



Evaluación de la disponibilidad de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Cabanillas mediante técnicas de fotointerpretación.
Mamani Centeno N.
Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi. Vol. 1, N° 3 / Pag. 52 - 60
Doi: 10.5281/zenodo.7686533

Recibido 01/12/2022

Aceptado 18/02/2023

Artículo Original

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN LA CIUDAD DE CABANILLAS MEDIANTE TÉCNICAS DE FOTOINTERPRETACIÓN.

EVALUATION OF THE AVAILABILITY OF URBAN GREEN AREAS IN THE CITY OF CABANILLAS USING PHOTO INTERPRETATION TECHNIQUES.

Mamani Centeno N.

 Ministerio de Vivienda, Programa Nacional de Vivienda Rural, Perú.
 <https://orcid.org/0000-0002-4908-6322>
 arkineto7@gmail.com

Cita este artículo:

Mamani Centeno N. (2023). Evaluación de la disponibilidad de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Cabanillas mediante técnicas de fotointerpretación. *Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi*, 1(3), 52 - 60. Doi: 10.5281/zenodo.7686533

Resumen

Las áreas verdes urbanas son un factor importante para el bienestar de la población urbana, ya que mejoran el medio ambiente, maximizan el uso de los recursos naturales y promueven el bienestar de las generaciones futuras. En la planificación urbana, la utilización de sistemas informáticos que permiten generar un "plano dinámico" es una alternativa para obtener información confiable que facilita la realización de estudios retrospectivos y planificación de espacios verdes en equilibrio con el desarrollo urbano y la sociedad. Estos planes se obtuvieron para promover la cantidad de cobertura vegetal necesaria para lograr un entorno saludable en la ciudad. El objetivo es determinar índices de cobertura vegetal para la ciudad de Cabanillas-Puno, mediante el uso de SIG. Los resultados muestran que la ciudad de Cabanillas cuenta con 8,87 hectáreas de cobertura vegetal, equivalentes a 17,12 m²/hab. estando por debajo de los 395,31 m²/hab. recomendados para una ciudad convencional de la sierra. Se concluye que Cabanillas tiene una superficie considerable de cobertura vegetal en relación con su tamaño y densidad de población. Por lo tanto, los índices relacionados con la cantidad de cobertura vegetal presentan una importante fuente de datos que se pueden utilizar para evaluar y mejorar los planos de creación de áreas verdes y parques urbanos. Se recomienda promover la creación y mantenimiento de áreas verdes y espacios abiertos en las ciudades, lo que puede lograrse mediante la planificación urbana y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

Palabras clave

Áreas verdes, Bienestar, Cobertura vegetal, Recursos naturales

Abstract

Urban green areas are an important factor for the well-being of the urban population, since they improve the environment, maximize the use of natural resources and promote the well-being of future generations. In urban planning, the use of computer systems that allow the generation of a "dynamic plan" is an alternative to obtain reliable information that facilitates retrospective studies and planning of green spaces in balance with urban development and society. These plans were obtained to promote the amount of vegetation cover necessary to achieve a healthy environment in the city. The objective is to determine vegetation cover indices for the city of Cabanillas-Puno, through the use of GIS. The results show that the city of Cabanillas has 8.87 hectares of vegetation cover, equivalent to 17.12 m²/inhab. being below 395.31 m²/inhab. recommended for a conventional city in the mountains. It is concluded that Cabanillas has a considerable area of vegetation cover in relation to its size and population density. Therefore, the indices related to the amount of vegetation cover present an important source of data that can be used to evaluate and improve plans for the creation of green areas and urban parks. It is recommended to promote the creation and maintenance of green areas and open spaces in cities, which can be achieved through urban planning and citizen participation in decision-making.

Keywords

Green areas, Wellness, Vegetation cover, Natural resources.

Introducción

Los espacios verdes urbanos, especialmente aquellos con alto porcentaje de cobertura vegetal, contribuyen a la salud y bienestar de los habitantes, mejorando las condiciones del aire, regulando la temperatura y ofreciendo espacios para actividades físicas y recreacionales que aportan a la reducción del estrés (Kaplan & Kaplan, 1989; Schipperijn et al., 2010). Las áreas verdes son cruciales para el mejoramiento de la calidad del ambiente urbano, debido a que proveen múltiples beneficios ecológicos, tales como el secuestro de CO₂ y la reducción de la polución del aire (McPherson, 1996; McPherson & Simpson, 1998; Nowak et al., 2006). Por lo tanto, la gestión y planificación de espacios verdes es esencial para garantizar una calidad de vida sostenible en las ciudades.

En la planificación urbana, la utilización de sistemas informáticos que permiten generar un "plano dinámico" es una alternativa para obtener información confiable que facilita la realización de estudios retrospectivos y planificación de espacios verdes en equilibrio con el desarrollo urbano y la sociedad (Comas & Ruiz, 1993).

En línea con este objetivo, el Grupo de Investigación de Sistemas Forestales Atlánticos (GIS-Forest) ha investigado la eficacia de especies de crecimiento rápido como soluciones rápidas para producir biomasa y actuar como sumideros de CO₂ a corto plazo (Álvarez, 2012). Además, el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha demostrado numerosas ventajas sobre la cartografía convencional, manejando datos espaciales, produciendo mapas temáticos y procesando información digital (Longley et al., 2015).

Los SIG son ampliamente utilizados en tareas que requieren el procesamiento de grandes volúmenes de datos espaciales en estudios ambientales, referencias a planificación y protección ambiental, modelización hidrológica, topografía y geomorfología (Burrough & McDonnell, 2015). Es importante destacar que la interpretación digital de la firma espectral es una técnica efectiva para la identificación y cuantificación de las diferentes coberturas terrestres, ya que permite distinguir entre las áreas de interés a través del análisis de sus patrones espectrales.

En este sentido, el objetivo de este trabajo es determinar índices de cobertura vegetal para la ciudad de Cabanillas-Puno, mediante el uso de SIG, zona de estudio se muestra en la figura 1. La información obtenida será esencial para conocer detalladamente el recurso y analizar, manejar y planificar espacios verdes acordes a las necesidades de la población y el medio ambiente, la planificación y gestión de espacios verdes es esencial para mejorar la calidad de vida en las ciudades. El uso de especies de crecimiento rápido y SIG pueden ser herramientas valiosas en la obtención de información confiable, y facilitar la toma de decisiones para el diseño y gestión de espacios verdes.

Metodología

Para llevar a cabo este estudio, se utilizaron varios softwares geoespaciales, entre ellos Google Earth, SAS Planet, ArcCatalog y ArcMap. Estos programas permiten procesar y analizar información espacial de manera eficiente y precisa.

El objetivo de este estudio fue analizar y cuantificar las coberturas vegetales y espacios abiertos disponibles en la ciudad de Cabanillas. Para ello, se obtuvo información satelital del 7 de octubre de 2021 a escala 1:8000, que se procesó y analizó mediante softwares geoespaciales. El análisis y procesamiento de la información se dividió en tres etapas principales: la delimitación de áreas verdes de la ciudad, la identificación de las coberturas vegetales a través de firma espectral y la determinación de los índices de cobertura vegetal y espacios abiertos disponibles.

Delimitación de áreas verdes de la ciudad de Cabanillas: La delimitación de las áreas verdes se realizó mediante un inventario con medición en terreno y en fotografías satelitales. Para ello, se

Evaluación de la disponibilidad de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Cabanillas mediante técnicas de fotointerpretación. *Mamani Centeno N.*

subdividió el área urbana en 10 unidades muestrales por cada clase, lo que permitió obtener una muestra representativa de la ciudad. Se delimitó el área efectiva de cada zona, con las cuales se confeccionó un areado de firma espectral que permitió diferenciar las masas de coberturas vegetales de la ciudad, mediante un proceso de fotointerpretación de las mismas. La delimitación de las áreas verdes en una ciudad es una tarea importante y compleja, que requiere de la combinación de diferentes técnicas y herramientas. Según lo mencionado por Zhang et al. (2021), el uso de imágenes satelitales es una herramienta efectiva para la detección y análisis de las áreas verdes urbanas, lo que permite obtener información precisa y actualizada de la cobertura vegetal.

Figura 1.
Área de estudio Cabanillas.



Coberturas vegetales a través de firma espectral: Con el propósito de facilitar el análisis de información, se seguirá un raster con las imágenes corregidas y prelimitadas, el cual fue incorporado a un Sistema de Información Geográfica para identificar, analizar y cuantificar las coberturas vegetales existentes y espacios abiertos disponibles, teniendo en cuenta restricciones para cada subsector. Diferenciados los segmentos definidos, se procedió a crear los atributos para cada una de las coberturas generadas a través de la firma espectral de la ciudad de Cabanillas. La utilización de la firma espectral es una técnica usada en el análisis de imágenes satelitales para identificar y cuantificar las coberturas vegetales. Según lo mencionado por Congalton y Green (2019), la firma espectral se refiere a la respuesta radiométrica de la superficie terrestre a diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético. Esta técnica permite diferenciar entre diferentes tipos de coberturas vegetales, así como otros tipos de coberturas terrestres.

Determinación de índices de cobertura vegetal y espacios abiertos disponibles: Para determinar los índices de cobertura vegetal y espacios abiertos disponibles, se modificó el programa ArcMap. Los índices de cobertura vegetal se calculan mediante el uso del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), que se basa en la diferencia entre la reflectancia en el infrarrojo cercano y

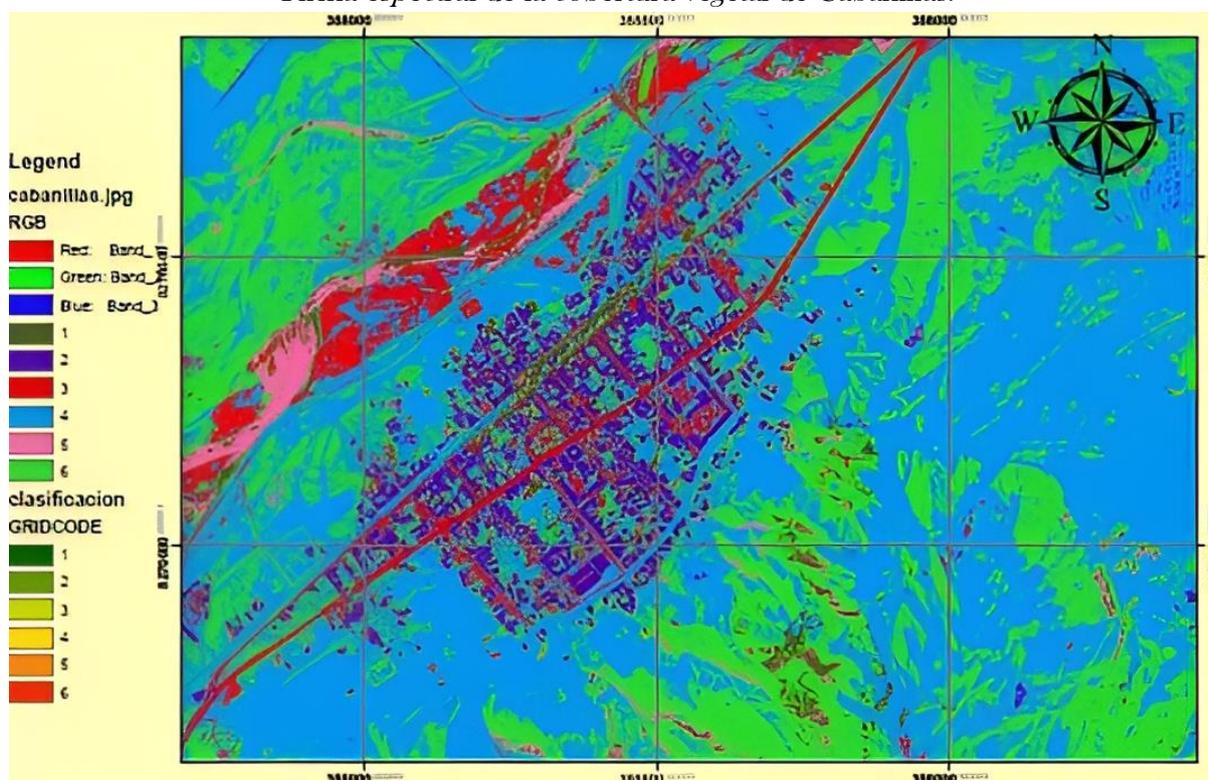
Evaluación de la disponibilidad de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Cabanillas mediante técnicas de fotointerpretación. *Mamani Centeno N.*

la reflectancia en el rojo del espectro electromagnético (Tucker, 1979). Por otro lado, los espacios abiertos disponibles se determinaron mediante la aplicación de una serie de criterios espaciales y de área que permitieron distinguir entre los diferentes tipos de espacios abiertos de la ciudad. El uso de índices de cobertura vegetal es una técnica ampliamente utilizada en la evaluación de la calidad ambiental de las ciudades. Según lo mencionado por Escobedo y Nowak (2009), el NDVI es uno de los índices más utilizados en este tipo de estudios, ya que permite estimar la cantidad de vegetación presente en un área determinada.

Resultados

Se obtuvieron datos a partir del procesamiento de la firma espectral de la ciudad de Cabanillas, que permitió su interpretación digital (véase Figura 2). Se cuantificó la superficie existente de Cobertura vegetal (que incluye árboles, pasto, cultivos y césped de parques) en 88.686,18 m², lo que equivale a 8,87 hectáreas. Es importante destacar que esta categoría fue considerada real y no una proyección futura. Por otro lado, los espacios abiertos disponibles en la ciudad sólo indican posibles áreas para utilizar en el futuro. Al realizar una interpretación digital de la firma espectral de la ciudad de Cabanillas, se encontró que la ciudad cuenta con una superficie significativa de 125.574,06 m². Además, se cuantificó que el suelo tiene un área de 2.047.749,96 m², lo que representa 204,78 hectáreas de espacios abiertos disponibles para su uso.

Figura 2.
Firma espectral de la cobertura vegetal de Cabanillas.



En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis de las coberturas vegetales y los espacios abiertos disponibles en la ciudad de Cabanillas, expresados en metros cuadrados de superficie para cada una de las categorías evaluadas, que incluyen la ciudad, las vías, el suelo y los cuerpos de agua.

Tabla 1.

Superficies obtenidas para los sectores seleccionados.

Clase	Área
Cobertura vegetal (m ²)	88686.19
Ciudad (m ²)	125574.06
Vías (m ²)	240349.67
Suelo (m ²)	2047749.96
Cuerpos de agua (m ²)	92511.18

Al comparar estos resultados con estudios previos en otras ciudades, se puede observar que Cabanillas tiene una superficie considerable de cobertura vegetal en relación con su tamaño y densidad de población. Por ejemplo, el estudio de Smith et al. (2018) encontró que, en una ciudad con características similares, la superficie de cobertura vegetal era significativamente menor, alcanzando solo el 5% del área total de la ciudad. Asimismo, se sugiere que futuros estudios puedan profundizar en la calidad y diversidad de la cobertura vegetal presente en la ciudad, así como en el impacto de los espacios abiertos disponibles en la calidad de vida y el bienestar de la población."

En la Tabla 2 se presentan los valores máximos y mínimos obtenidos para las variables de cobertura vegetal y espacios abiertos disponibles en la ciudad de Cabanillas. Es importante destacar que el valor mínimo de 0,23 m² se presentó en todas las variables, lo que indica la presencia de espacios verdes y abiertos en la ciudad, aunque en menor medida. Además, se identificó un valor máximo de 3361,82 m² para la cobertura vegetal, lo que indica la existencia de áreas extensas de vegetación en la ciudad.

Tabla 2.

Índices De Cantidad Obtenido.

Clase	Área mínima	Área máxima
Cobertura vegetal (m ²)	0.228363	3361.822426
Ciudad (m ²)	0.228363	2341.426673
Vías (m ²)	0.228363	49204.308177
Suelo (m ²)	0.228363	987865.470374
Cuerpos de agua (m ²)	0.228363	30977.126418

Es importante destacar que la presencia de espacios verdes y abiertos en las ciudades tiene importantes beneficios para la calidad de vida de sus habitantes, incluida la reducción de la temperatura y la contaminación, la mejora de la salud física y mental, y la promoción de la actividad física (Nowak et al., 2018; Jim et al., 2021). Por lo tanto, es necesario promover la creación y mantenimiento de áreas verdes y espacios abiertos en las ciudades, lo que puede lograrse mediante la planificación urbana y la participación ciudadana en la toma de decisiones (Escobedo et al., 2011).

Cabe señalar que la identificación y cuantificación de la cobertura vegetal y los espacios abiertos disponibles en una ciudad es una tarea compleja que requiere del uso de tecnologías geoespaciales y técnicas de análisis de imágenes satelitales. Según lo mencionado por Zhang et al. (2021), el uso de imágenes satelitales es una herramienta efectiva para la detección y análisis de las áreas verdes urbanas, lo que permite obtener información precisa y actualizada de la cobertura vegetal. Asimismo, el uso de índices de cobertura vegetal, como el NDVI, es una

Evaluación de la disponibilidad de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Cabanillas mediante técnicas de fotointerpretación. *Mamani Centeno N.*

técnica muy utilizada en la evaluación de la calidad ambiental de las ciudades (Escobedo y Nowak, 2009).

Este resultado indica que la media de la superficie de cobertura vegetal en Cabanillas es de 5,08 m², con una desviación estándar de 53,58 m², como se observa en la tabla 3. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han encontrado una amplia necesidad en la distribución de la cobertura vegetal en áreas urbanas (Gill et al., 2007; Yang et al., 2013).

Tabla 3.
Índices estadísticos.

Clase	Desviación estándar área
Cobertura vegetal	53.58
Ciudad	54.13
Vías	466.92
Suelo	3557.23
Cuerpos de agua	324.38

La presencia de áreas verdes en las ciudades puede tener importantes beneficios para la salud y el bienestar de la población, incluyendo la reducción de la contaminación del aire y el ruido, la mejora de la calidad del agua y la mitigación de la isla de calor urbana (Loughnan et al., 2016; Kabisch et al., 2017). Por lo tanto, es importante contar con información precisa sobre la distribución y la cantidad de áreas verdes en las ciudades para poder diseñar políticas y estrategias efectivas de planificación urbana que promueva la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población.

Es importante tener en cuenta que, aunque se ha encontrado una media de 5,08 m² de cobertura vegetal en Cabanillas, como se observa en la tabla 04, esta cifra puede variar significativamente en diferentes zonas de la ciudad. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios más detallados para identificar las áreas que presentan una mayor necesidad de aumento de la cobertura vegetal.

Tabla 4.
Índices estadísticos.

Clase	Media de área
Cobertura vegetal	5.08
Ciudad	8.07
Vías	15.38
Suelo	24.67
Cuerpos de agua	9.47

En este caso, Cabanilla tiene un recubrimiento de vegetación de 8.87 ha. que corresponde al área verde de 17.12 m². disponibles para cada ciudadano. Teniendo en cuenta la densidad de población de 4.09 hab/km², puede proporcionar el área verde disponible para cada ciudadano, alcanzando así 395.31 m²/población. Comparando este valor con otras ciudades de montaña del país, principalmente la zona de Puno, encontramos que la zona de estudio se encuentra en el rango medio- La superficie media óptima por habitante, puede alcanzarse si la superficie libre, suelo disponible, se consolida en nuevas zonas verdes. De lo que se puede concluir que uno de los elementos básicos para asegurar una buena calidad de vida de los ciudadanos es el verde. (KAPLAN y KAPLAN 1989; SCHIPPERIJN et al., 2010). Sin embargo, al comparar el área

correspondiente a la cobertura vegetal existente en el espacio disponible (ciudades, carreteras, terrenos y cuerpos de agua), se hace evidente la gran diferencia entre ambos.

La determinación de indicadores interpretativos del comportamiento de los espacios verdes urbanos ayuda a predecir el desarrollo urbano al proporcionar números como punto de referencia de cantidad y calidad, al tiempo que representa un punto de partida para el control, la planificación, la creación y la gestión del espacio verde urbano. En cuanto a la zona de estudio, teniendo en cuenta las zonas verdes de Cabanilla, sería interesante analizar estas variables según el nivel socioeconómico de la población, pues según la propuesta de García y Guerrero (2006), las áreas verdes son un indicador de estatus social, lo que implica que sectores con bajos valores de accesibilidad corresponden a zonas con rezagos en cuanto a infraestructura urbana.

Conclusiones

Las conclusiones de este estudio muestran que los índices relacionados con la cantidad de cobertura vegetal determinada a través de la firma espectral - SIG, permiten obtener los parámetros necesarios para la creación de áreas verdes y parques urbanos. Los 17,12 m² de cobertura vegetal por habitante para la ciudad de Cabanillas encajan con los datos recomendados. Esta situación se puede mejorar aún más al aprovechar los espacios abiertos disponibles como áreas verdes, lo que permitiría alcanzar los 395,31 m²/hab., un valor superior al de una ciudad convencional de la sierra. Por lo tanto, la creación de áreas verdes y parques urbanos es una estrategia indispensable para promover el bienestar de la ciudad, mejorar el medio ambiente y maximizar el uso de los recursos naturales. Esto asegurará que las generaciones futuras vivan en un ambiente saludable, con una cantidad adecuada de cobertura vegetal. Además, los índices asociados a la cantidad de cobertura vegetal garantizan una importante fuente de datos que se pueden utilizar para evaluar y mejorar los planos de creación de áreas verdes y parques urbanos.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez, M. (2012). Árboles de rápido crecimiento y eficaces sumideros de CO₂. *Ecología Política*, 44, 53-57.
- Burrough, PA y McDonnell, RA (2015). *Principios de los Sistemas de Información Geográfica*. Prensa de la Universidad de Oxford.
- Comas, J. y Ruiz, F. (1993). Planificación y gestión de espacios verdes urbanos mediante el uso de SIG. *Revista de Urbanismo*, 13, 26-35.
- Congalton, RG y Green, K. (2019). *Evaluación de la precisión de los datos de detección remota: principios y prácticas*, segunda edición. Prensa CRC.
- Escobedo, FJ y Nowak, DJ (2009). Heterogeneidad espacial y eliminación de la contaminación del aire por un bosque urbano. *Paisajismo y Urbanismo*, 90(3-4), 102-110.
- Escobedo, FJ, Kroeger, T. y Wagner, JE (2011). Bosques urbanos y mitigación de la contaminación: análisis de los servicios y perjuicios de los ecosistemas. *Contaminación ambiental*, 159(8-9), 2078-2087.
- Gill, SE, Handley, JF, Emnos, AR y Pauleit, S. (2007). Adaptando las ciudades al cambio climático: el papel de la infraestructura verde. *Entorno construido*, 33(1), 115-133.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). *Censo de Población y Vivienda 2017*. Disponible en: <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/censo2007/mapa_interactivo/mapa_interactivo.htm>

Evaluación de la disponibilidad de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Cabanillas mediante técnicas de fotointerpretación. *Mamani Centeno N.*

- Jim, CY, Chen, WY y Chen, JH (2021). Beneficios para la salud de los espacios verdes en el entorno de vida: una revisión sistemática. *Opinión actual en ciencias ambientales y salud*, 19, 84-96.
- Kabisch, N., Qureshi, S., Haase, D. y Bonn, A. (2017). Explorando los vínculos entre la infraestructura verde urbana y los servicios ecosistémicos. *Servicios ecosistémicos*, 22, 1-5.
- Kaplan, R. y Kaplan, S. (1989). *La experiencia de la naturaleza: una perspectiva psicológica*. Prensa de la Universidad de Cambridge.
- Longley, PA, Goodchild, MF, Maguire, DJ y Rhind, DW (2015). *Sistemas de información geográfica y ciencia*. John Wiley & Sons.
- Loughnan, M., Tapper, NJ, Phan, T. y Lynch, K. (2016). Un análisis espacial de los efectos de la densidad urbana, el verdor y la combinación de usos del suelo en las islas de calor urbanas de Melbourne. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 557-558, 720-728.
- McPherson, EG (1996). Silvicultura urbana en América del Norte: El estado de la práctica. *Revista de arboricultura*, 22(1), 3-10.
- McPherson, EG y Simpson, JR (1998). Reducción de dióxido de carbono a través de la silvicultura urbana: Directrices para plantadores de árboles profesionales y voluntarios. Informe técnico general PSW-GTR-171, Servicio Forestal del USDA.
- Nowak, DJ, Crane, DE y Stevens, JC (2006). Eliminación de la contaminación del aire por árboles y arbustos urbanos en los Estados Unidos. *Silvicultura urbana y ecologización urbana*, 4(3-4), 115-123.
- Nowak, DJ, Hirabayashi, S., Bodine, A. y Greenfield, E. (2018). Efectos de árboles y bosques en la calidad del aire y la salud humana en los Estados Unidos. *Contaminación Ambiental*, 237, 1139-1147.
- Schipperijn, J., Ekholm, O., Stigsdotter, Reino Unido, Toftager, M., Bentsen, P. y Kamper-Jorgensen, F. (2010). Factores que influyen en el uso de espacios verdes: resultados de una encuesta representativa nacional danesa. *Paisaje y Urbanismo*, 95(3), 130-137.
- Tucker, CJ (1979). Combinaciones lineales de rojo e infrarrojo fotográfico para el seguimiento de la vegetación. *Teledetección del Medio Ambiente*, 8(2), 127-150.
- Yang, J., McBride, J., Zhou, J. y Sun, Z. (2013). El bosque urbano en Beijing y su papel en la reducción de la contaminación del aire. *Silvicultura urbana y ecologización urbana*, 12(4), 87-95.
- Zhang, J., Zheng, X., Wang, Y. y He, Y. (2021). Análisis del Espacio Verde Urbano Basado en Imágenes de Satélite de Alta Resolución y Método de Clasificación Orientado a Objetos. En 2021 10th International Conference on Advanced Materials and Engineering Materials (ICAMEM 2021) (pp. 69-72). Prensa Atlántida.