



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**ÁREAS VERDES URBANAS: REVISIÓN DE MÉTRICAS Y SUGERENCIAS
PARA LA MEDICIÓN DEL COMPONENTE DE VEGETACIÓN DEL ÍNDICE DE
CALIDAD DE PLAZAS Y PARQUES URBANOS DE CHILE**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de
Concepción para optar al título profesional Ingeniero en Conservación de
Recursos Naturales

POR: Juan Pablo Saavedra Cuevas

Profesora Guía: Paula Meli

Enero, 2025

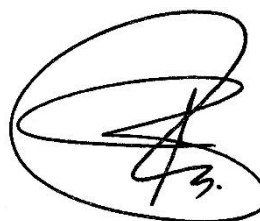
Concepción, Chile

© 2025, Juan Pablo Saavedra Cuevas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

ÁREAS VERDES URBANAS: REVISIÓN DE MÉTRICAS Y SUGERENCIAS
PARA LA MEDICIÓN DEL COMPONENTE DE VEGETACIÓN DEL ÍNDICE DE
CALIDAD DE PLAZAS Y PARQUES URBANOS DE CHILE

Profesora Guía



Paula Meli

Profesora Asistente

Ciencias Biológicas, Dra.

Profesor Guía



Francisco de la Barrera

Profesor Asistente

Ciencias Ambientales, Dr.

DEDICATORIA

Para mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi familia, especialmente a mi madre, quien desde siempre estuvo ahí para darme la fuerza de seguir y conseguir una carrera universitaria. A mi hermana, quien siempre será un pilar fundamental en mi vida. A mi hermano mayor, quien me ha demostrado que puedo tener la fuerza necesaria para seguir independiente de los obstáculos. También a mi padre y a mi pareja, quienes han sido importantes durante esta etapa en la realización de mi defensa de tesis. Agradezco de igual forma a mis profesores guías, Paula Meli y Francisco de la Barrera, muchas gracias por guiarme en esta etapa de mi formación académica. Por último, a mi círculo de amigos, Claudio, Natalia, Malen y Loreto, sin ustedes, esta etapa hubiese sido más abrumadora.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	9
2.1. Revisión bibliográfica	9
2.2. Base de datos	10
III. RESULTADOS	12
3.1. Revisión bibliográfica	12
3.2. Base de datos	13
IV. DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES	30
VI. GLOSARIO	33
VI. BIBLIOGRAFÍA	36
VII. APÉNDICE	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Visualización y resumen gráfico del proceso de revisión bibliográfica.	13
Figura 3.2. Porcentaje de estudios que utilizaron monitoreo en terreno, remotos y mixtos.....	15
Figura 3.3. Número de métricas por cada atributo de biodiversidad medido. ...	16
Figura 3.4. Porcentaje de métricas por cada atributo de la biodiversidad.....	17
Figura 3.5. Número de métricas más utilizadas para evaluar el atributo de estructura en áreas verdes urbanas.	19
Figura 3.6. Número de métricas más utilizadas para evaluar el atributo de composición en áreas verdes urbanas.	18
Figura 3.7. Número de métricas más utilizadas para evaluar el atributo de función en áreas verdes urbanas.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Tabla resumen componentes y métricas del Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos de Chile.....	6
Tabla 3.1. Número de publicaciones por cada país.	14
Tabla A.1. Tabla resumen de las métricas más frecuentes encontradas a partir de la revisión bibliográfica.....	46
Tabla A.2. Resumen de investigaciones seleccionadas en la revisión bibliográfica e información extraída.....	47

RESUMEN

Desde mediados del siglo pasado, la urbanización ha crecido significativamente y actualmente ocupa el 2% del territorio mundial. Esta expansión contribuye al consumo del 76% de los recursos naturales y al 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero, afectando gravemente al medio ambiente y a la salud humana. La importancia de las áreas verdes urbanas es entonces crucial para el bienestar de las personas. Este estudio identifica métricas utilizadas globalmente para evaluar las áreas verdes urbanas, con el objetivo de contribuir a la discusión de cómo evaluar la calidad de plazas y parques urbanos de Chile. Se revisaron sistemáticamente 22 artículos. La mayoría de ellos se realizaron en parques urbanos de Europa, prefiriendo el monitoreo en terreno con gran uso del Índice de Valor de Importancia (IVI). Para el monitoreo remoto, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) fue el más empleado. Se identificaron 122 métricas, con predominio del atributo de la biodiversidad estructural (46%), seguidos por composición (38%) y funcionalidad (16%). Debido a que estos atributos influyen en la mitigación de contaminantes y en el bienestar humano, se recomienda ampliar el Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos usado en Chile integrando métricas que permitan una estimación más precisa de la calidad de estos espacios. Una gestión eficaz y el conocimiento de la biodiversidad urbana son clave para el desarrollo sostenible y el bienestar en las ciudades.

ABSTRACT

Since the mid-20th century, urbanization has grown significantly and currently occupies 2% of the world's territory. This expansion contributes to the consumption of 76% of natural resources and 60% of greenhouse gas emissions, severely impacting the environment and human health. The importance of urban green spaces is therefore crucial for people's well-being. This study identifies metrics used globally to evaluate urban green spaces, aiming to contribute to the discussion on how to assess the quality of urban plazas and parks in Chile. A systematic review of 22 articles was conducted. Most of these studies were carried out in urban parks in Europe, favoring on-site monitoring with extensive use of the Importance Value Index (IVI). For remote monitoring, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was the most commonly employed. A total of 122 metrics were identified, with a predominance of the structural biodiversity attribute (46%), followed by composition (38%) and functionality (16%). Since these attributes influence pollutant mitigation and human well-being, it is recommended to expand the Urban Parks and Plazas Quality Index used in Chile by integrating metrics that allow a more accurate estimation of the quality of these spaces. Effective management and knowledge of urban biodiversity are key to sustainable development and well-being in cities.

I. INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo pasado, la urbanización ha experimentado un crecimiento significativo (Naciones Unidas, 2022), representando actualmente el 2% de la totalidad del territorio mundial (Reyes-Riveros et al., 2021), lo que implica que una gran cantidad de personas se establecen en ciudades. Sin embargo, muchas de estas ciudades se ven perjudicadas diariamente por la sobrepoblación que experimentan (Naciones Unidas, 2022). Alrededor del 56% de toda la población en la tierra habita en ciudades, situación que podría aumentar significativamente de aquí al año 2050 según estimaciones realizadas por el Banco mundial (Banco Mundial, 2023). Las áreas urbanas consumen el 76% de los recursos naturales de la tierra y producen el 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero (UN-Habitat, 2015), convirtiéndolas hoy en día en uno de los principales puntos o focos que más contribuyen y que presentan mayor vulnerabilidad a los efectos del cambio climático (IPCC, 2021).

Los problemas asociados con la salud mental y física de los habitantes de las ciudades son cada vez más recurrentes y evidentes a simple vista (World Health Organization, 2021). Según la Organización Mundial de la Salud, uno de los efectos más prioritarios para abordar es la contaminación atmosférica, dado que se le atribuye el 1,4 % de todas las muertes en el mundo (Ballester, 2005). A este problema se suman complicaciones asociadas a las llamadas “islas de calor”, las

cuales afectan a sectores vulnerables de la población urbana, reduciendo así la calidad de vida especialmente de ancianos, niños y personas que viven en viviendas de mala calidad (de la Barrera & Reyes-Paecke, 2021). Por otro lado, el riesgo de morbilidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica aumenta significativamente con la elevación de la temperatura estival en mayores de 74 años (Oyarzún et al., 2021). Así mismo, las enfermedades infecciosas también aparecen como uno de los principales sectores o áreas influenciadas por el cambio climático (World Health Organization, 2021). En Chile, por ejemplo, una investigación realizada por el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad de Chile (Oyarzún et al., 2021) concluyó que las amenazas infecciosas asociadas al cambio climático más probables en territorio nacional son la ocurrencia del dengue continental y otras enfermedades asociadas al mismo mosquito, así como también una mayor expansión de la infección por virus Hanta fuera de la zona central y una mayor ocurrencia de infecciones asociadas al deterioro de la calidad de aguas, entre otras.

Por otro lado, los efectos negativos asociados a la creciente urbanización han contribuido a la pérdida y modificación de hábitats, la fragmentación de ecosistemas y la disminución o extinción de la biodiversidad (Lin et al., 2015; Rudd et al., 2002; Terfa et al., 2019; Threlfall et al., 2016). Como resultado, se ve drásticamente afectada la capacidad de los ecosistemas para proporcionar

servicios esenciales para el bienestar humano, como la regulación del agua, la polinización y el control de enfermedades (IPBES, 2019).

Bajo este contexto, la importancia de las áreas verdes urbanas dentro de las ciudades se ha vuelto cada vez más crucial y necesaria a la hora de mitigar los efectos asociados al cambio climático y a la urbanización descontrolada (Elmqvist et al., 2018). Estos espacios verdes juegan un rol importante en el entorno urbano, por ejemplo, ayudan a la conservación de la biodiversidad (Banaszak-Cibicka et al., 2016; Dyderski et al., 2017; Dylewski et al., 2019; Nielsen et al., 2014; Öckinger et al., 2009), brindando hábitat a muchas especies de flora y fauna. Además, más allá de su rol de conservación ecológica, estos espacios brindan servicios ecosistémicos aportando al bienestar humano. Como por ejemplo la mejora de la calidad del aire, la mitigación de contaminantes y ruido y la regulación de la temperatura (Reis & Lopes, 2019), especialmente bajo el contexto de las llamadas “islas de calor”. También contribuyen a la absorción de CO₂, la conservación del agua y la mitigación del cambio climático y la contaminación (Escobedo et al., 2011).

En la literatura, las áreas verdes urbanas se pueden definir como aquellos “espacios dentro del entorno urbano que incluyen jardines, parques, senderos verdes y otras zonas de uso público con césped, árboles y arbustos (Reyes-Riveros et al., 2021), los cuales ofrecen beneficios ambientales y sociales

esenciales, sirviendo como lugares de encuentro y reunión comunitaria” (Barrantes-Sotela, 2020; Kabisch, 2015; Wang & Bao, 2018).

En los últimos años, estas áreas han adquirido relevancia en la agenda política y de planificación internacional a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, las cuales detallan la creación de ciudades y comunidades más sostenibles como uno de sus principales objetivos (Naciones Unidas, 2015). A raíz de lo descrito, el interés científico en realizar un análisis pleno de las áreas verdes urbanas y en encontrar maneras de aumentar su valor socioecológico ha crecido (Aliman et al., 2017; Jankevica, 2012; Niemelä, 2014), debido a que se le considera el principal factor estabilizador ambiental que ayuda a crear óptimas condiciones en el entorno urbano, ya sean condiciones estéticas o confortables para el ser humano, entre otras (Shikhova, 2023), y por su relevancia en materia de urbanización, conservación de la biodiversidad y cambio climático (Elmqvist et al., 2018).

Considerando la relevancia y las funciones de las áreas verdes urbanas, es fundamental entender las características ecológicas propias de ellas (Arratia et al., 2020). Dado que los servicios ecosistémicos que brindan se benefician directamente de la riqueza de especies que contienen estos espacios urbanos (da Silva et al., 2021; Kowarik et al., 2019), es fundamental estar bien informados sobre cómo se describen en relación con la provisión de estos servicios tan

importantes e intrínsecos para el ser humano y su bienestar (Millennium Ecosystem Assessment, 2025).

Por ejemplo, la estructura de la vegetación, especialmente la composición y la configuración de árboles, arbustos y pastos, influye en la calidad del aire, el microclima, las actividades recreativas y la biodiversidad de fauna (Brunbjerg et al., 2018; Lehmann et al., 2014; Mexia et al., 2018; Voigt et al., 2014; Xing & Brimblecombe, 2019). A la vez, la variedad de especies es esencial no solo para el funcionamiento de ecosistemas, sino que también lo es para la percepción humana hacia la naturaleza y para el bienestar de las personas (Cariñanos et al., 2019; Carrus et al., 2015; Palliwoda et al., 2017).

Esto ha llevado al desarrollo de diversos índices y métricas que numerosas investigaciones emplean para cuantificar los diferentes atributos de las áreas verdes urbanas y así tener una noción del rol que cumplen dentro de las ciudades. Un ejemplo de ello es la estimación de la naturalidad, propuesta y utilizada en el estudio de Reyes-Riveros et al. (2021). Este enfoque permite evaluar el grado de naturalidad de las áreas verdes urbanas mediante la medición de la composición arbórea existente. La naturalidad varía en función del nivel de especies exóticas o nativas presentes, siendo mayor cuando predominan las especies nativas y menor cuando hay una mayor proporción de especies exóticas (Reyes-Riveros et al., 2021).

Otro ejemplo destacado en esta investigación es el Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos de Chile, desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2019. Este índice tiene como objetivo evaluar y ponderar la calidad de plazas y parques urbanos a nivel nacional considerando cinco componentes principales: Mantención General (MG), Accesibilidad Universal (AU), Seguridad (SG), Diversidad de Equipamientos (DE) y Vegetación (VG) (INE, 2019).

Tabla 1.1. Tabla resumen componentes y métricas del Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos de Chile.

Componentes de Calidad	Métricas
1. Mantención General (MG)	Estados de los equipamientos (EE)
	Estado de limpieza (EL)
	Estado de la Vegetación (EV)
2. Vegetación (VG)	Variedad de estratos de vegetación (VE)
3. Accesibilidad universal (AU)	Existencia de ruta accesible (EA)
	Conectividad de ruta accesible a paraderos y/o estacionamientos (CP)
	Existencia de zona de descanso accesible (ZD)
	Dotación de juegos accesibles (AJ)
	Dotación de baños universales (BU)
4. Seguridad (SG)	Estado de luminarias (LM)
	Presencia de grupos/actividades negativas (AN)
	Presencia de guardias (PG)
5. Diversidad de equipamientos (DE)	Existencia de equipamientos básicos (EB)
	Diversidad de equipamientos complementarios (EC)

El componente de Vegetación, en particular, se mide mediante el nivel de estratificación existente en cada parque o plaza (Tabla 1.1), lo que refleja de manera parcial la complejidad ecológica de estos espacios. Sin embargo, este enfoque tiene limitaciones significativas, ya que no considera otros atributos esenciales para la vegetación, como la composición de especies y la funcionalidad, su naturalidad (proporción de especies nativas frente a exóticas) o su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos clave, como la regulación climática, la captura de carbono y la mejora de la biodiversidad (Arratia et al., 2020; Reyes-Riveros et al., 2021).

La complejidad de los paisajes urbanos sigue estando poco estudiada en términos de obtener información detallada y diferenciada sobre la calidad general de las áreas verdes urbanas, la capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos y como las personas interactúan con ellas (Dickinson & Hobbs, 2017; Kabisch et al., 2015; McPhearson et al., 2016; Niemelä, 2014; Wheeler et al., 2015). A menudo se carece de datos empíricos, herramientas especializadas y directrices claras para planificar y gestionar paisajes urbanos de manera que se optimice la provisión de servicios y recursos (Burguillos et al., 2008; Wagner, 2013).

La mejora del índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos de Chile es crucial, ya que una evaluación incompleta de las áreas verdes podría llevar a una

planificación ineficiente o a la subestimación de su verdadero valor ecológico y social (Escobedo et al., 2011). Es debido a esto que este estudio busca contribuir a un análisis más profundo de las características vegetales que son necesarias de evaluar para entender mejor la calidad de las áreas verdes urbanas en Chile. Incorporar estas dimensiones permitiría desarrollar un índice más robusto y holístico, capaz de reflejar con mayor precisión esta calidad y su posible impacto en el bienestar humano.

El presente estudio aborda la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué índices o métricas se utilizan para medir los diferentes atributos de biodiversidad en las áreas verdes urbanas? A partir de esta interrogante, el objetivo general es contribuir a la medición del componente de vegetación utilizado en el Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos de Chile. Los objetivos específicos son: (1) Identificar índices y métricas utilizadas a nivel global en el estudio de áreas verdes urbanas y, (2) Desarrollar una base de datos organizada de tal forma que se sintetice y estructure información relevante en la materia para el presente estudio.

II. METODOLOGÍA

2.1. Revisión bibliográfica

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de artículos científicos en la base de datos Web of Science con el propósito de identificar como se miden las áreas verdes urbanas a nivel global.

Se realizó una búsqueda utilizando las siguientes palabras claves: (“Urban Green Spaces” OR “Urban Green Areas”) AND (“Naturalness” OR “Biodiversity” OR “Greenness” OR “Vegetation”). Estas palabras clave se seleccionaron con el fin de encontrar artículos que midieran los diferentes atributos de las áreas verdes urbanas. Adicionalmente, se aplicaron filtros temporales para seleccionar artículos publicados entre 2019 y 2023 y se excluyeron aquellos que estaban en proceso de revisión.

Este rango de años definido se basó en el documento “Calidad de Plazas y Parques Urbanos” realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en Chile en 2019. Debido a que el documento se publicó tal año, este estudio decidió fijar los últimos 5 años de publicaciones para realizar la búsqueda de investigaciones.

Como segundo filtro, se revisó la totalidad de los artículos seleccionados, evaluando sus títulos y resúmenes (abstracts) para descartar aquellos que claramente no eran relevantes para la presente investigación.

Finalmente, se procedió a una revisión detallada de los artículos resultantes y sus partes. Se prestó especial atención a la sección de metodología y resultados de cada artículo, ya que de esta sección se extrajeron los datos necesarios para desarrollar la base de datos.

De forma paralela se revisó la literatura consultada por Reyes-Riveros et al. (2021), particularmente en los capítulos I, II y III de su tesis doctoral. Esta búsqueda se enfocó en identificar investigaciones previas que hayan realizado mediciones de los atributos presentes en las áreas verdes urbanas, con un énfasis particular en aquellos estudios que hayan considerado o medido la biodiversidad.

2.2. Base de datos

Con la información recopilada de las investigaciones seleccionadas, se elaboró una base de datos en Microsoft Excel que organiza información sobre las áreas verdes urbanas y los métodos utilizados para medir sus diferentes atributos, con un enfoque en la biodiversidad, tanto de fauna como flora. Esta base de datos incluye detalles sobre la tipología de las áreas verdes urbanas utilizada en cada

investigación y se especificó si estas fueron realizadas en plazas o parques urbanos. Asimismo, se identificó el país en donde se realizaron los monitoreos, y con esto si correspondían a monitoreos remotos o en terreno. A partir de la recopilación de índices y métricas, se especificó a que atributo de la biodiversidad corresponde cada uno, ya sean de estructura, composición o función. Por último, se agruparon la totalidad de métricas encontradas para así identificar cuáles correspondían a las más utilizadas por cada atributo de la biodiversidad, esto con el fin de lograr dar posibles sugerencias de métricas que se puedan utilizar y agregar en la medición del componente de vegetación del Índice chileno.

Se excluyeron aquellas investigaciones que utilizaban un enfoque subjetivo de las áreas verdes urbanas, ya que centraban sus investigaciones en la medición de estas áreas desde una perspectiva cualitativa y no de forma cuantitativa como busca este estudio.

III. RESULTADOS

3.1. Revisión bibliográfica

En base a la revisión bibliográfica realizada en Web of Science, de los 842 artículos resultantes, se identificaron y analizaron un total de 106 publicaciones. Adicionalmente, a partir de la revisión de la bibliografía de Reyes-Riveros considerada en este trabajo, se incluyeron 9 publicaciones adicionales. En total, se revisaron en profundidad 115 publicaciones. Como resultado final, se seleccionaron para la base de datos un total de 22 publicaciones (véase Tabla A.1. de apéndice A) con su respectivo análisis. De estos, 16 provenían de la base de datos Web of Science y los 6 restantes de la bibliografía de Reyes-Riveros et al. (2021) (Figura 3.1.).

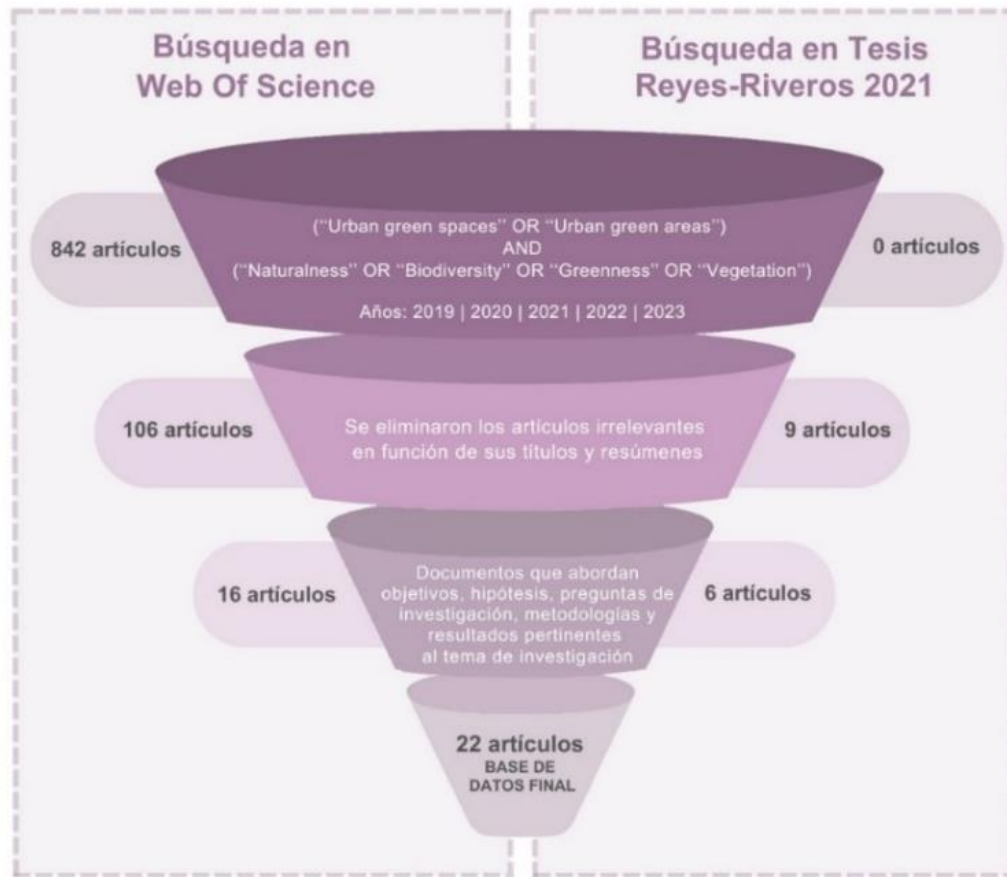


Figura 3.1. Visualización y resumen gráfico del proceso de revisión bibliográfica.

3.2. Base de datos y métricas utilizadas a nivel global en el estudio de áreas verdes urbanas.

Respecto al lugar de procedencia de las investigaciones, se identificó que la mayor parte de estas se llevaron a cabo en Europa, con un total de 11 estudios repartidos por dicho continente. De manera interesante, se destaca que los países con más publicaciones fueron China y México, con 3 estudios cada uno (Figura 3.1).

Tabla 3.1. Número de publicaciones que evalúan áreas verdes urbanas por país.

Continente	País	Nº de publicaciones
América	Brasil	2
	Estados Unidos	1
	México	3
Europa	Alemania	1
	Bélgica	1
	Italia	2
	Inglaterra	2
	Portugal	1
	Polonia	1
	Rumania y Grecia	1
Asia	China	3
	Japón	1
Oceanía	Australia	2
África	Malawi	1

En el análisis, se identificó el número de publicaciones que utilizaron plazas o parques urbanos. Para plazas urbanas, se encontró un total de 4, mientras que para parques urbanos el número fue mayor, con un total de 13 publicaciones. Una publicación no fue considerada debido a que no fue posible identificar la tipología específica utilizada. A raíz de esto, se destaca la prevalencia de estudios centrados principalmente en parques urbanos, lo cual refleja una mayor atención hacia áreas de mayor extensión y funcionalidad recreativa.

Para el tipo de monitoreo realizado en cada publicación, se encontró que 12 investigaciones llevaron a cabo un monitoreo en terreno, siendo este el más utilizado. Por otro lado, 8 estudios emplearon un monitoreo mixto (remoto y en terreno) (Figura 3.2). Esto sugiere una preferencia por los monitoreos realizados en terreno, posiblemente debido a la necesidad de observaciones directas y detalladas de las condiciones y dinámicas locales en las áreas verdes urbanas estudiadas.

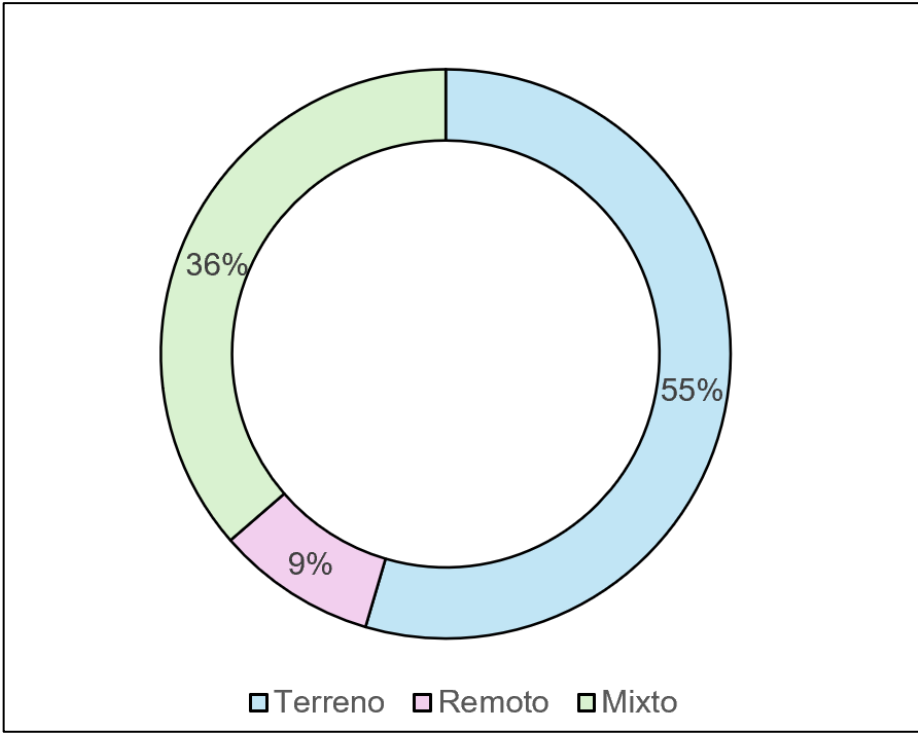


Figura 3. 2. Porcentaje de estudios que utilizaron monitoreo en terreno, remotos y mixtos.

La calidad de áreas verdes urbanas fue medida en solo dos publicaciones (Popa et al., 2022; Yang et al., 2021), mientras que la naturalidad fue evaluada en únicamente una (Schebella et al., 2019).

En total, se identificaron 122 métricas utilizadas en las publicaciones seleccionadas. La mayoría de estas métricas correspondieron al atributo de estructura (56 métricas), seguida muy de cerca por el atributo de composición con 47. El atributo de funcionalidad fue el que menos métricas presentó, con solo 19 métricas del total (Figura 3.3.).

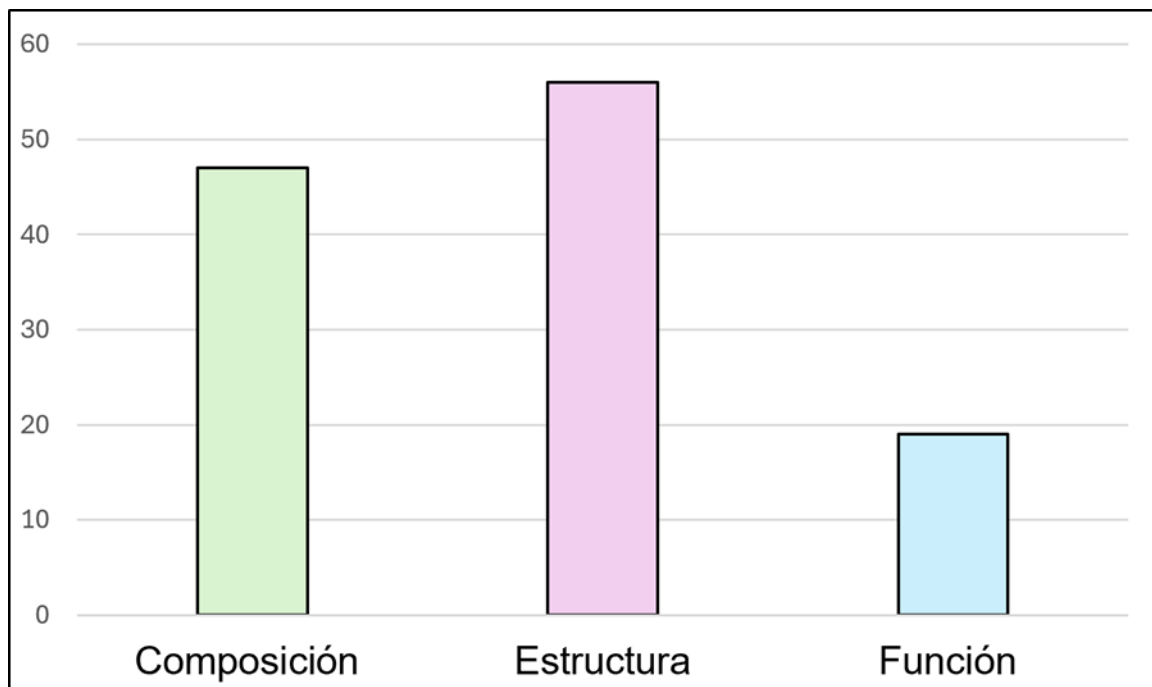


Figura 3.3. Número de métricas por cada atributo de biodiversidad medido.

La predominancia de las métricas que se utilizan para cuantificar el atributo de estructura (46%) refleja un enfoque en la organización y características de las especies presentes en las áreas verdes urbanas. Aun así, se considera que las métricas de composición (38%) y funcionalidad (16%), aunque menos utilizadas, son esenciales para entender como estas áreas funcionan y mantienen sus procesos ecológicos (Figura 3.4).

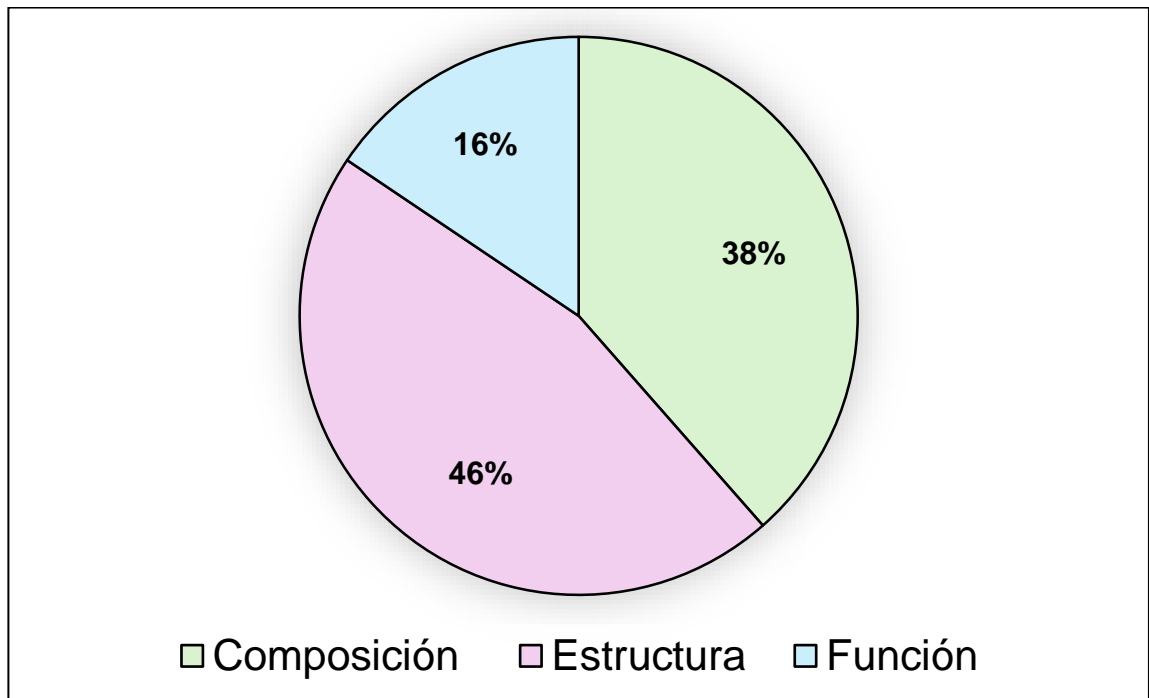


Figura 3.4. Porcentaje de métricas por cada atributo de la biodiversidad.

Los índices más empleados en los diferentes estudios de áreas verdes urbanas fueron el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Valor de Importancia (IVI).

En cuanto a métricas, las más utilizadas y que corresponden al atributo de estructura fueron la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles y el Índice de Simpson (Figura 3.5), las cuales reflejan la organización física y la distribución de los elementos presentes en un área verde urbana (USDA Forest Service, 2023). Es importante mencionar que solo 6 investigaciones cuantificaron los estrados de la cobertura vegetal presente en áreas verdes urbanas.

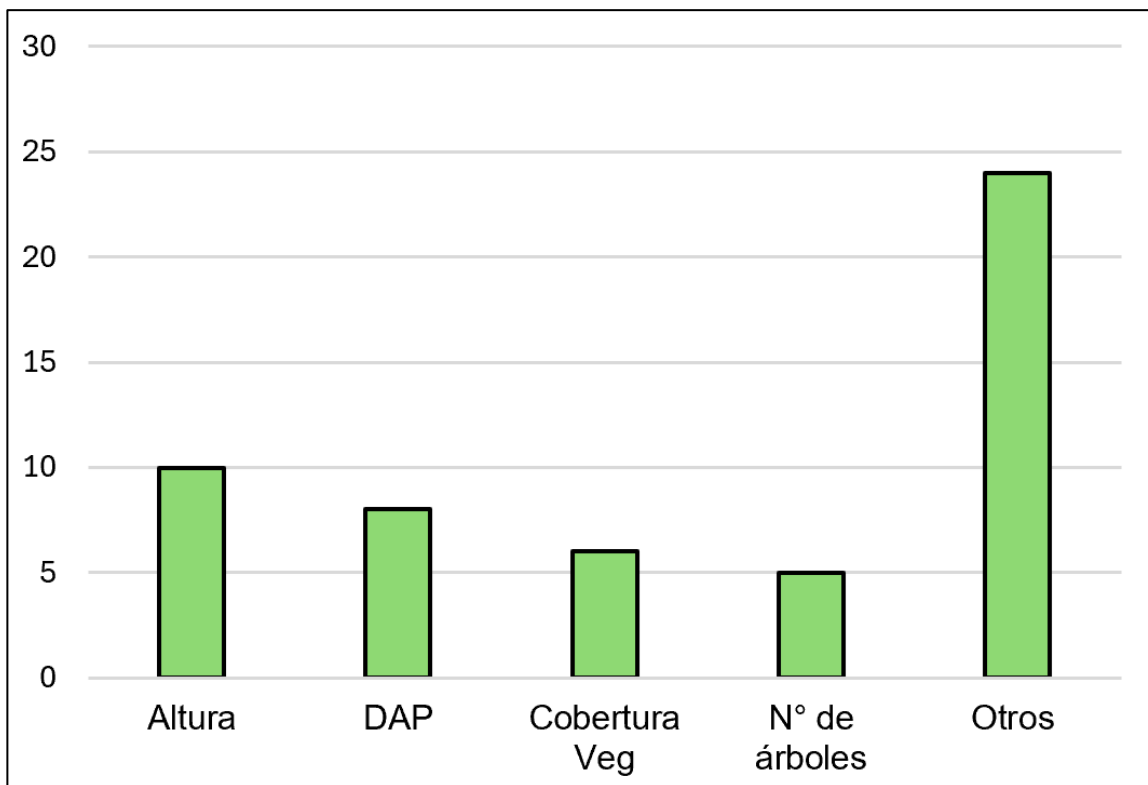


Figura 3.5. Número de métricas más utilizadas para evaluar el atributo de estructura en áreas verdes urbanas.

Por otro lado, dentro del atributo de composición de la biodiversidad más utilizadas fueron riqueza y diversidad de especies, Taxa y el origen (si son nativas o exóticas) (Figura 3.6), las cuales permiten describir la variabilidad de las especies en dichas áreas (Müller et al., 2020).

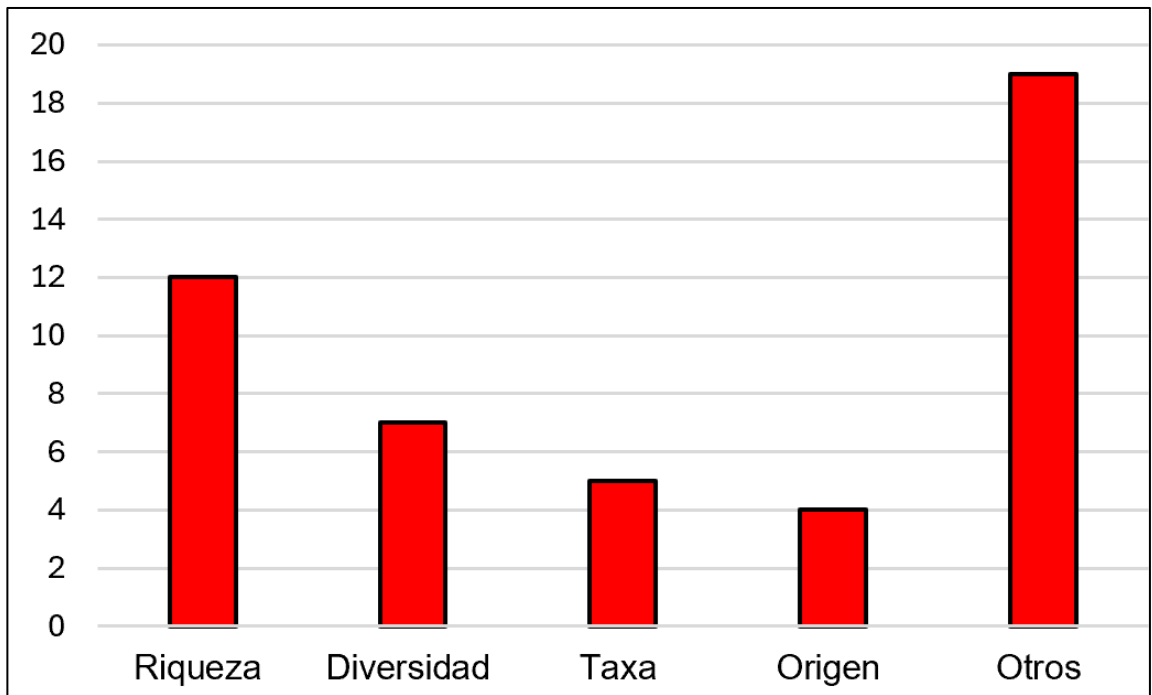


Figura 3.6. Número de métricas más utilizadas para evaluar el atributo de composición en áreas verdes urbanas.

Por último, para el atributo de función de la biodiversidad fueron el Índice de Shannon Wiener, Índice de Simpson, Biomasa, y Heterogeneidad del hábitad (Figura 3.7). Estas métricas permiten evaluar aspectos clave relacionados con el

equilibrio, la estabilidad y el funcionamiento de los ecosistemas urbanos (García et al., 2019).

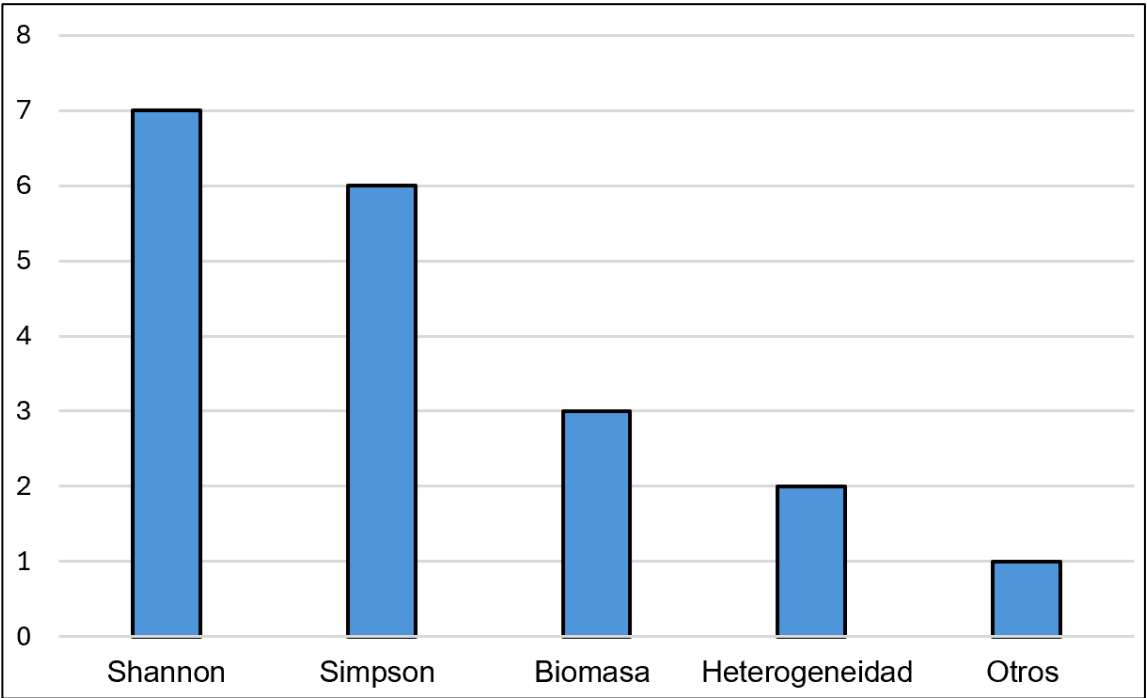


Figura 3.5. Número de métricas más utilizadas para evaluar el atributo de función en áreas verdes urbanas.

IV. DISCUSIÓN

Es importante destacar que tanto los índices y métricas encontradas en los estudios presentan ciertos sesgos, dependiendo del contexto regional o país donde se aplican. Por ejemplo, los países desarrollados tienden a aplicar tecnología más avanzadas, como la teledetección, para medir la vegetación urbana. Esto les permite recopilar datos de alta calidad y comprender mejor los ecosistemas urbanos (Müller et al., 2019). Sin embargo, en los países en desarrollo, las limitaciones económicas y tecnológicas restringen el uso de estas herramientas lo que afecta la precisión de las mediciones y la evaluación de los beneficios ambientales (Zhao et al., 2020).

La literatura muestra que el acceso a tecnología y recursos para implementar estrategias sostenibles en áreas verdes urbanas varía entre regiones desarrolladas y en desarrollo (UN-Habitat, 2020; IPCC, 2022). Por ejemplo, el desarrollo de infraestructuras verdes y la integración de tecnologías modernas suelen estar limitados debido a la falta de inversión en capital tecnológico y humano, mientras que países desarrollados logran avances en esta área gracias a su capacidad para adoptar tecnologías y ejecutar también políticas ambientales más estrictas (Banaszak-Cibicka et al., 2016; Dyderski et al., 2017; Dylewski et al., 2019; Nielsen et al., 2014; Öckinger et al., 2009).

Este sesgo tiene implicancias importantes en la comprensión de la contribución de las áreas verdes al bienestar humano, especialmente en relación con los servicios ecosistémicos que proporcionan, como la regulación climática y la mejora de la calidad del aire (Escobedo et al., 2011; Reis & Lopes, 2019).

La evidencia nos muestra la preferencia por implementar mediciones en áreas de mayor tamaño, como lo son los parques urbanos, en lugar de plazas más pequeñas. Esto probablemente se deba al objetivo principal de cada una de estas áreas verdes.

Los parques urbanos, por su tamaño y diversidad, no solo ofrecen mayor cobertura vegetal, sino que también cumplen funciones ecológicas más complejas, como la provisión de servicios ecosistémicos (regulación del clima, hábitats para fauna, entre otros), que requieren una evaluación más detallada (Escobedo et al., 2011; Reis & Lopes, 2019). Dado esto, la integración de métricas tales como la altura y el DAP de las especies leñosas ayudarían a llevar a cabo evaluaciones más detalladas de las funciones ecológicas que ocurren en áreas de mayor extensión.

En cambio, para plazas, como suelen tener un carácter más social y recreativo, con una vegetación menos densa y relevante en términos de biodiversidad (Banaszak-Cibicka et al., 2016; Dyderski et al., 2017), y con una extensión

territorial mucho menor que los parques, métricas tales como el porcentaje de cobertura vegetal y el origen de las especies (si son nativas o exóticas) presentes ayudaría a llevar a cabo evaluaciones de la vegetación de manera efectiva sin la necesidad de estudios complejos.

Las mediciones, por su lado, se llevan a cabo principalmente en terreno debido a la necesidad de obtener datos precisos sobre la vegetación, la estructura del suelo y otros factores ecológicos. Esto incluye el uso de herramientas como sensores portátiles y el análisis de imágenes de teledetección para complementar las observaciones directas. La evaluación en terreno también permite captar detalles específicos del sitio, como la composición de especies (nativas y exóticas), la calidad del suelo y la estructura de las capas vegetales, aspectos que son difíciles de capturar mediante métodos exclusivamente remotos. Sin embargo, en muchos países en desarrollo, la falta de acceso a estas herramientas limita la cantidad y calidad de los datos recolectados, lo que puede afectar la precisión de los estudios y su capacidad para informar decisiones de manejo (Addas, 2023).

La revisión bibliográfica identifico una amplia variedad de índices y métricas utilizados a nivel global para medir la vegetación presente en las áreas verdes urbanas. Entre los índices más destacados se encuentran el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) y el IVI (Índice de Valor de Importancia).

Estos índices son fundamentales para el estudio de las áreas verdes urbanas, ya que permiten cuantificar la cobertura vegetal y evaluar la diversidad de especies, respectivamente.

Aunque el NDVI y el IVI son índices ampliamente utilizados en el estudio de las áreas verdes urbanas, es importante reconocer sus limitaciones. El NDVI, por ejemplo, puede ser sensible a factores ambientales como la humedad y la cobertura del suelo, lo que puede dificultar la interpretación de los resultados (Garrity et al., 2011). Por otro lado, el IVI, si bien es útil para evaluar la diversidad de especies, no proporciona información sobre la estructura vertical de la vegetación ni sobre la composición de especies a nivel funcional. Este índice se ha asociado principalmente con la evaluación de la diversidad, pero tiene limitaciones en cuanto a su capacidad para evaluar las funciones ecológicas y la estructura de las áreas (Yengoh et al., 2015). Dado esto, es recomendable complementar estos índices con otros índices o métricas que permitan una evaluación más completa en cuanto a composición, estructura y funcionalidad presente en las áreas verdes urbanas haciéndose un llamado a la integración de estos.

A partir de los resultados de este estudio, se pudo evidenciar que la naturalidad de las áreas verdes urbanas está muy poco profundizada en los estudios. Esto es particularmente relevante en Chile, donde solo en Santiago una gran parte de

las áreas verdes urbanas está dominada por especies exóticas y ornamentales (Villaseñor, 2018a). La falta de información sobre naturalidad y composición de especies dentro de las áreas verdes urbanas tiene implicancias directas en su capacidad para contribuir a la conservación de la biodiversidad y en su adecuada gestión. Esto genera un desafío para la sostenibilidad de estos espacios, ya que las especies no nativas tienden a requerir más recursos hídricos y suelen estar menos adaptadas a las condiciones climáticas locales, afectando la resiliencia ecológica de los ecosistemas urbanos (Villaseñor, 2018b). Además, la preponderancia de estas especies exóticas puede limitar los beneficios ecosistémicos que ofrecen las especies nativas, tales como la mitigación de contaminantes atmosféricos, el aporte a la fertilidad del suelo y la provisión de hábitats para la fauna local (Casto, 2018). Si bien las áreas verdes urbanas no suelen tener la conservación de la biodiversidad como objetivo principal, la introducción de especies nativas podría mejorar su valor ecológico y proporcionar beneficios adicionales, como la creación de hábitats para especies locales y una mayor familiarización de especies propias de la zona con su población.

El presente estudio clasificó las métricas encontradas en los tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y funcionalidad, esto para evidenciar cuál de estos es más considerado en el estudio de las áreas verdes urbanas a nivel mundial. La predominancia de métricas asociadas al atributo de estructura (46%) refleja un enfoque que se centra mayormente en conocer cómo están distribuidos

los diferentes elementos existentes en las áreas verdes urbanas. Aunque este aspecto es importante, centrarse únicamente en la estructura tiene limitaciones significativas cuando se trata de maximizar los beneficios que las áreas verdes urbanas pueden ofrecer, tanto de una perspectiva ecológica como social (EEA, 2024; Piedra-Castro et al., 2024).

Es esencial señalar que el objetivo principal de las plazas y parques urbanos no es la conservación de la biodiversidad, sino proporcionar espacios recreativos y de esparcimiento para las comunidades humanas (Gomez-Baggeth & Barton, 2013; Soga et al., 2016). Estos espacios están diseñados para mejorar la calidad de vida de los residentes urbanos, ofreciendo áreas para la recreación, socialización y actividades deportivas, al tiempo que contribuyen al bienestar mental y físico (Dobson et al., 2021; Müller et al. 2019). Sin embargo, a medida que las ciudades buscan ser más sostenibles, el potencial de las áreas verdes urbanas para contribuir a la biodiversidad y la sostenibilidad está recibiendo más atención (Elmqvist et al., 2015; Haase et al., 2017).

Al considerar únicamente la estructura, se desestiman otros atributos esenciales de la biodiversidad, como la composición (38%) y la funcionalidad (16%). Evaluar solo que estructura existe no proporciona suficiente información sobre cómo funcionan o que rol cumplen las áreas verdes urbanas. Por ejemplo, un parque urbano con una alta diversidad de especies puede no ser funcional si estas

especies no cumplen roles ecológicos clave o si no están organizadas de manera que favorezca la provisión de servicios ecosistémicos como la captura de carbono, la purificación del aire o la regulación del clima (Aronson et al., 2017; Escobedo et al., 2015).

La disposición espacial de especies y los roles que desempeñan las especies en los procesos ecológicos son igualmente importantes para determinar la eficacia de estos espacios urbanos. Un parque con especies mal distribuidas o con una estructura vegetal deficiente no podrá, por ejemplo, proveer refugio adecuado para la fauna urbana, lo que podría reducir la resiliencia ecosistémica (Threlfall et al., 2017). Además, si las especies presentes no cumplen funciones clave como la polinización o la retención de agua, los beneficios ecosistémicos del parque serán limitados (Escobedo et al., 2011).

La base de datos desarrollada en el estudio recopila y organiza los índices y métricas más utilizados para medir la vegetación en las áreas verdes urbanas. Esta herramienta puede ser de gran utilidad para complementar el Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile, el cual, a pesar de considerar el nivel de estratificación como indicador del componente de vegetación (INE, 2019) y del cual se identificó que en 6 investigaciones diferentes se utilizó esta métrica, no se incluyen métricas relacionadas con la composición de especies vegetales o su funcionalidad (38%

y 16% respectivamente), métricas que de igual forma se consideraron en investigaciones a nivel internacional, y que al mismo tiempo considera aspectos fundamentales que enriquecería la evaluación de la contribución de la vegetación a la calidad de las plazas y parques urbanos de Chile.

Si bien el Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos ofrece una aproximación válida y necesaria para medir la calidad de las áreas verdes urbanas de Chile, el hecho de que no contemple la biodiversidad composicional y su funcionalidad es una limitante importante, ya que no permite una evaluación integral de estos espacios (Banascka-Cibicka et al., 2016; Escobedo et al., 2021).

Sin la inclusión de métricas sobre composición de especies vegetales o su funcionalidad ecológica, el componente de vegetación del Índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos no logra reflejar completamente el valor ecológico de las áreas verdes urbanas y su contribución a la calidad de estas áreas y la sostenibilidad urbana.

Para avanzar hacia una evaluación más integral de la calidad de las áreas verdes urbanas en Chile, es necesario desarrollar índices más completos que incorporen métricas sobre composición de especies y su funcionalidad (véase Tabla A.1 en el Apéndice A). Futuras investigaciones podrían centrarse en cómo integrar estos componentes dentro del marco de evaluación actual, mejorando así la capacidad

de las ciudades chilenas para planificar y gestionar áreas verdes de manera que contribuyan efectivamente a la conservación de la biodiversidad y a la calidad de estas áreas desde una perspectiva centrada en la vegetación.

Para maximizar el impacto de las áreas verdes urbanas en la biodiversidad y la sostenibilidad, es crucial entonces que los gestores urbanos adopten una visión holística que considere los tres atributos de la biodiversidad. Al equilibrar la composición, estructura y funcionalidad, los parques y plazas no solo proporcionarán espacios recreativos y estéticamente agradables, sino que también contribuirán de manera efectiva a la sostenibilidad urbana y a la conservación de la biodiversidad, aunque no sea su objetivo principal. Este enfoque también podría mejorar la calidad de vida urbana al garantizar que estos espacios sean ecológicamente saludables y socialmente valiosos a largo plazo (Barton et al., 2015).

V. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren la importancia de evaluar la calidad de las áreas verdes urbanas de manera más holística, abarcando los tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y funcionalidad. Este enfoque permitiría una visión más completa de la biodiversidad presente y su contribución tanto al bienestar humano como a la sostenibilidad urbana. Para lograrlo, es crucial adoptar un enfoque multidisciplinario que integre no solo aspectos recreativos y estructurales, sino también los componentes ecológicos y funcionales que aseguren la resiliencia y la conservación de los ecosistemas urbanos.

Es fundamental invertir en estudios que permitan caracterizar la biodiversidad urbana y desarrollar herramientas de evaluación que incorporen tanto la cantidad como la calidad de las especies presentes. Esto permitiría una gestión más detallada y orientada hacia la sostenibilidad, asegurando que las áreas verdes urbanas no solo brinden beneficios estéticos, sino que también ecológicos. Sin embargo, se deben considerar las limitaciones inherentes a los enfoques actuales, como el sesgo geográfico o de contexto, ya que muchas investigaciones se centran en países desarrollados y pueden no ser aplicables de manera directa a contextos de países en desarrollo, donde el acceso a tecnologías más avanzadas y recursos es más limitado. Además, es importante

destacar que este estudio es exploratorio y que la base de datos podría beneficiarse enormemente de la inclusión de más investigaciones y métricas para proporcionar un panorama más robusto y representativo de la calidad de las áreas verdes urbanas a nivel global.

Como se mencionó, al ser un estudio exploratorio se abre una serie de posibilidades para futuras investigaciones que pueden ampliar el panorama sobre la calidad de las áreas verdes no solo en Chile sino también a nivel global. Un aspecto clave para investigaciones futuras será la inclusión de métricas adicionales que no solo aborden la estructura y la composición, sino que también profundicen en la funcionalidad ecológica de estos espacios. Las métricas que evalúan la interacción entre especies y su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos como la captura de carbono, la regulación del clima y la biodiversidad local, podrían enriquecer significativamente los modelos actuales de evaluación.

Además, sería relevante realizar estudios que exploren el impacto de las especies nativas versus exóticas en términos de sostenibilidad y resiliencia ecológica dentro de las áreas verdes urbanas, considerando la variabilidad climática y los contextos locales. Incluirlos, permitiría una visión más inclusiva y representativa de la calidad de las áreas verdes urbanas a nivel nacional y mundial.

Dado el predominio de métricas relacionadas con la estructura en primer lugar, seguida de la composición en este estudio, se recomienda que el índice de Calidad de Plazas y Parques Urbanos (2019) amplíe su alcance para integrar un mayor número de métricas tanto de estructura como de composición dentro de su evaluación. Este enfoque mejoraría significativamente la comprensión sobre la calidad y su funcionamiento en los espacios verdes urbanos de Chile, ya que permitiría una visión más completa de los atributos ecológicos y sociales de estos espacios. Además, contribuiría a una gestión más eficaz de los recursos naturales, lo que redundaría en una mejora sustancial de la sostenibilidad y resiliencia de las áreas verdes urbanas. Este enfoque integral serviría también como base para futuras políticas públicas de planificación urbana sostenible, favoreciendo la biodiversidad y el bienestar de las comunidades urbanas.

VI. GLOSARIO

Atributos de la biodiversidad: características de la biodiversidad que incluyen la composición, estructura y funcionalidad de los ecosistemas y especies, esenciales para su evaluación y conservación.

Bienestar humano: estado de salud, felicidad y prosperidad de las personas, que puede ser influenciado por factores ambientales, económicos, sociales y de salud.

Biodiversidad: la variedad de vida en la Tierra, incluyendo a la diversidad genética, de especies y de ecosistemas, que es crucial para la estabilidad y resiliencia de los sistemas naturales.

Cambio climático: alteraciones a largo plazo en los patrones de temperatura y clima de la Tierra, principalmente debido a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación.

Islas de calor: áreas urbanas que experimentan temperaturas significativamente más altas que sus alrededores rurales debido a la actividad humana y la infraestructura, como edificios y carreteras.

Índices: valores numéricos derivados de una o más métricas que se utilizan para resumir y comparar información compleja.

Índice de Valor de Importancia (IVI): es una métrica utilizada para evaluar la importancia relativa de las especies en un ecosistema, considerando su abundancia, frecuencia y dominancia en un área determinada.

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): es un Índice remoto utilizado para medir la cantidad y la salud de la vegetación en un área, basado en la diferencia de la reflectancia de la luz visible e infrarroja cercana.

Métricas: sistemas de medición que se utilizan para evaluar y cuantificar atributos específicos, como la calidad del aire o la biodiversidad en un área determinada.

Servicio ecosistémico: beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas, como la purificación del aire y el agua, la polinización de cultivos, y la regulación del clima.

Temperatura estival: temperatura promedio durante verano, una estación caracterizada por temperaturas altas.

Urbanización: el proceso de crecimiento y expansión de las áreas urbanas, a menudo a expensas de áreas rurales y naturales, que implica el aumento de la población urbana y la infraestructura.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Aliman, M., Yustesia, A., Barlian, E., & Syah, N. (2017). Spatial analysis of the needs of green open space at Universitas Negeri Padang. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 1(2), 140-146.

Arratia, A. L. D., Ribeiro, A. P., Quaresma, C. C., Rodrigues, E. A., Lucca, E. F. d., Camargo, P. B. d., Nascimento, A. P. B. d., & Ferreira, M. L. (2020). STRUCTURE AND BIOMASS ANALYSIS OF URBAN VEGETATION IN SQUARES OF SANTA CECÍLIA DISTRICT, SÃO PAULO, SP. *Revista Arvore*, 44.

Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). (2024). Espacios verdes y corredores en las zonas urbanas. Recuperado de <https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/adaptation-options/green-spaces-and-corridors-in-urban-areas>

Aronson, M. F., et al. (2017). The urban forest: Integrating biodiversity in urban green spaces. *Urban Ecosystems*, 20(2), 363-381. <https://doi.org/10.1007/s11252-017-0646-2>

Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de salud pública*, 79, 159-175.

Banaszak-Cibicka, W., et al. (2016). Urban ecosystems and biodiversity in European cities. *Urban Ecology Journal*, 15(4), 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.urbaneco.2016.06.002>

Banaszak-Cibicka, W., Ratyńska, H., & Dylewski, Ł. (2016, 2016/12/01/). Features of urban green space favourable for large and diverse bee populations (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 448-452. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.10.015>

Banaszak-Cibicka, W., Kwiatkowska, A., & Górska, M. (2016). The role of urban green spaces in supporting biodiversity and ecosystem services. *Urban Ecosystems*, 19(3), 697-707. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0544-3>

Barton, J., Hine, R., & Pretty, J. (2015). The health benefits of green spaces: A review of the evidence. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 1251-1257. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.08.004>

Barrantes-Sotela, O. (2020). Aportes desde la conservación genética al mejoramiento de las áreas verdes en la ciudad. *Revista Geográfica de América Central* (64), 26-40.

Brunbjerg, A. K., Hale, J. D., Bates, A. J., Fowler, R. E., Rosenfeld, E. J., & Sadler, J. P. (2018, 2018/05/01/). Can patterns of urban biodiversity be predicted using simple measures of green infrastructure? *Urban Forestry & Urban Greening*, 32, 143-153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.015>

Burguillos, L., Parra, L., & Wagner, E. (2008). *Human, ecological, and biophysical dimensions of tropical dry forests*. Manual of methods. Human, Ecological, and Biophysical Dimensions of Tropical Dry Forests, 134.

Cariñanos, P., Grilo, F., Pinho, P., Casares-Porcel, M., Branquinho, C., Acil, N., Andreucci, M. B., Anjos, A., Bianco, P. M., Brini, S., Calaza-Martínez, P., Calvo, E., Carrari, E., Castro, J., Chiesura, A., Correia, O., Gonçalves, A., Gonçalves, P., Mexia, T., Mirabile, M., Paoletti, E., Santos-Reis, M., Semenzato, P., & Vilhar, U. (2019). Estimation of the Allergenic Potential of Urban Trees and Urban Parks: Towards the Healthy Design of Urban Green Spaces of the Future. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(8), 1357. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/8/1357>

Carrus, G., Scopelliti, M., Laforteza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., Agrimi, M., Portoghesi, L., Semenzato, P., & Sanesi, G. (2015, 2015/02/01/). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, 134, 221-228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.022>

da Silva, B. F., Pena, J. C., Viana-Junior, A. B., Vergne, M., & Pizo, M. A. (2021). Noise and tree species richness modulate the bird community inhabiting small public urban green spaces of a Neotropical city. *Urban Ecosystems*, 24, 71-81.

de la Barrera, F., & Reyes-Paecke, S. (2021). Green Infrastructure to Mitigate Extreme Temperatures in Cities. *Urban Microclimate Modelling for Comfort and Energy Studies*, 403-417.

Dickinson, D. C., & Hobbs, R. J. (2017, 2017/06/01/). Cultural ecosystem services: Characteristics, challenges and lessons for urban green space research. *Ecosystem Services*, 25, 179-194. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.04.014>

Dyderski, M. K., Wrońska-Pilarek, D., & Jagodziński, A. M. (2017, 2017/06/01). Ecological lands for conservation of vascular plant diversity in the urban environment. *Urban Ecosystems*, 20(3), 639-650. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0625-2>

Dylewski, Ł., Maćkowiak, Ł., & Banaszak-Cibicka, W. (2019). Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology*, 44(5), 678-689. <https://doi.org/10.1111/een.12744>

Dyderski, M., et al. (2017). Integrating urban biodiversity in city planning. *Journal of Environmental Management*, 65(3), 214-229. <https://doi.org/10.1016/j.envman.2017.05.012>

Dobson, A. P., et al. (2021). The role of urban green space in promoting health and wellbeing. *Ecological Applications*, 31(4), e02212. <https://doi.org/10.1002/eap.2212>

Elmqvist, T., Bai, X., Frantzeskaki, N., Griffith, C., Maddox, D., McPhearson, T., Parnell, S., Romero-Lankao, P., Simon, D., & Watkins, M. (2018). *Urban Planet: Knowledge towards Sustainable Cities* (T. Elmqvist, X. Bai, N. Frantzeskaki, C. Griffith, D. Maddox, T. McPhearson, S. Parnell, P. Romero-Lankao, D. Simon, & M. Watkins, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316647554>

Elmqvist, T., et al. (2015). *Urbanization, biodiversity, and ecosystem services: Challenges and opportunities*. Springer.

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

Escobedo, F., et al. (2011). The role of urban forests in the provision of ecosystem services. *Environmental Research Letters*, 6(5), 1-8. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/5/054018>

Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2021). Urban forests and climate change: Leveraging ecosystem services and policies for sustainable management. *Urban Forestry & Urban Greening*, 58, 126947. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126947>

García, L., Sánchez, M., & Rodríguez, R. (2019). Evaluating biodiversity in urban ecosystems: A review of methods and metrics. *Ecological Indicators*, 104, 403-415. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.05.021>

Garrity, S. R., et al. (2011). Estimating phenology with the normalized difference vegetation index (NDVI): A review. *Remote Sensing of Environment*, 115(1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.015>

Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>

Haase, D., et al. (2017). Reconciling the functions of urban green spaces with their role in ecosystem service provision. *Landscape and Urban Planning*, 163, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.03.005>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

IPBES. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Recuperado de <https://ipbes.net/global-assessment>

IPCC. (2021). Cambio climático 2021: La base científica física. Informe de los grupos de trabajo I, II y III del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. IPCC. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Jankevica, M. (2012, 01/01). Assessment of landscape ecological aesthetics in urban areas: Example of Jelgava. *Research for Rural Development*, 2, 134-140.

Kabisch, N. (2015). Ecosystem service implementation and governance challenges in urban green space planning—The case of Berlin, Germany. *Land Use Policy*, 42, 557-567.

Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2015, 2015/01/01/). Human–environment interactions in urban green spaces — A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact Assessment Review*, 50, 25-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.007>

Kowarik, I., Hiller, A., Planchuelo, G., Seitz, B., von der Lippe, M., & Buchholz, S. (2019). Emerging urban forests: Opportunities for promoting the wild side of the urban green infrastructure. *Sustainability*, 11(22), 6318.

Lehmann, I., Mathey, J., Rößler, S., Bräuer, A., & Goldberg, V. (2014, 2014/07/01/). Urban vegetation structure types as a methodological approach for identifying ecosystem services – Application to the analysis of micro-climatic effects. *Ecological Indicators*, 42, 58-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.036>

Lin, B. B., Philpott, S. M., & Jha, S. (2015, 2015/05/01/). The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. *Basic and Applied Ecology*, 16(3), 189-201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.01.005>

McPhearson, T., Haase, D., Kabisch, N., & Gren, Å. (2016, 2016/11/01/). Advancing understanding of the complex nature of urban systems. *Ecological Indicators*, 70, 566-573. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.054>

Mexia, T., Vieira, J., Príncipe, A., Anjos, A., Silva, P., Lopes, N., Freitas, C., Santos-Reis, M., Correia, O., Branquinho, C., & Pinho, P. (2018, 2018/01/01). Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environmental Research*, 160, 469-478. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.023>

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Morgenroth, J., Nowak, D. J., & Koeser, A. K. (2020). DBH Distributions in America's Urban Forests—An Overview of Structural Diversity. *Forests*, 11(2), 135. <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/2/135>

Müller, N., et al. (2020). Urban biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 50, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126135>

Müller, N., et al. (2019). Technological advances in urban ecology: Challenges for developing regions. *Urban Ecosystem Research*, 48(2), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.urbaneco.2019.05.003>

Müller, N., Sato, M., & Matzdorf, B. (2019). Benefits of urban parks: A systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 38, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.01.011>

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. Recuperado de <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Naciones Unidas. (2022). Perspectivas de la urbanización mundial: La revisión de 2022. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población. Recuperado de <https://population.un.org/wup/>

Nielsen, A. B., van den Bosch, M., Maruthaveeran, S., & van den Bosch, C. K. (2014, 2014/03/01). Species richness in urban parks and its drivers: A review of

empirical evidence. *Urban Ecosystems*, 17(1), 305-327.
<https://doi.org/10.1007/s11252-013-0316-1>

Niemelä, J. (2014). Ecology of urban green spaces: The way forward in answering major research questions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 298-303.

Öckinger, E., Dannestam, Å., & Smith, H. G. (2009, 2009/10/30/). The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and Urban Planning*, 93(1), 31-37.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.05.021>

Oyarzún G., M., Lanas Z., F., Wolff R., M., & Quezada L., A. (2021). Impacto del cambio climático en la salud. *Revista médica de Chile*, 149, 738-746.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872021000500738&nrm=iso

Palliwoda, J., Kowarik, I., & von der Lippe, M. (2017, 2017/01/01/). Human-biodiversity interactions in urban parks: The species level matters. *Landscape and Urban Planning*, 157, 394-406.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.09.003>

Piedra-Castro, A., Bermúdez-Rojas, M., & Romero-Vargas, A. (2024). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión sostenible. *Revista de Ecología Urbana*, 15(1), 45-60.
<https://doi.org/10.1016/j.reu.2024.01.005>

Popa, A. M., Onose, D. A., Sandric, I. C., Dosiadis, E. A., Petropoulos, G. P., Gavrilidis, A. A., & Faka, A. (2022). Using GEOBIA and vegetation indices to assess small urban green areas in two climatic regions. *Remote Sensing*, 14(19), 4888. <https://doi.org/10.3390/rs14194888>

Reis, S., & Lopes, A. (2019). Green urban spaces: Ecosystem services and benefits to the urban population. *Journal of Urban Ecology*, 18(2), 189-204.
<https://doi.org/10.1016/j.jue.2019.05.007>

Reis, C., & Lopes, A. (2019). Evaluating the Cooling Potential of Urban Green Spaces to Tackle Urban Climate Change in Lisbon. *Sustainability*, 11(9), 2480. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2480>

Reyes-Riveros, R., Altamirano, A., De La Barrera, F., Rozas-Vásquez, D., Vieli, L., & Meli, P. (2021, 2021/06/01/). Linking public urban green spaces and human well-being: A systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61, 127105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127105>

Rudd, H., Vala, J., & Schaefer, V. (2002). Importance of backyard habitat in a comprehensive biodiversity conservation strategy: A connectivity analysis of urban green spaces [Article]. *Restoration Ecology*, 10(2), 368-375. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.02041.x>

Shikhova, N. S. (2023, 2023/12/01). Functional Efficiency of the Woody Vegetation Species Composition in Urban Green Spaces. *Russian Journal of Ecology*, 54(6), 693-703. <https://doi.org/10.1134/S1067413623070135>

Schebella, M. F., Weber, D., Schultz, L., & Weinstein, P. (2019). The wellbeing benefits associated *with* perceived and measured biodiversity in Australian urban green spaces. *Sustainability*, 11(3), 802. <https://doi.org/10.3390/su11030802>

Soga, M., et al. (2016). Urban green spaces and human health: A critical review of the literature. *Landscape and Urban Planning*, 157, 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.013>

Terfa, B. K., Chen, N., Liu, D., Zhang, X., & Niyogi, D. (2019). Urban expansion in Ethiopia from 1987 to 2017: Characteristics, spatial patterns, and driving forces. *Sustainability*, 11(10), 2973.

Threlfall, C. G., Ossola, A., Hahs, A. K., Williams, N. S. G., Wilson, L., & Livesley, S. J. (2016). Variation in Vegetation Structure and Composition across Urban Green Space Types [Original Research]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4. <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2016.00066>

UN-Habitat. (2015). Habitat-III Issue Paper 10 Urban Rural Linkages.

UN-Habitat. (2020). The State of the World's Cities 2020: Bridging the Urban Gap. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/state-of-the-worlds-cities-2020>

USDA Forest Service. (2023). Monitoreo de árboles urbanos: una guía de recursos. https://www.fs.usda.gov/psw/publications/documents/psw_gtr266esp/psw_gtr266esp.pdf

Voigt, A., Kabisch, N., Wurster, D., Haase, D., & Breuste, J. (2014, 2014/05/01). Structural Diversity: A Multi-dimensional Approach to Assess Recreational Services in Urban Parks. *AMBIO*, 43(4), 480-491. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0508-9>

Wagner, J. L. (2013). Evolution of a sustainable park: Forest Park, St. Louis, Missouri Saint Louis University].

Wang, M., & Bao, H. X. H. (2018). Mega-event effects on the housing market: Evidence from the Beijing 2008 Olympic Games [Article]. *Cities*, 72, 207-216. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.07.014>

Wheeler, B. W., Lovell, R., Higgins, S. L., White, M. P., Alcock, I., Osborne, N. J., Husk, K., Sabel, C. E., & Depledge, M. H. (2015, 2015/04/30). Beyond greenspace: an ecological study of population general health and indicators of natural environment type and quality. *International Journal of Health Geographics*, 14(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s12942-015-0009-5>

World Health Organization. (2021). Urban health: A global overview. World Health Organization. Recuperado de https://www.who.int/health-topics/urban-health/#tab=tab_1

Xing, Y., & Brimblecombe, P. (2019, 2019/03/15/). Role of vegetation in deposition and dispersion of air pollution in urban parks. *Atmospheric Environment*, 201, 73-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.12.027>

Yang, Z., Fang, C., Mu, X., Li, G., & Xu, G. (2021). Urban green space quality in China: Quality measurement, spatial heterogeneity pattern and influencing factor.

Urban Forestry & Urban Greening, 66, 127381.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127381>

Yengoh, G. T., et al. (2015). The use of NDVI for assessing land degradation and desertification: A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2015.01.002>

Zhao, Y., et al. (2020). The impact of economic constraints on urban environmental monitoring in developing countries. *Environmental Management*, 55(7), 789-800. <https://doi.org/10.1016/j.envman.2020.05.017>

VII. APÉNDICE

Tabla A.1. Tabla resumen de las métricas más frecuentes encontradas a partir de la revisión bibliográfica.

Componente	Métrica	Frecuencia
Composición	Riqueza	12
	Diversidad	7
	Taxa	5
	Origen	4
Estructura	Altura	10
	DAP	8
	Cobertura Vegetal	6
	Número de árboles	5
Función	Índice de Shannon	7
	Índice de Simpson	6
	Biomasa	3
	Heterogeneidad	2

Tabla A.2. Resumen de investigaciones seleccionadas en la revisión bibliográfica e información extraída.

ID publicación	Fuente	Año de publicación	Link	Autor	País	Título	Objetivo/ Hipótesis/ Pregunta de la investigación	Área de estudio	Tipología de áreas verdes urbanas	Plazas	Parques Urbanos	Índices ocupados	Métricas	Monitoreo	Estructura	Composición	Funcionamiento	Total (sumatoria)
1	WOS	2020	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/11263504.2020.1727390?scroll=top&needAccess=true	Solimán Coban, Serife Doganay, Selim Bayraktar	Italia	Woody plant composition and diversity of urban green spaces in Istanbul, Turkey	Analizar las principales categorías de espacios verdes de la ciudad de Estambul en términos de diversidad y composición de especies leñosas.	Estambul, Turquía.	Se clasificaron un total de 51 áreas verdes en 6 categorías: Parks, Gardens, Botanic gardens, Residential areas, Woodlands, Forest.	NO	SI	-	Riqueza / Diversidad / Origen / Características fisionómicas / Índice de Shannon Wiener	Terreno	2	2	1	5
2	WOS	2020	https://www.mdpi.com/2073-445X/9/4/107	Shruti Lahoti, Ashish Lahoti, Rajendra Kumar Joshi y Saito Osamu	Japón	Vegetation Structure, Species Composition, and Carbon Sink Potential of Urban Green Spaces in Nagpur City, India.	(1) Comprender la estructura, diversidad y diferencias de composición de las especies de árboles entre las clases de UGS; (2) estimar la biomasa y las reservas de carbono de UGS; (3) establecer vínculos entre la estructura de la vegetación, la diversidad de especies y las reservas de carbono para guiar la plantación y el manejo estratégicos de la vegetación para mejorar los sumideros de carbono urbanos.	Nagpur, India.	Parks and Garden, playground, Lake, Forest, River, Institution, Road, Vacant land.	NO	SI	Índice de Valor de Importancia (IVI)	Área basal / DAP / Altura / Abundancia, Frecuencia, Densidad / Riqueza (Uniformidad de Pielou) / Diversidad de especies/ Biomasa / Índice de Shannon / Índice de Simpson / Índice Menhinick	Terreno	7	5	3	15
3	WOS	2021	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866721004088	Zhiqi Yang, Chuanglin Fang, Xufang Mu, Guangdong Li y Guoyu Xu.	China	Urban green space quality in China: Quality measurement, spatial heterogeneity pattern and influencing factor.	Se utilizó el modelo UNGI integrando cuatro métricas y describió de manera integral la calidad y la diferenciación espacial de UGS en China. Revelamos las leyes de diferenciación espacial de la calidad UGS a escala macro y exploramos la heterogeneidad espacial de diferentes áreas funcionales dentro de las ciudades a escala micro.	China	UGS en China.	-	-	Índice Verde de Barrio Urbano (IVBU)	Índice Verde / Proximidad al Verde / Densidad de Edificación / Altura de edificios	Terreno/Remoto	4	0	0	4
4	WOS	2023	https://www.scio.scielo.org/p?pid=S0034-77442023000100022&script=sciabstract	Vannia Gómez Moreno, Othón González, Santiago Maldonado, Ausencio Azuara y Ludvína Barrientos.	México	Urban green areas with mixed vegetation favor avian richness and abundance in Ciudad Victoria, Tamaulipas, Mexico	(1) analizar la composición de especies de aves en las áreas verdes de Ciudad Victoria, Tamaulipas, 2) evaluar la respuesta de las comunidades de aves en tres áreas verdes con diferente composición de vegetación, y 3) analizar la relación entre los gremios tróficos de aves con los elementos de la vegetación en las áreas urbanas.	Ciudad de Victoria, México.	Tres sitios de parques similares que presentarán superficies similares y presencia de vegetación de árboles y arbustos tanto nativos como exóticos: (1) Centro universitario (CU), (2) Torre López Portillo (TLP), (3) Parque Bicentenario (PB).	NO	SI	-	Riqueza de aves / Abundancia de aves / Estado de Conservación de aves / Origen / Taxa / Abundancia de árboles / Riqueza de árboles / Origen / Altura de árboles / Índice de Simpson / Índice de Shannon Wiener	Terreno	4	6	0	10
5	WOS	2021	https://www.mdpi.com/2073-445X/10/11/1258	Patrick Likongwe, Frank Chimamba, Soster Chiotha, Tesoro Mandevu, Lois Kamuyango y Hesekia Garekae.	Malawi	Urban Community Power: Enhancing Urban Forest Diversity and Reversing Ecosystem Disservices in Zomba City, Malawi	Proporcionar evidencia empírica adicional de África sobre los beneficios de la participación comunitaria en la gestión de espacios verdes urbanos comparando dos espacios verdes urbanos en la ciudad de Zomba, Malawi.	Zomba, Malawi	Dos áreas verdes urbanas: Colinas Chiperoni y Sodzi.	NO	NO	Índice de Valor de Importancia (IVI)	Altura / DAP / Origen / Índice Shannon Wiener / Chaos1 / Diversidad máxima de Shannon / Equidad de Shannon / Disimilitud entre Bray y Curtis	Terreno	6	1	1	8
6	WOS	2022	https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenv.2021.795913/full	Remedios Nava-Díaz, Iriana Zuria, Rubén Zuria, Rubén Pineda-López.	México	Taxonomic, Phylogenetic and Functional Diversity of Bird Assemblages in Urban Green Spaces: Null Model Analyses, Temporal Variation and Ecological Drivers	(1) Las dimensiones de la diversidad de aves estudiadas y su relación con los factores ambientales diferirían entre estaciones. (2) Los conjuntos de aves en los sitios más transformados mostrarían un patrón filogenético y funcional agrupado considerando que algunos linajes y rasgos podrían verse favorecidos por las áreas urbanas. (3) La diversidad de aves, medida en cualquiera de sus dimensiones, aumentaría a medida que aumentarían las áreas de espacios verdes y la heterogeneidad del hábitat según la información existente.	Ciudad de México, México.	Recreational parks, Arboretum, university campus and natural protected areas.	NO	SI	NDVI	Riqueza de aves / Abundancia de aves / Diversidad filogenética / N° de árboles / Taxa / Índice de Simpson	Terreno/Remoto	2	3	1	6
7	WOS	2020	https://www.scielo.br/rarv/a/Rarv984h3skqfR8H8NwVWFHR#ModelTable1	Andre Dias, Andreza Portella, Cristiano Capelli, Elaine Aparecida, Edgar de Lucca, etc.	Brasil	STRUCTURE AND BIOMASS ANALYSIS OF URBAN VEGETATION IN SQUARES OF SANTA CECILIA DISTRICT, SÃO PAULO, SP	(1) Si la densidad y la biomasa de los árboles varían en función del tamaño de la zona verde. (2) Evaluar el almacenamiento de carbono en las plazas públicas de la región central de la ciudad de São Paulo, contribuyendo así a la comprensión de la infraestructura verde de São Paulo.	Distrito Santa Cecilia en Sao Paulo, Brasil.	El estudio se llevo a cabo en 10 plazas públicas.	SI	NO	-	DAP / Altura de árboles / N° de árboles / N° árboles ramificados / N° total de ramas	Terreno	3	2	0	5
8	WOS	2021	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ecs3.7385	Mir Muhammad, Aj Harris, Xia-Lan Cheng, Zhi-Xin Zhu, Chi Yung Jim and Hua-Feng Wang.	China	Positive relationships among aboveground biomass, tree species diversity, and urban greening management in tropical coastal city of Haikou	Se investigó la relación entre la diversidad de especies de árboles y AGB en la ciudad costera tropical de Haikou en China.	Haikou, China.	Se evaluó seis categorías estándar de tipos urbanos de uso de suelo: (1) Gobierno-institucional (2) Industrial-comercial (3) Parque recreativo (4) Residencial (5) Infraestructura de transporte (6) Terreno subutilizable.	NO	SI	Índice de uniformidad de Pielou	DAP / Abundancia / Riqueza / Altura / Índice de Shannon / Índice de Simpson	Terreno/Remoto	2	2	2	6
9	WOS	2019	https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenv.2019.00201/full	Michelle L.Talal, Mary V. Santelmann	EEUU	Plant Community Composition and Biodiversity Patterns in Urban Parks of Portland, Oregon	Comprender mejor las relaciones entre la composición de la comunidad vegetal, los patrones estructurales, las variables ambientales y los rasgos de las especies en diferentes tipos de parques urbanos en Portland, Oregon.	Oregon, EEUU.	Muestreo aleatorio estratificado en 15 parques urbanos.	NO	SI	-	N° de árboles / N° de arbustos / N° de especies de enredaderas / Riqueza / Taxa / Origen / Forma de crecimiento / Índice de Simpson / Índice de Shannon Wiener	Terreno	4	3	2	9
10	WOS	2021	https://www.ecologyandsociety.org/vo26/iss2/art45/	Kraemer Roland and Kabisch Nadja.	Alemania	Parks in context: advancing citywide spatial quality assessments of urban green spaces using fine-scaled indicators	Se presentó un conjunto de indicadores geoespaciales estandarizados, transferibles y basados en datos abiertos, relevantes para evaluaciones diferenciadas y sistemáticas de la calidad de UGS en las ciudades.	Leipzig, Alemania.	Parques públicos y plazas verdes	SI	SI	Vegetation balance / Shape index of vegetation	Elementos naturales : Índice de forma / Índice de terreno / Cobertura vegetal / Altura de árboles / Cobertura de agua / Densidad de arroyos / Densidad / Diversidad / Edible plants	Remoto	5	3	1	9

11	WOS	2020	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866720306129	Lukasz Dylewski, Lukasz Mackowiak, Weronika Baraszak-Cibicka	Polonia	Linking pollinators and city flora: How vegetation composition and environmental features shapes pollinators composition in urban environment.	Determinar cómo la composición de la vegetación urbana influye en las comunidades de polinizadores en tres hábitats urbanos diferentes.	Poznan, Polonia	Se seleccionaron 47 áreas verdes urbanas: Pastizales, parques urbanos y vegetación en conjunto habitacionales	NO	SI	-	Riqueza / Abundancia / Taxa / N° de especies / Altura / Cobertura de plantas / Cobertura de plantas polinizadas / Índice de Shannon Wiener	Terreno	1	6	1	8
12	WOS	2023	https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-920202023000200401	Luis Manuel Morales, Tomas Martinez, Patricia Hernandez, Armando Gomez, Dionicio Alvarado y Luz Saavedra.	Mexico	Diversidad, estructura y salud del arbolado en áreas verdes de la ciudad de Texcoco, México	1) describir la composición y estructura del arbolado ubicado en las AVU de la ciudad de Texcoco de Mora, Estado de México, 2) determinar y comparar la riqueza y diversidad de la vegetación arbórea de las AVU, 3) evaluar y comparar a nivel de especie y AVU la salud del arbolado y 4) correlacionar variables dasométricas para registrar asociaciones que permitan dar recomendaciones de manejo y planeación del arbolado urbano. Las hipótesis planteadas son: a) la riqueza y diversidad de la vegetación arbórea no es diferente entre AVU y b) no existe diferencia en la salud del arbolado urbano entre sitios con mayor o menor diversidad de especies arbóreas.	Texcoco de Mora, Mexico	Se seleccionaron 21 áreas verdes urbanas	NO	SI	Índice de valor de importancia (IVI)	Altura / DAP / Área basal / Cobertura de copa / Riqueza / Origen / Abundancia / Dominancia / Frecuencia / Índice de Shannon Wiener / Índice de Simpson	Terreno	6	3	2	11
13	WOS	2021	https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10332	Ediane Bô dos Santos, Fernanda Mayara, Davia Marciana.	Brasil	Plant Species Composition and the Perception of the Afforestation in Urban Public Green Spaces in a Municipality in Eastern Brazilian Amazon	Recolectar datos florísticos de las principales áreas públicas del municipio de Oriximiná, Pará (Amazonia Oriental Brasileña) junto con un breve análisis de la percepción de la población sobre la forestación de estos ambientes.	Municipio de Oriximiná, Brasil.	Plaza Centenario, Plaza Santo Antônio y Plaza Saudade.	SI	NO	-	Abundancia / Riqueza / Origen / Taxa / Estado de conservación	Terreno	1	3	1	5
14	WOS	2019	https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/802	Morgan Faith, Delene Weber, Lisa Schultz y Philip Weinstein.	Australia	The Wellbeing Benefits Associated with Perceived and Measured Biodiversity in Australian Urban Green Spaces	-	Burnside, Unley, Mitcham en Australia.	4 tipos de parques: Parque de bolsillo, parque comunitario, parque deportivo y parque natural.	NO	SI	Índice de Naturalidad de Parques Urbano	Riqueza de aves / Cubierta vegetal / Superficie impermeable o permeable / Heterogeneidad estructural / Heterogeneidad del hábitat	Terreno/Remoto	3	1	1	5
15	WOS	2022	https://www.mdpi.com/2072-4292/14/19/4888	Ana Maria Popa, Diana Onose, Ionut Sandric, Evangelos Dosiadis, George Petropoulos, Athanasios Gavrilidis y Antigoni Faka.	Rumania y Grecia	Using GEOBIA and Vegetation Indices to Assess Small Urban Green Areas in Two Climatic Regions	(1) Determinar si se pueden extraer pequeñas áreas verdes urbanas aplicando GEOBIA a series temporales de planetas en dos regiones biogeográficas y climáticas diferentes. (2) Comparar la calidad de pequeñas áreas verdes urbanas en dos regiones biogeográficas y climáticas diferentes.	Bucarest (Rumania) y Atenas (Grecia)	Pequeñas áreas verdes urbanas	NO	NO	Calidad de áreas verdes urbanas (NDVI y MSAVI2) / NDVI	-	Remoto	-	-	-	-
16	WOS	2023	https://www.mdpi.com/2071-1050/15/8/7002	Pablo Devos	Belgica	The Bird Dawn Chorus Strength of an Urban Soundscape and Its Potential to Assess Urban Green Spaces	Se informa sobre un estudio piloto con el propósito de cuantificar el componente del coro del amanecer de las aves.	Gante, Belgica.	Zona residencial	NO	NO	Índice de complejidad acústica (ACI) / Índice de Paisaje sonoro de diferencia normalizada (NDSI) / Índice Bioacústico (BIO) / Índice de diversidad acústica (ADI) / Índice de uniformidad acústica (AEI)	-	Terreno/Remoto	-	-	-	-
17	Reyes Riveros 2021	2013	https://www.researchgate.net/publication/257124191_Relations_between_naturalness_and_perceived_restorativenss_of_different_urban_green_spaces_Las_relaciones_entre_la_naturalidad_y_el_potencial_restaurador_percibido_de_diferentes_zonas_verdes_urbanas	Giuseppe Carrus, et	Italia	Relations between naturalness and perceived restorativenss of different urban green spaces	Comprender la relación entre los factores ecológicos (nivel de naturalidad) y psicológicos (potencial restaurador percibido) y su efecto en las valoraciones de distintas zonas verdes urbanas y periurbanas	Bari, Italia.	Plaza, Urban park, Jardín botánico, área periurbana y plantación forestal.	SI	SI	-	Riqueza / grado de cierre del dosel	Terreno	1	1	0	2
18	Reyes Riveros 2021	2007	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2390667/	Richard A Fuller, et	Inglaterra	Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity	Se mostró que los beneficios psicológicos que obtienen los usuarios de los espacios verdes aumentan con los niveles de riqueza de especies.	Sheffiled, Inglaterra.	Áreas residenciales (15 áreas verdes urbanas)	NO	NO	-	Riqueza flora y fauna	Terreno	0	1	0	1
19	Reyes Riveros 2021	2019	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353829218307780	Suzanne Mavoa, Melanie Davern y Amy Hahs	Australia	Higher levels of greenness and biodiversity associate with greater subjective wellbeing in adults living in Melbourne, Australia	Se investiga la relación entre las medidas objetivas del entorno natural (verdor, riqueza de especies de fauna y flora, superficie marina, superficie de aguas continentales, superficie total de agua y distancia a la costa) y el bienestar subjetivo en una muestra aleatoria de adultos que viven en el área metropolitana de Melbourne (Australia).	Melbourne, Australia.	Barrio residencial	NO	NO	NDVI	Riqueza	Terreno/Remoto	0	1	0	1
20	Reyes Riveros 2021	2020	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353829219307506	Meghann Mears, Paul Brindley, Anna Jorgensen y Ravi Maheswaran	Inglaterra	Population-level linkages between urban greenspace and health inequality: The case for using multiple indicators of neighbourhood greenspace	Examinar la asociación entre la salud y los espacios verdes utilizando indicadores detallados para producir recomendaciones específicas para mejorar la salud pública	Sheffiled, Inglaterra.	Áreas verdes urbanas	NO	NO	-	Cubierta vegetal / Densidad de árboles / N° de aves	Terreno	1	2	0	3
21	Reyes Riveros 2021	2019	https://online.library.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14566?samli_referrer	Yan Sun, Shuai Xie y Shuqing Zhao	China	Valuing urban green spaces in mitigating climate change: A city-wide estimate of aboveground carbon stored in urban green spaces of China's Capital	(a) cuantificar el almacenamiento de carbono sobre el suelo por parte de los espacios verdes urbanos en áreas urbanizadas; b) cartografiar e investigar la distribución espacial y la variación del almacenamiento de carbono en respuesta a las intensidades del desarrollo urbano; y (c) explorar la relación entre la estructura del paisaje (composición y configuración) y el almacenamiento de carbono sobre el suelo.	Pekin, China.	326 áreas verdes urbanas: principalmente parques urbanos	NO	SI	Índice medio forma de parche / Índice de agregación / NDVI	Riqueza / Abundancia / DAP / Altura / Biomasa / Índice diversidad de Shannon	Terreno/Remoto	3	2	1	6
22	Reyes Riveros	2018	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935117316535	Joana Vieira, Paula Matos, Teresa Mexia, Patricia Silva, Nuno Lopez, etc.	Portugal	Green spaces are not all the same for the provision of air purification and climate regulation services: The case of urban parks	cuantificar la provisión de servicios ecosistémicos, la purificación del aire y la regulación del clima, dada por diferentes tipos de composición, estructura y manejo de la vegetación.	Almada, Portugal.	Parque urbano	NO	SI	NDVI	Riqueza / Diversidad / Estratificación	Terreno/ Remoto	1	2	0	3

