

# BIODIVERSIDAD VEGETAL EN ESPACIOS URBANOS PRIVADOS: PATRONES DE DISTRIBUCIÓN A ESCALA GLOBAL

Josep Padullés Cubino, Josep Vila Subirós & Carles Barriocanal Lozano

---

## Resumen

Los ecosistemas urbanos representan una fuente importante de bienes y servicios para las comunidades humanas que los habitan. Los altos niveles de biodiversidad que los caracterizan se encuentran sujetos a la influencia de distintos patrones naturales y antrópicos. En espacios verdes privados, concretamente en jardines domésticos, distintos factores como el estatus socioeconómico o el sustrato cultural, han sido descritos como mejores predictores de la composición florística que determinadas variables climáticas o naturales. No obstante, dichos factores no han sido estudiados para la distribución de la flora de los jardines a escala global. Ante este hecho, 44 listas de plantas de jardines de todo el mundo han sido analizadas para explorar las similitudes taxonómicas y los factores que las determinan. Distintas variables biofísicas y socioeconómicas en una escala apropiada fueron elegidas para examinar su papel en la distribución de las especies presentes en los jardines. Como resultado, el PIB per cápita, utilizado como indicador de los ingresos del hogar, se obtuvo como el principal agente explicativo por encima de variables como la temperatura anual media o la evapotranspiración anual media. Por último, se discuten las implicaciones del posible impacto de las oscilaciones en la renta o el cambio ambiental global sobre la diversidad bio-cultural de los jardines.

**Palabras clave:** Biodiversidad, vegetación urbana, jardines, globalización.

---

## Introducción

El proceso de crecimiento urbano a nivel mundial se ha visto multiplicado en los últimos 60 años hasta el punto que más del 50 por ciento de población de todo el mundo vive hoy en ciudades (Naciones Unidas, 2012). En este contexto, los ecosistemas urbanos y especialmente los espacios verdes albergan altos niveles de biodiversidad a la vez que proporcionan beneficios a las sociedades que los habitan ya sea aportando alimentos, bienestar social u otros servicios ambientales como la renovación del aire, la reducción de ruido o la reducción de la temperatura urbana global (Constanza *et al.*, 1997). Alrededor de una tercera parte de estos espacios verdes en áreas residenciales son ocupados por jardines domésticos de carácter privado (Domene y Saurí, 2003; Gaston *et al.*, 2005; Loram *et al.*, 2007; Mathieu *et al.*, 2007). Este hecho evidencia la relevancia que tienen este tipo de ecosistemas en los usos y cubiertas de suelo urbano. Asimismo, cobra importancia la necesidad de analizar los mecanismos que configuran estos espacios, a menudo no tan ligados a factores naturales sino a una sinergia de diferentes factores urbanos, históricos, culturales y socioeconómicos.

La distribución de las plantas cultivadas, a diferencia de la vegetación nativa, está influenciada por distintos factores más allá de las variables biofísicas como la temperatura, la precipitación o los movimientos de masas continentales (Kendal *et al.*, 2012). En este caso, las variables socio-económicas como la densidad de población, la educación, la edad, la propiedad de la vivienda o incluso la renta se han descrito como factores relevantes en la configuración del tipo de cubierta vegetal en jardines domésticos (Hope *et al.*, 2003; Luck *et al.*, 2009; Marco *et al.*, 2010). Por lo tanto, las preferencias, el comportamiento y el trasfondo cultural de los agentes modeladores

de los jardines domésticos pueden sobrepasar substancialmente las tendencias naturales de dispersión de las plantas (Head *et al.*, 2004).

El objetivo principal de este estudio es entender cuáles son los factores determinantes de la distribución de la flora de jardines a escala mundial. A partir del análisis de 44 listados de especies vegetales presentes en jardines de todo el mundo se definen las variables determinantes de dichas composición. Un mejor entendimiento de estos patrones puede mejorar la gestión de los recursos naturales como el agua, la conservación de la biodiversidad en ambientes antropogénicos y la seguridad alimentaria en todo el mundo.

## Metodología

Para encontrar publicaciones incluyendo inventarios de la flora de los jardines se realizó una búsqueda en los títulos, resúmenes y palabras clave dentro las bases de datos Web of Science, Scopus, Google Académico y otras revistas relevantes no incluidas en estas bases de datos. Para ello, se utilizaron varios términos clave (por ejemplo garden\*, yard, lawn, plant\*, flor\*, veget\*) solos y en combinación múltiple hasta que no se encontraron más publicaciones relevantes.

En relación a las variables seleccionadas para el estudio, se recogieron diversos factores biofísicos y socioeconómicos. Los datos fueron seleccionados con precisión con el fin de trabajar a una escala adecuada para contexto territorial. Los datos climáticos están representados por la temperatura media anual (°C), la precipitación media anual (mm), y la evapotranspiración potencial media mensual (mm). Las dos primeras variables fueron obtenidas de cada estudio y, cuando no estaban disponibles, de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 2013). La evapotranspiración potencial se recogió de Willmott y Kenji (2001) a través de una trama de cuadrícula de 50x50 km cada celda. La distancias en kilómetros entre cada ubicación se calcularon utilizando el método de círculo.

La densidad de población (hab/km<sup>2</sup>) para el año 2000 fue utilizada como proxy del gradiente rural-urbano y se obtuvo de la trama cuadrículada (25x25 km) de CIESIN y CIAT (2005). El producto Interior Bruto (PIB, millones de US dólares), obtenido de CIESIN (2002) se utilizó como sustituto de los ingresos familiares. En los casos que no se disponía de datos recientes, se seleccionaron valores del año 1990 y fueron tomados de la trama cuadrículada (25x25 km) basada en el escenario B2 del IEEE (CIESIN, 2002). Como proxy para incorporar la influencia del trasfondo cultural, se seleccionó la familia de la lengua dominante obtenida a partir del mapa de Goode (2006). Al no disponerse de información en cada artículo sobre la lengua hablada en cada comunidad, se seleccionó una escala menor de modo que se redujeron el número de categorías y se amplificó el efecto de las influencias coloniales y los antecedentes culturales. Por lo que hace a la distancia entre ubicaciones, cuando más de una localidad fue encontrada por estudio, se generaron valores medios para cada variable e inventario. El centroide entre puntos fue utilizado para el cálculo de las distancias.

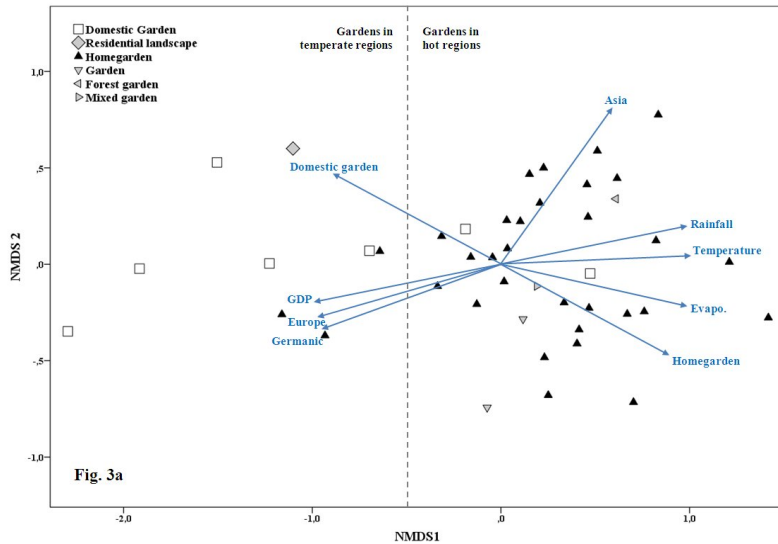
Un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con el índice de disimilitud de Bray-Curtis (Faith *et al.*, 1987) se llevó a cabo con el paquete *vegan* en R 2.15.2 (Team, 2012) y se utilizó para investigar la similitud taxonómica relativa entre la flora de jardines. Se aplicó un modelo de regresión lineal estándar para testar la significación de las diferentes variables ambientales, socioeconómicas y culturales sobre el nivel disimilitud entre los diferentes inventarios. Los valores VIF (*Variance Inflation Factor*) fueron analizados para estudiar la multicolinealidad entre variables.

## Resultados

La ordenación NMDS (Figura 1) muestra diferencias taxonómicas entre todas las muestras representadas en función de su categoría clasificatoria. La temperatura se obtiene como el gradiente

ambiental más fuerte ( $R^2=0,61$ ), pero muchos otros gradientes ambientales biofísicos y sociales, tales como la evapotranspiración potencial ( $R^2 = 0,50$ ), el PIB per cápita ( $R^2=0,47$ ) o las áreas de habla germánica ( $R^2=0,47$ ), también se hallan significativamente relacionados ( $p<0,005$ ). Se identificaron dos grupos principales de jardines separando aquellos que se hallan en regiones templadas de los pertenecientes a regiones cálidas. No se encontró una clara diferenciación entre las zonas áridas tropicales y subtropicales.

El modelo de regresión lineal múltiple (Tabla 1) muestra todas las variables significativas incluidas en el modelo y que explican más de 50% de la variación total de la disimilitud con  $R^2$  ajustada. La diferencia en el PIB es la variable más fuertemente relacionada con la disimilitud taxonómica. Algunas otras variables físicas y sociales como la diferencia de temperatura media anual y la distancia entre los asentamientos también han sido obtenidas como co-variables significativas. En menor medida, la diferencia entre la evapotranspiración potencial media mensual, la familia de lengua utilizada, la tipología de jardín y la precipitación media anual se hallaron moderadamente relacionadas. La diferencia en la densidad de población, diseñada como variables de aproximación al gradiente urbano-rural, se encontró también como una variable significativa en el modelo. Los valores VIF indican una ligera pero aceptable multicolinealidad entre las diferencias de temperatura media anual y la evapotranspiración potencial.



**Figura 1:** Gráfico de ordenación resultante del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) sobre la distancia de Bray-Curtis entre la flora cultivada de cada jardín (stress=0,152). Cada símbolo representa una tipología concreta de jardín de acuerdo con la clasificación de los autores. Se representan como vectores los gradientes ambientales biofísicos y socioeconómicos obtenidos como significativos ( $P < 0,01$ ) que indican la dirección del gradiente ambiental (Germanic=idiomas con un mismo origen germánico; Evapo=evapotranspiración potencial; PIB = Producto Interno Bruto per cápita).

**Tabla 1:** Resultados de la regresión lineal múltiple de las variables seleccionadas sobre la distancia Bray Curtis de disimilitud ( $R$ -cuadrado ajustado: 0.5361). Todas las variables seleccionadas se incluyeron en el modelo final (AIC = -1037,605). Los valores VIF se representan para interpretar la multicolinealidad. P-valor definido como \*  $p < 0,01$ . \*\*  $P < 0,001$ .

	Coefficiente	VIF
Constante	0.2336**	
Raíz cuadrada de las diferencias en el PIB per cápita (millones de US \$)	0.0133**	1.7
Raíz cuadrada de las diferencias en la temperatura anual media (°C)	0.0527**	2.3
Raíz cuadrada de la distancia entre localidades (km)	0.0000**	1.2
Raíz cuadrada de la diferencia en la evapotranspiración potencial (mm)	0.0090**	2.1
Localidades con diferente familia de lengua	0.0504*	1.3
Estudios de diferente tipología de jardín	0.0323*	1.4
Raíz cuadrada de la diferencia en la precipitación anual media (mm)	0.0010*	1.1
Raíz cuadrada de la densidad de población (personas/km <sup>2</sup> )	-0.0014*	1.2

## Discusión

Nuestro estudio sugiere que la diversidad de plantas en los jardines seleccionados de todo el mundo se relaciona significativamente con muchas variables físicas, socioeconómicas y culturales. A la luz de los resultados obtenidos, la temperatura, que ha sido durante mucho tiempo considerada como el principal factor de distribución de la flora, es superada por las diferencias en el PIB per cápita. Sin embargo, la temperatura, la distancia entre los asentamientos y la evapotranspiración potencial siguen siendo variables significativas para explicar la disimilitud taxonómica en los jardines. En menor medida, el trasfondo cultural (asentamientos que comparten la misma familia idiomática), el tipo de jardín, la precipitación media anual y la densidad de población, contribuyen positivamente en la determinación de las diferencias de géneros cultivados.

Las variables físicas y climáticas, y específicamente la temperatura, actúan como un filtro importante en la distribución de las plantas alrededor del mundo. Kendal *et al.*, (2012), utilizando una metodología similar concluyó que las plantas cultivadas en zonas verdes urbanas tenían la temperatura como el principal agente de distribución a escala global. En el presente estudio, se obtuvo la diferencia en la temperatura media anual como un factor importante, pero no como el principal predictor. Entre las variables socioeconómicas y culturales utilizadas en este análisis, destaca la capacidad explicativa del PIB per cápita. En consonancia, la relación entre la abundancia de recursos económicos y de la diversidad de plantas en ecosistemas urbanos se ha observado en muchas ciudades y es llamado "efecto de lujo" (Hope *et al.*, 2003). Los científicos en ciencias sociales también llaman a este fenómeno "*prestige effect*", y conlleva muestras simbólicas de identidad y estatus social más allá de los medios económicos (Martin *et al.*, 2004; Kinzig *et al.*, 2005; Grove *et al.*, 2006; Troy *et al.*, 2007).

Muchos otros factores no incluidos en el análisis influyen también a diferente escala y con distinta intensidad en la composición florística de los jardines. Algunos estudios han revelado que factores como la edad de la vivienda, su tamaño o la edad, el género y las preferencias estéticas de los propietarios pueden contribuir positivamente en una mayor biodiversidad de huertos (Larsen & Harlan, 2006; Yabiku *et al.*, 2008).

## Conclusiones

El análisis de las diferencias taxonómicas entre los 44 inventarios de plantas de jardines de todo el mundo ha revelado información concluyente acerca de los factores clave que determinan su diferenciación y distribución. Inesperadamente, los factores climáticos y biofísicos, y en especial la temperatura, no fueron obtenidos como los principales impulsores de la distribución de especies en los jardines aunque de hecho se hallaron relacionados significativamente. En cambio, estos fueron sobrepasados por el PIB per cápita utilizado aquí como un sustituto de los ingresos del hogar. Si las variables biofísicas y climáticas son sobrepasadas por el poder explicativo de otros factores como el PIB per cápita significa que puede hallarse flora no adaptada a las condiciones climatológicas donde se halla el jardín. En determinados puntos este hecho puede conllevar grandes consumos de energía y recursos como agua para satisfacer las demandas biológicas de las plantas. Además, los jardines son ecosistemas dinámicos en evolución en el tiempo y se enfrentan al reto de adaptarse constantemente a las sociedades que los ocupan. Las alteraciones en la dinámica socioeconómica pueden provocar cambios en la estructura de los jardines y su biodiversidad. Por otra parte, la grave crisis económica y las situaciones derivadas del cambio ambiental global pueden dar lugar a variaciones significativas en sus usos y funcionalidades.

## Referencias

- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University; and Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2005. Gridded Population of the World Version 3 (GPWv3): Population Density Grids. Palisades, NY: Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Columbia University. Available at <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw>. Accessed 21 February 2013.
- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), 2002. *Country-level GDP and Downscaled Projections based on the A1, A2, B1, and B2 Marker Scenarios, 1990-2100*, [digital version]. Palisades, NY: CIESIN, Columbia University. Available at <http://www.ciesin.columbia.edu/datasets/downscaled>. Accessed 21 February 2013.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. & Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253–260.
- Domene, E., & Saurí, D. 2003. Modelos Urbanos y Consumo de Agua. El Riego de Jardines Privados en la Región Metropolitana de Barcelona. *Investigaciones Geográficas*, 32: 5-17.
- Faith, D., Minchin, P. & Belbin, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio*, 69 (1/3): 57–68.
- Gaston, K.J., Warren, P.H., Thompson, K. & Smith, R.M. 2005. Urban domestic gardens (IV): the extent of the resource and its associated features. *Biodiversity and Conservation*, 14: 3327-3349.
- Goode, J. 2006. *Goode's World Atlas*. 21st Edition. USA: Rand Mc Nally.
- Grove, J.M., Troy, A.R., O'Neil-Dunne, J.P.M., Burch, W.R., Cadenasso, M.L. & Pickett, S.T.A. 2006. Characterization of households and its implications for the vegetation of urban ecosystems. *Ecosystems*, 9 (4): 578–597.
- Head, L., Muir, P. & Hampel, E. 2004. Australian backyard gardens and the journey of migration. *Geographical Review*, 94 (3): 326–347.
- Hope, D., Gries, C., Zhu, W.X., Fagan, W.F., Redman, C.L., Grimm, N.B., Nelson, A.L., Martin, C. & Kinzig, A. 2003. Socioeconomics drive urban plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100: 8788–8792.
- Kendal, D., Williams, N.S.G. & Williams K.J.H. 2012. A cultivated environment: Exploring the global distribution of plants in gardens, parks and streetscapes. *Urban Ecosystems*, 15: 637-652.
- Kinzig, A.P., Warren, P., Martin, C., Hope, D. & Katti, M. 2005. The effects of human socioeconomic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society*, 10 (1): 23.
- Larsen, L. & Harlan, S.L. 2006. Desert dreamscapes: residential landscape preference and behavior. *Landscape and Urban Planning*, 78 (1–2): 85–100.
- Loram, A., Tratalos, J., Warren, P.H. & Gaston, K.J. 2007. Urban domestic gardens (X): the extent & structure of the resource in five major cities. *Landscape Ecology*, 22: 601–615.
- Luck, G.W., Smallbone, L.T. & O'Brien, R. 2009. Socio-economics and vegetation change in urban ecosystems: Patterns in space and time. *Ecosystems*, 12: 604-620.
- Marco, A., Barthelemy, C., Dutoit, T. & Bertaudière-Montes, V. 2010. Bridging human and natural sciences for a better understanding of urban floral patterns: the role of planting practices in Mediterranean gardens. *Ecology and Society*, 15(2): 2.
- Martin, C.A., Warren, P.S. & Kinzig, A.P. 2004. Neighborhood socioeconomic status is a useful predictor of perennial landscape vegetation in residential neighborhoods and embedded small parks of Phoenix, AZ. *Landscape and Urban Planning*, 69 (4): 355–368.
- Mathieu, R., Freeman, C. & Aryal, J. 2007. Mapping private gardens in urban areas using object oriented techniques and very high-resolution satellite imagery. *Landscape and Urban Planning*, 81: 179–192.
- Naciones Unidas, 2012. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. UN Department of Economic and Social Affairs/Population Division, New York.
- Team, R. D. C. 2012. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>.
- Troy, A.R., Grove, J.M., O'Neil-Dunne, J.P.M., Pickett, S.T.A. & Cadenasso, M.L. 2007. Predicting opportunities for greening and patterns of vegetation on private urban lands. *Environmental Management*, 40 (3): 394–412.
- Willmott, Cort J., & Matsuura, K. 2001. Terrestrial Water Budget. Data Archive: Monthly Time Series (1950-1999). Available: [http://climate.geog.udel.edu/~climate/html\\_pages/README.wb\\_ts2.html](http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/README.wb_ts2.html). Last accessed 21 February 2013.
- World Meteorological Organization (WMO). 2013. World Weather Information Service United Nations. <http://www.worldweather.org>. Accessed 20 February 2013.
- Yabiku, S.T., Casagrande, D.G. & Farley-Metzger, E. 2008. Preferences for landscape choice in a Southwestern desert city. *Environment and Behavior*, 40 (3): 382–400.