantymaa, Jokinen, Juutinen, Lankia y Louhi (2021); registro digital de llamadas, como en Jaung Y Carrasco (2020); encuestas aplicadas en persona en la zona de estudio, como en Verbic, Slabe-Erker y Klunc (2016); y encuestas aplicadas en persona en los hogares, como en Latinopoulos, Mallios y Latinopoulos (2016) . De las 13 investigaciones descritas en esta sección, 5 aplicaron costo de viaje, 4 valoración contingente, 2 experimentos de elección discreta, 1 aplicó costo de viaje y valoración contingente y 1 más aplicó valoración contingente y experimentos de elección discreta.

Tabla III. Investigaciones relacionadas a la valoración de servicios ecosistémicos en parques urbanos.

Título	Autores	Zona de estudio	Contexto	DAP estimado	VC/ DCE / TC (encuesta, observaciones)	Escenario	DAP (USD 2019)
Valoración de los servicios ecosistémicos recreativos en ciudades en desarrollo: el caso de los parques urbanos en Dar es Salaam, Tanzania	Tibesigwaa, Ntulib, Lokinaa (2020)	Dar es Salaam	Brindar información para que autoridades de la ciudad conozcan el tipo de infraestructura verde para invertir en diferentes lugares de Dar es Salaam. Posibilidad de generar ingresos adicionales de los parques urbanos en los países en desarrollo.	DAP de hogares que residen en Dar es Salaam	Experimento de elección discreta (En persona, en hogares, 705)	Atributos: parques vecinales destinados a uso local; parques de usos múltiples destinados a un uso más amplio; y parques naturales dentro de Dar es Salaam.	Parques naturales: 0,40 - 0,79/ hogar/ por mes. Parques de usos múltiples: 0,27 - 0,69 / hogar/ por mes. Parques del vecindario: 0.10 - 0.47/ hogar/ por mes.
Prestación de servicios ecológicos, culturales y comerciales en un parque urbano: aplicación de travel cost-contingent behavior en Finlandia	Mantymaa, Jokinen, Juutinen, Lankia, Louhi (2021)	Hupisaaret City park	Evaluar la importancia recreativa de un parque urbano que incluye arroyos, revelando las implicaciones en el bienestar de diferentes tipos de servicio, como la restauración de la población reproductiva de trucha marrón, desarrollo de eventos y el servicio de cafetería-restaurante.	DAP de personas mayores de 15 años que viven dentro de las fronteras de la ciudad de Oulu.	Travel cost/ Valoración contingente (Encuesta en línea, 300)	Atributos: Estado actual, restauración de la población reproductiva de la trucha marrón; el desarrollo de sucesos o eventos; el desarrollo de los servicios de una cafetería-restaurante	21.50 /por persona/ al año

Valoración de los beneficios de un proyecto de parque urbano: un estudio de valoración contingente en Salónica, Grecia	Latinopoulos, Mallios, Latinopoulos (2016)	Salónica, Grecia	La ciudad de Salónica tiene hasta ahora una tasa muy baja de espacio verde proporcional per cápita. En este contexto, se anunció un gran parque metropolitano, como parte de un proyecto de remodelación.	DAP de los residentes locales de la ciudad de Salónica y habitantes residentes en municipios dentro de un radio de 10 km desde el sitio de estudio.	Valoración contingente (En persona, en hogares, 600)	Se presentó a los encuestados el programa de reurbanización a gran escala de la ciudad de Salónica, centrándose en la transformación del metropolitano, exponiendo Las principales instalaciones del y los principales beneficios ambientales (micro estabilización climática, ahorro de energía, mayor proporción de áreas verdes en la ciudad, etc.) fueron presentados.	5.06 – 9.99 / hogar/ al año
Estimación del valor económico de los parques urbanos en Brasil, el caso de la ciudad de Passo Fundo	Neckel, Da Silva, Saraiva, Kujawa, Araldi, Paladini. (2020)	Parque Urbano Gare	El Parque Urbano Gare se construyó en la década de 1980 como resultado de la recuperación de una antigua estación de ferrocarril que ya no estaba en uso. El sitio de la estación no utilizada progresó a través de varias etapas de degradación, sufrió actos de vandalismo y existía como tierra abandonada y marginada. El 22 de junio de 2016, el gobierno local inició los esfuerzos de	DAP de residentes de la ciudad de Passo Fundo	Valoración contingente (Encuesta en persona, en hogares, 513)	Dos escenarios: Un escenario sin mejoras, denotando los problemas por falta de drenaje y vandalismo. Otro escenario con mejoras, incluyendo la construcción de canchas, mejora de drenaje, iluminación, etc.	5.64/ hogar/ al año

			revitalización del futuro parque				
Ir al bosque es volver a casa: beneficios recreativos de un sitio forestal urbano más grande: un análisis de costos de viaje para Berlín, Alemania	Bertram, Larondelle. (2017)	Grunewald	La valoración económica de mercado a través del método de costo de viaje puede proporcionar a las administraciones una herramienta para monetizar los beneficios de la recreación forestal urbana para aumentar la financiación pública y redirigir los recursos para abordar el uso intensificado.	DAP de visitantes y residentes en Berlín	Travel Cost (Encuesta en persona, in situ/Encuesta en línea, 1294)	Espacio recreativo: Grunewald proporciona hábitat para especies, producir madera, albergar programas de educación ambiental y, sobre todo, brindar a los ciudadanos de Berlín uno de los mayores y más importantes variadas áreas recreativas para múltiples tipos de usuarios.	Para muestra completa: 18.21/ persona/ por viaje Para residentes de Berlín: 26.14/ persona/ por viaje
Valoración contingente del espacio público urbano: un estudio de caso de las riberas del río Ljubljana	Verbic, Slabe- Erker, Klunc (2016)	Ljubljana	Los efectos económicos de Ljubljana son negativos debido a la reducción de la actividad económica en el centro. Además, el área está descuidada y no regulada en términos de infraestructura y transporte. Las riberas son de difícil acceso y no están conectadas; muy poco espacio está reservado exclusivamente para peatones.	DAP de personas mayores de 18 años visitantes y residentes de Ljubljana	Valoración contingente/ método de elección discreta (En persona, en el sitio, 500)	Se presentó a los encuestados un proyecto de remodelación de Ljubljana, en la que se incluían terraplenes accesibles, longitudinal y transversalmente, y están vinculados a la integridad urbana, además de una ampliación del área y la construcción de infraestructura portuaria.	2.19 / persona

Un estudio de costos de viaje para estimar el valor recreativo de un refugio de aves en el lago Manyas, Turquía	Gurluk, Rehber. (2007)	Parque Nacional Kus-cenneti	El Parque Nacional Kus-cenneti (KNP) brinda considerables beneficios para la región, aunque se han enfrentado a muchos conflictos ambientales debido a las necesidades de diversas partes interesadas. Una valoración económica de los beneficios proporcionados por el KNP es un dato importante para las partes interesadas y las autoridades locales.	DAP de personas visitantes al Parque Nacional Kus-cenneti	Travel Cost (En persona, en el sitio, 228)	** Espacio recreativo: El Parque Nacional Kus-cenneti ofrece rutas de senderismo, senderos para caminar, áreas de picnic, sitios para la investigación científica sobre plantas y animales, instalaciones para hacer turismo y para acampar.	314. 70 en promedio de 10 zonas/ persona/ por viaje
Valoración de los espacios abiertos urbanos utilizando el método del costo del viaje y las implicaciones del error de medición.	Hanauer, Reid. (2017)	Parque Regional Taylor Mountain	La urbanización ha ejercido presión sobre los espacios abiertos dentro y adyacentes a las ciudades. En las últimas décadas, se ha desarrollado una mayor conciencia del hecho de que las personas obtienen múltiples beneficios del espacio abierto urbano. Dada la ubicación, a menudo existe un alto costo de oportunidad para preservar los espacios abiertos urbanos, por lo que es importante que las partes interesadas públicas y privadas justifiquen tales inversiones.	DAP de personas visitantes al Parque Regional Taylor Mountain	Travel Cost (En persona, en el sitio, 510)	***Espacio recreativo: Las dos actividades más populares en Taylor Mountain son caminar / senderismo y golf de disco	14.78 / persona/ por viaje

Diferencias en el valor recreativo de los parques urbanos entre días laborables y fines de semana: un análisis de elección discreta	Bertrama, Meyerhoff, Rehdanz, Wüstemann (2017)	Parques urbanos en Berlín, Alemania	Explorar si las preferencias por los parques urbanos difieren entre las opciones recreativas entre semana y los fines de semana.	DAP de ciudadanos con al menos un año de residencia en Berlín	Experimento de elección discreta (Encuesta en línea, 1598)	Atributos: Mantenimiento, Limpieza, Facilidad, hábitats para animales y plantas, tamaño, distancia, pago anual	Algunos atributos del parque (USD por año): Tamaño mediano: Laboral 21.35. Fin de semana 57.87. Instalaciones de picnic: Laboral 35.15. Fin de semana 66.57
Análisis de costos de viaje de un área urbana protegida y parques en Singapur: una aplicación de datos para teléfonos móviles	Jaung, Carrasco. (2020)	Jurong Lake Gardens	Macro datos tienen el potencial de mejorar la valoración ajena al mercado, tanto de los parques urbanos como las áreas protegidas.	DAP de ciudadanos visitantes al parque Jurong Lake Gardens	Travel cost (Datos de teléfono móvil – registro digital de llamadas)	Espacio recreativo: Jurong Lake Gardens es un jardín nacional diseñado y administrado para el esparcimiento y la recreación de las comunidades de Singapur. Se extiende sobre 100 ha de espacios verdes y 10 ha de cuerpos de agua, incluido el lago Jurong.	16. 07/ persona/ por viaje
Respuesta de protesta y valoración contingente de un parque forestal urbano en la ciudad de Fuzhou, China	Chen, Qi. (2018)	Parque Forestal Nacional de Fuzhou	Los parques forestales urbanos, como el Parque Forestal Nacional de Fuzhou, brindan a los residentes comodidades paisajísticas, oportunidades recreativas e interacción con la naturaleza. Comprender la calidad recreativa de los espacios verdes y los comportamientos y	DAP de personas que visitaron el Parque Forestal Nacional de Fuzhou	Valoración contingente (Entrevista en persona, in situ, 249)	Escenario en el que las instalaciones se degradan y se requiere una tarifa de uso del parque para respaldar la administración y el mantenimiento	1.80/ persona

			preferencias de los visitantes es esencial para una estrategia eficaz de conservación de parques forestales.				
Beneficios percibidos, preferencias estéticas y disposición a pagar por visitar parques urbanos: un estudio de caso en Calcuta, India	Dinda, Ghosh. (Dinda & Ghosh, 2021)	Parque Milenio, Rabindra Sarobar, Victoria Memorial, Parque Elliot, Parque Deshapriya, Parque Mohammad Ali	En el caso de la India, las ciudades están creciendo rápidamente y el proceso de urbanización a menudo obtiene una expansión urbana sin restricciones. No hay una reforma notable en las pautas de planificación de la ciudad y la política con respecto a la infraestructura social, particularmente los espacios abiertos urbanos	DAP de personas que visitaron parques urbanos en Culcuta.	Valoración contingente (Entrevista en persona, in situ, 270)	Para DAP se les preguntó si querían gastar dinero en visitar parques: la edad, los ingresos, la distancia del residente, la idoneidad del parque y la seguridad del parque eran los principales factores para controlar la disposición a pagar por visitar los parques.	46% visitantes dispuestos a pagar 2.67 – 6.80. 30% visitantes dispuestos a pagar más de 6.80. 14% no estaba dispuesto a pagar
El valor económico del Malecón 2000 en Guayaquil, Ecuador: una aplicación del método de costo de viaje	Menendez-Carbo, Ruano, Zambrano-Monserrate. (2020)	Malecón 2000	Malecón 2000 es uno de los parques urbanos más importantes del Ecuador. Es un parque recreativo y ecológico que combina historia, comercio, cultura y entretenimiento. Por ello, es fundamental promover políticas de conservación y mejora.	DAP de personas que visitaron Malecón 2000	Travel Cost (Entrevista en línea, 472)	Espacio recreativo: los visitantes pueden observar algunos monumentos representativos de la ciudad, así como jardines, museos, comedores, restaurantes y otros servicios turísticos.	16/ persona/ viaje.

Fuente: Elaboración propia. Estructura basada en la investigación de Martínez Cruz (2021)

d) Justicia ambiental: el goce por los servicios recreativos

Es fundamental garantizar la accesibilidad de la ciudadanía a zonas boscosas para que puedan ejercer su derecho a la recreación. El artículo 4° de la Constitución Mexicana establece que “toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.”

Es importante asegurar el acceso a este tipo de servicios, ya que se tiene noción que los bienes y servicios ecosistémicos tienen “implicaciones socioeconómicas, como un aumento del valor de la propiedad, la reducción de la delincuencia, (...) aumento de la longevidad de los ancianos y mitigación de problemas de salud, entre otros. (Cruz, Ortego, & Roca, 2020, pág. 2)

Los bosques urbanos, además de lo anterior, representan un espacio comunitario que “facilitan la cohesión social al crear espacios para las interacciones sociales.” (Konijnendijk, Annerstedt, Busse, & Maruthaveeran, 2013, pág. 14). La importancia de los espacios sociales radica en beneficios en la salud mental.

Existen factores sociales y económicos que inhiben a las personas la oportunidad de disfrutar de los servicios ecosistémicos, este problema forma parte de una injusticia ambiental. La injusticia ambiental postula que “la distribución de los riesgos y beneficios urbanos está desproporcionadamente sesgada en contra de minorías no blancas (racismo ambiental) y niveles socioeconómicos más bajos de la población (clasismo ambiental).” (Fernández - Álvarez, 2017, pág. 401).

La desigualdad de beneficios puede ser producto de diversas razones, incluidas:

La historia del desarrollo de la tierra, los cambios en el uso de la tierra, la filosofía de diseño, la historia de clases, las desigualdades étnico-raciales, la opresión estatal, las políticas estatales para aumentar el valor de la propiedad, la falta de recursos económicos de las ciudades y los hogares para mantener y desarrollar infraestructuras verdes, resistencia comunitaria, políticas de arriba hacia abajo y ausencia de políticas públicas basadas en la justicia (Cruz, Ortego, & Roca, 2020, pág. 2)

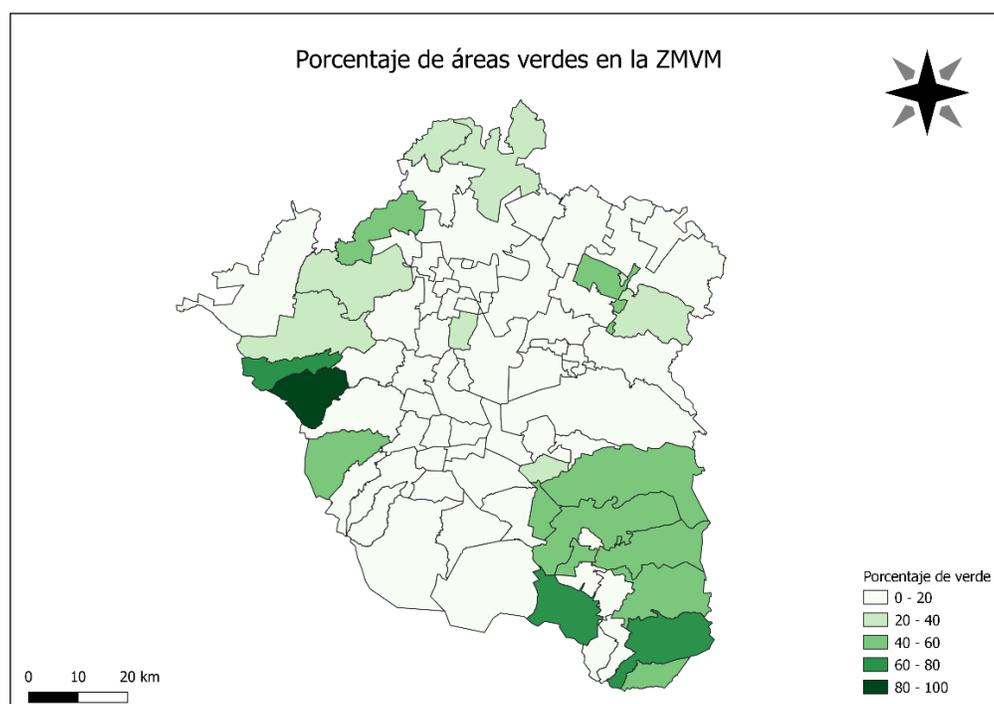
e) **Compensación por verde**

I. **Áreas verdes en la Zona Metropolitana del Valle de México**

La Organización Mundial de la Salud establece que, para garantizar el bienestar del ciudadano, se necesita que una ciudad tenga entre $9\ m^2$ y $15\ m^2$ de espacio verde en promedio para cada ciudadano (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2018, como se citó en Ávila, Gracia, & Martínez, 2021, pág. 4). Sara Ávila, Valeria Gracia y Adán Martínez en su trabajo *Disponibilidad y visitas a áreas verdes en la Zona Metropolitana del Valle de México* (2021) evalúan esta recomendación para el Valle de México. En su estudio obtienen que de las 16 alcaldías de la Ciudad de México, sólo 6 cumplen con los requisitos de la OMS (Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Miguel Hidalgo, Tlalpan, y Venustiano Carranza) (pág. 3).

En términos de extensión, los autores reportan que “sólo uno de los (...) municipios y alcaldías tiene más de 75% de superficie cubierta con áreas verdes; nueve municipios tienen entre 50% y 75% de superficie cubierta por áreas verdes, y 10 tienen entre 25% y 50%” (Ávila, Gracia, & Martínez, 2021, pág. 4) Del total de las 76 alcaldías y municipios que componen a la ZMVM, 56 tienen menos del 25% de la superficie cubierta por área verde (págs. 26-31),

Mapa I: Mapa del porcentaje de áreas verdes en los municipios y alcaldías de la ZMVM.



Fuente: Elaboración propia con base en la figura 2 e información del estudio Disponibilidad y visitas a áreas verdes en la Zona Metropolitana del Valle de México (2020). Cartografía de Conabio (Sistema Nacional de Información Biodiversidad, 2021).

La falta de verde en varias zonas de la ZMVM genera una disparidad en los beneficios que generan las áreas verdes urbanas. Una de las formas en la que los ciudadanos compensan la falta de verde en su alcaldía o municipio es “a través de visitas a parques, particularmente al Bosque de Chapultepec, al Bosque de Aragón y los Dinamos” (Ávila, Gracia, & Martínez, 2021, pág. 17).

II. Valoración e injusticia ambiental

Se han realizado algunas investigaciones con el objetivo de estimar el bienestar y la disposición a pagar por áreas verdes bajo un enfoque de injusticia ambiental. Estas investigaciones, por lo general, se basan en el uso de precios hedónicos para obtener los resultados del estudio.

La investigación *Estimating the willingness to pay for green space services in Shanghai: Implications for social equity in urban China* (2017), mediante precios hedónicos, realizó una estimación de la valoración de espacios urbanos en Shanghái. Con base en lo establecido por Freeman III, el modelo se apoyó en lo siguiente: “el valor de la vivienda se

puede considerar en función de su estructura, ubicación, vecindad y características ambientales, en este sentido, el precio implícito es la disposición de las personas a pagar por cada atributo de la vivienda.” (2017, pág. 97, como se citó en Rosen 1974).

En concreto, el objetivo de la investigación fue estudiar las diferencias en la disposición a pagar por bienes urbanos en diferentes rangos de precios. Como resultados obtuvieron que las personas pertenecientes al nivel percentil más bajo de ingreso pagaron un valor más alto por acceder a los bienes públicos urbanos que las personas en los percentiles de ingresos más altos (2017, pág. 95).

En términos de disponibilidad de áreas, el estudio *A hedonic analysis of the demand for and benefits of urban recreation parks* (2009) estimó la demanda, los beneficios y el valor de las propiedades cercanas a partir del incremento en el porcentaje de los tamaños de parques urbanos recreativos urbanos ubicados en la ciudad de Roanoke en Virginia. A través de precios hedónicos, los investigadores obtuvieron que un aumento de 100 pies en el tamaño de un parque aumentaba en \$80 (USD) el valor de una propiedad cercana (pág. 980). Además, reportaron que un aumento promedio de un 20% en el tamaño de los parques incrementaba el excedente del consumidor en \$160 (USD) (pág. 975).

La investigación *Sustainable for whom? Green urban development, environmental gentrification, and the Atlanta Beltline* (2018) desarrolla el problema de injusticia ambiental a partir de la *Beltline* de Atlanta y el fenómeno de gentrificación. Utilizando un modelo hedónico, los autores reportan que entre los años 2011 y 2015, los valores de las propiedades cercanas a la línea subieron entre el 17,9% y el 26,6% (2018, pág. 546). La gentrificación es un problema de interés público, pues el aumento en valor de las propiedades, dada la implementación de políticas verdes, puede generar marginación a raíz de un desplazamiento de los residentes actuales. Este tema se desarrollará en el apartado de implicaciones de política pública.

La presente investigación tiene por objetivo contribuir a la literatura de valoración de bienes y servicios fuera de mercado que se centran en la injusticia ambiental al estimar el cambio en el bienestar de los ciudadanos al experimentar un aumento en la disponibilidad de verde en su municipio. Esto, a partir del uso del costo de viaje.

Metodología

a) Costo de viaje

La técnica que se empleará para estimar el valor económico es el costo de viaje. Esta técnica tiene un diseño transversal, pues se “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 151).

En concreto, lo que busca el costo de viaje es recrear un modelo de demanda de los servicios de un sitio recreativo, donde un participante que elige visitar un área verde debe incurrir en un costo por trasladarse y un costo por permanecer en el sitio (Haab & Kenneth, Valuing Environmental and Natural Resources , 2002, pág. 138). Se estima la demanda a través del gasto (costos de transporte, equipo, tiempo empleado en viajar, tiempo en el lugar y número de vistas) de los usuarios; este gasto representa el valor que los visitantes estarían dispuestos a pagar por disfrutar de los servicios que el bosque ofrece. En conjunto, esta disposición a pagar representa la demanda agregada.

b) Modelos de datos de conteo

Para estimar demandas de viajes a un sitio recreativo es conveniente el uso de modelos de datos de conteo ya que estos “tratan con variables dependientes con valores enteros no negativos. Para la recreación, el número de viajes es un número entero no negativo.” (Haab & Kenneth, 2002, pág. 164). El modelo de conteo se representa como (pág. 164):

$$\Pr(x_i = n) = f(n, z_i\beta)$$

Donde x_i representa el número de viajes, z_i y β representan un conjunto de variables independientes y parámetros que explican el número de viajes que los usuarios toman a las áreas verdes. Dos de los modelos de conteo utilizados para la estimación son el Poisson y el modelo Binomial Negativo:

I. Poisson

Para el modelo Poisson, la función de la demanda esperada es exponencial. Esta se expresa como (Haab & Kenneth, 2002, pág. 164):

$$\frac{e^{-\lambda} \lambda^n}{n!}$$

Donde λ es tanto la media como la varianza de la distribución de los viajes (pág. 164). Siendo los viajes > 0 , la función exponencial es (pág. 165):

$$\lambda_i = e^{(z_i\beta)}$$

Debido a que λ reporta la media condicional, los viajes esperados se pueden representar como:

$$\lambda_i = e^{(z_i\beta)} = E(x_i|z_i\beta)$$

La estimación de los efectos marginales del modelo Poisson ayuda a comprender el comportamiento de la pendiente de demanda de los viajes recreativos, donde a mayores números de viajes esperados, la curva será más inclinada. La derivada de los viajes esperados respecto a una variable independiente (z_{ij}) está dada por (pág. 165):

$$\frac{\partial E(x_i|z_i\beta)}{\partial z_{ij}} = \beta_j e^{(z_i\beta)}$$

Poisson: medidas de bienestar

La disposición a pagar agrupada se obtiene mediante la demanda estimada por los modelos de conteo, a través del área debajo de la curva. En el modelo Poisson, la derivación de los viajes esperados provienen de la siguiente función (Haab & Kenneth, 2002, pág. 167):

$$E(x_i) = \lambda_i$$

La siguiente especificación de demanda es utilizada para conocer la disposición a pagar del individuo (pág. 167):

$$x = e^{(\beta_0 + \beta_1 C)}$$

Donde C representa el costo de viaje en el que incurre el individuo. Definiendo C^0 como el costo de viaje actual, la disposición a pagar por viajar el área verde es (pág. 167):

$$Disposición\ a\ pagar = \int_{C^0}^{\infty} e^{(\beta_0 + \beta_1 C)} dC = \left[\frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 C)}}{\beta_1} \right]_{C=C^0}^{C \rightarrow \infty} = -\frac{x}{\beta_1}$$

En términos generales, esta ecuación constituye la obtención del excedente del consumidor a partir de la integración de la función de demanda estimada. El signo negativo de la ecuación representa la ley de la demanda: a mayor costo de viaje, menos son los viajes demandados al área verde.

II. Binomial Negativo

Otro de los modelos de conteo utilizados para estimar la demanda de viajes a un sitio recreativo es el modelo binomial negativo. Este modelo se puede definir como “un modelo Poisson con un término de error distribuido en gamma” (Haab & McConnell, 2002, pág. 169). La diferencia entre ambos modelos de conteos es que el binomial negativo no asume igualdad entre media y varianza.

Escribiendo el logaritmo de la esperanza condicional del modelo Poisson más un error sin observar que representa las diferencias individuales tenemos (pág. 169):

$$\log(E(x_i)) = z_i\beta + \theta_i$$

Sustituyendo el lado derecho de la ecuación por una variable aleatoria Poisson condicionada el error sin observar se obtiene (pág. 169):

$$\Pr(x_i | \theta_i) = \frac{\exp(-\exp(z_i\beta + \theta_i))\exp(z_i\beta + \theta_i)^{x_i}}{x_i!}$$

Lo anterior para obtener la distribución de los viajes realizados. Si $\exp(\theta_i) = v_i$ tiene una distribución gamma normalizada, entonces la densidad de v_i estará dada por (pág. 170):

$$h(v) = \frac{v^{1-a}\exp\left(-\frac{v}{\beta}\right)}{\Gamma(a)\beta^a}$$

La función de probabilidad incondicional de x_i , es decir, de los viajes, se obtiene a partir de la integración de v (pág. 170):

$$\Pr(x_i) = \frac{\Gamma(x_i + \frac{1}{a})}{\Gamma(x_i + 1)\Gamma(\frac{1}{a})} \left(\frac{1}{a}\right)^{\frac{1}{a}} \left(\frac{\lambda_i}{\frac{1}{a} + \lambda_i}\right)^{x_i}$$

La media de distribución del modelo binomial negativo es λ_i y la varianza es $\lambda_i(1 + a\lambda_i)$, donde a actúa como parámetro de dispersión: si $a = 0$ la distribución tiende a un modelo Poisson, si $a > 0$ hay sobre dispersión en los datos, si $a < 0$ hay poca dispersión, en ambos casos se prefiere el modelo binomial negativo al Poisson (pág. 170).

c) Criterio de información de Akaike (AIC) y criterio de información Bayesiana (BIC) para modelos elección de modelos

El modelo Poisson y el modelo Binomial Negativo se utilizan para estimar la demanda de visitas recreativas a áreas verdes. En una investigación en la que se requiere el uso de modelos de conteo, es necesaria la elección del modelo que explique la información de la mejor manera posible.

El criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de información Bayesiana (BIC) son herramientas que ayudan a elegir el modelo que mejor se ajusta a los datos recopilados en una investigación. El criterio AIC se define como (Martínez, y otros, 2009, pág. 439):

$$AIC = -2\log(\iota(\hat{\theta})) + 2k$$

Donde la primera parte de la ecuación representa el logaritmo de máxima verosimilitud de los parámetros libres y donde K incorpora el número de parámetros que están libres dentro del modelo, la ecuación “proporciona una estimación de la distancia entre el modelo y el mecanismo que realmente genera los datos observados” (pág. 439). La obtención de un menor AIC en un modelo “indica que o bien el modelo se ajusta mejor a los datos experimentales o que es menos complejo, y en realidad una combinación de ambos factores.” (pág. 440).

El criterio BIC se presenta en el mismo sentido que el criterio AIC, ya que este proporciona información sobre cuál modelo explica de mejor manera los datos. Este se representa de la siguiente manera (Posada & Rosero, 2007, pág. 145):

$$BIC = -2\log LIK + \log(N)K$$

La ecuación es descrita como “una función de la bondad de ajuste del log *Lik*, el número de parámetros ajustados (K) y el número total de datos (N). El modelo con el más bajo valor de BIC es considerado el mejor en explicar los datos” (pág. 145).

d) Muestreo fuera de sitio: modelo de conteo de clases latentes

I. Exceso de ceros

Una de las formas en las que se obtiene información sobre los viajes realizados por parte de los usuarios a un área verde es a partir de encuestas realizadas en hogares. La obtención de datos de esta manera genera una particularidad en la distribución de viajes:

En una muestra de todos los hogares, que registra las visitas a una gran cantidad de sitios durante un período de tiempo, (...) es típico que muchos hogares no visiten ninguno de los sitios. Por tanto, una característica común de los conjuntos de datos recreativos es que la cantidad observada demandada para la mayoría de los sitios es cero. (Haab & Kenneth, *Valuing Environmental and Natural Resources*, 2002, pág. 141).

Si se realiza una encuesta a los hogares sobre la cantidad de sitios recreativos que han visitado durante el año, la respuesta va a tender a cero; esto sucede ya que la encuesta no se realizó *in situ*, es decir, en el sitio recreativo, donde forzosamente las personas habrán visitado por lo menos una vez el área verde.

En esta investigación, para tratar el problema de *excesos de ceros* en las visitas a sitios recreativos, se hace uso de un modelo de conteo de clases latentes, con base en el estudio realizado por Martínez-Cruz (2016): *Handling excess zeros in count models for recreation demand analysis without apology*.

II. Clases latentes

La idea detrás del uso del modelo de clases latentes es la de clasificar a la muestra en grupos distintos de acuerdo a sus preferencias de viajes; esto con el fin de evitar homogeneizar las observaciones y establecer que, dada las características individuales, las personas toman

decisiones particulares. De manera teórica, el modelo de clases latentes ajusta varias funciones de distribución a los viajes realizados por parte de las personas encuestadas.

Optimización: individuos heterogéneos

Suponiendo que una muestra de individuos heterogéneos pertenecen a grupos distintos de viajeros (g), donde los individuos eligen el número de viajes (T), a partir de un conjunto de parámetros de preferencia (β), del ingreso (Y) y características aleatorias específicas de cada individuo (ε), se puede reportar la optimización de la siguiente manera (Martínez-Cruz, 2016, pág. 4).

$$T_g = T_g(P_T, P_C, Y, \varepsilon, \beta)$$

El excedente esperado del consumidor de los grupos de viajeros es (pág. 4):

$$E_\varepsilon[CS_g(T_g)] = \int_{P_T^\alpha}^{P_T, g} \lambda_g(P_T, P_C, Y, \varepsilon, \beta) dp = CS_g[E_\varepsilon(T_g)]$$

Para un tamaño relativo de grupos π_g , el excedente esperado de consumidor para todo el conjunto de viajeros es (pág. 4):

$$E_\varepsilon[CS(T)] = \sum_{g=1}^G \pi_g E_\varepsilon[CS_g(T_g)]$$

Modelo de conteo de clases latentes

La estimación de las especificaciones de clases latentes se realiza a partir de tratar la membresía (d_i), es decir el grupo al que pertenece cada individuo, como un escenario de información competa (Martínez-Cruz, 2016, pág. 5). La derivación del modelo empieza con (pág. 5):

$$V_i = (T_i, d_i)$$

Donde T es un número de viajes observados y d es una matriz de membresías, funciones de probabilidad de pertenecer a una de las clases. Los viajes condicionados a la membresía y a un conjunto de parámetros de preferencia del individuo se representa como $(T_i | d_i, \beta)$, distribuyéndose con la siguiente densidad (pág. 6):

$$f(T_i | d_i, \beta) = \prod_{g=1}^G f(T_i | d_i, \beta_g)^{d_{ij}}$$

Donde $f(T_i | d_i, \beta)$ es una densidad de conteo distribuida como un modelo Poisson o un modelo Binomial Negativo (pág. 6).

Estimación de bienestar

Las estimaciones para las clases latentes del modelo Poisson se obtienen a partir de (Martínez-Cruz, 2016, pág. 8):

$$f(T_i | d_i, \beta) = \sum_{g=1}^G \pi_g \frac{\exp(-\lambda_g) \lambda_g^{T_i}}{T_i!}$$

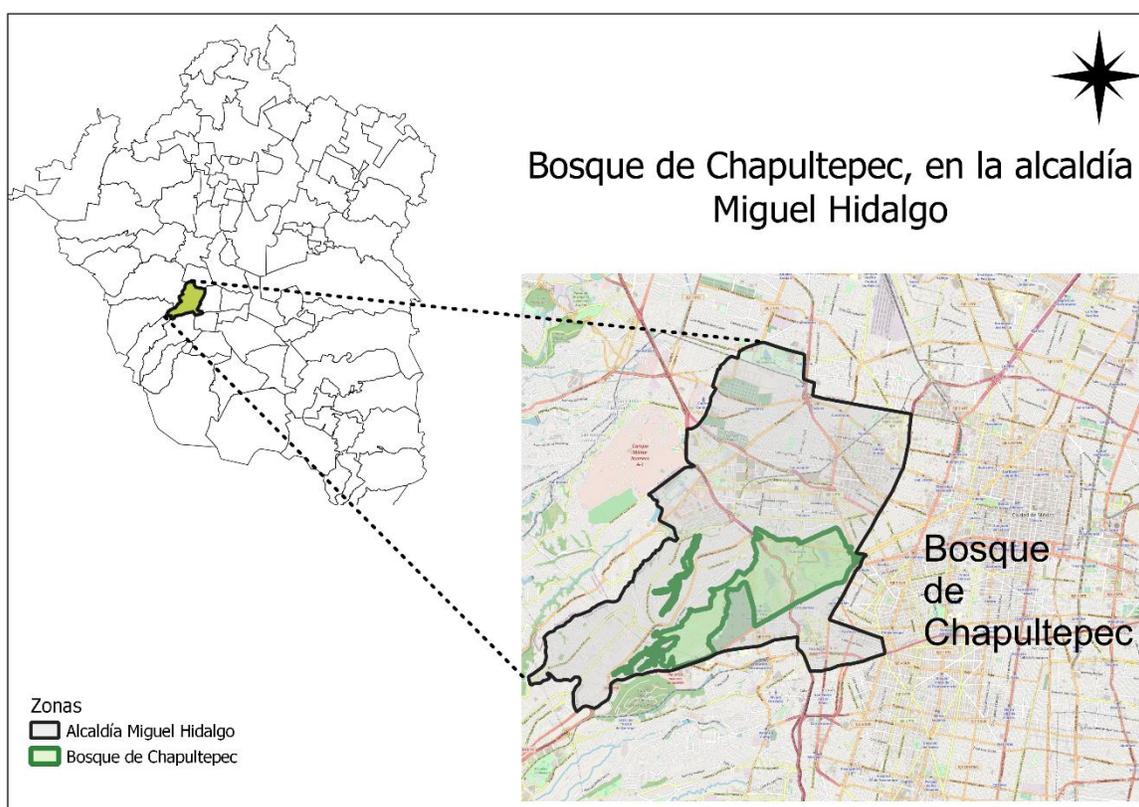
Donde el λ se representa como $\lambda_g = \exp(\beta_{0,g} + \beta_{PT,g} P_T)$. El excedente del consumidor esperado de los viajes esperados para clases latentes es (pág. 8):

$$\sum_{g=1}^G \hat{\pi}_g \int_{P_T^\alpha}^{P_T} \hat{\lambda}_g(\cdot) dp = \sum_{g=1}^G \hat{\pi}_g (\hat{\beta}_{0,g} + \hat{\beta}_{PT,g} P_T) dp = E[CS_g(T_g)]$$

Área de estudio: Bosque de Chapultepec

El Bosque de Chapultepec, ubicado en el suroeste de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), concretamente en la alcaldía Miguel Hidalgo de la Ciudad de México, es el parque urbano más grande de Latinoamérica y es la tercera área boscosa urbana más extensa a nivel mundial; tiene una superficie de 686 hectáreas y recibe anualmente alrededor de 17 millones de visitantes (SEDEMA, Plan Maestro de Rehabilitación, 2018, pág. 9). El bosque se encuentra dentro de las zonas verdes más importantes del continente, no sólo por su extensión, sino también por sus aportaciones ambientales, culturales y recreativas.

Mapa II: Ubicación del Bosque de Chapultepec.



Fuente: Elaboración propia con cartografía de Conabio (Sistema Nacional de Información Biodiversidad, 2021) y Centro Geo (2019)

Los inicios del Bosque de Chapultepec se remontan a la época prehispánica de la ciudad, con la ocupación de teotihuacanos, toltecas y mexicas en el territorio (Museo Nacional de Historia, pág. 1). Durante el periodo virreinal, el Bosque de Chapultepec pasó a ser un lugar de recreación, utilizado principalmente para dar paseos y para la caza (pág. 2). En el año 1530, el emperador Carlos V decretó al Bosque de Chapultepec como propiedad de la Ciudad

de México (pág. 2) . Para el año 1784, el virrey Bernardo de Gálvez inició la construcción del Castillo de Chapultepec. (Museo Nacional de Historia, pág. 2) .

Para la época del Porfiriato, el Bosque de Chapultepec era considerado uno “de los parques más bellos y famosos del mundo en el siglo XX” (Museo Nacional de Historia, pág. 4). Durante esta etapa se trazaron calzadas, se hizo un lago artificial y se aprovechó la tierra para dar diferentes alturas a la superficie (pág. 4).

Actualmente, el Bosque de Chapultepec se compone de tres secciones, descritos de la siguiente manera por la Secretaria de Medio Ambiente en su Plan Maestro de Rehabilitación (2018, pág. 10)

- La Primera Sección tiene 274.08 hectáreas y alberga los siguientes museos: Nacional de Antropología, el Nacional de Historia, el Tamayo Arte Contemporáneo y el de Arte Moderno, así como el Auditorio Nacional, la Casa del Lago Juan José Arreola, el Jardín Botánico, el Jardín de Adultos Mayores y el Zoológico Alfonso L. Herrera.
- La Segunda Sección tiene 168.03 hectáreas. Destaca por los museos de Historia Natural y del Papalote Museo del Niño, además cuenta con el Sistema Lerma – Cutzamala, una infraestructura hidráulica que suministra a la Ciudad de México. Contiene la pista atlética El Sope, dos lagos y la feria.
- La Tercera Sección, tiene una superficie de 243.89 hectáreas. El principal atractivo de esta sección son las cañadas, donde se pueden realizar actividades recreativas, actividades para la promoción de la educación ambiental y ecoturismo. Cada una de las secciones colabora en la provisión de servicios ecosistémicos.

Entre los principales servicios ecosistémicos que el Bosque de Chapultepec brinda a las Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) destacan (p. 17): la formación de suelos, la retención de dióxido de carbono y la producción de oxígeno, la protección y el desarrollo de la biodiversidad, la regulación del clima y microclimas, la infiltración de agua pluvial para la recarga de los mantos acuíferos, el acceso a la recreación en las áreas verdes y regulación de la calidad del aire.

El Bosque de Chapultepec, dada su extensión y su gran participación en la provisión de servicios ecosistémicos, representa una referencia para los ciudadanos que buscan compensar la baja tasa de áreas verdes en su municipio. Es por ello que para esta

investigación, utilizamos los viajes al Bosque de Chapultepec como punto de partida para estimar el valor de las áreas verdes de la ZMVM mediante el costo de viaje.

Datos

a) Técnica de recolección de datos y muestra

Los datos utilizados para la estimación del costo de viaje y para la evaluación de la justicia ambiental fueron obtenidos a través de una encuesta que realizaron en 2017 Sara Ávila, Adán Cruz y Valeria Gracia. Dicha encuesta se aplicó a 1,300 a residentes de la ZMVM, todos ellos mayores de 16 años.

Las encuestas se aplicaron en viviendas pertenecientes al conjunto electoral que reporta el INE, donde mediante un muestreo aleatorio simple se eligieron a las 1,300 viviendas. A través de las preguntas, los ciudadanos reportaron sus visitas a áreas verdes ubicadas en la ZMVM, su frecuencia, costo, así como las actividades realizadas. Como variables de control, se hicieron preguntas sobre características económicas, sociales y demográficas. (Ávila, Gracia, & Martínez, 2021, págs. 6-7)

b) Descripción de la muestra

Los ciudadanos de la ZMVM son la población objetivo de este estudio. Del total de personas encuestadas, 34 % son mujeres. La edad media de los encuestados es de 49 años. Su ingreso promedio es aproximadamente de \$5,700, siendo la mayoría de ellos asalariados (44%). En cuanto a la educación, la escolaridad media es de 10 años. La mayoría de los encuestados (32%) viven en el sureste de la ZMVM. En promedio en el año 2016, los encuestados realizaron .83 viajes, con un costo medio de 90\$. En promedio, los encuestados disponen de 14% de áreas verdes en su municipio.

Tabla IV. Descripción de la muestra

Variable	Media	D.E
Visitas	0.83	0.08
TravelCost	0.09	0.00
PorVerde	0.14	0.00
Edad	49.44	0.47
Sexo	0.34	0.02
Escolaridad	10.11	0.13

OcupIngresoPropio	0.33	0.02
OcupAsalariado	0.44	0.02
SRegion	0.32	0.02
Noregion	0.21	0.01
Neregion	0.30	0.01
Ingreso	5.70	0.14

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México. ¹

En cuanto a los viajes realizados al Bosque de Chapultepec en el año 2016 por parte de los encuestados, destaca que 723 personas declararon no haber realizado ninguna visita al bosque urbano, 64 realizaron 2 visitas y 71 personas realizaron 1 visita. Además, es de recalcar que 5 personas declararon haber visitado la zona 20 veces en el año y 1 persona expresó haber realizado 30 viajes al bosque.

Tabla V. Frecuencia de los viajes realizados al Bosque de Chapultepec

Visitas	Frecuencia	Porcentaje.	Acumulativo.
0	723	75.79	75.79
1	64	6.71	82.49
2	71	7.44	89.94
3	23	2.41	92.35
4	26	2.73	95.07
5	18	1.89	96.96
6	8	0.84	97.80
7	3	0.31	98.11
8	3	0.31	98.43
10	5	0.52	98.95
12	2	0.21	99.16
15	2	0.21	99.37

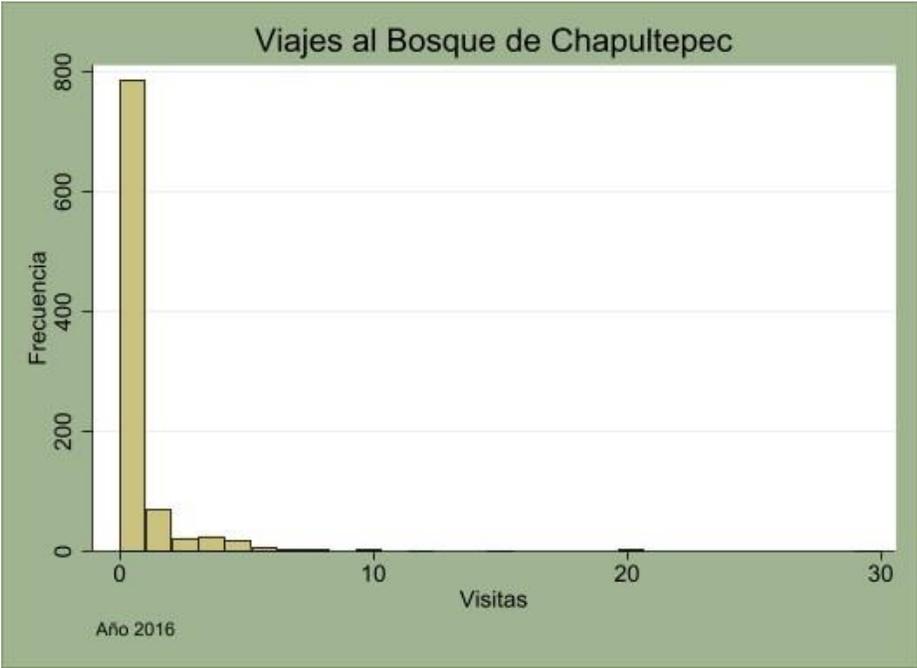
¹ Ávila y Martínez-Cruz. (2016), Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México. Disponible previa comunicación con Sara Ávila Forcada (sara.avila@colorado.edu) o Adán L. Martínez-Cruz (adan.martinez.cruz@slu.edu)

20	5	0.52	99.90
30	1	0.10	100.00
<hr/>			
Total	954	100.00	

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

Al graficar la distribución de densidad de visitas en el último año por parte de los encuestados se obtiene lo siguiente:

Gráfico I: Densidad de visitas al Bosque de Chapultepec



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

El problema de tener un modelo con exceso de ceros es la dificultad de ajustar un solo modelo teórico. Es por ello que en esta investigación se plantea utilizar un modelo de clases latentes mixto: este modelo brinda flexibilidad al combinar una serie de distribuciones teóricas que permiten hacer un ajuste adecuado a la distribución observada de la población que visita el bosque. El modelo de clases latentes evita homogeneizar a la muestra.

c) Modelo econométrico

Se utilizaron dos modelos de conteo para explicar el número de viajes realizados al Bosque de Chapultepec: un modelo Poisson y un modelo Binomial Negativo. Debido al exceso de

ceros obtenido en la muestra, se optó por hacer uso de un modelo de conteo de clases latentes. Para cada modelo, se estimaron cuatro clases. Se utilizó el criterio de información Akaike y el criterio de información Bayesiano para seleccionar el modelo que mejor se ajusta a los datos. La siguiente tabla incluye los AIC y BIC para cada modelo y para cada una de las clases:

Tabla VI. AIC y BIC de los modelos estimados

Número de clases	Modelo Poisson		Modelo Binomial Negativo	
	AIC	BIC	AIC	BIC
1	3275.6	3333.9	2002.7	2065.9
2	2064.9	2186.4	1931.3	2062.5
3	1890.6	2075.3	1945.7	2145.0
4	1895.3	2143.2	1917.8	2175.4

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

Se seleccionó el modelo Poisson de tres clases debido a que fue el modelo que reportó un valor menor en los criterios de información. Este modelo se representa como:

$$\begin{aligned}
 \text{Viajes} = \lambda_i = e(\beta_0 + \beta_1 \text{Costo de viaje} + \beta_2 \text{Costo de viaje sustituto} \\
 + \beta_3 \text{Porcentaje de áreas verdes} + \beta_4 \text{Edad} + \beta_5 \text{Sexo} + \beta_6 \text{Escolaridad} \\
 + \beta_7 \text{Ocupación: ingreso propio} + \beta_8 \text{Ocupación: asalariado} \\
 + \beta_9 \text{Región sureste} + \beta_{10} \text{Región noroeste} + \beta_{11} \text{Región sureste} + \epsilon_i)
 \end{aligned}$$

La variable dependiente del modelo es el número de viajes realizados al Bosque de Chapultepec. Las variables explicativas están definidas por: costo de viaje (medido en miles de pesos), que se construyó a partir de la suma de los gastos en transporte y del costo de oportunidad del tiempo de traslado, costo de viaje sustituto, que representa el costo de viajar al área verde más cercana, obtenida a partir de la selección del costo de viaje menor a otro parque incluido en la encuesta, edad, sexo, escolaridad, ocupación laboral y región de proveniencia.

Resultados

a) Especificaciones econométricas

La tabla VI reporta las especificaciones econométricas de la regresión. Interpretando los resultados como semi elasticidades, dado el modelo Poisson, se reporta que, para la primera clase de viajeros: el costo de viaje es negativo, un aumento en 1 peso en el costo representaría un decremento de visitas en un 0.02%. El incremento en 1% en la disponibilidad de áreas verdes en el municipio donde reside el usuario incrementa en un 1.5% las visitas, el aumento en un 1 año en la edad aumenta los viajes en .03%, las mujeres en promedio asisten menos veces al bosque en un 0.99%, el incremento en un año en la educación reduce las visitas en un 0.1%. Para las variables de ocupación, se toma como base la variable *ocupación: no asalariado*, en la regresión esto se interpreta de la siguiente manera: las personas con ingreso propio realizan, en promedio 0.64% más de visitas al Bosque de Chapultepec que las personas no asalariadas, asimismo, las personas asalariadas realizan 1.35% más de viajes que las personas no asalariadas. Para las regiones, la variable base es *suroeste*, que representa a aquellas personas que residen en dicha región de la ZMVM; para la primera clase de viajeros, las personas que residen en el sureste de la ZMVM realizan 1.27% más viajes que las personas del suroeste.

Para la segunda clase de viajeros, la interpretación es la siguiente: el costo de viaje no es significativo, una posible explicación de la no reacción de los usuarios ante un aumento en el costo de viajar es, que en esta clase, “la heterogeneidad no observada está enmascarando la auténtica relación entre los viajes y el costo del viaje.” (Martínez-Cruz & Sainz, 2017, pág. 830). Un aumento en 1 peso en el costo de asistir al Bosque de Chapultepec incrementa en un 4.26% los viajes al área verde más cercana, las personas con ingreso propio realizan, en promedio, 0.66% más de visitas al Bosque de Chapultepec que las personas no asalariadas, asimismo, las personas asalariadas realizan 1.16% más de viajes que las personas no asalariadas, las personas que residen en el sureste (.42%) y las que lo hacen en el noreste (.64%) realizan menos viajes que las personas del suroeste, . El porcentaje de áreas verdes en su municipio no es un parámetro que sea significativo.

Tabla VII. Especificaciones econométricas – número de viajes Bosque de Chapultepec

Variables explicativas	Clases latentes - Poisson		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
CostoViaje	-23.24*** (6.084)	-2.107 (1.619)	-129.4*** (18.50)
TCSustituto	9.236 (8.504)	4.264 * (2.324)	54.65*** (12.24)
PorVerde	1.512** (0.764)	-0.924 (0.770)	-14.24*** (3.614)
Edad	0.035*** (0.010)	0.0040 (0.006)	0.007 (0.009)
Sexo (Mujer)	-0.993*** (0.333)	-0.0618 (0.147)	0.0168 (0.263)
Escolaridad	-0.099*** (0.027)	-0.018 (0.019)	0.071** (0.033)
OcupIngresoPropio	0.640** (0.299)	0.668** (0.320)	1.031*** (0.393)
OcupAsalariado	1.357*** (0.332)	1.168*** (0.316)	0.650 (0.444)

SEregion	1.274** (0.521)	-0.424** (0.191)	-0.450 (0.589)
NOregion	0.271 (0.356)	-0.084 (0.198)	3.084*** (0.525)
NEregion	-0.272 (0.318)	-0.642*** (0.210)	1.455*** (0.495)
_cons	1.727** (2.33)	0.381 (0.73)	-1.270 (-1.32)
N		954	
ll		-907.3	
aic		1890.6	
bic		2075.3	

Standard errors in parentheses

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

Para la tercera clase de viajeros: un aumento en 1 peso en el costo reduce las visitas en un .12%. Un aumento en 1 peso en el costo de asistir al Bosque de Chapultepec incrementa en un 4.26% los viajes al área verde más cercana, un año más de escolaridad aumenta los viajes en un .07%, las personas con ingreso propio viajan 1.03% más que las personas no asalariadas, tanto las personas del noroeste (3.08%) como las del noreste (1.45%) realizan más viajes que los del sureste. Es en esta tercera clase donde los visitantes reaccionan negativamente al porcentaje de área verde en su municipio, un aumento en un 1% en el verde reduce en 14.24% los viajes, tomando como referencia las medias reportadas en la tabla VIII, los viajes anuales se reducen de 0.205 viajes a 0.1758.

b) Caracterización de las clases

I. Descripción por clase

Los criterios de información AIC y BIC permitieron conocer que un modelo con 3 clases latentes es el adecuado para explicar el comportamiento de los datos. La asignación de los individuos a cada uno de estos grupos se puede efectuar mediante “la probabilidad posterior de que un individuo pertenezca a una clase determinada (que se informa con los parámetros producidos por la especificación de clase latente.)” (Filippini, Greene, & Martínez-Cruz, 2017, pág. 5)

Una vez asignados a una de las clases, los participantes se pueden clasificar acorde al número de viajes realizados al Bosque de Chapultepec en: viajeros ávidos, viajeros frecuentes y viajeros ocasionales (clasificación basada en la investigación de Filippini, Greene, & Martínez-Cruz, 2017, pág. 5).

Acorde a la tabla VIII, que reporta las estadísticas descriptivas para cada una de las clases, los viajeros ávidos se agrupan en la clase 1, pues en promedio realizaron 13 viajes al Bosque de Chapultepec, los viajeros frecuentes pertenecen a la clase 2, con un promedio de viajes de 2, y los viajeros ocasionales pertenecen a la clase 3, promediando menos de un viaje al año (.205). La clase 3, que se caracteriza por reaccionar de manera negativa al porcentaje de verde entorno a los viajes, es la clase más numerosa, con un total de 801 miembros, seguida de la clase 2 con 135 miembros, la clase 1 es la que cuenta con menos miembros (18).

La clase 3 es las que tiene un costo de viaje promedio mayor (96.3\$) debido a una compensación por el porcentaje de áreas verdes. Esta clase es, la que en promedio, posee el segundo porcentaje más bajo de zonas verdes (14.3%) en su municipio. Además, es el grupo con la escolaridad media más baja (10.1 años) y los menores ingresos, con un promedio de \$5,608.

Tabla VIII. Descripción de la muestra, por clase

	Clase 1=Ávidos		Clase 2=Frecuentes		Clase 3=Ocasionales	
	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.EE
Visitas	13.890	1.555	2.830	0.147	0.205	0.027
TravelCost	0.041	0.010	0.078	0.010	0.096	0.004
TCSustituto	0.018	0.004	0.041	0.006	0.054	0.003
PorVerde	0.148	0.038	0.112	0.010	0.143	0.005
Edad	51.610	3.189	45.510	1.183	50.050	0.513
Sexo	0.389	0.118	0.296	0.039	0.351	0.017
Escolaridad	11.560	0.978	10.480	0.321	10.010	0.141
OcupIngresoPropio	0.278	0.109	0.289	0.039	0.342	0.017
OcupAsalariado	0.222	0.101	0.585	0.043	0.419	0.017
SERegion	0.444	0.121	0.333	0.041	0.317	0.016
NOregion	0.222	0.101	0.170	0.032	0.221	0.015
NEregion	0.167	0.090	0.341	0.041	0.298	0.016
Ingreso	7.184	1.831	6.045	0.452	5.608	0.145
N	18		135		801	

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

II. Comparación de medias

La Tabla IX informa las comparaciones de medias entre las tres clases latentes. Como instrumento para la comparación se utiliza la prueba Tukey-Kramer, que “está diseñada para ajustar los valores críticos de la prueba t para casos de comparaciones múltiples.” (Filippini, Greene, & Martínez-Cruz, 2017, pág. 19. Como se citó en Tukey 1949).

Tabla IX. Comparación de medias entre clases (Clase 1 = Ávidos, Clase 2 = Frecuentes, Clases 3 = Ocasionales)

Variable	Media		Tukey-Kramer	
	Contraste	Error estándar	[95% conf. interval]	
Visitas				
Frecuentes vs Ávidos	-11.059	0.325	-11.823	-10.295
Ocasionales vs Ávidos	-13.684	0.309	-14.410	-12.959
Ocasionales vs Frecuentes	-2.625	0.121	-2.908	-2.342
TravelCost				
Frecuentes vs Ávidos	0.037	0.031	-0.037	0.110
Ocasionales vs Ávidos	0.055	0.030	-0.015	0.125
Ocasionales vs Frecuentes	0.019	0.012	-0.009	0.046
TCSustituto				
Frecuentes vs Ávidos	0.024	0.021	-0.025	0.072
Ocasionales vs Ávidos	0.037	0.020	-0.009	0.083
Ocasionales vs Frecuentes	0.013	0.008	-0.005	0.031
PorVerde				
Frecuentes vs Ávidos	-0.035	0.037	-0.122	0.051
Ocasionales vs Ávidos	-0.005	0.035	-0.087	0.077
Ocasionales vs Frecuentes	0.031	0.014	-0.001	0.063
Edad				
Frecuentes vs Ávidos	-6.100	3.612	-14.579	2.379
Ocasionales vs Ávidos	-1.562	3.431	-9.616	6.491
Ocasionales vs Frecuentes	4.538	1.339	1.394	7.681
Sexo				

Frecuentes vs Ávidos	-0.093	0.119	-0.373	0.187
Ocasionales vs Ávidos	-0.038	0.113	-0.304	0.228
Ocasionales vs Frecuentes	0.055	0.044	-0.049	0.158
Escolaridad				
Frecuentes vs Ávidos	-1.078	0.993	-3.408	1.253
Ocasionales vs Ávidos	-1.543	0.943	-3.757	0.670
Ocasionales vs Frecuentes	-0.465	0.368	-1.329	0.399
OcupIngresoPropio				
Frecuentes vs Ávidos	0.011	0.118	-0.267	0.289
Ocasionales vs Ávidos	0.064	0.112	-0.200	0.328
Ocasionales vs Frecuentes	0.053	0.044	-0.050	0.156
OcupAsalariado				
Frecuentes vs Ávidos	0.363	0.124	0.073	0.653
Ocasionales vs Ávidos	0.197	0.117	-0.078	0.473
Ocasionales vs Frecuentes	-0.166	0.046	-0.273	-0.058
SEregion				
Frecuentes vs Ávidos	-0.111	0.117	-0.387	0.164
Ocasionales vs Ávidos	-0.127	0.111	-0.389	0.134
Ocasionales vs Frecuentes	-0.016	0.044	-0.118	0.086
NOregion				
Frecuentes vs Ávidos	-0.052	0.103	-0.294	0.190
Ocasionales vs Ávidos	-0.001	0.098	-0.231	0.228
Ocasionales vs Frecuentes	0.051	0.038	-0.039	0.140
Ingreso				
Frecuentes vs Ávidos	-1.139	1.097	-3.715	1.436
Ocasionales vs Ávidos	-1.576	1.042	-4.022	0.870
Ocasionales vs Frecuentes	-0.436	0.407	-1.391	0.519

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

De acuerdo a lo reportado en la tabla, no existen diferencias en el promedio de costo de viaje y costo de viaje al parque sustituto, lo que quiere decir que la diferencia en visitas por clases no se debe a la diferencia en costos. La diferencia en porcentaje de verde tampoco

presenta intervalos significativos, por lo que, de la misma forma que con los costos, la diferencia en visitas no se debe a la diferencia de acceso a verde por municipio.

La diferencia en edad de los grupos ocasionales y frecuentes es significativa. La clase 3, que promedia 50.1 años, es la clase que menos visita el Bosque de Chapultepec. La tabla además reporta que existen más personas asalariadas en el grupo de viajeros frecuentes que en los grupos viajeros frecuentes y ocasionales.

c) Valor del incremento en verde en la ZMVM

I. Excedente de consumidor

La medida de bienestar o excedente del consumidor se puede estimar mediante la integración del área bajo la curva de demanda (Filippini, Greene, & Martínez-Cruz, 2017, pág. 7). Para modelos de conteo, “la función es una distribución de probabilidad de los viajes.” (pág. 7, como se citó en Hellerstein y Mendelsohn, 1993). La expresión es la siguiente:

$$\text{Excedente de consumidor} = \int_{C_a}^{\infty} \lambda(C, X, \alpha, \beta_c, y) dC = \frac{E(Y|X, C_a)}{-\beta_c} = -\frac{\lambda}{\beta_c}$$

En la expresión, α representa el intercepto de la ecuación, β_c es el parámetro que reporta los cambios en los costos de viaje, y es un vector de coeficientes de las variables de control incluidas en X , C_a representa el costo de viaje observado y λ captura el valor esperado de la demanda (pág. 7). Para cada clase el excedente del consumidor es:

Tabla X. Excedente del consumidor por clase

Clase	Excedente de consumidor
1	-1.093464 (\$1,093.46)
2	-1.053266 (\$1,053.26)
3	-.0015378 (\$1.5378)

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

II. Beneficios del incremento en verde en la Zona Metropolitana del Valle de México

Mediante el uso de clases latentes de un modelo Poisson, esta investigación documentó que, para la tercera clase, un aumento de 1% de área verde en la ZMVM implicaría, en promedio, una reducción en sus visitas anuales al Bosque de Chapultepec de 0.20 a 0.18. Para la tercera

clase, la que incluye una mayor cantidad de miembros, existe una relación negativa entre las visitas realizadas al bosque y el porcentaje de verde.

Estos resultados empíricos implícitamente brindan evidencia que cuantifica un aspecto asociado con la injusticia ambiental. Los residentes que habitan en municipios con menor porcentaje de áreas verdes realizan más viajes al Bosque de Chapultepec, y consecuentemente realizan más gastos para compensar la falta de verde. Dado que los habitantes de los municipios menos verdes son también los que tienen menores ingresos en promedio, los costos de compensación por verde son injustos.

Una posible política pública que podría colaborar en mitigar el problema de injusticia ambiental asociado a la falta de disponibilidad de áreas verdes es el aumento de las mismas. Un incremento en el porcentaje de las zonas ambientales podría beneficiar a los ciudadanos que carecen de ellas al reducir las distancias requeridas para poder gozar de los servicios ambientales y de recreación.

En esta sección, mediante el cálculo del cambio en el excedente del consumidor, se estima el beneficio de la ciudadanía de tener un número mayor de áreas verdes disponibles en su municipio. En concreto, se estima el ahorro, en costos de viaje, al Bosque de Chapultepec.

El cambio en el excedente del consumidor, ante una variación positiva en el porcentaje de áreas verdes, se puede expresar de la siguiente manera:

$$\Delta E(\text{Excedente consumidor}) = E(CS^{TC}) - E(CS^{CB}) = \frac{\lambda^{CB} - \lambda^{TC}}{\beta_C}$$

Donde $E(CS^{TC})$ representa el excedente del consumidor ante un hipotético aumento de las áreas verdes, $E(CS^{CB})$ representa el excedente del consumidor actual, λ^{CB} reporta el número de viajes realizados al Bosque de Chapultepec posteriores al hipotético incremento en verde, λ^{TC} representa los viajes actuales y β_C reporta el coeficiente del parámetro de costo de viaje para la tercera clase, el cual es -129.4.

Los cambios en el excedente del consumidor se realizaron para un incremento en verde en 1%, 5%, 10% y 20%. La tabla XI reporta los resultados:

Tabla XI. Valor del cambio en el bienestar tras un incremento en verde en la ZMVM

Aumento en verde	Media	Error estándar	Intervalos de confianza	
1%	-0.0002042	0.00002118	-0.000247	-0.000162
5%	-0.0007834	0.00008128	-0.000946	-0.000621
10%	-0.0011677	0.0001212	-0.00141	-0.000925
20%	-0.0014487	0.0001503	-0.001749	-0.001148

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

La media, ponderada por el inverso del valor negativo del parámetro asociado al costo de viaje, se traduce de la siguiente manera: un incremento en 1% en las áreas verdes disponibles permite un ahorro en 0.2042 pesos anuales, por persona, en costos de viaje al Bosque de Chapultepec. Este 1% equivale a un incremento en 1,750.35 hectáreas de área verde, pues en total, la ZMVM cuenta aproximadamente con 175, 035 hectáreas totales (estimación calculada de lo reportado en *Disponibilidad de y visitas a áreas verdes en la zona metropolitana del Valle de México*; Ávila, Gracia, & Martínez, 2021).

Al extrapolar el valor de la media al 79. 54% (probabilidad posterior de la clase 3) de los 16, 451, 988 millones de habitantes de la ZMVM mayores de 16 años (Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI), se obtiene que un incremento en 1% en las áreas verdes de la ZMVM produce \$2, 672, 241.18 millones de pesos anuales por concepto de los ahorros.

El programa *Sembrando Parques: recuperación de parques y espacios públicos de la Ciudad de México* se planteó como objetivo “Ampliar y mejorar la superficie de áreas verdes por habitante en la Ciudad de México” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019, pág. 3). Para ello se realizó una inversión de 1,332 millones de pesos para un incremento en 1, 199 hectáreas distribuidas a en 16 parques y espacios públicos de la ciudad. Para la ZMVM, esto representaría un .685% de incremento en las áreas verdes totales.

En nuestra estimación, un aumento en .685% en las zonas verdes representaría un cambio en el excedente del consumidor de:

*Tabla XII. Valor del cambio en el bienestar tomando como base el programa
Sembrando Parques: recuperación de parques y espacios públicos de la Ciudad de
México*

Aumento en verde	Media	Error estándar	Intervalos de confianza	
0.685%	-.000143	0.000014834	-0.00017267	-0.00011333

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de la Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del Valle de México.

De acuerdo a la tabla, un aumento de 1, 199 hectáreas representaría un ahorro de .143 pesos anuales por persona en costo de compensación de viajes al Bosque de Chapultepec. En el agregado, este aumento representaría un ahorro de \$1, 871, 354.006 pesos anuales para los habitantes de la ZMVM.

Implicaciones de política pública

Esta investigación busca incidir en la posible injusticia ambiental en la que incurren los ciudadanos de la ZMVM, pues como ya se ha mencionado, existe una insuficiencia y una mala distribución de las áreas verdes a lo largo de la región, generando de esta manera una disparidad de acceso a los servicios ambientales y recreativos. Los ciudadanos, con poca disponibilidad de verde en sus municipios, buscan una compensación de los servicios ecosistémicos al viajar fuera de su zona hacia parques y bosques urbanos, como el Bosque de Chapultepec.

Con las estimaciones previamente realizadas, se pudo analizar un presunto incremento en el bienestar de los ciudadanos al aumentar el porcentaje de las áreas verdes en la ZMVM. Una política pública enfocada en el desarrollo de zonas ambientales recreativas puede acercar a los ciudadanos al goce de servicios ecosistémicos para el beneficio de su salud física y mental. En la ampliación de zonas verdes, es necesario una política que tome en cuenta la gentrificación verde.

En el problema de gentrificación verde, el aumento en valor de las propiedades, dada la implementación de políticas verdes, puede generar marginación y migración de la población cercana al área implementada. Como ejemplo, el estudio *Eco-gentrification and who benefits from urban green amenities: NYC's high line* (2020), reportó que las viviendas más cercanas a High Line experimentaron un aumento del 35,3% en el valor de las viviendas (pág. 1), los autores comentan que “aumentar la cantidad de espacios verdes puede conducir a la gentrificación: aumento del valor de las propiedades, desplazamiento de los residentes existentes y una gran inmigración de poblaciones ricas.” (pág. 1)

El problema de gentrificación verde puede estar más presente en las áreas verdes enfocadas a la recreación. La investigación *Hidden drivers of social injustice: uncovering unequal cultural ecosystem services behind green gentrification* (2020), a partir del estudio de 18 parques urbanos de Barcelona, concluyó que “los parques que experimentaron gentrificación verde se asociaron significativamente con "estética" y "actividades recreativas", mientras que los parques que no experimentaron gentrificación verde se asociaron significativamente con "identidad cultural" y "actividades sociales.”(pág. 254).

Una posible solución a la gentrificación verde se discute en *Can smaller parks limit green gentrification? Insights from Hangzhou, China* (2021). Por medio de un análisis de posible gentrificación en la ciudad de Hangzhou, los autores destacan que “los grandes espacios verdes parecen fomentar la gentrificación debido a sus beneficios funcionales, apoyo político favorable, adornos elaborados y regímenes estrictos de gestión y mantenimiento.” (pág. 1). Los autores subrayan que “un enfoque de "lo suficientemente verde" (...) con espacios verdes más pequeños distribuidos, con un mantenimiento menos estricto, podrían resolver la paradoja de la gentrificación verde.” (pág. 1)

Conclusión

En esta investigación se estima el valor que los residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México asignan a las áreas verdes. Para ello, se toma como referencia los viajes realizados al Bosque de Chapultepec.

Con el uso de costo de viaje y un modelo Poisson de clases latentes, esta investigación reporta tres clases de visitantes para el Bosque de Chapultepec. La tercera clase, a la cual se le ha clasificado como el grupo de viajeros ocasionales, es la que contiene mayor número de miembros (801). Este tipo de viajeros, de acuerdo a nuestras estimaciones, reducen sus visitas al Bosque de Chapultepec ante un aumento en el porcentaje de verde en su municipio. En concreto, un incremento de 1% de verde en la ZMVM implicaría que los miembros de esta clase disminuirían sus visitas anuales promedio al Bosque de Chapultepec de 0.205 a .1758.

En términos de bienestar, se calculó que el aumento en 1% en verde permite el ahorro de 0.2042 pesos por persona. Al extrapolar este valor al 80% de los 16, 451, 988 millones de habitantes de la ZMVM, se obtiene que un incremento en 1% en las áreas verdes de la ZMVM produce \$2, 672, 241.18 millones de pesos anuales por concepto de los ahorros en costos de viaje al Bosque de Chapultepec. El programa de la Ciudad de México *Sembrando Parques: recuperación de parques y espacios públicos de la Ciudad de México* estimó que un incremento del 0.685% de las áreas verdes totales de la ZMVM conllevaría a un gasto de 1, 332 millones de pesos; bajo nuestras estimaciones, un aumento del 0.685% de verde equivaldría a un beneficio de \$1, 871, 354.006 pesos anuales.

Emparejamos nuestros resultados con un enfoque de injusticia ambiental. La disponibilidad insuficiente de áreas verdes genera que algunos ciudadanos compensen la falta de verde con viajes al Bosque de Chapultepec. Los miembros que hacen este tipo de compensación, son los que menores ingresos tienen en promedio, por lo que los costos por verde son injustos. Lo anterior genera diferencias en el goce de los servicios ecosistémicos de las áreas verdes de la ZMVM.

El uso de políticas públicas enfocadas en la ampliación de áreas verdes es una opción para tratar el problema de disparidad en el goce de los servicios ecosistémicos. Para su implementación, se necesita una planificación estratégica sobre la extensión y localización

de estas nuevas áreas para evitar un problema de gentrificación, el cual como se mencionó en el texto, puede generar problemas de marginalización y desplazamiento.

Referencias

- Amorim, A., Calcagni, F., Timothy, J., Anguelovski, I., & Langemeyer, J. (2020). *Hidden drivers of social injustice: uncovering unequal cultural ecosystem services behind green gentrification*. Barcelona: Environmental Science & Policy. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.021>.
- Assessment, M. E. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.
- Ávila, S., Gracia, V., & Martínez-Cruz, A. (2021). Disponibilidad de y visitas a áreas verdes en la zona metropolitana del Valle de México. En J. Reyes, *Infraestructura verde y sostenibilidad urbana*. México: UNAM-Universidad Iberoamericana.
- Baker, R., & Ruting, B. (2014). *Environmental Policy Analysis: A Guide to Non-Market Valuation*. Australia: Productivity Commission Staff Working Paper.
- Bedimo-Rung, A., Mowen, A., & Cohen, D. (2005). *The Significance of Parks to Physical Activity and Public Health A Conceptual Model*. Estados Unidos: American Journal of Preventive Medicine. doi:10.1016/j.amepre.2004.10.024.
- Bertram, C., Meyerhoff, J., Rehdanz, K., & Wüstemann, H. (2017). *Differences in the recreational value of urban parks between weekdays and weekends: A discrete choice analysis*. Berlín: Landscape and Urban Planning. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.006>
- Black, K., & Richards, M. (2020). *Eco-gentrification and who benefits from urban green amenities: NYC's high line*. Estados Unidos: Landscape and Urban Planning. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103900>
- CentroGeo. (2019). *Contorno del Bosque de Chapultepec, SEDEMA*. Obtenido de Plataforma Geocientífica. Bosque de Chapultepec: Naturaleza y Cultura: http://201.134.205.176/layers/geonode%3Acontornos_chapultepec_sedema
- Chen, B., & Qi, X. (2018). *Protest response and contingent valuation of an urban forest park in Fuzhou City, China*. China: Urban Forestry & Urban Greening. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.005>
- Chen, Y., Xu, Z., Byrne, J., Xu, T., Wang, Shiwen, & Wu, J. (2021). *Can smaller parks limit green gentrification? Insights from Hangzhou, China*. China: Urban Forestry & Urban Greening. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127009>
- (1987). *Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo*. Madrid.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (8 de Noviembre de 2018). *Ciudades verdes y sustentables*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conanp/articulos/ciudades-verdes-y-sustentables#:~:text=Las%20C3%A1reas%20verdes%20tambi%C3%A9n%20son,el%20estr%C3%A9s%20y%20la%20depresi%C3%B3n.&text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,habitante%20para%20garantizar%20su%20bien>
- Cruz, M., Ortego, M., & Roca, E. (2020). *Tree Ecosystem Services, for Everyone? A Compositional Analysis Approach to Assess the Distribution of Urban Trees as an Indicator of Environmental Justice*. Sustainability. doi:<https://doi.org/10.3390/su12031215>

- Dinda, S., & Ghosh, S. (2021). *Perceived benefits, aesthetic preferences and willingness to pay for visiting urban parks: A case study in Kolkata, India*. India: International Journal of Geoheritage and Parks. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.12.007>
- Enríquez, C. (2012). *El Bosque de Chapultepec y la Transformación de su Entorno*. México: UNAM. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3450056>
- FAO. (2017). *Urban and Peri-urban Forestry*. Obtenido de <http://www.fao.org/forestry/urbanforestry/87025/en/>
- Fernández - Álvarez, R. (2017). *Inequitable distribution of green public space in the Mexico City: an environmental injustice case*. Arizona: Economía, Sociedad y Territorio. doi:10.22136/est002017697
- Filippini, M., Greene, W., & Martínez-Cruz, A. (2017). *Non-market Value of Winter Outdoor Recreation in the Swiss Alps: The Case of Val Bedretto*. Springer. doi:10.1007/s10640-017-0181-0
- Gobierno de la Ciudad de México. (2019). *Sembrando Parques: recuperación de parques y espacios públicos de la Ciudad de México se planteó como objetivo*. Secretaría de Obras y Servicios. Obtenido de: <https://www.obras.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/recuperacion-de-parques-y-espacios-publicos-de-la-ciudad-de-mexico-sembrando-parques.pdf>
- Gürlük, S., & Rehber, E. (2007). *A travel cost study to estimate recreational value for a bird refuge at Lake Manyas, Turkey*. Turquía: Journal of Environmental Management. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.07.017>
- Haab, T., & McConnell, K. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources. The Econometrics of Non-Market Valuation*. Edward Elgar.
- Hanauer, M., Reid, & John. (2017). *Valuing urban open space using the travel-cost method and the implications of measurement error*. Estados Unidos: Journal of Environmental Management. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.005>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Immergluck, D., Balan, & Tharunya. (2018). *Sustainable for whom? Green urban development, environmental gentrification, and the Atlanta Beltline*. Estados Unidos: Urban Geography. doi:<https://doi.org/10.1080/02723638.2017.1360041>
- INEGI. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México.
- Jaung, W., & Carrasco, R. (2020). *Travel cost analysis of an urban protected area and parks in Singapore: a mobile phone data application*. Singapur: Journal of Environmental Management. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110238>
- Konijnendijk, C., Annerstedt, M., Busse, A., & Maruthaveeran, S. (2013). *Benefits of Urban Parks. A systematic review. A report for IFPRA*. Suecia: IFPRA. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/267330243_Benefits_of_Urban_Parks_A_systematic_review_-_A_Report_for_IFPRA

- Latinopoulos, D., Mallios, Z., & Latinopoulos, P. (2016). *Valuing the benefits of an urban park project: A contingent valuation study in Thessaloniki, Greece*. Grecia: Land Use Policy. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.020>
- Mantymaa, E., Jokinen, M., Juutinen, A., Lankia, T., & Louhi, P. (2021). *Providing ecological, cultural and commercial services in an urban park: A travel cost–contingent behavior application in Finland*. Finlandia: Landscape and Urban Planning. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104042>
- Martínez, D., Albín, J., Cabaleiro, J., Pena, T., Rivera, F., & Blanco, V. (2009). *El Criterio de Información de Akaike en la Obtención de Modelos Estadísticos de Rendimiento*. España. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/236279245_El_criterio_de_informacion_de_Akaike_en_la_obtencion_de_modelos_estadisticos_de_Rendimiento
- Martínez-Cruz, A. (2005). Valor económico recreativo del parque nacional Desierto de los Leones. En *Tesis de licenciatura* (pág. 81). Obtenido de <http://hdl.handle.net/11651/46>
- Martínez-Cruz, A. (2016). *Handling excess zeros in count models for recreation demand analysis*. Zurich: CER-ETH. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2818463>
- Martínez-Cruz, A. (2021). *Non-market valuation of marine conservation A literature review to inform a contingent valuation protocol valuing conservation efforts in Galapagos Islands*. Suecia: CERE.
- Martínez-Cruz, A., & Sainz, J. (2017). *El valor de dos espacios recreativos periurbanos en la Ciudad de México*. México: Trimestre Económico. Obtenido de <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/607/807>
- Menendez, S., Ruano, M., & Zambrano, M. (2020). *The economic value of Malecón 2000 in Guayaquil, Ecuador: An application of the travel cost method*. Ecuador: Tourism Management Perspectives. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100727>
- More, T., & Payne, B. (1978). *Affective Responses to Natural Areas Near Cities*. Journal of Leisure Res. doi:<https://doi.org/10.1080/00222216.1978.11969329>
- Museo Nacional de Historia*. (s.f.). Obtenido de Historia de Chapultepec : <https://mnh.inah.gob.mx/userfiles/media/mnh-cultura-gob-mx/uploaded/mnh-chapultepec.pdf>
- Neckel, A., Da Silva, J., Saraiva, P., Kujawa, H., Araldi, J., & Pacheco, E. (2020). *Estimation of the economic value of urban parks in Brazil, the case of the City of Passo Fundo*. Brasil: Journal of Cleaner Production. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121369>
- Posada, S., & Rosero, R. (2007). *Comparación de modelos matemáticos: una aplicación en la evaluación*. Colombia: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023034006>
- Poudyal, N., Hodges, D., & Merrett, C. (2009). *A hedonic analysis of the demand for and benefits of urban recreation parks*. Estados Unidos: Land Use Policy. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.11.008>

- Reyes, I., & Gutiérrez, J. (2010). *Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca*. México: UNAM.
- Sanjurjo, E., & Welsh, S. (2005). *Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares*. México: Gaceta Ecológica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907405.pdf>
- SEDEMA. (2018). *Plan Maestro de Rehabilitación*. México. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/330556061_2018_Plan_maestro_de_rehabilitacion_3a_seccion_Bosque_de_Chapultepec_Chapultepec_Park_master_restoration_plan_Overview
- Sistema Nacional de Información Biodiversidad. (2021). *Portal de Geoinformación 2021*. Obtenido de Conabio: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Stromberg, P., Öhrner, E., Brockwell, E., & Liu, Z. (2021). *Valuing urban green amenities with an inequality lens*. Suecia: Ecological Economics. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107067>
- Tibesigwa, B., Ntuli, H., & Lokina, R. (2020). *Valuing recreational ecosystem services in developing cities: The case of urban parks in Dar es Salaam, Tanzania*. Tanzania: Cities. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102853>
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2018). Evaluating Trade-Offs Benefit-Cost Analysis and Other Decision-Making Metrics. En *Environmental and Natural Resource Economics*. Nueva York: Routledge.
- Velasco, M. (2008). *Un Modelo de Regresión Poisson Inflado con Ceros para Analizar datos de un Experimento de Fungicidas de Jitomate*. Veracruz: Facultad de estadística e informática. Obtenido de <https://www.uv.mx/mapli/files/2012/05/Un-Modelo-de-Regresion-Poisson-Inflado-con-Ceros-para-Analizar-Datos-de-un-experimento-de-Fungicidas-en-Jitomate.pdf>
- Verbic, M., Slabe-Erker, R., & Klun, M. (2016). *Contingent valuation of urban public space: A case study of Ljubljana riverbanks*. Eslovenia: Land Use Policy. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.033>
- Wolch, J., Byrne, J., & Newell, J. (2014). *Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'*. Estados Unidos: Landscape and Urban Planning. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- Xiao, Y., Lu, Y., Guo, Y., & Yuan, Y. (2017). *Estimating the willingness to pay for green space services in Shanghai: Implications for social equity in urban China*. China: Urban Forestry & Urban Greening. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.007>