



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES

VALORACIÓN ECONÓMICA DE TECHOS VERDES EN LA CIUDAD DE MÉXICO

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES

Presenta:

CAROLINA CISNEROS NÚÑEZ

Bajo la supervisión de: RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ, DOCTOR



APROBADA



Junio, 2024

Chapingo, Estado de México

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE TECHOS VERDES EN LA CIUDAD DE
MÉXICO**

Tesis realizada por **Carolina Cisneros Núñez** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

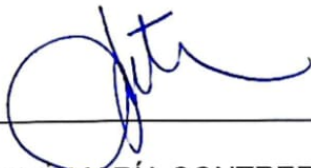
**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**

DIRECTOR: 

DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ

ASESOR: 

DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ

ASESOR: 

M.C. JOSÉ MARÍA CONTRERAS CASTILLO

ASESORA: 

M.C. ULRIKE GRAU

CONTENIDO

Contenido	
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
DEDICATORIAS	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DATOS BIOGRÁFICOS	ix
RESUMEN GENERAL	x
GENERAL ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	12
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 Hipótesis	15
1.3.1 Hipótesis General	15
1.3.2 Hipótesis Específicas	15
1.3 Justificación	15
1.4 Estructura del documento	16
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1 Contexto mundial y necesidad de integrar a la naturaleza	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Desarrollo Sustentable	19
2.3 Áreas verdes urbanas	20
2.4 Techos Verdes	23
2.5 Concepto de valor	28
2.6 Valoración económica	30
2.6.1 Valoración económica de techos verdes	31
2.7 Método Precios Hedónicos (MPH)	33

LITERATURA	37
3. Valoración económica de techos verdes: una aplicación de precios hedónicos a equipamiento público	45
4. CONCLUSIONES GENERALES	63
5. LITERATURA GENERAL	64

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de la población mundial por regiones, en 2019	17
Cuadro 2. Distribución de población urbana en megaciudades	18
Cuadro 3. Comparación de la superficie de áreas verdes urbanas de la Ciudad de México a lo largo del tiempo	22
Cuadro 4. Beneficios de los techos verdes	24
Cuadro 5. Clasificación de techos verdes	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	20
Figura 2. Distribución de capas en los techos verdes	25

DEDICATORIAS

A mi madre, Carolina Núñez, porque eres la mejor amiga del mundo y eres un curita para el corazón.

A mi padre, Ernesto Cisneros, por ayudarme a ver la vida de distintas formas y guiarme a tomar lo mejor de ella.

A mis hermanos, Edgar y Diego, que siempre me comparten su tiempo, sus conocimientos, sus juegos y sus risas

De todos aprendo cada día, han ayudado a construir la persona que hoy soy, sé que la vida me premió con ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos, por apoyarme y alentarme en cada paso de mi vida, por siempre escucharme, aconsejarme, cuidarme y sobre todo por amarme.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por abrirme las puertas y cobijarme al realizar mis estudios de posgrado.

A la División de Ciencias Económico-Administrativas, por permitirme ser parte de su comunidad estudiantil y por ofrecer espacios para realizar mis actividades académicas.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, por su gran guía, apoyo, paciencia, tiempo y sugerencias para la culminación de esta investigación.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz, por el tiempo brindado, por los consejos y los valiosos aportes a mi formación académica.

Al M.C. José María Contreras, por sus atinadas recomendaciones que fueron muy útiles en la elaboración de este documento.

A la M.C. Ulrike Grau, por su tiempo, por sus conocimientos y por haber presentado su ponencia sobre techos verdes años atrás, sin la cual yo no hubiese descubierto esta maravillosa línea de investigación.

A la Dra. Dixia Dania Vega Valdivia, por su acompañamiento académico, sus consejos y su amistad.

A mis amigos Itzel, Jorge y Neydid; por ser nobles compañeros y amigos sinceros, agradezco por el tiempo, las risas y complicidad.

A mis amigas Flor y Diana, por motivarme a realizar mis estudios de posgrado y apoyarme en todo momento.

A Mirna y Chayito, por sus pláticas y orientación durante la realización de mis estudios.

A los profesores de la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, por sus clases y conocimientos.

A todos mis amigos, por el apoyo que me otorgaron durante estos años.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre	Carolina Cisneros Núñez
Fecha de nacimiento	16 de junio de 1996
Lugar de nacimiento	Texcoco, estado de México
CURP	CINC960616MMCSXR09
Profesión	Ing. En Recursos Naturales Renovables
Cédula profesional	12939927

Desarrollo académico

Bachillerato	Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Generación 2011-2014
Licenciatura	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Chapingo. Generación 2014-2018

RESUMEN GENERAL

VALORACIÓN ECONÓMICA DE TECHOS VERDES EN LA CIUDAD DE MÉXICO¹

Las ciudades en todo el mundo presentan problemas sociales y ecológicos debido a la falta de planificación urbana y disminución de áreas verdes, además de las consecuencias atribuibles al cambio climático. En la presente investigación se realizó una valoración económica a edificios públicos con techos verdes, haciendo uso del valor catastral, aplicando el método precios hedónicos (MPH). El área de estudio fue la Ciudad de México, debido a las diversas estrategias para el aumento de áreas verdes urbanas, con el fin de contribuir a la mitigación y adaptación frente al cambio climático. Se aplicaron encuestas a los administradores de 20 edificios y se realizó una estimación de modelo hedónico resultando como variables estadísticamente significativas el área de techo verde instalado, la distancia a estaciones de transporte colectivo, los beneficios de los techos verdes como la disminución de temperatura y la percepción de absorción de CO₂. Se concluye que los techos verdes en la Ciudad de México aumentan el valor catastral de los inmuebles, ya que generan beneficios ambientales y contribuyen a la disminución de temperatura del edificio.

Palabras clave: Infraestructura verde, Naturación urbana, Preferencias reveladas, Azoteas verdes, Ciudades sostenibles

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Carolina Cisneros Núñez
Director de Tesis: Dr. Ramón Valdivia Alcalá

GENERAL ABSTRACT

ECONOMIC ASSESSMENT OF GREEN ROOFS IN MEXICO CITY²

Cities around the world are experiencing social and ecological challenges due to the lack of urban planning and the decrease of green areas, beside the consequences attributable to climate change. In this research an economic valuation was carried out on public buildings with green roofs, using the cadastral value and applying the hedonic pricing method (HPM). Mexico City was chosen as the study area because of its efforts in order to increase urban green areas as a strategy to contribute to the mitigation of and adaptation to climate change. The administrators from 20 buildings were surveyed and subsequently a hedonic model was estimated. The statistically significant variables in the survey were: the area of green roof installed, the distance to public transportation, the benefits of green roofs as the decrease of temperature inside the building generated by the green roof and the perception of CO₂ absorption. It is concluded that green roofs in Mexico City increase the cadastral value of properties, due to the provision of environmental benefits and to reducing the temperature of the building.

Key words: Green infrastructure, Greening cities, Revealed preferences, Green roofs, Sustainable cities

² Thesis, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Carolina Cisneros Núñez
Advisor: Dr. Ramón Valdivia Alcalá

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Las ciudades en el mundo son núcleos importantes de flujos económicos y sociales, no obstante, es justamente esta concentración de actividades y búsqueda de mejores condiciones de vida lo que ha generado un crecimiento urbano sin planificación adecuada, disminuyendo la superficie disponible de áreas verdes ocasionando diversos problemas ambientales.

Actualmente, la situación ambiental del planeta se encuentra limitada de recursos naturales, que adicionadas las numerosas y crecientes necesidades humanas, han orientado a las distintas ciencias a entender, explicar y atender los problemas globales mediante el avance del concepto desarrollo sustentable, en el que la economía juega un papel importante respecto a la equidad social y la calidad ambiental que se persigue.

Algunas estrategias relacionadas al crecimiento económico, propuestas con el fin de reflexionar sobre el bienestar ambiental en las zonas urbanas, es la implementación de infraestructura sustentable, la generación de empleos mediante la instalación y mantenimiento de equipos y tecnologías eficientes (Salcedo et al., 2010), producción de energías limpias para la industria y la agricultura (Zarta, 2018), entre otras. Una opción de tecnología sustentable son los techos verdes, que surgen como respuesta a las limitadas áreas verdes dentro de zonas urbanas (Zielinski et al., 2012).

Ambientalmente, los techos verdes tienen un papel sumamente importante para compensar las afecciones causadas por la población y el cambio climático, sin embargo, los beneficios económicos derivados de la implementación de techos verdes no han sido estudiados ampliamente.

Se tienen estudios en el que se aceptan los techos verdes como generadores de valor adicional de una propiedad; esto puede explicarse debido a que a mayor cantidad de elementos protegiendo una edificación, aumentan su utilidad y mayor es el valor de la edificación (Flores Asin et al., 2015, citado por Brandana et al., 2020). En Europa se manifestó que los techos verdes generan un valor agregado que propicia el aumento del costo comercial de los edificios; para el sector hotelero se ha demostrado la generación de un valor adicional en el precio de las habitaciones que cuentan con vistas a cubiertas

verdes (Gutiérrez, 2008). Pese a estos beneficios, la investigación y la generación de estudios relativos al tema son necesarios para promover su implementación (Marqués, 2023).

México es uno de los países latinoamericanos que han empleado esta tecnología, albergando el techo verde más grande ubicado en la Ciudad de México, no obstante, aún no se catalogan como infraestructura obligatoria para el desarrollo arquitectónico (Sotelo, 2022) de viviendas y edificios; por otro lado, la producción de investigación científica es escasa, dado que en un lapso de cinco años (2014 – 2019) únicamente se produjeron 10 artículos (López-González et al., 2020) relacionados a los techos verdes. El mayor número de investigaciones sobre metodologías y beneficios, son aportados por países europeos, mientras que, en Latinoamérica, es Colombia el principal proveedor de tesis de investigación y artículos científicos. El método de valoración económica mayormente aplicado a techos verdes es el Análisis Costo-Beneficio.

Dada la situación antes descrita, este estudio surgió como una necesidad de realizar una valoración económica que sustente los techos verdes como una tecnología de gran importancia para el mercado inmobiliario y la toma de decisiones de los gestores públicos. Además de favorecer la instalación de estas tecnologías, la generación de empleos derivados de la construcción, mantenimiento, jardinería y diseño; la postulación a certificaciones; y actualización de metodologías referentes a los techos verdes.

El método de valoración económica utilizado en el presente trabajo fue Precios Hedónicos aplicado a Institutos de Educación Media Superior (IEMS) y hospitales de la Ciudad de México pertenecientes a la Secretaría de Salud; edificaciones definidas como equipamiento público que, se encuentran dentro del programa “Naturación de Azoteas” implementado por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) de la Ciudad de México.

1.1 Planteamiento del problema

El cambio climático tiene distintos alcances en el medio físico, la población, la economía e infraestructura, dependiendo la ubicación geográfica y desarrollo de cada país, sin embargo, son los núcleos urbanos los que manifiestan con mayor intensidad las consecuencias de este cambio (Novillo, 2018); debido a la disminución de áreas verdes,

el cambio en la superficie de cubierta del suelo por materiales artificiales impermeabilizados y el calor generado por la actividad antropogénica, que generan una modificación en el clima regional urbano (Arellano y Roca).

Por esta razón las ciudades tienen asignada mayor responsabilidad en las estrategias globales de mitigación y adaptación al cambio climático (Quiroz, 2013).

La Ciudad de México ha tenido un desarrollo urbano intensivo, aumentando rápidamente en población, extensión, infraestructura y oferta de servicios, ocupando áreas naturales sin correcta planificación, por lo que los problemas ambientales tienen gran impacto sobre el territorio.

Debido a que el crecimiento poblacional y urbano han comprometido la superficie natural y la calidad ambiental urbana, constantemente existe una búsqueda por el reverdecimiento de las ciudades, mediante la instalación de naturaleza artificial o natural, al mismo tiempo que se procura implementar tecnología innovadora y estrategias que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático.

La búsqueda de acciones que permitan posicionar a la Ciudad de México como una ciudad sostenible es clave para el desarrollo de estrategias en las políticas públicas, la gestión urbana, la movilidad residencial y el marketing urbano integran al eje ambiental y cambio climático bajo la idea del desarrollo urbano sustentable (Delgadillo, 2016).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Determinar econométricamente una función de precios hedónicos para estimar la contribución marginal de los techos verdes sobre el valor catastral de edificios públicos en la Ciudad de México.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir variables de que permitan explicar el valor catastral de edificios públicos con techos verdes en la Ciudad de México mediante la aplicación de encuestas y revisión de literatura.
- Describir cuantitativa y cualitativamente los beneficios económicos de la instalación de techos verdes en edificaciones ubicadas en áreas urbanas.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis General

Los techos verdes tienen una relación significativa y positiva en el valor catastral de los edificios públicos que los albergan, influyendo en gran medida en un incremento de valor de los edificios.

1.3.2 Hipótesis Específicas

Los beneficios provistos por los techos verdes, como la disminución del consumo energético, la disminución de temperatura al interior del edificio y la mejora de calidad ambiental, son percibidos positivamente en el valor catastral de los edificios.

La presencia de techos verdes aumenta en al menos 1% el valor catastral de los inmuebles por cada metro cuadrado instalado.

1.3 Justificación

México es uno de los países latinoamericanos que ha implementado la tecnología de techos verdes, sin embargo, aún no son catalogados como infraestructura obligatoria para el desarrollo arquitectónico (Sotelo, 2022).

Económicamente, y al ser este estudio dirigido hacia la valoración económica por el método de precios hedónicos, los techos verdes fungen como generadores de valor adicional de una propiedad; esto puede explicarse debido a que a mayor cantidad de elementos protegiendo una edificación, aumentan su utilidad y mayor es el valor de la propiedad (Flores Asin et al., 2015 citado por Brandana, 2020). En Europa se demostró que los techos verdes generan un valor agregado que propicia el aumento del costo comercial de los edificios. Para el sector hotelero se ha demostrado la generación de un valor adicional en el precio de las habitaciones que cuentan con vistas a cubiertas verdes (Ibáñez, 2008).

Son estructuras estéticas que captan la atención de las personas y son apreciados por los turistas como medio de esparcimiento dentro de una instalación hotelera. Adicionalmente, pueden servir para la gestión ambiental en zonas urbanas y sector hotelero, sin embargo, es necesaria la investigación y la generación de estudios para promover su implementación (Álvarez, 2023).

La utilidad metodológica de los precios hedónicos aplicable a techos verdes puede favorecer a inversionistas, rentistas o dueños de locales comerciales y hoteles; ya que la experiencia de rodearse de naturaleza es considerada como valor agregado y aumenta el valor comercial de edificios o tarifas de rentas de espacios y habitaciones que se encuentren dentro de un inmueble con un techo verde instalado. Asimismo, con la implementación de techos verdes, será posible la postulación a certificaciones y reducciones en pagos de servicios de las empresas.

1.4 Estructura del documento

El presente documento de graduación se constituye por 3 capítulos: el primer capítulo corresponde a una introducción general, el segundo capítulo es una revisión de literatura, compuesta por 6 sub capítulos, en los que se explica un panorama general de las ciudades en el mundo y las problemáticas que éstas presentan, así como la problemática ambiental que está sufriendo el planeta, razón por la que han surgido diversas estrategias de mitigación ambiental como la infraestructura verde; además se exponen diversas investigaciones realizadas a los techos verdes alrededor del mundo así como investigaciones que aplicaron el método de precios hedónicos.

El tercer capítulo corresponde a un manuscrito producto de esta investigación, con título: “Valoración económica de techos verdes: una aplicación de precios hedónicos a equipamiento público”, ingresado a la Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, para su posible publicación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Actualmente la explosión demográfica y el crecimiento urbano es un fenómeno generalizado en el mundo; más de la mitad de la población mundial radica en las ciudades, situación que está afectando a todos los continentes y países.

Cuadro 1. Distribución de la población mundial por regiones, en 2019

Continente	Millones de habitantes	Porcentaje respecto al total mundial (%)
Asia	4,581	59.43
África	1,317	17.08
América	999	13.3
Europa	740	9.61
Oceanía	41.8	0.54

Fuente: Hernández y Cruz (2020)

El Cuadro 1 expone la situación poblacional mundial, indicando que el continente asiático es el de mayor concentración de habitantes, seguido de África y América. Sin embargo, la situación urbana cambia el orden, pues es América del Norte y la Unión Europea, las zonas con mayor población urbana; mientras que Asia meridional y África son dos de las zonas con menor concentración de población urbana.

Actualmente, con una estimación poblacional de 8,112 millones de personas (worldometer, 2024), la población urbana se concentra en pocas ciudades. Hasta 2019 existían 34 megaciudades con más de 10 millones de residentes; 20 de ellas localizadas en Asia, 5 ubicadas en Latinoamérica, 3 en África, 4 en Europa y 2 en Norteamérica. En países como Brasil, Estados Unidos y México, ocho de cada diez habitantes viven en zonas urbanas.

Cuadro 2. Distribución de población urbana en megaciudades

País	Población absoluta	Porcentaje respecto a la población mundial (%)	Población urbana (%)
China	1,397,715,000	18.21	60.31
India	1,366,417,754	17.81	34.47
Estados Unidos	328,239,523	4.28	82.46
Indonesia	270,625,568	3.53	55.99
Pakistán	216,565,318	2.82	36.91
Brasil	211,049,527	2.75	86.82
Nigeria	200,963,599	2.62	51.16
Bangladesh	163,046,161	2.12	37.41
Rusia	144,373,535	1.88	74.59
México	127,575,529	1.66	80.44

Fuente: Hernández y Cruz (2020)

A pesar de ser pocas las zonas poblacionales concentradas, las ciudades consumen del 60 al 80% de la energía total y emiten aproximadamente el 70% de carbono, pero generan un aproximado del 80% del PIB global (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2016).

Las ciudades tienen un papel importante en los ámbitos económico, político y social. Ya que, al ser núcleos mercantiles, de provisión de servicios, de viviendas (Soto, 2015), de empleos; el flujo económico debido a la gran concentración de actividades y red de interacciones promueve el desarrollo y crecimiento económico de los países.

Sin embargo, las ciudades alrededor del mundo están enfrentando problemas similares como el cambio climático, la gentrificación, los problemas de salud, el crecimiento urbano desordenado, las grandes extensiones de concentración de población y la nula planificación de áreas verdes (Ojeda-Revah, 2021).

Estos problemas representan una gran amenaza debido a la destrucción y fragmentación de hábitats naturales de especies de flora y fauna, además del aumento de temperatura que ocasiona la pérdida de naturaleza (Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], 2020).

Debido a estas implicaciones es imprescindible la toma de decisiones que guíen a mejores prácticas y acciones que contribuyan a minimizar las alteraciones ambientales que se han generado a lo largo del tiempo. Es por esta razón que surge el concepto “desarrollo sustentable”, tomando impulso y aterrizando en ejes, planes y estrategias para la conservación ambiental, la disminución de gases de efecto invernadero, la limitación del cambio climático y la búsqueda de ciudades sustentables (Maldonado-Bernabé et al., 2020).

2.1 Desarrollo Sustentable

El desarrollo sustentable es definido como (Brundtland, 1987):

“El desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (p. 59).

A raíz de este nuevo enfoque, surgen planteamientos fundamentados en la economía, el desarrollo humano, el medio ambiente y las innovaciones tecnológicas; para lograr un equilibrio y procurar la vida del ser humano en el planeta, ya que este enfoque persigue cambios en el comportamiento de la población, es decir, cambios en hábitos, actitudes, capacidades, valores y acciones.

Se desarrollaron 17 ejes llamados Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) con el propósito de contrarrestar diversos problemas a nivel mundial y garantizar la prosperidad de los habitantes y el planeta.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Fuente: ONU, 2016.

Específicamente, el objetivo 11 aborda las ciudades y comunidades sostenibles mediante la creación de áreas verdes y la mejora de la planificación y gestión urbana, para lograr que los vínculos económicos, sociales y ambientales de las ciudades sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (ONU, 2016).

Se busca trabajar juntamente con los países para establecer planes nacionales integrados que promuevan la mitigación del cambio climático mediante el aumento y/o regulación de urbanización sostenible.

2.2 Áreas verdes urbanas

Las áreas verdes generan diversos beneficios sociales, ambientales y económicos, específicamente cumplen con una importante función ecológica, lo cual ha sido objeto de interés para la valoración de la sustentabilidad en regiones urbanas. Integrar áreas verdes en manchas grises conocidas como áreas urbanas, influye positivamente en la regulación del microclima, en barreras que rompen el polvo, el amortiguamiento del ruido, la estética urbana, el turismo, recarga de mantos acuíferos (Sierra y Ramírez-Silva, 2010) entre otros beneficios.

Sin embargo, se presentan algunos obstáculos para su planificación y manejo, ya que el financiamiento para su mantenimiento es escaso.

La insuficiencia de áreas verdes en las ciudades de México ocasiona consecuencias negativas para la vida urbana presente y futura; añadiendo a esto la complicada situación para aumentar la superficie natural, debido a la presión poblacional para habitar el suelo urbano (Meza-Aguilar et al., 2017) y transformación del entorno.

En México las leyes y la normatividad específica para áreas verdes es deficiente; aunque, son los programas y reglamentos a escala, de estados y municipios, los que han abordado el tema de áreas verdes como parte de las instalaciones urbanas y el medio ambiente (Ojeda-Revah, 2021).

En los últimos años se han creado estrategias para encaminar a las ciudades a la búsqueda de acciones y soluciones innovadoras que permitan respetar los límites ecológicos del planeta mientras son cubiertas las demandas de la población urbana; un ejemplo de estas iniciativas fue el Desafío de Ciudades implementado por el Fondo Mundial para la Naturaleza, en el que desde 2011 han participado cientos de ciudades de todo el mundo, 27 ciudades mexicanas, siendo la Ciudad de México la ganadora en 2020 (WWF, 2021).

Aunque existen algunos planes y programas que trabaja la Ciudad de México respecto a la gestión y mejora de áreas verdes urbanas son el Plan Verde de la Ciudad de México, el Programa de reforestación de la Ciudad de México y el Programa Ciudad Verde, ciudad viva (Maldonado-Bernabé et al., 2020).

De acuerdo con Salvador (2003), citado por Flores-Xolocotzi y González-Guillén (2010), las áreas verdes urbanas incluyen:

1. Corredores con árboles y camellones en avenidas, calles y vías de tren.
2. Parques, jardines, plazas ajardinadas y deportivos con áreas ajardinadas.
3. Jardines y azoteas verdes en residencias y edificios.
4. Huertos, superficies agrícolas, terrenos baldíos con vegetación y viveros forestales.

En el año 2009, la Ciudad de México contaba con un 66% de áreas verdes de la superficie total de su territorio, desglosadas en 877 km² de suelo de conservación y 112.89 km² de camellones, jardines, pastos urbanos, azoteas verdes y parterres (Checa-Artasu, 2016).

Cuadro 3. Comparación de la superficie de áreas verdes urbanas de la Ciudad de México a lo largo del tiempo

Alcaldía	Superficie verde 2003 (km ²)	Superficie verde 2009 (km ²)	Superficie verde 2017 (km ²)
Álvaro Obregón	24.59	17.41	4.91
Azcapotzalco	4.28	4.45	3.98
Benito Juárez	1.19	2.95	0.93
Coyoacán	20.13	14.88	9.16
Cuajimalpa	5.55	3.34	2.05
Cuauhtémoc	1.81	3.66	1.92
Gustavo A. Madero	14.26	5.66	7.85
Iztacalco	2.25	1.74	1.94
Iztapalapa	18.32	12.23	9.84
Magdalena Contreras	1.82	2.43	1.34
Miguel Hidalgo	8.89	12.43	5.61
Tláhuac	2.27	1.95	3.05
Tlalpan	11.8	11.07	6.53
Venustiano Carranza	5.23	6.04	5.81
Xochimilco	5.89	4.74	2.09
Total	128.28	112.899	67.31

Fuente: Checa-Artasu (2016) y Núñez (202)

Posteriormente, Núñez (2022) realizó un análisis espacial que determinó que las principales pérdidas de áreas verdes en la Ciudad de México se deben al área urbana sin manejo ni estrategias de gestión.

Una estrategia que integra el núcleo urbano y el ambiente es la infraestructura verde, ya que cumple con los mismos aportes ambientales que un área verde al mismo tiempo que combate el cambio climático en las ciudades.

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), han colaborado para consolidar la infraestructura verde en las ciudades de México, con objetivo de combatir el cambio climático (Quiroz, 2018).

2.3 Techos Verdes

Los techos verdes tienen sus antecedentes en la antigua Mesopotamia, posteriormente fueron introducidos como elemento de la arquitectura hasta que se comenzaron a realizar los estudios técnicos pertinentes y en los años 70s se convirtieron en una propuesta de mitigación del daño ambiental que comenzaba a preocupar a la población (López-González et al., 2020).

Los techos o azoteas verdes se definen como una superficie cubierta por vegetación instalada en el techo de las construcciones (Cristancho et al., 2017).

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA] (2008) define un sistema de naturación como:

El tratamiento técnico de superficies edificadas horizontales o inclinadas, individuales o agrupadas mediante el cual se incorpora en un elemento o grupo de elementos constructivos tradicionales capas de medio de crecimiento y vegetación especialmente adaptada a las condiciones físicas y climáticas del sitio en que se instala, creando una superficie vegetal inducida. (p. 18)

Mientras que define una cubierta con naturación como:

“La cubierta de una edificación con acabado vegetal, por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento” (p.17).

Son concebidas como tecnología que cumple una función ecológica y como tecnología que aporta al desarrollo sustentable, ya que genera beneficios ambientales, sociales y económicos (Minke, 2008, citado por Cristancho et al., 2017).

Los techos verdes se caracterizan por ser una tecnología novedosa y con altos precios de inversión, es por lo que los investigadores han aplicado las valoraciones para sustentar los beneficios que aportan, principalmente los ambientales.

Cuadro 4. Beneficios de los techos verdes

Ambientales	Sociales	Económicos
Disminución de la temperatura ambiental		
Disminución de contaminación	Reducción de enfermedades	Reducción del pago de agua
Conservación de biodiversidad	Mejora de la salud mental de las personas	Reducción del pago de energía eléctrica
Retención de agua de lluvia	Reducción de inundaciones	Incremento de vida útil de techos
Reducción de escorrentía	Reducción de desbordes de drenajes	Incremento al valor de la propiedad
Reducción de consumo de energía eléctrica		
Absorción de la radiación solar		
Reducción de ruido		

Fuente: Elaboración propia con información de González y González, 2016, Cristancho et al., 2017, y López-González et al., 2020

Los techos verdes deben seguir una estructura de instalación específica, con materiales impermeabilizantes para lograr el efecto térmico deseado en los edificios.

En primer lugar, los techos de los edificios deben ser evaluados para determinar si es posible soportar el peso de la instalación. En caso de ser un techo adecuado, comienza la habilitación del espacio, aplicando impermeabilizante con inhibidor de raíces, posteriormente se instala una malla que controla la erosión y un dren de polietileno para evitar el escurrimiento y posibles filtraciones de agua, conocido como barrera de vapor, el cual evitará afecciones en el montaje y soporte.

Después se coloca una capa de protección, que cubrirá los materiales anteriormente descritos. En este momento se instala una estructura con ligeros hundimientos, la cual sirve como drenaje y como un sistema de almacenamiento de agua; se continúa con la capa filtrante, la cual evita que pequeñas partículas lleguen al drenaje; posteriormente se aplica una capa de sustrato como material volcánico y materia orgánica, que aportarán nutrientes a la vegetación; y finalmente se agregan las plantas seleccionadas (Cristancho et al., 2017).



Figura 2. Distribución de capas en los techos verdes

Fuente: Cristancho et al. (2017)

El tipo de techo verde que se desea instalar depende en gran medida del uso que se desea dar y de factores estructurales del edificio. Teniendo 3 tipos de techos verdes:

Cuadro 5. Clasificación de techos verdes

<i>Características</i>	<i>Extensivos</i>	<i>Semi-intensivos</i>	<i>Intensivos</i>
Espesor del sustrato	2 cm a 20 cm	15 cm a 30 cm	> 40 cm
Peso adicional	30 a 220 kg/m ²	Hasta 250 kg/ m ²	300 a 1,500 kg/m ²
Tipo de vegetación	Musgo, sedums, suculentas, hierba y pasto	Perennes, sedums, pastos, ornamentales y hierbas	Arbustos y árboles pequeños
Uso	Decorativo / Cultivo	Hábitat	Recreación
Costo de instalación	1,000 a 1,500 MXN / m ²	1,200 a 2,000 MXN / m ²	1,500 a 3,500 MXN /m ²
Mantenimiento	Simple	Regular	Complejo
Riego	Poco frecuente	Parcial si es necesario	Constante
Demanda	Alta	Media	Baja

Fuente: López-González, et al. (2020) y, González y González, (2016)

Diversos países se han sumado a la instalación de techos verdes, principalmente por los beneficios ambientales que estos generan; un ejemplo es Estados Unidos que, ciudades como Portland, Chicago y Nueva York han apostado por la eficiencia energética y aprovechamiento de agua de lluvia, así como el fomento a investigaciones y programas para su implementación (González y González, 2016).

Países como Francia, China, Holanda, Alemania, Canadá y Colombia, cuentan con proyectos exitosos de techos verdes en los que salen a relucir beneficios como la

recolección de agua de lluvia, la estética y confort visual, termo regulador de interiores, aumento de vida útil de tejados y valor agregado de edificaciones.

Algunos países han implementado políticas para premiar la instalación de techos verdes; tal es el caso de Alemania, Suiza, Holanda y Suecia que otorgan incentivos económicos a las edificaciones que tengan instalados techos verdes; dichos incentivos se ven reflejados en la reducción de impuestos, reducción de tarifas por uso de servicios públicos, subsidios y ahorro energético (Valencia-Grajales et al, 2019).

Diversas organizaciones e instituciones se dedican a investigar y fomentar los techos verdes; tal es el caso de World Green Infrastructure Network (WGIN), que se dedican a la investigación de y organización del “Congreso Mundial de Infraestructura Verde”. “Green Roofs for Healthy Cities” promueve la industria de techos y paredes verdes en América del Norte, además de capacitar y certificar a empresas y llevan a cabo una premiación a la mejor investigación o contribución en el área. La Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas (AMENA) promociona y apoya investigaciones a nivel internacional para lograr un desarrollo urbano sustentable, así mismo crearon la primera norma en Latinoamérica para los sistemas naturados (López-González et al., 2020).

Los techos verdes en México son una tecnología incipiente; aunque el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) ha apostado por las ecotecnias en viviendas, la industria de construcción inmobiliaria no ha incursionado del todo en este ámbito, siendo los techos verdes las tecnologías menos implementadas (González y González, 2016).

México ha generado poca investigación científica referente a los techos verdes, pero cuenta con algunos casos exitosos de instalación y mantenimiento (López-González et al., 2020).

La Universidad Autónoma Chapingo es pionera en trabajos de techos verdes, puesto que el primer techo instalado en México fue habilitado en las instalaciones de la Universidad.

En el país hay escasos registros de la implementación de techos verdes; un caso en Monterrey, Nuevo León, es el del techo verde del Centro de Contacto Roberto González Barrera con 1,750 m² de superficie instalado en 2013 (López-González et al., 2020);

Guadalajara también es escenario de techos verdes, pero sin duda alguna Ciudad de México es la que concentra mayor número de instalaciones.

La Ciudad de México aplica un descuento del 10% a los propietarios de inmuebles que acrediten y comprueben la posesión de un sistema de naturación de azoteas, de más de un tercio de la superficie total y que cumpla con las especificaciones de la Norma Ambiental NADF-013-RNAT-2017 emitida por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA); esto es con el objetivo de aumentar la superficie de áreas verdes mediante el uso de tecnologías sustentables (SEDEMA, 2008).

La SEDEMA en colaboración con la Secretaría de Salud (SEDESA) y los Institutos de Educación Media Superior (IEMS) de la Ciudad de México han implementado la naturación de azoteas en edificios; hospitales y centros educativos, de estas mismas dependencias en diferentes alcaldías.

2.4 Concepto de valor

El término valor ha sido explicado por diversos autores a lo largo de la historia; Adam Smith conceptualiza el valor de dos formas: por su utilidad y el poder de comprar otros bienes a través de un objeto (Hanemann, 2006). También es definido como la cantidad de trabajo aplicado para la producción de un bien (Cárdenas-Pérez, 2019), entendiendo que es el trabajo la única fuente de valor.

Sin embargo, es un concepto que ha originado diversas opiniones y conceptualizaciones, puesto que algunos autores plantean que el valor es proporcional a la utilidad, ya que objetos con mucho trabajo inmerso tienen poca utilidad para los consumidores.

De esta teoría se derivan conceptos como el valor de uso y el valor de cambio:

El valor de uso procede de la utilización directa o indirecta, productiva o no productiva, de los bienes que nos aseguran directamente la satisfacción de necesidades, que son afectadas ante cualquier cambio que les ocurra (Menger, 2012). En este concepto se encuentran los bienes y servicios ambientales, ya que se hace uso del medio natural para la realización de las necesidades biológicas de los seres humanos, sin tener un mercado.

El valor de cambio es la posesión de bienes con poder de ser intercambiados por otros; este cambio se determina tanto por el costo de producir el bien, como por la utilidad que genera la última unidad consumida del bien, es decir, la utilidad marginal o la utilidad de una unidad adicional del bien (Nicholson, 2007)

Otras definiciones están encaminadas a la cualidad intrínseca del bien, a su forma subyacente, su fin natural o su propósito inicial; ya que estas surgen de la utilidad del bien para satisfacer las necesidades de los individuos, centrando las preferencias subjetivas. Nicholson (2007) explica que el término 'precio' y 'valor' son comúnmente utilizados como sinónimos, pero distintos autores entienden al valor como importancia, esencia o divinidad.

La teoría del valor desarrollada en el sistema económico sigue principios que la conducen a una interpretación cuantitativa, es decir, dada una producción pueden determinarse una cantidad y asociación de precios. Esto alude a la oferta y demanda, ya que el precio de un bien o servicio es establecido dependiendo de su oferta y demanda en el mercado. El precio de mercado de un bien no refleja su valor legítimo, pero manifiesta las fluctuaciones económicas del mundo.

Lo anterior puede entenderse de la siguiente manera: la demanda refleja el valor de los bienes para las personas, mientras que la oferta refleja el costo, por lo que la relación entre oferta y demanda es un proceso de intercambio conocido como precio de mercado (Hanemann, 2006).

De manera específica, el valor de un objeto está relacionado a la utilidad o satisfacción que este genera a los individuos; por esta razón, el significado actual de valor converge en una compensación entre dos artículos por la utilidad de un bien, en una medida, ya que el consumidor está dispuesto a sacrificar dinero para adquirir un bien en lugar de no tener su posesión.

De este modo, un bien adquiere importancia para el individuo por el hecho de ser su dueño y tener un significado; se renunciaría a dicha satisfacción en caso de no disponer del bien en cuestión (Menger, 2012).

Alrededor del término valor de uso y valor de cambio surge la comparación del valor del agua y de los diamantes, ya que, se explica que el agua es un bien que genera gran utilidad a cambio de un bajo precio, mientras que un diamante aporta menor utilidad a cambio de un precio alto; esta paradoja es explicada mediante el uso de la oferta y la demanda: el agua tiene un valor marginal y costo marginal de producción bajo, contrario al diamante, que tiene un valor marginal y costo marginal de producción alto (Nicholson,)(Hanemann, 2006).

Por esta razón los bienes naturales tienen un valor económico reflejo del nivel de satisfacción de las necesidades o bienestar de los individuos.

2.5 Valoración económica

La valoración económica es un conjunto de técnicas y métodos cuantitativos que permiten asignar valores expresados en unidades monetarias, a los bienes, servicios y atributos; intenta medir cuantitativamente las preferencias de los individuos. La valoración ambiental dirige dichas técnicas a conocer la intención de conservar, restaurar, proteger o recuperar los bienes y servicios ambientales, tengan o no un mercado definido (Plata y Echeverría, 2008).

La valoración económica es indispensable para abordar problemas de suministros y gestión, conocer las preferencias de consumo y la disposición a pagar por la obtención de satisfacción de un bien o servicio, ya sea de mercado o no mercado (Hanemann, 2006). Es un gran aliado para la toma de decisiones, sobre todo las de carácter gubernamental, ya que ponen en balanza la satisfacción del interés individual y colectivo para la búsqueda e implementación de políticas.

Los bienes públicos no tienen atribuido un precio de mercado, sin embargo, estos bienes pueden incluirse dentro del precio de los espacios privados, contemplando su presencia o cercanía a éstos (Calatrava-Requena, 2003). Al no existir un mercado fijo, se genera una falla de mercado; esta falla surge cuando no es posible relacionar la oferta y la demanda, por lo que las metodologías de valoración económica cobran importancia. Estas metodologías persiguen distintos objetivos y se distinguen por la finalidad con la que el bien es utilizado (Rosero y Campoverde, 2020).

Los métodos de valoración económica se desglosan en métodos de preferencias declaradas o mercados hipotéticos y métodos de preferencias reveladas o mercados subrogados (Santoyo et al., 2013).

Las preferencias declaradas, generan un escenario hipotético que se asemejaría a uno real para obtener una medida de valoración. Algunos procedimientos son: Método de Valoración Contingente, Métodos de Elección (Choice Modelling), Métodos Basados en Atributos (Attributed – based Methods), Método de Ordenación Contingente (Contingent Ranking), Método de Puntuación Contingente, entre otros.

Mientras que las preferencias reveladas, estiman el valor de los bienes y servicios mediante el uso de datos sobre situaciones reales observadas, teniendo en cuenta las alternativas elegidas y no elegidas de los individuos; es decir, estima el valor del recurso ambiental otorgado por las elecciones de los individuos en mercados reales una vez consumido; por ende, este tipo de valoración es ex post, por lo que no es posible realizar una estimación económica para bienes que no han sido planificados o construidos.

A diferencia de las preferencias declaradas, no es posible estudiar alternativas inexistentes en el mercado (González et al., 2012), ya que las preferencias declaradas hacen uso de mercados construidos, siendo las elecciones de los individuos hipotéticas.

Algunas metodologías de preferencias reveladas son: Método de Costo-Viaje (MCV), Método de Precios Hedónicos (MPH) (Santoyo et al., 2013).

2.5.1 Valoración económica de techos verdes

Una de las valoraciones mayormente aplicada es la de Costo-Beneficio, la cual consiste en realizar un conteo en unidades, tiempo y precio cada uno de los elementos que lo conforman, pues esta valoración asigna valores monetarios a todos los costos y beneficios para posteriormente realizar una relación C-B y determinar si es viable su instalación. De la Cruz-Urbe et al. (2023), aplicó esta metodología para valorar la rentabilidad de un proyecto de instalación de techos verdes en Villahermosa, Tabasco.

Teotónio et al. (2018), realizaron el análisis a nivel financiero, económico y socioambiental, equilibrando costos y beneficios a 40 años, ya que es el tiempo común para los proyectos de techos verdes; el estudio confirmó la viabilidad económica de los

techos verdes a largo plazo a nivel social pero no a nivel financiero. La estética, el valor recreativo y el aislamiento acústico tienen la mayor influencia en el valor económico, mientras que el mantenimiento es el factor que consume las posibles ganancias financieras. Asimismo, se explica que las evaluaciones económicas de los techos verdes pueden presentar alta variabilidad en los resultados que dificulta la cuantificación, debido a las condiciones ambientales como las condiciones geográficas y meteorológicas de las zonas en qué se hará el estudio. (Aflaki et al., 2017, citado por Teotonio et al., 2018).

Ji et al. (2022), propusieron el análisis Costo Beneficio y la valoración contingente para determinar la disposición a pagar por la instalación de techos verdes en Corea del Sur. Concluyen que la población está dispuesta a pagar 3.77 dólares al año por hogar con techo verde, además de definir que estas estructuras son económicamente viables en áreas grandes y densamente pobladas, ya que cuanto más informados estén los ciudadanos y entiendan los proyectos de techos verdes, más y mejores decisiones podrán tomarse para apoyar su construcción.

Cristiano et al. (2023), utilizaron el método contingente para conocer la disposición a pagar por la instalación y mantenimiento de los techos verdes en Italia. Se desarrolló por medio de una encuesta virtual, dirigiéndose a personas con como mínimo educación secundaria para tener cierto grado de influencia sobre las respuestas. Se obtuvieron 389 resultados, revelando que la mayoría de las personas son conscientes de los beneficios que ofrecen los techos verdes, sin embargo, prefieren pagar por instalar celdas fotovoltaicas debido al alto costo de instalación y mantenimiento de los techos verdes; arrojando una disposición a pagar máxima de 5000 euros para instalación y 100 euros para mantenimiento.

Algunos autores como Teotonio et al. (2021) y Hekrlé et al. (2023), realizaron estudios analizando los techos verdes con la metodología de Costo-Beneficio, ya que coinciden en que puede variar dependiendo el investigador, el país, la zona, la identificación y cuantificación de beneficios, así como los costos de eliminación o reemplazo y el cálculo del valor presente neto, además de poderse interpretar de distintas formas los resultados, debido a la influencia del tipo de edificios, el marco regulatorio, el propósito de la evaluación y el destino de los resultados. En algunos casos se presentan mayor cantidad

de pérdidas que beneficios, la solución radica en la cuantificación de beneficios sociales y ambientales, que contribuyen significativamente a la rentabilidad de estas estructuras.

Hekrle et al. (2023), realizaron una comparación entre la metodología checa y portuguesa del análisis Costo-Beneficio; la metodología checa contempla este análisis en su legislación y abarca elementos como el ahorro de costos de agua y la estética de edificios; la metodología portuguesa considera los costos de reposición o reemplazo de los techos verdes, así como soluciones ante escenarios sin techos verdes. Mientras que Teotonio et al. (2021), realizaron una investigación de los distintos métodos para la valoración de techos verdes como costo del ciclo de vida, eficiencia económica o rentabilidad, análisis de decisión multicriterio y análisis Costo-Beneficio, del cual explica es más sencilla la monetización de algunos beneficios que en otros métodos como el de costo de daño evitado, costo de reposición, precios hedónicos, costo de viaje y la disposición a pagar.

También se pueden encontrar estudios relacionados al diseño arquitectónico de viviendas para calcular la disminución de la temperatura interior y consumo eléctrico (Alpuche et al., 2010) mediante mediciones a distintas cubiertas y análisis del ahorro de consumo energético.

2.6 Método Precios Hedónicos (MPH)

El hedonismo es la adquisición de placer mediante propiedades sensoriales, emocionales y simbólicas; lo cual favorece al consumo por el establecimiento de vínculos significativos con los individuos (Auletta y Dakduk, 2013).

El enfoque de Precios Hedónicos se remota a 1966, cuando Lancaster formuló una nueva propuesta a la teoría del consumidor, basada en que la utilidad de los bienes se encuentra implícita en sus características y no en el bien mismo, por lo que el beneficio es alcanzado debido a la adquisición de las características que un bien tiene Duque et al. (2011); generando 3 ideas sustanciales para este enfoque:

1. Cada bien posee un conjunto de atributos diferentes los cuales generan la utilidad total del bien.
2. Un bien posee más de una característica; y algunas características se encuentran en más de un bien.

3. Un bien combinado puede tener diferentes características de las que los bienes por separado tendrían.

Posteriormente Rosen en 1974 determinó el conjunto de precios hedónicos como la relación entre los precios de los bienes y sus características.

Este método es posible de aplicar a todos los bienes compuestos, algunos ejemplos son citados por Meloni y Núñez (2002), como el estudio de valores de los atributos que componen seguros de salud, los atributos de cereales para desayuno, las características de los drivers de computadoras, la contaminación del aire sobre el precio de mercado de viviendas, sin embargo, la estimación de valores de la tierra o precios de mercado de viviendas o terrenos, son las aplicaciones más estudiadas.

El Método de Precios Hedónicos (MPH) segrega el precio de los bienes dependiendo de las características que lo conforman, para finalmente determinar un precio total que depende de la sumatoria de los precios de sus variables estructurales, de vecindario y sus características o atributos ambientales (Veisten et al., 2012).

La utilidad de cada uno de estos atributos inferirá en la utilidad final para el consumidor (Meloni y Núñez, 2002), asumiendo que los cambios en el precio de dichas características que componen el bien, afectan la utilidad del bien total.

Es común aplicar esta metodología en valoraciones inmobiliarias mediante la integración del valor de un bien; esto puede reflejarse a través de comparaciones entre precios de los inmuebles con características semejantes, pero con un factor diferente: un bien ambiental externo a las características estructurales de los inmuebles (Ripka et al., 2018). De este modo, los alquileres de distintos inmuebles se pueden estimar y relacionar en diferentes lugares.

Así mismo es de gran importancia considerar factores externos al bien como sitios de interés cultural, social y académico. De modo que este método parte del hecho de que los individuos valoran más las características de un bien, que el bien total o completo (Mogas, 2004).

Se considera el supuesto de que las características como infraestructura, ubicación, equipamiento y acceso a servicios; derivadas del crecimiento y desarrollo urbano, determinan en gran medida el valor de un inmueble (Ramírez et al., 2016).

Por lo tanto, la metodología de precios hedónicos estructura un modelo econométrico que calcula la aportación marginal de cada característica de un bien sobre su precio, entendiéndolo como precio implícito o hedónico; con estos precios es posible obtener la disposición marginal a pagar (DAP) por una unidad adicional del atributo (Plata y Echeverría, 2008). Una ecuación de precios hedónicos representa un conjunto de puntos donde se equilibran la oferta y la demanda (Villafuerte, 2012), económicamente los coeficientes obtenidos explican el precio implícito de cada característica contemplada en el cálculo del precio final del bien; por lo que es posible destacar beneficios o costos económicos de los bienes ambientales (Mogas, 2004).

Existe la posibilidad de valorar los bienes públicos a partir del mercado de la tierra como se realizó en el trabajo presentado por Ridker (1967) donde se valoró la contaminación del aire (Calatrava-Requena, 2003).

Por lo tanto, es posible realizar una valoración de bienes públicos a través de la metodología de Precios Hedónicos basado en el valor del suelo (Rosero y Campoverde, 2020); ya que es posible establecer la relación entre las características del bien y un precio de venta.

El desarrollo urbano puede generar beneficios económicos sobre el precio del suelo gracias a las actividades urbanas que aumentan los rendimientos y esto funciona como un indicador de las preferencias sociales para la disponibilidad a pagar por bienes públicos y la toma de decisiones para localizarse (Araque Solano et al., 2017).

Sin embargo, para estimar la contribución marginal de los factores que determinan el precio de un espacio público construido, la función de precios del espacio edificado, Araque Solano et al. (2017) contemplaron características del entorno urbano, del entorno local, características propias y características particulares no estructurales; algunos ejemplos son la distancia al centro urbano, distancia a equipamientos urbanos más cercanos, densidad poblacional.

Las aplicaciones de Precios hedónicos en Latinoamérica se dirigen principalmente al mercados de viviendas; un ejemplo es el estudio realizado por Duque et al. (2011), en el que se recopilaban 89 precios de avalúos de viviendas en Colombia, su antigüedad, área construida, número de baños, distancia a la estación de metro más cercana, existencia de ascensor, piscina, área de juegos, entre otras; resultando que por cada kilómetro de separación a la estación de metro, el precio de la vivienda reduce un 20%, mientras que el precio aumenta un 0.60% por cada metro cuadrado construido.

En México Lara et al. (2017), aplicó el método de precios hedónicos a 1,677 viviendas ofertadas en el Valle de México, tomando como variables la antigüedad, el área total, el número de baños, el número de espacios para estacionamiento, el número de niveles, la distancia a caseta de transporte más cercana y un identificador de ubicación entre el estado de México y la Ciudad de México; obteniendo por resultado una disminución del 0.15% en el precio de la vivienda por cada incremento de un kilómetro de distancia a la caseta de transporte, pues el trabajador ocupa tiempo para desplazarse, el cual no se monetiza.

Las investigaciones relacionadas a los techos verdes en el país son escasas, y podría asumirse que inexistentes en la aplicación del Método de Precios hedónicos.

Esta metodología ha sido aplicada principalmente al sector urbano para la estimación de precios de viviendas, como el realizado por Lara et al. (2017), donde se tomaron distancias de centros de interés social y centros de transporte público hasta las viviendas elegidas, resultando que por cada 1% de incremento en la distancia al centro de transporte más cercano, el precio de venta de la vivienda se reduce 0.15%; y en el caso de Tamayo y Ramírez-Álvarez (2021), en su estudio para Airbnb, contemplaron las variables delincuencia, rutas de transporte y reseñas. Ramírez et al. (2022), realizaron un estudio para el área metropolitana de Puebla, concluyendo que la proximidad al zócalo, la seguridad privada y la cercanía a parques son factores que tienen gran impacto en el valor de las propiedades.

Debido al alcance de este método y a que su valoración es ex post, es de gran utilidad para el análisis de los techos verdes ya instalados que se encuentran en la Ciudad de México y así conocer la situación actual de esta tecnología en núcleos urbanos.

2.7 Referencias

- Alpuche, M. G., Moreno, H., Ochoa, M. J., & Marinic, I. (2010). Análisis térmico de viviendas económicas en México utilizando techos verdes. *Departamento de Arquitectura y Urbanismo*, 3(3), 59-67. https://www.academia.edu/41985161/An%C3%A1lisis_t%C3%A9rmico_de_viviendas_econ%C3%B3micas_en_M%C3%A9xico_utilizando_techos_verdes
- Araque, S. A. S., Gutiérrez, L. J. A., & Quenguan, L. L. F. (2017). El espacio público en la ciudad: Una aproximación desde los precios hedónicos. *Revista Sociedad y Economía*, 33, 77-98. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i33.5625>
- Arellano, R. B., & Roca, C. J. (18-20 de noviembre de 2015). Planificación urbana y cambio climático. *XLI Reunión de Estudios Regionales AEER: International conference on regional science: innovation and geographical spillovers: new approaches and evidence*. Universitat Rovira i Virgili. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/84561>
- Auletta, N., & Dakduk, S. (2013). Bienestar del consumidor: Un recorrido por la salud, el hedonismo, la espiritualidad y las relaciones. *Debates IESA*, 18(2). 10-14. <https://www.debatesiesa.com/debatesweb/wp-content/uploads/2016/09/002-Auletta-Dakduk-Bienestar-del-consumidor-Debates-IESA-XVIII-2-El-negocio-del-bienestar-abril-junio-2013-3.pdf>
- Brandana, A. G., Estévez, S. J., & de Yong, D. A. (2020). Techos Verdes: aporte a la sustentabilidad urbana. *Ab Intus*, (6), 75–85. http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/56
- Brundtland, G. H. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Note by the Secretary-General. <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>
- Calatrava-Requena, J. (2003). Método de precios hedónicos: Posibilidad de aplicación en valoración ambiental. Curso de Doctorado, Córdoba, España.

- Cárdenas-Pérez, A. (2019). La teoría del valor-trabajo. El predominio del pensamiento clásico desde la modernidad hacia la sobremodernidad. *Revista Publicando*, 6(21), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7054920>
- Checa-Artasu, M. M. (2016). Las áreas verdes en la Ciudad de México. Las diversas escalas de una geografía urbana. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21(1.159). <https://doi.org/10.1344/b3w.0.2016.26339>
- Cristancho, S. M. A., Morales, M. J. A., & Baquero, R. G. A. (2017). Tendencias en el diseño, construcción y operación de techos verdes para el mejoramiento de la calidad del agua lluvia. Estado del arte. *Revista Ingeniería del agua*, 21(3), 179-196. <https://doi.org/10.4995/ia.2017.6939>
- Cristiano, E., Deidda, R., & Viola, F. (2023). Awareness and willingness to pay for green roofs in Mediterranean areas. *Journal of Environmental Management*, 344, 118419. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118419>
- de la Cruz-Urbe, A., Jesús-Castañeda, M. A., Bolívar-Fuentes, R. C., Laines-Canepa, J. R., & Hernández-Barajas, J. R. (2023). Análisis beneficio-costo de techos verdes extensivos en condiciones del trópico húmedo en Villahermosa, México. *Revista Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 10(1). <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3586>
- Delgadillo, V. (2016). Ciudad de México, quince años de desarrollo urbano intensivo: la gentrificación percibida. *Revista INVI*, 31(88), 101-129. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582016000300004>
- Duque, J. C., Velásquez, H., & Agudelo, J. (2011). Infraestructura pública y precios de vivienda: una aplicación de regresión geográficamente ponderada en el contexto de precios hedónicos. *Revista Ecos de Economía*, 15(33), 95-122. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-42062011000200005&script=sci_arttext
- Flores-Xolocotzi, R., & González-Guillén, M. J. (2010). Planificación de sistemas de áreas verdes y parques públicos. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(1), 17-24.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322010000100003&lng=es&tlng=es.

Fondo Mundial para la Naturaleza (2020). *Informe Planeta Vivo 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*. Gland, Suiza. https://wwf.es.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022.pdf

Fondo Mundial para la Naturaleza. (2021). *Desafío de Ciudades*. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/wwf_desafio_de_ciudades.pdf

González, M. R. M., Martínez, B. E., & Esquivel, R. A. (2012). contraste de las preferencias declaradas con preferencias reveladas. El caso de los alumnos de la Universidad de la Laguna ante la implantación del tranvía. *Metodología de Encuestas*, 14, 65-80. <http://casus.usal.es/pkp/index.php/MdE/article/view/1026>

González, P. M. G., & González G. L. F. (2016). Techos verdes y mercado inmobiliario en México: escenario actual y expectativas en el marco de la energía. *Revista Tecnología y Construcción*, 32(1), 6-15. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/12358

Gutiérrez, R. A. I. (2008). Techos vivos extensivos: Una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia. *Alarife: Revista de arquitectura*, (16), 22-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3195349>

Hanemann, W. M. (2006). The economic conception of water. In *Water Crisis: Myth or Reality* Marcelino Botin Water Forum 2004 (pp. 61-91). <https://www.semanticscholar.org/paper/The-economic-conception-of-water-Hanemann/736659dff743f4ba029a90bbf92d2ff2eaef0d1c>

Hekrlé, M., Liberalesso, T., Macha, J., & Matos, S. C. (2023). The economic value of green roofs: A case study using different cost–benefit analysis approaches. *Journal of Cleaner Production*, 413, 137531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137531>

Hernández, M. R. P., & Cruz, H. E. (2020). Desafíos emergentes de la distribución de la población urbana y rural en el mundo: una panorámica mundial y europea del

- crecimiento urbano. *Revista Historia y Economía*, 24, 21-37. <https://historiaeeconomia.pt/index.php/he/article/view/237>
- Ji, Q., Lee, H. J., & Huh, S. Y. (2022). Measuring the economic value of green roofing in South Korea: A contingent valuation approach. *Journal Energy and Buildings*, 261, 111975. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111975>
- Lara, P. J. A., Estrada, D. G., Zentella, G. J. C., & Guevara, S. A. (2017). Los costos de la expansión urbana: aproximación a partir de un modelo de precios hedónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 37-63. <https://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v32n1/2448-6515-educm-32-01-00037.pdf>
- López-González, B. G., Camacho, A.D., Martínez-Rodríguez, M.C, & Marcelino-Aranda, M. (2020). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3), 68-79. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i3.4389>
- Maldonado-Bernabé, G., Chacalo-Hilu, A., Nava-Bolaños, I., Meza-Paredes R. M., & Zaragoza-Hernández, A. Y. (2020). Cambios en la superficie de áreas verdes urbanas en dos alcaldías de la Ciudad de México entre 1990-2015. *Revista Polibotánica*, (48), 205-230. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.15>
- Marqués, J. L. Á., Hernández, P. F., & Hernández, C. L. P. (2023). Beneficio productivo, económico-social y ambiental de la implementación de los techos verdes. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 17(1), 1-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193974540001>
- Meloni, O., & Nuñez, F. R. (2002). El Precio de los Terrenos y el Valor de sus Atributos. *Revista Económica*, 48, 69-88. <https://revistas.unlp.edu.ar/Economica/article/view/8516/7064>.
- Menger, C. (2012). Principios de Economía Política. Editorial Bubok. https://books.google.com.mx/books?id=0TyZLea6D_UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

- Meza-Aguilar, M. C., Velázquez-Ramírez, L., & Larrucea-Garritz, A. (2017). Recuperación de áreas verdes urbanas. La importancia del diagnóstico fitosanitario para la intervención. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 1(22). <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/11448>
- Mogas, A. J. (2004). Métodos de referencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, (57), 12-29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1373268>
- Nicholson, W. (2007) Teoría Microeconómica: Principios Básicos y Ampliaciones. Cengage Learning. <https://elvisjgblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/04/teorc3ada-microeconc3b3mica-9c2b0-edicic3b3n-walter-nicholson.pdf>
- Novillo, R. N. (2018). Cambio climático y conflictos socioambientales en ciudades intermedias de América Latina y el Caribe. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (24), 124-142. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.24.2018.3323>
- Núñez, J. M. (2021). Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Revista Economía, sociedad y territorio*, 21(67), 803-833. <https://doi.org/10.22136/est20211661>
- Ojeda-Revah, L. (2021). Equidad en el acceso a las áreas verdes urbanas en México: revisión de literatura. *Revista Sociedad y ambiente*, (24), 1-28. <https://doi.org/10.31840/sya.vi24.2341>
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311197/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- Plata, F. A. M. & Echeverria, L. J. (2008). Valoración económica del recurso hídrico de la cuenca del Lago de Tota: Una Aplicación de la Metodología de Precios Hedónicos. [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander].

<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/0751357c-4c8b-4e07-9918-e1539a211a28/content>

Quiroz, B. D. E. (2013). Las ciudades y el cambio climático: el caso de la política climática de la Ciudad de México. *Revista Estudios demográficos y urbanos*, 28(2), 343-382. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102013000200343&lng=es&tlng=es.

Quiroz, D. (2018). Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta. *México: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*, 65p. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394115/Hoja_de_ruta_IV_Infraestructura_Verde.pdf

Ramírez, C. E. E., Castillo, S. M. F., Yamaguchi, L. V. K., Aldama, N. F. A., Gómez, G. P., & Sánchez, C. J. A. (2016). ¿Cuál es la contribución del espacio público al precio de las viviendas?: un modelo de precios hedónicos en el polígono de “Las Granadas” en la Ciudad de México. Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C. <http://hdl.handle.net/11651/1890>.

Ripka, A. A., Luiz, S. C., & Hernández, S. A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(4), 246-255. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Rosero, C., & Campoverde, R. C. (2020). Precios hedónicos: Valoración de bienes públicos. *COMPENDIUM: Cuadernos de Economía y Administración*, 7(3), 185-193. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232781>

Salcedo, G. M. P., San Martín, R. F., & Barber, K. C. M. (2010) El desarrollo sustentable. Modelo de conciliación entre el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente. *Revista Gestión y estrategia*, 37, 17-31. <http://hdl.handle.net/11191/2992>

Santoyo, A. H., Vilardell, M. C., Sánchez, M. A. L., Fernández, R. C., & León, V. E. P. (2013). La Ciencia Económica y el Medio Ambiente: un aporte desde la valoración

- económica ambiental. *Revista Paranaense De Desenvolvimento - RPD*, 34(125), 25–38. <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/633>
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2008). NADF-013-RNAT-2007. http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sitios/conadf/documentos/proyectos-normas/Proy_Norma_Comentarios_NADF_013.pdf
- Sierra, R. I., & Ramírez-Silva, J. P. (2010). Los parques como elementos de sustentabilidad de las ciudades. *Revista Fuente*, Año 2 No, 5. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1113>
- Sotelo, S. L. (2022). Implementación de techos verdes en México. *Revista Nextia*, 14(8), 10-22. <https://revistas.uvp.mx/index.php/nextia/article/view/176/145>
- Soto, C. J. J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico*, 7(1), 127-149. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5926288>
- Tamayo, D. A. L., & Ramírez-Álvarez, A. A. (2021). Análisis de Precios Hedónicos para Airbnb en la CDMX (No. 2021-07). El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos. <https://cee.colmex.mx/dts/2021/DT-2021-7.pdf>
- Teotónio, I., Matos, S. C., & Oliveira C. C. (2018). Eco-solutions for urban environments regeneration: The economic value of green roofs. *Journal of Cleaner Production*, 199, 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.084>
- Teotónio, I., Matos, S. C., & Oliveira, C. C. (2021). Economics of green roofs and green walls: A literature review. *Journal Sustainable Cities and Society*, 69, 102781. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102781>
- Torres-Ramirez, R., Martínez-Damián, M. A., Valdivia-Alcalá, R., & Sandoval-Romero, F. (2022). Housing economic valuation in the metropolitan area of Puebla, Mexico. *Revista Agro Productividad*, 15(10), 19-26. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2193>
- Valencia-Grajales, A. M., Ruiz-Herrera, L. G., Valencia-Arias, A., & Valencia-Grajales, J. F. (2019). Análisis cualitativo sobre los factores que motivan la adopción de techos

verdes. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(2), 53-66.
<https://doi.org/10.22507/rli.v16n2a5>

Veisten, K., Smyrnova, Y., Klæboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M., & Kang, J. (2012). Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures: Including monetised amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards [Valoración de muros y techos verdes como medidas de atenuación sonora: valores de servicios monetizados y valores de atenuación del ruido en un análisis de costo-beneficio de un muro verde que afecta los traspatios]. *International journal of environmental research and public health*, 9(11), 3770-3788. <https://doi.org/10.3390/ijerph9113770>

Villafuerte, A. Q. (2012). Una aplicación del modelo de precios hedónicos al mercado de viviendas de Lima Metropolitana. *Revista de Economía y Derecho*, 9(36). <https://revistas.upc.edu.pe/index.php/economia/article/view/161>

Worlometer. (29 de mayo de 2024). Población Mundial Actual. <https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/#>

Zarta, A. P., (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: Un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28),409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

Zielinski, S., Collante, M. A. G., & Paternina, J. C. V. (2012). Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Revista Gestión y Ambiente*, 15(1), 91-104. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101008>

3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE TECHOS VERDES: UNA APLICACIÓN DE PRECIOS HEDÓNICOS A EQUIPAMIENTO PÚBLICO

AUTORES, AFILIACIÓN Y DIRECCIÓN INSTITUCIONAL

Carolina Cisneros-Núñez (<https://orcid.org/0009-0005-8887-1568>), Ramón Valdivia-Alcalá* (<https://orcid.org/0000-0003-0434-3169>), Juan Hernández-Ortiz (<https://orcid.org/0000-0001-5957-594X>), José María Contreras-Castillo (<https://orcid.org/0000-0001-6624-5447>), Ulrike Grau (<https://orcid.org/0009-0007-7384-3614>)

Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230.

*(corresponding author): ramvaldi@gmail.com, +52 5959517058

ASPECTOS DESTACADOS

- La información científica de techos verdes ya implementados en México es escasa, esta investigación es una aportación en tema y metodología.
- El método de precios hedónicos es comúnmente utilizado en la valoración de atributos en el mercado inmobiliario, esta es una propuesta que, aunque está enfocada a inmuebles, aborda un nuevo camino para el uso de esta metodología.
- La identificación de techos verdes, aún con shapefiles y bases de datos oficiales, no es sencilla, ya que, al hacer uso de imágenes satelitales, los techos verdes no son fácilmente identificables; se debe realizar la autenticación uno por uno, haciendo uso de la herramienta “línea de tiempo” o imágenes satelitales de años anteriores.
- Los techos verdes de esta investigación fueron instalados por un convenio y equipo de trabajo de la Universidad Autónoma Chapingo, el gobierno de la Ciudad de México y la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México en el año 2008.

Resumen

El crecimiento descontrolado de las áreas urbanas ha generado una serie de problemas sociales, ambientales y económicos. Por esta razón se han implementado estrategias que guían a las ciudades a alcanzar la sostenibilidad mediante la mitigación y adaptación al cambio climático. La naturación urbana es la implementación e incorporación de áreas verdes a los núcleos urbanos, lo que genera la adopción de nuevas tecnologías como son los techos verdes. La Ciudad de México es ejemplo de implementación de planes y programas para promover esta infraestructura verde urbana. El objetivo de esta investigación fue estimar el valor catastral de edificios públicos mediante la metodología de precios hedónicos para analizar el impacto de los techos verdes y contribuir a la generación de información científica en esta línea de investigación. Los datos se obtuvieron de bases de datos oficiales, así como de la aplicación de 20 encuestas para obtener variables ambientales y sociales. Se estimó un modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios, siendo las variables área de techo verde, beneficio por absorción de CO₂ y disminución de temperatura; las que generan un aumento al valor catastral. Esto se refleja como una disposición a pagar por dichos atributos en un inmueble, apostando por la infraestructura verde urbana.

PALABRAS CLAVE: Preferencias reveladas; azoteas verdes; ciudades sostenibles; naturación urbana; MCO

Abstract

The uncontrolled growth of urban areas has generated a series of social, environmental and economic problems. For this reason, strategies have been implemented that guide cities to achieve sustainability through mitigation and adaptation to climate change. Urban naturation is the implementation and incorporation of green areas into urban centers, which generates the adoption of new technologies such as green roofs. Mexico City is an example of the implementation of plans and programs to promote this urban green infrastructure. The objective of this research was to estimate the cadastral value of public buildings using the hedonic price methodology to analyze the impact of green roofs and contribute to the generation of scientific information in this line of research. The data was obtained from official databases, as well as from the application of 20 surveys to obtain environmental and social variables. A model was estimated by Ordinary Least Squares, with the variables being green roof area, benefit from CO₂ absorption and temperature reduction; those that generate an increase in the cadastral value. This is reflected as a willingness to pay for these attributes in a property, betting on urban green infrastructure.

KEY WORDS: Revealed preferences; green roofs; sustainable cities; greening cities; OLS

Introducción

En los últimos años los estudios sobre la urbanización y su relación con el ambiente han aumentado, pues las ciudades presentan un crecimiento descontrolado, ocasionando desequilibrios atmosféricos, hidrológicos, energéticos, salubres, sociales, entre otros (Higueras, 1997 citado por Urbano-López, 2013).

En la actualidad el planeta atraviesa una complicada situación ambiental, por lo que es necesaria la toma de decisiones que guíen a las ciudades a una gestión inclusiva y sostenible para contribuir a atenuar las alteraciones ambientales que se presentan.

Una estrategia que logra los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático es la naturación urbana, la cual puede definirse como la incorporación de naturaleza a superficies horizontales, verticales o inclinadas de las construcciones, para generar corredores verdes y pasillos ecológicos a cualquier altura (Urbano-López, 2013).

Las áreas verdes además de fungir como espacios abiertos destinados al esparcimiento tienen una importante función ya que permiten la asociación entre individuos, así como la influencia positiva en la economía urbana, el bienestar social y los ecosistemas (Rente et al., 1997 citado por Morales-Cerdas et al., 2018), puesto que la sociedad es cada vez más consciente de la importancia que éstas tienen en su vida diaria.

Las categorías de áreas verdes urbanas están en constante cambio, ya que la vegetación natural ha sufrido disminuciones, y al mismo tiempo se ha promovido el incremento de espacios naturales para compensar las pérdidas originales.

En esta investigación el objeto de estudio son los techos verdes en la Ciudad de México, los cuales son definidos como una superficie cubierta por vegetación (Cristancho et al., 2017); instalada en el techo de las construcciones fungiendo como medio de cultivo y filtro para la limpieza del agua de lluvia y del aire (López-González et al., 2020).

Los beneficios derivados de los techos verdes son diversos y abundantes en materia ambiental y social, ya que contribuyen al mejoramiento de la calidad del aire, a la regulación térmica ambiental, al manejo de agua de lluvia, a la reducción del efecto de isla de calor, a la creación de hábitats, a la reducción de ruido, a la reducción de estrés,

al aislamiento acústico, a la mejora de la salud mental de las personas, al aumento de hábitats y microhábitats, entre otros (Zielinski et al., 2012) (Quintero y Quintero, 2019).

Sin embargo, en materia económica, los beneficios se limitan al ahorro de energía generando una disminución en el pago de energía eléctrica, al incremento en el valor de la propiedad y aumento de vida útil de los tejados, al aumento de valor de los edificios (Valencia-Grajales et al., 2019); no obstante, los estudios relativos a los beneficios económicos abordan la disminución de consumo eléctrico debido a la disminución de temperatura al interior de los edificios.

Las investigaciones relacionadas a los techos verdes en el país son escasas, se genera poca investigación científica del tema (López-González et al., 2020). Los estudios realizados se orientan a simulaciones arquitectónicas para la evaluación del techo verde como agente termorregulador del interior de los edificios; logrando disminuir hasta 4.5°C la temperatura interior del edificio respecto a la temperatura ambiental (Beltrán-Melgarejo et al., 2014); además de analizar el beneficio por la reducción del consumo eléctrico, de hasta 2.7 MWh anual. Por último, su importancia en la mejora de calidad ambiental disminuyendo entre el 3.6% y el 12% de emisiones de carbono (de la Cruz-Urbe et al., 2023).

De Felipe y Briz (2010) enfocan la evaluación de la naturación urbana como un proyecto de inversión, del cual se puede crear un bien o servicio, ocupar un lugar en el mercado o desarrollar un cambio tecnológico, además de generar externalidades positivas como el aumento del bienestar social, por lo que es fundamental la correcta evaluación de los factores que influyen en este.

La valoración económica puede tener aplicación en la gestión para la toma de decisiones de los recursos naturales (Gómez y Juan, 2003). El método de valoración económica por aplicar es el método de Precios Hedónicos (MPH), el cual está basado en la existencia de bienes compuestos por distintas características que resultan en distinta calidad. Esto ocasiona diferencias considerables en el precio de los bienes compuestos, situación que dificulta el mercado de dichos bienes; por lo tanto, el enfoque hedónico analiza los bienes heterogéneos y la variabilidad de los precios tomando los atributos que los componen.

El MPH generalmente es utilizado en valoraciones inmobiliarias ya que la presencia de elementos externos a sus características estructurales permite, con mayor facilidad, la comparación entre inmuebles con distintos precios (Ripka et al., 2018). Tal es el caso de Moreno y Alvarado (2011), quienes realizaron un estudio al mercado de viviendas en Monterrey, Nuevo León mediante este método, encontrando que la población tiene mayor preferencia por una vivienda dependiendo el entorno social del vecindario.

En este estudio el MPH se realizó a hospitales, institutos y oficinas de la Ciudad de México con techos verdes, catalogados como equipamiento público, los cuales formaron parte de un programa de naturación de azoteas impulsado por el gobierno de la Ciudad de México, la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) y la Universidad Autónoma Chapingo, debido a que no se encontraron techos verdes en viviendas particulares.

El área seleccionada fue la Ciudad de México, puesto que el área urbana ha tenido una gran transición; de 1950 con 24,0549 ha, a 1990 con 67,767.90 ha (Cruz, 2015). Actualmente el suelo de conservación y el suelo urbano comparten equitativamente la superficie del territorio (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA], 2016c), generando retos para la recuperación del espacio natural.

La Ciudad de México es promotora de iniciativas encaminadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, sirviendo de ejemplo el 'Plan de Acción Climática de la CDMX' (SEDEMA, 2016b) en el que se contemplan diversas estrategias en los sectores movilidad, energía, edificios, residuos sólidos y agua potable. Los techos verdes fueron una política pública en coordinación con desarrollo urbano con el objetivo de aumentar las áreas verdes, promover la conciencia ecológica y cultura ambiental (SEDEMA, 2016a).

Los vacíos en la divulgación científica y la motivación por la búsqueda de expansión tecnológica de la naturación urbana son las razones por las que este artículo se enfoca en los beneficios económicos de los techos verdes teniendo por objetivo estimar el valor catastral de los edificios públicos mediante la metodología de precios hedónicos para analizar el impacto de los techos verdes y contribuir a la generación de información científica.

Como objetivos específicos se propuso la definición de características generales a integrar en la metodología de precios hedónicos enfocada a edificios públicos para estimar la aportación marginal de cada una sobre el valor catastral; y la descripción cuantitativa de los beneficios económicos de la instalación de techos verdes en edificaciones ubicadas en áreas urbanas.

Se espera que los resultados obtenidos contribuyan a la promoción y motivación de la instalación de infraestructura verde urbana como estrategia frente al cambio climático; así como el anexo del término “techos verdes” a los planes de desarrollo municipales y estatales, y sus posibles adaptaciones a zonas semi urbanas y rurales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó para diversos edificios de la Ciudad de México, que está administrativamente dividida en 16 alcaldías, con una superficie territorial total de 1,485 km² y una población total al 2020 de 9,209,944 habitantes. Tiene una superficie total de áreas verdes de 67.31 km², con un promedio de 7.4 m² de área verde por habitante.

Cuadro 6. Desglose territorial de áreas verdes urbanas en la Ciudad de México

Alcaldía	Población 2020	Superficie territorial (m ²)	Superficie áreas verdes (m ²)	Área verde territorial (%)	Superficie por habitante (m ²)
Álvaro Obregón	759,137	95,358,340.99	4,913,463.7	5.2	6.5
Azcapotzalco	432,205	33,323,098.13	3,980,866.7	11.9	9.2
Benito Juárez	434,153	26,549,003.10	929,230.8	3.5	2.1
Coyoacán	614,447	53,622,233.65	9,157,547.7	17.1	14.9
Cuajimalpa	217,686	71,071,112.68	2,048,957.7	2.9	9.4
Cuauhtémoc	545,884	32,335,244.97	1,915,961	5.9	3.5
Gustavo A. Madero	1,173,351	87,378,300.51	7,851,619.6	9.0	6.7
Iztacalco	404,695	22,962,784.51	1,944,289	8.5	4.8
Iztapalapa	1,835,486	112,537,103.71	9,834,858.6	8.7	5.4
Magdalena Contreras	247,622	63,074,818.20	1,335,114.4	2.1	5.4
Miguel Hidalgo	414,470	46,121,838.69	5,607,701.5	12.2	13.5

Fuente: Elaboración propia con información de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI] (2020) y Núñez (2022).

La investigación concentró 20 observaciones obtenidas del Inventario de Áreas Verdes Urbanas de la SEDEMA en su última actualización al 2017, de la categoría “Áreas verdes con infraestructura urbana” que contempla únicamente los techos verdes. La base de datos incluye hospitales pertenecientes a la Secretaría de Salud, Institutos de Educación Media Superior (IEMS) y oficinas en las distintas alcaldías de la Ciudad de México.



52

El Método de Precios Hedónicos estima el valor de los bienes y servicios ambientales mediante la percepción individual, a partir de bienes y servicios que tienen mercado (Santoyo et al., 2013). Este método ha sido ampliamente usado como herramienta en el mercado inmobiliario y análisis urbano, pues la regresión evalúa la contribución marginal, conocida como precios implícitos o hedónicos (Selim, 2008).

Los bienes valorados por este método son considerados bienes heterogéneos, es decir, son bienes que están compuestos por distintos atributos por lo que no pueden reemplazarse por otros productos con facilidad. Los bienes inmuebles son multiatributo, teniendo muchas características valorables, por lo tanto, se busca identificar los atributos que explican su precio y su importancia en el precio final (Cerdeña y Surhoff, 2002).

Generalmente, las aplicaciones hedónicas del mercado inmobiliario incluyen tres grupos de características por evaluar: estructurales (características físicas), de vecindario (entorno social y espacial) y de localización (ambientales, geográficas, económicas), por lo que es posible la elección de distintas variables (Moreno y Alvarado, 2011).

Sin embargo, al ser un estudio dirigido a edificios públicos, existe la limitación de ser bienes que no tienen mercado, ya que el edificio no se encuentra en una transacción comercial, por lo que se hizo uso del valor catastral como variable dependiente. El valor catastral es igualmente utilizado en estudios de Precios Hedónicos debido a su carácter reglado,

Así mismo, siguiendo a Araque et al. (2017), el mercado inmobiliario concentra el precio del suelo urbanizado, ya que la renta del suelo es un indicio de la elección del consumidor para asentarse o ubicarse en ese sitio, expresando así la disposición a pagar por un bien público local que forma parte de la economía urbana (Fujita, 1991 citado por Araque et al., 2017).

Al valorar edificios públicos, no es posible realizar una comparación de algunas características estructurales, por lo cual se realizaron encuestas para la obtención de cinco variables económico-ambientales y así conocer la importancia económica del techo verde.

El ‘valor catastral’, el ‘área construida’ y la ‘antigüedad de la construcción’, fueron obtenidas del Portal de Datos Abiertos de la Ciudad de México; la ‘distancia a estaciones de transporte’ se obtuvo mediante Google Maps; el ‘número de delitos anuales’ se obtuvo de la página oficial de la Fiscalía General de Justicia; el ‘área de los techos verdes’ se obtuvo del archivo shapefile del Inventario de Áreas Verdes realizado por la SEDEMA; y por último, el ‘incremento de áreas verdes’ (motivo de instalación de techo verde), la ‘percepción de mejora ambiental por absorción de CO₂’ (beneficio del techo verde), la ‘percepción de disminución de temperatura’, la ‘disminución de consumo eléctrico’ y la ‘falta de promoción’ como inmueble con techo verde; fueron obtenidos de la aplicación de encuestas a funcionarios y empleados de los diferentes edificios públicos.

Cuadro 7. Variables usadas en el modelo

Variable	Denominación
Área construida	AREAC
Antigüedad	ANT
Distancia a estación de Metrobús	DISTMB
Inseguridad	INS
Área de techo verde	AREATV
Incremento de áreas verdes	INCREAV
Percepción de mejora ambiental por absorción de CO ₂	ABSCO
Percepción de disminución de temperatura	DTEMP
Disminución de consumo eléctrico	DCE
Ausencia de promoción	NOPROM

Fuente: Elaboración propia, variables elegidas por decisión de los autores.

Una vez conformada la base de datos, se eligió la forma funcional general del modelo hedónico (Torres-Ramírez et al., 2022):

$$\ln P = \alpha + \beta x + \mu$$

Donde **P** representa el valor catastral, **β** es el vector de coeficientes, **x** es la matriz de características atribuibles a los edificios públicos con techos verdes en la Ciudad de México, y **μ** es el vector de errores para todas las n observaciones.

Para la estimación del modelo, se aplicó Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), comúnmente aplicados a este método; una vez obtenidos los coeficientes, se procedió a realizar las pruebas de significancia (Cerde y Surhoff, 2002)(Sobrino, 2014).

RESULTADOS

Los resultados presentados a continuación pertenecen a 9 Institutos de Educación Media Superior de la Ciudad de México, 6 oficinas públicas y 5 Hospitales Públicos. Los coeficientes obtenidos del Método Mínimos Cuadrados Ordinarios se muestran en el Cuadro 3 y se presenta la función de Precios Hedónicos semi logarítmica.

El modelo para explicar el valor catastral se obtuvo del descarte de variables que no aportaron información adecuada mediante la prueba ‘t’ de Student, siendo las variables ‘área de la construcción’, ‘incremento de áreas verdes’ y ‘percepción de disminución de consumo eléctrico’ las que no resultaron significancia al modelo. El mejor modelo resultó de las variables: ‘antigüedad de la construcción’, ‘área de techo verde’, ‘distancia a Metrobús’, ‘inseguridad’, ‘percepción de mejora ambiental por absorción de CO₂’, ‘disminución de temperatura’ y ‘ausencia de promoción’.

Cuadro 8. Resumen del modelo

Variable	Coeficiente	t
Constante	14.75670	15.03656
ANT	0.033067	1.765127
DISTMB	-0.197627	-2.586541
INS	-5.267119	-2.173538
AREATV	0.000869	2.624939
ABSCO	1.374963	2.610555
DTEMP	0.787944	1.494772
NOPROM	-1.234513	-2.106439
R ²	0.6857	
R ² ajustado	0.5024	
Error estándar de la estimación	0.888611	

Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo estimado

Por lo tanto, el modelo final es:

$$\ln VC = 14.75670 + 0.033067ANT - 0.197627DISTMB - 5.267119INS + 0.000869AREATV \\ + 1.374963ABSCO + 0.787944DTEMP - 1.234513NOPROM$$

La variable 'valor catastral' fue elegida como dependiente debido a que los inmuebles públicos no son considerados como bienes con mercado, por lo tanto no fue posible el uso de precios de inmobiliarias para este estudio.

El valor obtenido para R^2 fue de 0.685, lo cual indica que el valor catastral de los edificios con techos verdes es explicado en un 68.5% por las variables independientes utilizadas en el modelo.

A medida que aumenta la antigüedad del edificio (ANT) en un año, el valor catastral tiene un incremento de 3.3%. El signo positivo concuerda con el obtenido por Pereña y de Urrutia (2000), en su análisis múltiple para estimar el valor catastral de los inmuebles urbanos.

Por cada kilómetro de distancia a las estaciones de transporte público del Metrobús (DISTMB), el valor catastral del inmueble reduce en 19.76%; lo que resulta entendible debido a que no se tiene fácil acceso al inmueble. Este resultado coincide en signo con los estudios de precios de viviendas realizados por Lara et al. (2017) y Araque et al. (2017), ya que el tiempo por desplazamiento a la estación de transporte es considerado como pérdida de ganancia.

El aumento en número de delitos al año (INS) ocasiona un descenso del 526.71% en el valor catastral. Este resultado es similar en signo al obtenido por Delgado y Wences (2018), concluyendo que la inseguridad genera un efecto negativo sobre el precio de las viviendas en Acapulco de Juárez, Guerrero. El mismo signo fue encontrado para las variables homicidios dolosos y robos, en el estudio realizado por González-Juárez et al. (2021), concluyendo que, a mayor grado de inseguridad, disminuye el precio de las viviendas.

Por cada metro cuadrado de techo verde (AREATV), el valor catastral aumenta en .087%. Este dato es atribuido al hecho de que, a mayor superficie cubierta por techo verde, mayor es la protección a la cubierta tradicional, por lo que la vida útil de los techos se prolonga.

Además de comprobar el hecho de que los techos verdes incrementan el valor de los edificios (Zielinski et al., 2012). Una aproximación en el sentido de áreas verdes la explica González-Juárez et al. (2021), atribuyendo que el precio de las viviendas aumenta si éstas tienen jardín.

Como beneficio ambiental, la absorción de CO₂ debido al techo verde (ABSCO), aumenta el valor catastral en un 137.5%. En las zonas urbanas, la emisión de gases de efecto invernadero debido a transporte es alta, por lo que, la búsqueda de mecanismos que contribuyan a la absorción de CO₂ es relevante (Rodríguez et al., 2018).

La disminución de temperatura debido al techo verde genera (DTEMP) un incremento de 78.8% en el valor catastral. Este resultado puede ser altamente valorado, ya que, como indicaron Torres y Morrillón (2007), en zonas templadas, como es el caso de CDMX que cuenta con grandes construcciones, los techos verdes funcionan como un sistema envolvente y aislante que contribuye a la disminución de calor en los edificios.

La falta de promoción de los techos verdes de un inmueble (NOPROM), es decir, la falta de divulgación como edificio hacia un camino sostenible, genera una reducción de 123.45% en el valor catastral. Esto puede entenderse como un edificio de poca demanda o de poco interés al no atribuirle una tecnología verde, puesto que los techos verdes son espacios que pueden ser utilizados para investigaciones científicas y motivos académicos (López-González et al., 2020).

De acuerdo con Ji et al. (2022), a mayor información y entendimiento de los techos verdes, mejores decisiones son tomadas para su habilitación, por lo que la población informada estará dispuesta a aceptar y pagar por los proyectos verdes. Cristiano et al. (2023), encontraron que la población con educación secundaria como mínimo, es consciente de los beneficios que aportan los techos verdes.

CONCLUSIONES

La infraestructura verde en México, y el caso particular de los techos verdes, es un tema incipiente, que aún no está totalmente aceptado, se encuentra en desarrollo, es poco promovido y no cuenta con el suficiente apoyo social ni gubernamental, aunque existe un programa de crédito titulado “Hipoteca Verde”, este es general para diversas ecotecnias,

existiendo la posibilidad de contemplar los techos verdes como aislantes térmicos. Sin embargo, los beneficios ambientales de los espacios verdes son altamente valorados y aceptados; esto puede deberse a los efectos extremos causados por el cambio climático, que se sufren hoy día (olas de calor prolongadas, cortes de energía eléctrica); lo que está orientando a la población urbana a valorar la naturaleza.

En términos económicos, la población con mayor educación ambiental podría estar dispuesta a pagar por inmuebles sostenibles, con techos verdes y que contribuyan a la absorción de CO₂.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación.

A la Universidad Autónoma Chapingo por los recursos académicos.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Araque S. A. S., Gutiérrez L. J. A., & Quenguan L. L. F. (2017). El espacio público en la ciudad: Una aproximación desde los precios hedónicos. *Revista Sociedad y Economía*, (33), 77-98. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i33.5625>
- Beltrán-Melgarejo, A., Vargas-Mendoza, M. C., Pérez-Vázquez, A., & García-Albarado, J. C. (2014). Confort térmico de techos verdes con *Cissus verticillata* (Vitaceae) en viviendas rurales tropicales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(9), 1551-1560. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1047>
- Cerda, F. N., & Surhoff, R. S. (2002). Estimación de un modelo hedónico para conjuntos de viviendas nuevas. *Revista Ingeniería Industrial*, 1(1), 15-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3995690>
- Cristancho, S. M. A., Morales, M. J. A., & Baquero, R. G. A. (2017). Tendencias en el diseño, construcción y operación de techos verdes para el mejoramiento de la

- calidad del agua lluvia. Estado del arte. *Revista Ingeniería del agua*, 21(3), 179-196. <https://doi.org/10.4995/la.2017.6939>
- Cruz, R. M. S. (2015). Periferia y suelo urbano en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista Sociológica México*, 42 (15), 59-90. <http://sociologicamexico.azc.uam.mx/index.php/Sociologica/article/view/492>
- de Felipe B. I. & Briz, E. J. (2010). La Naturación Urbana: una apuesta para la mejora medioambiental de nuestro entorno. *Asociación de Autores Científico-Técnicos y Académicos*, (57), 29-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5715468>
- de la Cruz-Urbe, A., Jesús-Castañeda, M. A., Bolívar-Fuentes, R. C., Laines-Canepa, J. R., & Hernández-Barajas, J. R. (2023). Análisis beneficio-costos de techos verdes extensivos en condiciones del trópico húmedo en Villahermosa, México. *Revista Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 10(1). <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3586>
- Delgado, F. J. & Wences, N. G. (2018). Valoración hedónica de la inseguridad en la determinación de precios de viviendas en Acapulco de Juárez, Guerrero. *Economía: teoría y práctica*, (49), 143-163. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/492018/delgado>
- Gómez H., & Juan A. (2003). Economía de los recursos naturales y ecosistemas: necesidad de su valoración económica. *Revista Ciencia y Sociedad*, 28(4), 600-611. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87028403>
- González-Juárez, A., Melo-Guerrero, E., Hernández-Ortiz, J., Martínez-Damián, M. Á., Cervantes-Luna, J. O., & Valdivia-Alcalá, R. (2021). Impacto de la inseguridad en el precio de las viviendas en el estado de Guanajuato: Un enfoque de precios hedónicos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (83). <https://revistas.uaa.mx/index.php/investycien/article/view/2879/3124>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

- Lara, P. J. A., Estrada, D. G., Zentella, G. J. C., & Guevara, S. A. (2017). Los costos de la expansión urbana: aproximación a partir de un modelo de precios hedónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 37-63. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100037&lng=es&tlng=es.
- López-González, B. G., Camacho, A. D., Martínez-Rodríguez, M. C., & Marcelino-Aranda, M. (2020). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3), 68-79. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i3.4389>
- Morales-Cerdas, V., Piedra, C. L., Romero V. M., & Bermúdez R.T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1421-1435. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32258>
- Moreno, M. R. E., & Alvarado, L. E. (2011). El entorno social y su impacto en el precio de la vivienda: Un análisis de precios hedónicos en el Área Metropolitana de Monterrey. *Revista Trayectorias*, 14(33-34), 131-147. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60724509007>
- Núñez, J. M. (2022). Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Revista Economía, sociedad y territorio*, 21(67), 803-833. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212021000300803
- Pereña, J. G., & de Urrutia, G. (2000). Expresión del valor catastral mediante ecuaciones de regresión: su aplicación a la difusión pública de un valor de referencia. *CT: Catastro*, (40), 33-44. <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/revagr/index/assoc/HASH0118/477fe9b3.dir/doc.pdf>
- Quintero, G. L. E., & Quintero, G. J. R. (2019). Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(23), 160-178. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu12-23.ivvc>

- Ripka A., Luiz S. C., & Hernández S. A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(1), 134-141. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Rodríguez, M. Y., Ajete, H. A., Orta, P. S., Rondón, G. D. N. & Rivera, D. J. R. (2018). Comportamiento del carbono retenido en el arbolado urbano en el sur de la ciudad de Guantánamo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 284-299. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692018000300284&lng=es&tlng=es.
- Santoyo, A. H., Vilardell, M. C., Sánchez, M. A. L., Fernández, R. C., & León, V. E. P. (2013). La Ciencia Económica y el Medio Ambiente: un aporte desde la valoración económica ambiental. *Revista Paranaense De Desenvolvimento - RPD*, 34(125), 25–38. <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/633>
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2016a). Ciudad de México sustentable. https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_CDMX_Sustentable_2016.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2016b). Plan de acción climática de la Ciudad de México. http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Plan-de-Accion-Climatica-de-la-CDMX.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2016c). Suelo de conservación. https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conseccion.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2017). Inventario de Áreas Verdes 2017. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario-de-areas-verdes>
- Selim, S. (2008). Determinants of house prices in Turkey: A hedonic regression model. *Dogus University Journal*, 9(1), 65-76. <https://dergipark.org.tr/en/pub/doujournal/issue/66658/1042948>

- Sobrinho, F. L. J. (2014). Housing Prices and Submarkets in Mexico City: A Hedonic Assessment. *Revista Estudios Económicos*, 29(1), 57-84.
<https://estudioseconomicos.colmex.mx/index.php/economicos/article/view/74/75>
- Torres, R. A., & Morillón G. D. (2007). Evaluación del uso de techos verdes en clima templado: Caso Ecatepec de Morelos, estado de México, México. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/92886>
- Torres-Ramirez, R., Martínez-Damián, M. A., Valdivia-Alcalá, R., & Sandoval-Romero, F. (2022). Housing economic valuation in the metropolitan area of Puebla, Mexico. *Revista Agro Productividad*, 15(10), 19-26.
<https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2193>
- Urbano-López, M. B. (2013). Naturación urbana, un desafío a la urbanización. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 19(2), 225-236.
<https://doi.org/10.5154/r.chscfa.2013.01.004>
- Valencia-Grajales, A. M., Ruiz-Herrera, L. G., Valencia-Arias, A., & Valencia-Grajales, J. F. (2019). Análisis cualitativo sobre los factores que motivan la adopción de techos verdes. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(2), 53-66.
<https://doi.org/10.22507/rli.v16n2a5>
- Zielinski, S., Collante, M. A. G., & Paternina, J. C. V. (2012). Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?. *Revista Gestión y Ambiente*, 15(1), 91-104.
<https://www.redalyc.org/pdf/1694/169424101008.pdf>

4. CONCLUSIONES GENERALES

La infraestructura verde en el mundo es una propuesta integral de alto impacto visual y ambiental, que aún debe ser desarrollada y adecuadamente implementada específicamente para los países latinoamericanos.

La mitigación y adaptación ambiental son temas que deben ser difundidos a gran escala, ya que la población conoce la problemática ambiental que existe, pero no conoce las estrategias mundiales, nacionales y locales que han sido establecidas para afrontarla de la mejor manera, aprovechando los recursos naturales aún existentes.

Los techos verdes en la Ciudad de México demuestran ser infraestructura que contribuyen positivamente al aumento de precio de las propiedades, esto se debe principalmente a la idea del cuidado ambiental, razón por la que deben ser monitoreados conjunta y constantemente por instituciones académicas y Secretarías del Medio Ambiente, ya que, al ser infraestructura implementada en virtud de los programas de gobierno, su difusión y mantenimiento disminuye a lo largo del tiempo debido a los cambios de funcionarios, administrativos, académicos, de población estudiantil, entre otros; los cuales generan una ruptura en la línea de acción.

5. LITERATURA GENERAL

- Alpuche, M. G., Moreno, H., Ochoa, M. J., & Marinic, I. (2010). Análisis térmico de viviendas económicas en México utilizando techos verdes. *Departamento de Arquitectura y Urbanismo*, 3(3), 59-67. https://www.academia.edu/41985161/An%C3%A1lisis_t%C3%A9rmico_de_viviendas_econ%C3%B3micas_en_M%C3%A9xico_utilizando_techos_verdes
- Araque S. A. S., Gutiérrez L. J. A., & Quenguan L. L. F. (2017). El espacio público en la ciudad: Una aproximación desde los precios hedónicos. *Revista Sociedad y Economía*, (33), 77-98. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i33.5625>
- Arellano, R. B., & Roca, C. J. (18-20 de noviembre de 2015). Planificación urbana y cambio climático. *XLI Reunión de Estudios Regionales AECR: International conference on regional science: innovation and geographical spillovers: new approaches and evidence*. Universitat Rovira i Virgili. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/84561>
- Auletta, N., & Dakduk, S. (2013). Bienestar del consumidor: Un recorrido por la salud, el hedonismo, la espiritualidad y las relaciones. *Debates IESA*, 18(2). 10-14. <https://www.debatesiesa.com/debatesweb/wp-content/uploads/2016/09/002-Auletta-Dakduk-Bienestar-del-consumidor-Debates-IESA-XVIII-2-El-negocio-del-bienestar-abril-junio-2013-3.pdf>
- Beltrán-Melgarejo, A., Vargas-Mendoza, M. C., Pérez-Vázquez, A., & García-Albarado, J. C. (2014). Confort térmico de techos verdes con *Cissus verticillata* (Vitaceae) en viviendas rurales tropicales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(9), 1551-1560. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1047>
- Brandana, A. G., Estévez, S. J., & de Yong, D. A. (2020). Techos Verdes: aporte a la sustentabilidad urbana. *Ab Intus*, (6), 75–85. http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/56
- Brundtland, G. H. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Note by the Secretary-General. <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>

- Calatrava-Requena, J. (2003). Método de precios hedónicos: Posibilidad de aplicación en valoración ambiental. Curso de Doctorado, Córdoba, España.
- Cárdenas-Pérez, A. (2019). La teoría del valor-trabajo. El predominio del pensamiento clásico desde la modernidad hacia la sobremodernidad. *Revista Publicando*, 6(21), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7054920>
- Cerda, F. N., & Surhoff, R. S. (2002). Estimación de un modelo hedónico para conjuntos de viviendas nuevas. *Revista Ingeniería Industrial*, 1(1), 15-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3995690>
- Checa-Artasu, M. M. (2016). Las áreas verdes en la Ciudad de México. Las diversas escalas de una geografía urbana. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21(1.159). <https://doi.org/10.1344/b3w.0.2016.26339>
- Cristancho, S. M. A., Morales, M. J. A., & Baquero, R. G. A. (2017). Tendencias en el diseño, construcción y operación de techos verdes para el mejoramiento de la calidad del agua lluvia. Estado del arte. *Revista Ingeniería del agua*, 21(3), 179-196. <https://doi.org/10.4995/la.2017.6939>
- Cristiano, E., Deidda, R., & Viola, F. (2023). Awareness and willingness to pay for green roofs in Mediterranean areas. *Journal of Environmental Management*, 344, 118419. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118419>
- Cruz, R. M. S. (2015). Periferia y suelo urbano en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista Sociológica México*, 42 (15), 59-90. <http://sociologiamexico.azc.uam.mx/index.php/Sociologica/article/view/492>
- de Felipe B. I. & Briz, E. J. (2010). La Naturación Urbana: una apuesta para la mejora medioambiental de nuestro entorno. *Asociación de Autores Científico-Técnicos y Académicos*, (57), 29-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5715468>
- de la Cruz-Urbe, A., Jesús-Castañeda, M. A., Bolívar-Fuentes, R. C., Laines-Canepa, J. R., & Hernández-Barajas, J. R. (2023). Análisis beneficio-costos de techos verdes extensivos en condiciones del trópico húmedo en Villahermosa, México. *Revista*

Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios, 10(1).
<https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3586>

Delgadillo, V. (2016). Ciudad de México, quince años de desarrollo urbano intensivo: la gentrificación percibida. *Revista INVI*, 31(88), 101-129.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582016000300004>

Delgado, F. J. & Wences, N. G. (2018). Valoración hedónica de la inseguridad en la determinación de precios de viviendas en Acapulco de Juárez, Guerrero. *Economía: teoría y práctica*, (49), 143-163.
<https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/492018/delgado>

Duque, J. C., Velásquez, H., & Agudelo, J. (2011). Infraestructura pública y precios de vivienda: una aplicación de regresión geográficamente ponderada en el contexto de precios hedónicos. *Revista Ecos de Economía*, 15(33), 95-122.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-42062011000200005&script=sci_arttext

Flores-Xolocotzi, R., & González-Guillén, M. J. (2010). Planificación de sistemas de áreas verdes y parques públicos. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(1), 17-24.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322010000100003&lng=es&tlng=es.

Fondo Mundial para la Naturaleza (2020). *Informe Planeta Vivo 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*. Gland, Suiza.
https://wwf.es.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022.pdf

Fondo Mundial para la Naturaleza. (2021). *Desafío de Ciudades*.
https://wwf.es.awsassets.panda.org/downloads/wwf_desafio_de_ciudades.pdf

Gómez H., & Juan A. (2003). Economía de los recursos naturales y ecosistemas: necesidad de su valoración económica. *Revista Ciencia y Sociedad*, 28(4), 600-611. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87028403>

- González, M. R. M., Martínez, B. E., & Esquivel, R. A. (2012). Contraste de las preferencias declaradas con preferencias reveladas. El caso de los alumnos de la Universidad de la Laguna ante la implantación del tranvía. *Metodología de Encuestas*, 14, 65-80. <http://casus.usal.es/pkp/index.php/MdE/article/view/1026>
- González, P. M. G., & González G. L. F. (2016). Techos verdes y mercado inmobiliario en México: escenario actual y expectativas en el marco de la energía. *Revista Tecnología y Construcción*, 32(1), 6-15. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/12358
- González-Juárez, A., Melo-Guerrero, E., Hernández-Ortiz, J., Martínez-Damián, M. Á., Cervantes-Luna, J. O., & Valdivia-Alcalá, R. (2021). Impacto de la inseguridad en el precio de las viviendas en el estado de Guanajuato: Un enfoque de precios hedónicos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (83). <https://revistas.uaa.mx/index.php/investycien/article/view/2879/3124>
- Gutiérrez, R. A. I. (2008). Techos vivos extensivos: Una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia. *Alarife: Revista de arquitectura*, (16), 22-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3195349>
- Hanemann, W. M. (2006). The economic conception of water. In Water Crisis: Myth or Reality Marcelino Botin Water Forum 2004 (pp. 61-91). <https://www.semanticscholar.org/paper/The-economic-conception-of-water-Hanemann/736659dff743f4ba029a90bbf92d2ff2eae0d1c>
- Hekrlé, M., Liberalesso, T., Macha, J., & Matos, S. C. (2023). The economic value of green roofs: A case study using different cost–benefit analysis approaches. *Journal of Cleaner Production*, 413, 137531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137531>
- Hernández, M. R. P., & Cruz, H. E. (2020). Desafíos emergentes de la distribución de la población urbana y rural en el mundo: una panorámica mundial y europea del crecimiento urbano. *Revista Historia y Economía*, 24, 21-37. <https://historiaeeconomia.pt/index.php/he/article/view/237>

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Ji, Q., Lee, H. J., & Huh, S. Y. (2022). Measuring the economic value of green roofing in South Korea: A contingent valuation approach. *Journal Energy and Buildings*, 261, 111975. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111975>
- Lara, P. J. A., Estrada, D. G., Zentella, G. J. C., & Guevara, S. A. (2017). Los costos de la expansión urbana: aproximación a partir de un modelo de precios hedónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 37-63. <https://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v32n1/2448-6515-educm-32-01-00037.pdf>
- López-González, B. G., Camacho, A. D., Martínez-Rodríguez, M. C., & Marcelino-Aranda, M. (2020). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3), 68-79. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i3.4389>
- Maldonado-Bernabé, G., Chacalo-Hilu, A., Nava-Bolaños, I., Meza-Paredes R. M., & Zaragoza-Hernández, A. Y. (2020). Cambios en la superficie de áreas verdes urbanas en dos alcaldías de la Ciudad de México entre 1990-2015. *Revista Polibotánica*, (48), 205-230. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.15>
- Marqués, J. L. Á., Hernández, P. F., & Hernández, C. L. P. (2023). Beneficio productivo, económico-social y ambiental de la implementación de los techos verdes. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 17(1), 1-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193974540001>
- Meloni, O., & Nuñez, F. R. (2002). El Precio de los Terrenos y el Valor de sus Atributos. *Revista Económica*, 48, 69-88. <https://revistas.unlp.edu.ar/Economica/article/view/8516/7064>.

- Menger, C. (2012). Principios de Economía Política. Editorial Bubok.
<https://books.google.com.mx/books?id=0TyZLea6D UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Meza-Aguilar, M. C., Velázquez-Ramírez, L., & Larrucea-Garritz, A. (2017). Recuperación de áreas verdes urbanas. La importancia del diagnóstico fitosanitario para la intervención. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 1(22).
<https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/11448>
- Mogas, A. J. (2004). Métodos de referencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, (57), 12-29.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1373268>
- Morales-Cerdas, V., Piedra, C. L., Romero V. M., & Bermúdez R.T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1421-1435. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32258>
- Moreno, M. R. E., & Alvarado, L. E. (2011). El entorno social y su impacto en el precio de la vivienda: Un análisis de precios hedónicos en el Área Metropolitana de Monterrey. *Revista Trayectorias*, 14(33-34), 131-147.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60724509007>
- Novillo, R. N. (2018). Cambio climático y conflictos socioambientales en ciudades intermedias de América Latina y el Caribe. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (24), 124-142.
<https://doi.org/10.17141/letrasverdes.24.2018.3323>
- Núñez, J. M. (2022). Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Revista Economía, sociedad y territorio*, 21(67), 803-833.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212021000300803
- Ojeda-Revah, L. (2021). Equidad en el acceso a las áreas verdes urbanas en México: revisión de literatura. *Revista Sociedad y ambiente*, (24), 1-28.
<https://doi.org/10.31840/sya.vi24.2341>

- Organización de las Naciones Unidas. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311197/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- Pereña, J. G., & de Urrutia, G. (2000). Expresión del valor catastral mediante ecuaciones de regresión: su aplicación a la difusión pública de un valor de referencia. *CT: Catastro*, (40), 33-44. <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/revagr/index/assoc/HASH0118/477fe9b3.dir/doc.pdf>
- Plata, F. A. M. & Echeverria, L. J. (2008). Valoración económica del recurso hídrico de la cuenca del Lago de Tota: Una Aplicación de la Metodología de Precios Hedónicos. [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/0751357c-4c8b-4e07-9918-e1539a211a28/content>
- Quintero, G. L. E., & Quintero, G. J. R. (2019). Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(23), 160-178. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu12-23.ivvc>
- Quiroz, B. D. E. (2013). Las ciudades y el cambio climático: el caso de la política climática de la Ciudad de México. *Revista Estudios demográficos y urbanos*, 28(2), 343-382. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102013000200343&lng=es&tlng=es.
- Quiroz, D. (2018). Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta. *México: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*, 65p. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394115/Hoja_de_ruta_IV_Infraestructura_Verde.pdf
- Ramírez, C. E. E., Castillo, S. M. F., Yamaguchi, L. V. K., Aldama, N. F. A., Gómez, G. P., & Sánchez, C. J. A. (2016). *¿Cuál es la contribución del espacio público al precio*

de las viviendas?: un modelo de precios hedónicos en el polígono de “Las Granadas” en la Ciudad de México. Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C. <http://hdl.handle.net/11651/1890>.

Ripka A., Luiz S. C., & Hernández S. A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(1), 134-141. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Rodríguez, M. Y., Ajete, H. A., Orta, P. S., Rondón, G. D. N. & Rivera, D. J. R. (2018). Comportamiento del carbono retenido en el arbolado urbano en el sur de la ciudad de Guantánamo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 284-299. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692018000300284&lng=es&tlng=es.

Rosero, C., & Campoverde, R. C. (2020). Precios hedónicos: Valoración de bienes públicos. *COMPENDIUM: Cuadernos de Economía y Administración*, 7(3), 185-193. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232781>

Salcedo, G. M. P., San Martín, R. F., & Barber, K. C. M. (2010) El desarrollo sustentable. Modelo de conciliación entre el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente. *Revista Gestión y estrategia*, 37, 17-31. <http://hdl.handle.net/11191/2992>

Santoyo, A. H., Vilardell, M. C., Sánchez, M. A. L., Fernández, R. C., & León, V. E. P. (2013). La Ciencia Económica y el Medio Ambiente: un aporte desde la valoración económica ambiental. *Revista Paranaense De Desenvolvimento - RPD*, 34(125), 25–38. <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/633>

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2008). NADF-013-RNAT-2007. http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sitios/conadef/documentos/proyectos-normas/Proy_Norma_Comentarios_NADF_013.pdf

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2016a). Ciudad de México sustentable. https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_CDMX_Sustentable_2016.pdf

- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2016b). Plan de acción climática de la Ciudad de México. http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_c/Plan-de-Accion-Climatica-de-la-CDMX.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2016c). Suelo de conservación. https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2017). Inventario de Áreas Verdes 2017. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario-de-areas-verdes>
- Selim, S. (2008). Determinants of house prices in Turkey: A hedonic regression model. *Dogus University Journal*, 9(1), 65-76. <https://dergipark.org.tr/en/pub/doujournal/issue/66658/1042948>
- Sierra, R. I., & Ramírez-Silva, J. P. (2010). Los parques como elementos de sustentabilidad de las ciudades. *Revista Fuente*, Año 2 No, 5. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1113>
- Sobrino, F. L. J. (2014). Housing Prices and Submarkets in Mexico City: A Hedonic Assessment. *Revista Estudios Económicos*, 29(1), 57-84. <https://estudioseconomicos.colmex.mx/index.php/economicos/article/view/74/75>
- Sotelo, S. L. (2022). Implementación de techos verdes en México. *Revista Nextia*, 14(8), 10-22. <https://revistas.uvp.mx/index.php/nextia/article/view/176/145>
- Soto, C. J. J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico*, 7(1), 127-149. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5926288>
- Suárez, M., & Delgado, J. (2007). La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativas para el año 2020. *Revista Estudios demográficos y urbanos*, 22(1), 101-142. <https://doi.org/10.24201/edu.v22i1.1295>

- Tamayo, D. A. L., & Ramírez-Álvarez, A. A. (2021). Análisis de Precios Hedónicos para Airbnb en la CDMX (No. 2021-07). El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos. <https://cee.colmex.mx/dts/2021/DT-2021-7.pdf>
- Teotónio, I., Matos, S. C., & Oliveira C. C. (2018). Eco-solutions for urban environments regeneration: The economic value of green roofs. *Journal of Cleaner Production*, 199, 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.084>
- Teotónio, I., Matos, S. C., & Oliveira, C. C. (2021). Economics of green roofs and green walls: A literature review. *Journal Sustainable Cities and Society*, 69, 102781. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102781>
- Torres, R. A., & Morillón G. D. (2007). Evaluación del uso de techos verdes en clima templado: Caso Ecatepec de Morelos, estado de México, México. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/92886>
- Torres-Ramirez, R., Martínez-Damián, M. A., Valdivia-Alcalá, R., & Sandoval-Romero, F. (2022). Housing economic valuation in the metropolitan area of Puebla, Mexico. *Revista Agro Productividad*, 15(10), 19-26. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2193>
- Urbano-López, M. B. (2013). Naturación urbana, un desafío a la urbanización. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 19(2), 225-236. <https://doi.org/10.5154/r.chscfa.2013.01.004>
- Valencia-Grajales, A. M., Ruiz-Herrera, L. G., Valencia-Arias, A., & Valencia-Grajales, J. F. (2019). Análisis cualitativo sobre los factores que motivan la adopción de techos verdes. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(2), 53-66. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n2a5>
- Veisten, K., Smyrnova, Y., Klæboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M., & Kang, J. (2012). Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures: Including monetised amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards [Valoración de muros y techos verdes como medidas de atenuación sonora: valores de servicios monetizados y valores

de atenuación del ruido en un análisis de costo-beneficio de un muro verde que afecta los traspatios]. *International journal of environmental research and public health*, 9(11), 3770-3788. <https://doi.org/10.3390/ijerph9113770>

Villafuerte, A. Q. (2012). Una aplicación del modelo de precios hedónicos al mercado de viviendas de Lima Metropolitana. *Revista de Economía y Derecho*, 9(36). <https://revistas.upc.edu.pe/index.php/economia/article/view/161>

Worlometer. (29 de mayo de 2024). Población Mundial Actual. <https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/#>

Zarta, A. P., (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: Un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28),409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

Zielinski, S., Collante, M. A. G., & Paternina, J. C. V. (2012). Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Revista Gestión y Ambiente*, 15(1), 91-104. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101008>