



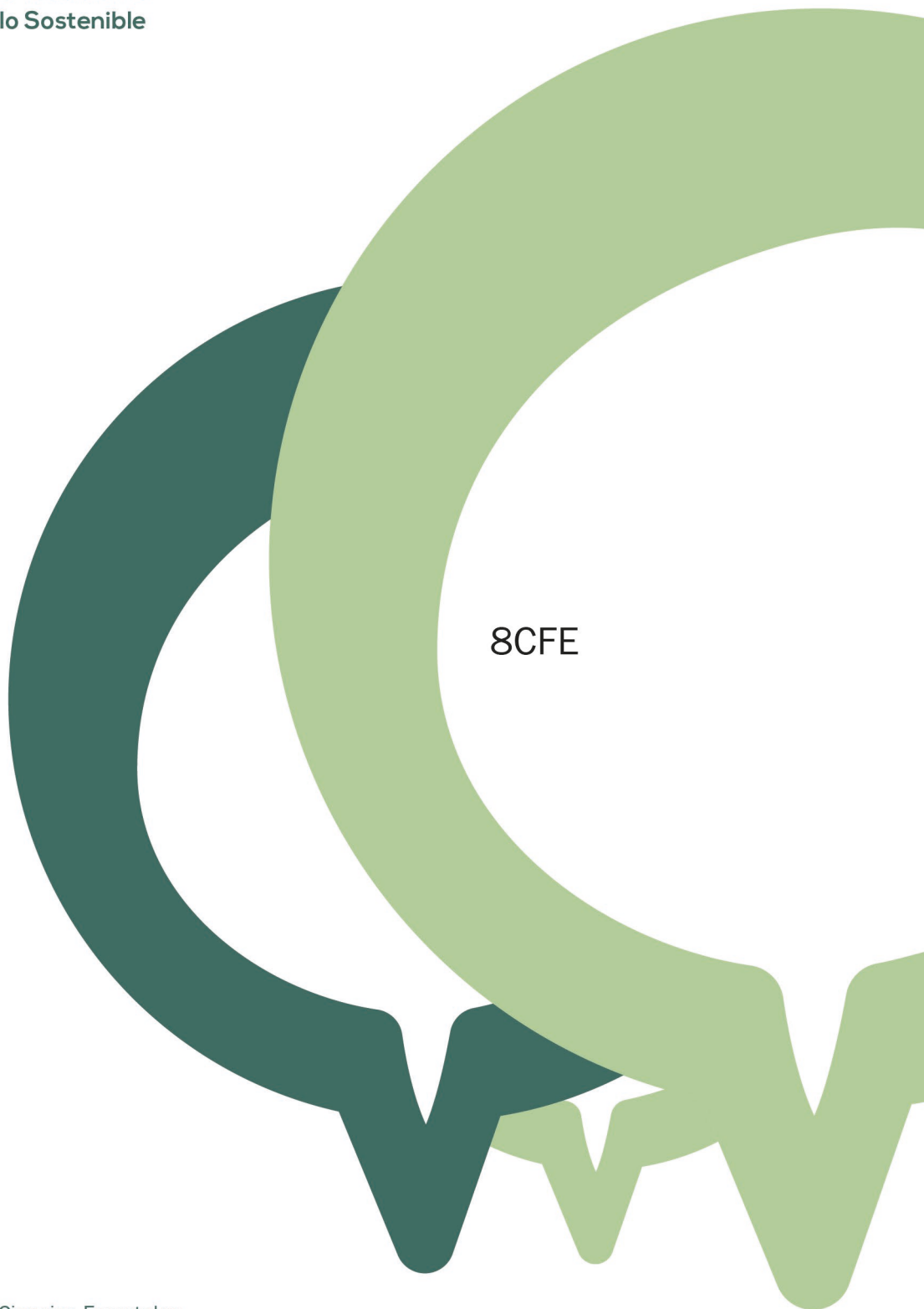
2022
Lleida

27·1
junio · juny
julio · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



El verde urbano y sus funciones ecosistémicas: un estudio comparativo de Barcelona y Santiago

KRSNIK, G.¹ y REYES PAECKE, S.²

¹ Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Ctra de Sant Llorenç de Morunys, km 2; 25280 Solsona (Lleida), España.

² Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Avenida Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile.

Resumen

El verde urbano cada vez más resulta ser un tema de gran interés. Sus roles dentro de las ciudades en el mundo cada día más urbanizado se van expandiendo y su importancia va creciendo debido a todos los procesos geoespaciales que ocurren en los ambientes urbanos. Los servicios ecosistémicos presentan solo uno de los roles que esas zonas tienen, pero por sus características biofísicas las vocaciones que pueden tener resultan de gran interés ya que pueden cambiar significativamente la calidad de vida urbana. Por esa razón, un análisis geoespacial de los servicios ecosistémicos de las zonas verdes urbanas con el fin de obtener un desarrollo y una planificación sostenibles y maximizar las funciones que una zona verde pueda proveer a los habitantes y al medio ambiente urbano se manifiesta como un requisito indispensable. Se ha hecho un análisis comparativo de los servicios ecosistémicos urbanos entre Barcelona y Santiago con el fin de ver cómo cambian las funciones dependiendo de la morfología urbana y de la realidad espacial diferente implementando unas herramientas innovadoras de análisis geoespacial multiobjetivo.

Palabras clave

Verde urbano, servicios ecosistémicos, análisis geoespacial, planificación multiobjetivo.

1. Introducción

Según las estimaciones, más del 60% de la población mundial vivirá en las ciudades hasta el año 2030. Aunque la mayoría de las ciudades con la tasa de urbanización más alta se encuentra en países en desarrollo, las ciudades europeas también sufren de diferentes problemas relacionados con su crecimiento, la planificación y desarrollo sostenible (Bolund, P. y Hunhammar, S.; 1999). Mientras en muchos países occidentales se han empezado aplicar políticas verdes cuyo principal objetivo es mejorar el bienestar humano, la mayoría de las ciudades africanas o sudamericanas luchan con el rápido crecimiento de la población, urbanización no planificada y, por tanto, el decrecimiento de la calidad de vida urbana. Estos procesos se deben a la multifuncionalidad de las zonas urbanas, es decir, su capacidad de ofrecer múltiples servicios y atraer a una gran cantidad de población rural que abandona sus casas buscando mejor calidad de vida. Pero ¿son capaces las ciudades de ofrecer una buena calidad de vida? ¿Cuáles servicios son capaces de proveer? Muchos estudios destacan que las ciudades no pueden ser autosuficientes puesto que muestran una dependencia importante de su zona de influencia rural, a veces hasta 500 – 1000 veces más grande que la superficie de la misma ciudad. En este caso se trata principalmente de la provisión de comida, pero también se refiere a otros servicios relacionados con el medioambiente natural (Niemela, J. et al; 2010). Por otro lado, en los últimos años se ha dado mucho enfoque científico en la capacidad de las zonas verdes urbanas de proveer varios servicios medioambientales vinculada con el aumento de la calidad de vida urbana y el bienestar humano. Los ecosistemas urbanos, aunque muchas veces artificiales, son espacios verdes dentro de las ciudades y son capaces de proveer múltiples servicios (Dobbs, C. et al; 2014).

Los servicios ecosistémicos se definen como beneficios al bienestar humano proveídos directa o indirectamente por los ecosistemas. Se definen tres grupos de servicios ecosistémicos: de

provisión, de regulación y culturales (MEA, 2005). La finalidad de este concepto científico es conseguir un balance entre la demanda social y la capacidad de los ecosistemas de proveer ciertos servicios (García-Nieto, A.P. et al, 2013). Aunque el uso del concepto se ha extendido rápidamente en aplicaciones en áreas predominantemente naturales, su aplicación en los ámbitos urbanos está en rápido crecimiento en los últimos años (Dobbs, C. et al; 2014). Esto se debe principalmente a la buena aplicabilidad en los estudios sobre la calidad de la vida urbana y siguiendo las tendencias de las ciudades verdes y sostenibles. No obstante, se sabe poco sobre la provisión de los servicios ecosistémicos de las zonas verdes urbanas y los patrones espaciales que ella sigue. La realidad geoespacial en las zonas urbanas se ve definida por unos procesos geográficos muy complejos, significativamente diferentes de los en los medioambientes naturales. Por tanto, los componentes que la definen y la misma provisión de servicios son de carácter específico y requieren un enfoque particular. Pues, se trata de espacios donde los sistemas socio-ecológicos están fuertemente relacionados e interdependientes, y son el resultado de tanto los procesos biogeofísicos como las características socioeconómicas de la zona (Wang, S. et al, 2013; Dobbs, C. et al, 2010)).

2. Objetivos

Principal objetivo de este estudio es analizar espacialmente la provisión de servicios ecosistémicos de las zonas verdes de regulación en las ciudades de Santiago, Chile y Barcelona, España. Se trata de dos ciudades definidas por los procesos geográficos significativamente diferentes, pero cultural y climáticamente próximas. Se trata de estudiar el patrón espacial de servicios de regulación y relacionarlo con la realidad geoespacial existente.

3. Metodología

El área de estudio son las ciudades de Santiago, Chile y Barcelona, España. Debido a la gran extensión espacial, en Santiago se ha elegido el cuadrante nororiental que engloba las comunas con diferentes características socioeconómicas y geoespaciales, con el fin de incluir diferentes realidades espaciales de la ciudad. En el caso de Barcelona, se analiza el área administrativa del Ayuntamiento de Barcelona. Las unidades espaciales sobre las que se lleva al cabo el análisis son el área estadística básica en Barcelona y distritos censales en Santiago.

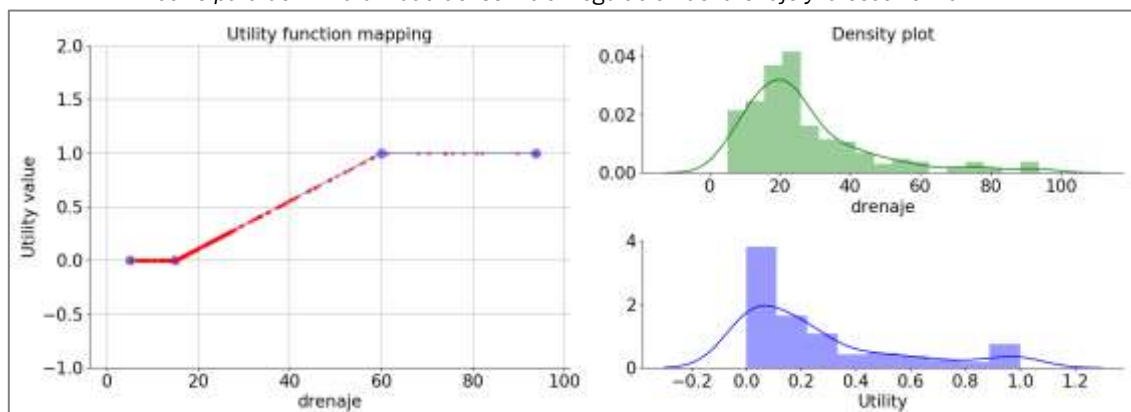
Con la finalidad de analizar la provisión de servicios ecosistémicos de regulación en ambas ciudades se han elegido 3 variables básicas que la representan. Los datos originales se han obtenido mediante técnicas de teledetección, posteriormente se han aplicado diferentes fórmulas de análisis con el fin de obtener las variables que definen la provisión. Los detalles se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Las variables utilizadas en el análisis de la provisión de los servicios ecosistémicos de regulación

Servicio ecosistémico	REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA	MEJORA DE LA CALIDAD DE AIRE	REGULACIÓN DEL DRENAJE Y LA ESCORRENTÍA
Variable elegida para definir el servicio ecosistémico	Intensidad de la isla de calor urbana a partir de la temperatura superficial terrestre	Captación y almacenamiento del CO ₂ por el arbolado urbano	Distribución de las superficies impermeables i/o arboladas urbanas
Unidad de medida	°C	kg C/píxel	% por unidad espacial
Resolución espacial	30m	2m Barcelona 5m Santiago	2m Barcelona 5m Santiago
Método	Utilizando el método de emisividad (Sobrino, J. et al, 2004) a partir de imágenes satelitales de Landsat 8	A partir de los valores del NDVI utilizando la fórmula de Myeong et al. (2006)	A partir de la clasificación del tipo de suelo y detección de las zonas arboladas en función del NDVI

Una vez obtenidas las variables, se someten al proceso de normalización donde sus valores originales se convierten en escalas de utilidad entre 0 y 1. Esas escalas definen el nivel de utilidad de cada una de las variables para proveer el servicio de regulación, donde el valor 0 es la utilidad mínima y el valor 1 marca la utilidad máxima. Los valores entre 0 y 1 se establecen automáticamente mediante reglas de lógica difusa. Los umbrales de valores observados que establecen la posición de corte en la escala de evidencia se definen particularmente para cada indicador tras el análisis de histograma de cada uno. Un ejemplo del histograma y los valores de corte se puede observar en la Figura 1. Posteriormente, las variables se juntan para obtener la utilidad total del servicio de regulación. Este proceso se realiza con el CTFC Utility, una herramienta propia en desarrollo que pretende definir la utilidad de variables geoespaciales en procesos de toma de decisiones.

Figura 1. Ejemplo del histograma utilizado para definir la provisión del servicio de regulación en Barcelona con los puntos de corte para definir la utilidad del servicio "regulación del drenaje y la escorrentía"



4. Resultados y discusión

En la Figura 2 y la Figura 3 se pueden ver los mapas que representan la distribución espacial del servicio ecosistémico de regulación, a partir de las 3 variables utilizadas. La escala de valores varía entre 0 y 1 y representa la utilidad de cada zona verde urbana a proveer servicios ecosistémicos de regulación. Se puede observar la polarización en provisión en ambos casos, pero las razones a las que se debe ese tipo de distribución espacial se deben a factores diferentes.

En Barcelona la provisión es alta en zonas donde se ubican grandes parques urbanos o en la zona limítrofe de la ciudad hacia la montaña de Collserola donde grandes superficies municipales están cubiertas por bosques periurbanos. En dichas zonas, debido a la alta presencia de árboles, hay mayor capacidad de almacenar CO₂, se atenúa el efecto de la isla de calor urbana y la extensión de las superficies impermeables crece. En las zonas continuamente urbanizadas, se notifica mayor provisión de servicios de regulación en la zona de Eixample, la parte de la ciudad urbanísticamente planificada donde se ubica la mayor parte del arbolado viario de la ciudad, mientras que los valores mínimos de provisión se registran en los barrios caracterizados por la morfología urbana irregular y edificación densa, como es el caso de Gràcia o Sant Andreu.

En Santiago el nivel de provisión depende directamente de la morfología urbana de la ciudad y en menor medida de la ubicación de los parques urbanos de gran extensión. La provisión es alta en las comunas de Providencia, Las Condes, Vitacura, La Reina y Ñuñoa, mientras que en la mayoría de las demás comunas se nota provisión baja o muy baja. A diferencia de Barcelona donde la alta provisión se relaciona con la distribución de parques urbanos, los cuales son de uso público, en Santiago la provisión es más alta en los barrios donde en la morfología prevalecen zonas verdes ubicadas dentro de los jardines privados. Cabe destacar que las mismas comunas son las que tienen el PIB más elevado, por lo cual se puede decir que la provisión de servicios de regulación, junto con la morfología urbana, están ligadas a las características socioeconómicas de la ciudad, lo cual no es el caso en Barcelona (INE, 2021; Ajuntament de Barcelona, 2021).



Figura 2. Distribución espacial de la provisión de servicios ecosistémicos de regulación en la ciudad de Santiago, Chile

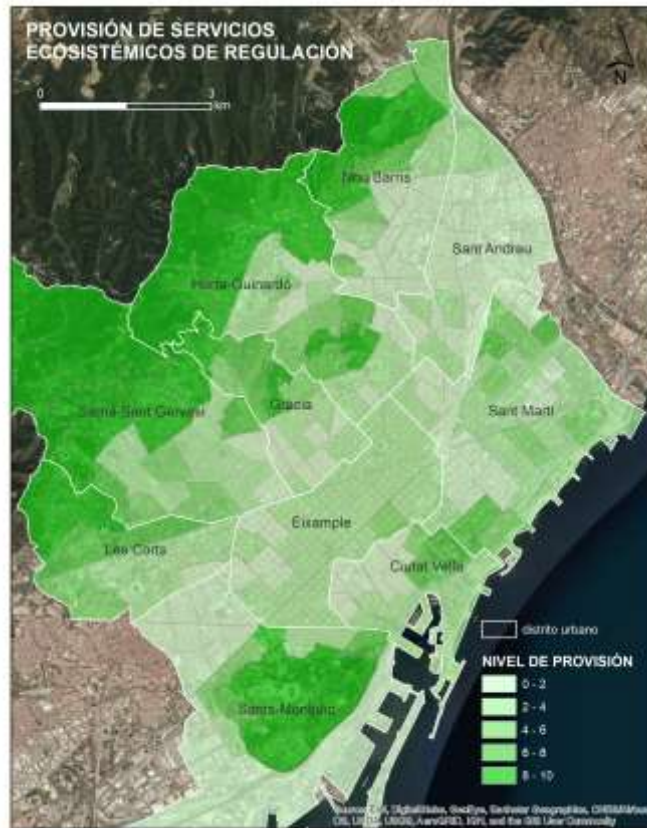


Figura 3. Distribución espacial de la provisión de servicios ecosistémicos de regulación en la ciudad de Barcelona, España

5. Conclusiones

Se ha realizado un estudio de análisis geoespacial de servicios ecosistémicos de regulación de las zonas verdes urbanas en las ciudades de Santiago, Chile y Barcelona, España. Se ha observado una provisión polarizada en ambas ciudades, pero debida a diferentes factores geográficos. La provisión depende de la morfología urbana y la distribución espacial de parques urbanos en ambas ciudades, pero también de las características socioeconómicas en el caso de Santiago. A partir de estos datos y resultados obtenidos, conviene estudiar los demás servicios ecosistémicos urbanos con el fin de obtener una imagen más exhaustiva sobre su provisión y el potencial uso en la futura planificación urbana.

6. Agradecimientos

Agradecimientos a la Pontificia Universidad Católica de Chile por participar en este estudio de forma continua y por la enseñanza desempeñada durante las estancias realizadas en Santiago. Las estancias han formado parte del Programa Suforun (Marie Curie Horizon 2020 Staff Exchange). El estudio forma parte del programa de doctorado financiado por la FSE - AGAUR - Generalitat de Catalunya, código 2020FI_B2 00147.

7. Bibliografía

Bolund, P., Hunhammar, S. 1999, Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics*, Volume 29, 2, 293-301, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0)

Niemelä, J., Saarela, SR., Söderman, T. et al. 2010, Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodivers Conserv* 19, 3225–3243. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9888-8>

Dobbs, C., Kendal, D., Nitschke, C., 2014, Multiple ecosystem services and disservices of the urban forest establishing their connections with landscape structure and sociodemographics, *Ecological Indicators*, 43, 44-55, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.007>.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005, Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1.

García-Nieto, A. P., García-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I., Martín-López, B., 2013, Mapping forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries, *Ecosystem Services*, 4, 126–138, doi: 10.1016/j.ecoser.2013.03.003.

Wang, S., Fu, B., Wei, Y, Lyle, C., 2013, Ecosystem services management: An integrated approach, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 1, 11–15, doi: 10.1016/j.cosust.2013.01.003.

Dobbs, C., Escobedo, F., Zipperer, W., 2011, A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators, *Landscape and Urban Planning*, 99, 3–4, 196-206, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.11.004>.

Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Paolini, L., 2004, Land surface temperature retrieval from Landsat TM 5, *Remote Sensing of Environment* 90, 434-440.

Myeong, S.; Nowak, D. J.; Duggin, M. J. 2006, A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. *Remote Sensing of Environment*. 101: 277-282.

Instituto Nacional de Estadística de Chile (<https://www.ine.cl/estadisticas>)

Ayuntamiento

de

Barcelona

(<https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/index.htm>)