

Tierra

**Paisajes, suelos y biodiversidad:
Desafíos para un buen vivir - 2015**

CONFERENCIA DE LA TIERRA – *Paisajes, Suelos y Biodiversidad:*
Desafíos para un buen vivir

Ediciones Universidad Central de Chile

Ediciones Universidad Central de Chile
Comité Editorial Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Paisaje.
Universidad Central de Chile.

© Miguel García, Giovanni Seabra (Org.), 2016

Santa Isabel 1186, Santiago de Chile.
Fono 56 2 5826816
Correo electrónico
faup@ucentral.cl - infofaup@ucentral.cl

Derechos Reservados.

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse sin previa autorización de Ediciones Universidad Central.

CONFERENCIA DE LA TIERRA – PAISAJES, SUELOS Y BIODIVERSIDAD: DESAFÍOS PARA UN BUEN VIVIR.

Coordinación Editorial
María Javiera Errázuriz Contreras y María José Solis Pérez

Asistente Compilación
Macarena Fuenzalida Aravena

ISBN
978-956-330-054-3

Santiago de Chile, 2016

VALORANDO LA DIVERSIDAD DE LA FLORA URBANA DE SANTIAGO DE CHILE

Javier A. FIGUEROA Ortiz CEAUP Universidad Central de Chile Javier.figueroa@ucentral.cl

Sergio A. CASTRO Morales CEDENNA F. Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile
sergio.castro@usach.cl

Margarita REYES Arquitectura del Paisaje Universidad Central de Chile margaritareyes@gmail.com

RESUMEN

El crecimiento de las ciudades para el siglo XXI constituye una de las principales causas y consecuencia de las múltiples modificaciones globales de origen antrópico que experimenta actualmente el planeta. En este contexto, los ecosistemas urbanos representan una frontera de conocimiento, en particular para la ecología y la diversidad biológica. Actualmente, la mayor parte de los estudios en Ecología Urbana, que estudian la diversidad florística al interior de las ciudades han sido realizados en ciudades del Hemisferio Norte, en Europa especialmente. El desarrollo de este tipo de estudios desde Sudamérica es de importancia ya que pueden ayudar a comprender de mejor manera las heterogéneas manifestaciones del proceso de urbanización a escala global, así como predecir y planificar sus consecuencias regionales y locales. El presente estudio tiene el objetivo de caracterizar la composición de especies presentes en la ciudad de Santiago y describir determinantes de distribución y abundancia espacial de plantas al interior de la ciudad. Los resultados muestran que la Región Metropolitana de Santiago retiene una proporción baja de plantas nativas (menos del 20%), a diferencia de los que ocurre en ciudades europeas, que pueden retener más del 55%. Adicionalmente, la riqueza de hierbas nativas no está limitada por la presencia de exóticas. Aunque no encontramos evidencias de que la riqueza de hierbas y árboles exóticos estén asociados al ingreso per cápita de la población, los resultados sí encuentran evidencias de una asociación de la riqueza de hierbas y árboles exóticos con el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Por el contrario, las especies de hierbas y leñosos nativos se asocian significativamente a las condiciones ambientales consideradas en este estudio, tales como la altitud y el tamaño de las áreas verdes.

Palabras clave: Flora urbana, diversidad urbana, plantas exóticas, cambio global, Flora de Chile

ABSTRACT

The city growth in the twenty-first century is a major cause and consequence of multiple anthropogenic global changes currently experienced by the planet. In this context, urban ecosystems represent a knowledge frontier, particularly for the ecology and the biodiversity. Currently, many of the studies in Urban Ecology, studying the floristic diversity within cities have been conducted in cities in the northern hemisphere, especially in Europe. Developing such studies from South America is important because they can help better understand the heterogeneous manifestations of urbanization on a global scale, as well as predict and plan their regional and local implications. The present study aims to characterize the composition of species present in the city of Santiago and determinates describe spatial distribution and abundance of plants within the city. The results show that the Metropolitan Region of Santiago retains a low proportion of native plants (less than 20%), in contrast to European cities, which may retain more than 55%. In addition, the richness of native herbs is not limited by the presence of exotic species. Although we found no evidence that the richness of herbs and exotic trees are associated with per capita income of the population, however, we found evidence of an association of the richness of exotic herbs and trees to the Human Development Index (HDI). In contrast, species of native herbs and woody significantly associated with environmental conditions considered in this study, such as altitude and size of green areas.

Key words: urban flora, urban diversity, exotic plants, global change, Chile flora

INTRODUCCIÓN

El proceso de urbanización corresponde a una de las actividades humanas que ha producido mayor impacto ambiental (McKinney 2006). Esta puede ser entendida como un proceso de modificación ambiental de los componentes ecosistémicos de un área determinada, como consecuencia de la fundación y crecimiento de ciudades (Sukopp 1998, Pickett et al. 2001). Debido a la magnitud y continuo crecimiento de las urbes en el mundo, se estima que el proceso de urbanización constituye una de las principales causas -y al mismo tiempo- consecuencia de las modificaciones globales de origen antrópico que experimenta actualmente el planeta (McKinney 2006, Satterthwaite 2007). Por ello, uno de los principales focos de investigación en torno a la urbanización se centra en establecer y diagnosticar su avance así como predecir sus consecuencias (Pickett et al. 2001, Sánchez & Bonilla 2007). De acuerdo a esta perspectiva, los ecosistemas urbanos constituyen una nueva frontera de conocimiento, en especial para la ecología (Pickett et al. 2001) y la botánica (Figuroa et al. 2015).

La urbanización es un proceso temporal y espacialmente heterogéneo (Gilbert 1989, Satterthwaite 2007). Esta heterogeneidad espacial y temporal puede ser reconocida no solo por los patrones culturales y socio-económicos que determinan el paisaje y la especies que se introducen en los espacios públicos y privados (Gilbert 1989, Pickett et al. 2001, Sánchez & Bonilla 2007), sino también porque la conformación de hábitats ambientalmente heterogéneos hacen propicia la sobrevivencia diferencial de especies de plantas (Kowarik 1995). En este contexto y solo recientemente, las ciudades han comenzado a ser estudiadas desde dos puntos de vista. Por una parte, una línea de estudios pretende establecer la manera en que las ciudades afectan la provisión de bienes y servicios ecosistémicos de su entorno geográfico, y por otra parte, aquellos estudios que intentan establecer cómo las ciudades -en tanto ecosistemas- generan y determinan sus propios bienes y servicios a los seres humanos (Figuroa & Castillo 2015). El actual estudio se enmarca bajo esta segunda perspectiva. En este contexto, la biodiversidad urbana, en especial la diversidad florística, será considerada el componente focal de nuestro estudio.

Actualmente, la mayor parte de los estudios en ecología urbana que analizan la diversidad florística al interior de las ciudades han sido realizados en ciudades del hemisferio norte, especialmente en Europa (Burton 1983, Godefroid 2001, Chocholouskova & Pysek 2003, Celesti-Grapow et al. 2006, Ricotta et al. 2009) y Estados Unidos (McKinney 2002, 2006). Estos estudios reconocen los bienes y servicios que este componente de la biodiversidad brinda a la población (retención de particulado atmosférico, estabilización de taludes, como refugio y corredores biológicos para fauna nativa, recreación,

esparcimiento, entre otras), y la comprensión de los factores que determinan su riqueza y diversidad espacial y temporal. De manera interesante, como fruto de estas investigaciones, se han planteado algunas generalizaciones que por el momento esperan ser validadas en urbes del hemisferio sur (Sánchez & Bonilla 2007). La pertinencia de este tipo de estudios desde Sudamérica es alta ya que ésta es la región del mundo con la mayor proporción de población urbana (Sánchez & Bonilla 2007) y por tanto estos estudios pueden ayudar a comprender de mejor manera las heterogéneas manifestaciones del proceso de urbanización a escala global, así como predecir y planificar sus consecuencias locales.

Diversos estudios muestran que las ciudades del centro y Este de Europa tienden a contener una mayor diversidad florística que las regiones naturales adyacentes (Sukopp & Werner 1983, Pysek & Pysek 1995, Kuhn et al. 2004). Aunque, la representación de esta flora nativa y exótica suele variar en un amplio margen. Por ejemplo, en la ciudad de Plzen (República Checa), la representación de especies de plantas nativas es cercana al 20% (Chocholouskova & Pysek 2003). Pysek (1998), estudiando 54 ciudades de Europa (25 en Polonia, 24 en Alemania, cuatro en República Checa y una en Austria), encontró que alrededor del 60% de las especies fueron nativas. En Roma (Italia) la representación de la flora nativa alcanzó el 84% de las especies de plantas de la ciudad (Celesti-Grapow et al. 2006). La Sorte & McKinney (2006), describiendo la composición de la flora urbana en ocho urbes de Estados Unidos, encontraron que la riqueza de especies nativas, fue un poco mayor al 50%.

El proceso de urbanización en su ámbito florístico ha sido menos estudiado en Sudamérica. En particular, se conoce que las urbes de Chile muestran un incipiente y relativamente reciente avance en el conocimiento de los factores socio-económicos y, en menor medida, ecológicos que determinan la presencia y cobertura vegetal (Romero & Vásquez 2005). Por otra parte, algunos estudios han mostrado que la flora y vegetación arbórea presente al interior de la ciudad contribuye a la provisión de bienes y servicios claves para la población chilena, por ejemplo la salud y bienestar de los habitantes (Rojas et al. 1999, Ibañez et al. 2001). Incluso, Hernández et al. (2007) analizó la cobertura arbórea de la ciudad de Santiago, y concluyó que si bien la densidad árboles al interior de la ciudad es similar con otras ciudades del hemisferio norte, la riqueza y cobertura también estuvo correlacionada positivamente con el nivel socioeconómico de las comunas estudiadas. Estos resultados han sido corroborados por Vásquez (2008) quien analizó la cobertura arbórea a partir de fotografías satelitales, y concluyó que la vegetación está asociada al nivel socioeconómico al interior de la comuna de Peñalolén en la Región Metropolitana de Santiago.

En resumen, los estudios focalizados en aspectos vegetacionales incluidos en el proceso de urbanización son escasos en Sudamérica y particularmente en Chile. Hasta donde conocemos, no existen estudios florísticos que hayan evaluado la composición de la flora urbana para todas las formas de vida (hierbas, arbustos, árboles) y analizando sus atributos de origen (nativo o introducido). La presente investigación, tiene el objetivo de determinar la diversidad florística, el origen geográfico, la interacción entre flora de diverso origen y su asociación con variables sociales y ambientales de la ciudad.

METODOLOGÍA

Muestreos urbanos

Se determinaron aleatoriamente 200 sitios al interior de la ciudad de Santiago. Estos sitios fueron georeferenciados y visitados para realizar muestreo de la flora urbana. Para cada sitio se registraron todas las especies de plantas vasculares presentes, tanto las silvestres como aquellas cultivadas y mantenidas por la actividad humana. Para un mejor diseño del muestreo, antes de visitar los sitios, se ubicó una imagen en Google Earth. Se obtuvo muestras de cada espécimen colectado para su reconocimiento en gabinete. La filiación taxonómica y la asignación del origen geográfico de las especies sigue a Marticorena & Quezada (1985), Matthei (1995) y Zuloaga et al. (2009). Aquellas que no fue posible obtener una muestra para su determinación fueron fotografiadas y llevadas al laboratorio para un examen más minucioso.

En cada sitio de muestreo se registró la diversidad, riqueza de plantas que crecen en a) plazas y parques, b) aceras y bordes de calles, y c) sitios eriazos o abandonados. El número de unidades de muestreo han sido establecidas en referencia a estudios equivalentes realizados (Pickett et al. 2001).

Para buscar evidencias de que la riqueza de hierbas nativas y exóticas en la ciudad de Santiago estuviese limitada por recursos o sitios disponibles para el establecimiento o el cultivo, se buscará una asociación entre la riqueza (número) de hierbas nativas y la riqueza (número) de hierbas exóticas. Incluso, con una correlación entre el número de leñosas y número de herbáceas se buscarán evidencias de que las hierbas estuviesen limitadas por la presencia de plantas leñosas.

Finalmente, se someterá a prueba el efecto de variables ambientales y socio-económicos sobre la riqueza de especies en la ciudad de Santiago, a través de regresiones “backward stepwise” (SigmaPlot 13.0 2014). Las variables dependientes utilizadas fueron número de especies totales, número de especies de hierbas, número de especies leñosas, proporción de hierbas nativas, número de especies nativas, número de especies leñosas nativas, número de especies de hierbas exóticas y número de especies leñosas exóticas. Por otra parte, las variables dependientes utilizadas en los análisis fueron Índice de Desarrollo Humano de la comuna, superficie de área verde de la comuna, Índice de Fragmentación del área verde de la comuna y altitud de los puntos de muestreo⁴³.

RESULTADOS

En este estudio se reconocieron 508 especies pertenecientes a 97 familias y 332 géneros. En el conjunto de taxa se encontraron representantes de las Divisiones Magnoliophyta (96,2%), Monilophyta (3,5%) y Pinophyta (0,3%). Las fabáceas y las rosáceas representaron cada familia el 10% de las fanerofitas. Las asteráceas y las poáceas el 19 y 18% de las terófitas, respectivamente.

La forma de vida predominante correspondió a las arbóreas con 143 especies, de las que 120 (83,9%) fueron exóticas. Entre las 22 especies nativas, de este grupo de árboles y arbustos, se destacan por su endemismo *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav., *Beilschmiedia berteriana* (Gay) Kosterm., y *B. miersii* (Gay) Kosterm., por su abundancia las fanerófitas *Quillaja saponaria* Molina y *Senna candolleana* (Vogel) Irw. & Barn. Se registraron 141 especies de hierbas anuales de las que 120 (85,1%) son exóticas. Entre las 21 especie nativas de este grupo señalamos por su frecuencia relativa a *Aristolochia chilensis* Bridges ex Lindl., *Loasa triloba* Domb. ex A. L. Juss, y *Oxalis rosea* Jacquinot. Un grupo relevante en la ciudad de Santiago son las 110 especies de arbustos, de las que 92 (83,6%) son exóticas y 16 nativas; entre las últimas se encuentran *Colliguaja odorifera* Molina, *Escallonia illinita* C. Presl, *Fuchsia magellanica* Lam. y *Luma chequen* (Molina) A. Gray. Otro grupo importante fueron las 118 especies de hierbas perennes, de las cuales 96 son exóticas (81,4%) y 17 son nativas, entre ellas, *Festuca acanthophylla* Desv. *Oxalis arenaria* Bertero ex Colla, *Pasithea caerulea* (Ruiz. et Pav.) D. Don. Por último se registraron 22 caméfitas exóticas y 4 nativas, entre estas últimas, *Carpobrotus chilensis* (Molina) N.E. Br., *Fragaria chiloensis* (L.) Mill. y *Sphaeralcea obtusiloba* G. Don y

⁴³ Informe del Estado del Medio Ambiente, 2011 disponible diciembre de 2014 en: http://www.mma.gob.cl/portal_2011/w3-article-52016.html

finalmente 7 especies geófitas, de las cuales 2 son nativas (*Oxalis arenaria* Bertero y *Passiflora coerulea* L.). En 8 especímenes no fue posible determinar su forma de vida.

Respecto de su origen geográfico, 75 especies fueron nativas de Chile (13,7% de las especies determinadas) mientras que 460 fueron exóticas (83,8% de las especies determinadas). Para el resto de los 14 taxa, solo determinados hasta nivel de género, no fue posible conocer su distribución geográfica. Ahora bien, respecto a su distribución de origen, el 31% de la flora exótica procedió de la región euroasiática (Tabla 1), constituyéndose en la principal región de origen de la flora exótica urbana de Santiago. Le siguen la región asiática y africana que estuvieron representadas por 14,9 y 11,2% de la flora exótica, respectivamente (Tabla 1). Un 9,6% de la flora exótica tuvo una distribución de origen en la región sudamericana, mientras que los procedentes de las regiones Mediterráneo, Norteamérica, Europa y Oceanía representaron cada una < 9% (Tabla 1).

Las especies de plantas más frecuentes en Santiago son todas exóticas: *Robinia pseudoacacia* (Norteamericana), *Acer negundo* (Norteamericana), *Prunus cerasifera* (Asia) y *Ligustrum lucidum* (Asia) entre las leñosas más frecuentes. *Cynodon dactylon*, *Polygonum aviculare*, *Taraxacum officinale* y *Hordium murinum* entre las hierbas más frecuentes.

La regresión entre el número de especies leñosas y el número de especies de hierbas fue estadísticamente significativo ($r = 0,27$; $P = 0,006$). Asimismo, la relación entre el número de hierbas exóticas y el número de hierbas nativas fue también estadísticamente significativo ($r = 0,46$; $P = 0,001$). Por lo tanto, no se encontraron evidencia de que hubiese competencia por recursos y/o por sitios disponibles para el establecimiento o el cultivo de plantas de diverso origen o formas de vida en la ciudad de Santiago (Figura 1).

Respecto a los factores que pudiesen determinar la riqueza de especies de plantas en la ciudad de Santiago, nosotros encontramos evidencias de que el Índice de Desarrollo Humano (el de mayor efecto), la superficie de área verde, el Índice de Fragmentación y la altitud de los sitios son factores que inciden significativamente, incrementando la riqueza de especies (Tabla 2). Ahora bien, cuando se analiza por origen o procedencia, la riqueza de hierbas nativas incrementa con la altitud del sitio, con la fragmentación y la superficie de área verde. No obstante, la riqueza de especies exóticas incrementa con el Índice de Desarrollo Humano tanto para las hierbas como para las leñosas exóticas (Tabla 2).

CONCLUSIONES

Nuestros resultados muestran que la ciudad de Santiago de Chile retiene una proporción muy baja de plantas nativas (< 20% de nativas, aprox.), a diferencia de lo que ocurre en ciudades europeas que retienen sobre 50%, aunque la literatura muestra bastante variabilidad (Pysek 1998, Chocholouskova & Pysek 2003, Celesti-Grapow et al. 2006, La Sorte & McKinney 2006). Posiblemente, el patrón encontrado en el espacio público de Santiago es también un resultado cultural de los procesos de urbanización y construcción del espacio público durante el siglo XX. Hasta el siglo XIX las calles de Santiago estaban prácticamente desprovistas de vegetación, restringiéndose su cultivo principalmente a las áreas privadas interiores. Existen antecedentes que la arborización urbana se expande fuertemente en el siglo XX.

Ecológicamente, la baja proporción de especies nativas en la ciudad de Santiago podría ser el resultado de la conformación de hábitats inadecuados para el establecimiento de la flora nativa. Incluso varios árboles nativos que están presentes en este estudio no crecen espontáneamente (*Araucaria araucana*, *Aextoxicon punctatum*, *Beilschmiedia* spp y *Fuchsia magellanica*). El principal motivo para cultivar árboles nativos en Santiago parece ser el ornamental, aunque fueron usados excepcionalmente durante el siglo XIX y XX en las zonas urbanas. Por el contrario, en Santiago la flora ornamental exótica ha sido ampliamente promovida desde el período colonial, siguiendo el modelo de parques y jardines europeos (Serra et al. 2002, Hoffmann 1998, Alvarado et al. 2013).

Ahora bien, a diferencia de Santiago, en los diversos parches de vegetación en Chile central, la riqueza de especies nativas es generalmente mayor a la riqueza de especies exóticas (Teillier et al. 2010). No obstante, un patrón muy similar al encontrado en la ciudad de Santiago se encontró en los campos agrícolas de Chile central, donde las especies exóticas representan al rededor del 80% de las especies de plantas (Figuroa et al. 2013). En acuerdo con lo encontrado, hay información publicada que registra que el establecimiento exitoso de especies exóticas es más frecuente en los hábitats artificiales en zonas rurales o urbanas y que estos taxa son beneficiados tanto por las altas tasas de perturbación antropogénica como por las altas tasas de pérdida de hábitats naturales (Sukopp 1998, Figuroa et al. 2013, Gong et al. 2013).

Por otra parte, la predominancia de especies de origen euroasiático está en concordancia con su alta representación en ambientes rurales y, en general, en la flora de Chile central (Teillier et al. 2010), posiblemente como consecuencia de la alta disponibilidad histórica de especies de este origen en el país

(Figuroa et al. 2004). Sin embargo, es notable que las especies de origen africana y oceánica representen el 16,3% del pool de especies de Santiago, bastante más del 3% registrado en hábitat silvestres de Chile central (Teillier et al. 2010). El incremento de especies exóticas de origen africana y oceánica en la ciudad de Santiago debería merecer una mayor atención y, posiblemente, se requiera establecer un programa de monitoreo, cuidadosamente diseñado por una institución u organismo público competente (INIA, SAG u otro), ya que las hierbas espontáneas de este origen podrían ser potencialmente invasivas y eventualmente en el futuro provocar importantes impactos ambientales y económicos negativos.

Respecto a la forma de vida de las especies, este es uno de los pocos estudios florístico publicados que considera las especies herbáceas en los espacios públicos de Santiago. Interesantemente, en Santiago las hierbas anuales y perennes cubren una superficie mucho menor a la cobertura de especies leñosas, no obstante, la riqueza de especies es muy similar en ambos grupos. Esto se debería a que una proporción importante de las especies anuales se establecen espontáneamente en diversos hábitat artificiales que están eventualmente disponibles en la ciudad. Por el contrario, las leñosas son especies principalmente cultivadas y manejadas en la ciudad por los municipios y en la mayoría de los casos por razones ornamentales y de esparcimiento. Más aún, la fuente de especies anuales es diversa y probablemente está asociada al enorme tráfico de personas y objetos dentro de la ciudad. Igualmente, los impactos de este grupo de especies sobre la ciudad y los habitantes no han sido aún determinados ni, mucho menos, evaluados en todos sus ámbitos.

Nuestros resultados muestran que en Santiago la riqueza de hierbas nativas no está restringida por la riqueza de taxa exóticas, es decir, no hay evidencias de competencia por recursos o espacio. Probablemente, ambos grupos estarían igualmente restringidos por la escasa disponibilidad de sitios adecuados para ser colonizados y por suelos pobre en nutrientes. Las áreas urbanas disponibles para la colonización se asemejan a los sitios en etapas sucesionales tempranas o a las áreas ecológicamente marginales, donde la competencia interespecífica, por lo general, no juega un papel relevante. Las especies que colonizan con mayor probabilidad estos sitios eventuales de una ciudad son las especies que presentan atributos oportunistas (tasas reproductivas altas, ciclo de vida corto, dispersión aleatoria, entre otros)

Ahora bien, aunque no encontramos evidencias de que la riqueza de hierbas y árboles exóticos de Santiago estén asociados al ingreso per cápita de la población, los resultados si encuentran evidencias de una asociación con el Índice de Desarrollo Humano (IDH). El IDH está compuesto de manera

combinada por los años de educación, la esperanza de vida y los ingresos de la población. Posiblemente, los años de educación y los niveles de ingreso de la población están asociados a comportamientos sociales y culturales de la población que están favoreciendo, según nuestros resultados, un incremento del número de leñosas y hierbas exóticas.

Por el contrario, las especies de hierbas y leñosas nativas se asocian significativamente a las condiciones ambientales consideradas en este estudio. Las comunas que se ubican en altitudes mayores presentan mayor diversidad de hierbas y leñosas nativas. Asimismo, aquellas comunas que presentan mayor superficie de áreas verdes están asociadas a un mayor número de hierbas y leñosas nativas.

Asimismo, los resultados de este estudio muestran que la composición de especies entre las comunas de Santiago es heterogénea. Por ejemplo, encontramos (resultados no mostrados) que la similitud de la composición florística entre sitios de la ciudad disminuye con la distancia para todos los grupos analizados (hierbas, leñosas, nativas y exóticas). Incluso, los análisis (no mostrados) son concluyentes como para proponer que las especies leñosas y nativas incrementan la diversidad o heterogeneidad entre los sitios. Por el contrario, las plantas exóticas estarían homogenizando la composición de especies entre los sitios de la ciudad o disminuyendo la diversidad de la flora urbana. Ambos resultados concuerdan con estudios realizados en ambientes no urbanizados de Chile central (Figuroa et al. 2011).

Las ciudades son espacialmente heterogéneas, determinadas por patrones históricos, culturales, sociales y ambientales (Gilbert 1989, Kowarik 1995, Kinzig & Grove 2001, Pickett et al. 2001, Barbosa et al. 2007, Sánchez & Bonilla 2007, Marco et al. 2010). Para incrementar el conocimiento de los determinantes de su biodiversidad, es necesario, incrementar las investigaciones en áreas urbanas que evalúen los patrones de su biodiversidad y su asociación con la calidad de vida.

En conclusión, se podría erróneamente pensar que no sería oportuna la idea de valorar y considerar a Santiago como un área adecuada para la conservación de especies de plantas nativas en alguna categoría de conservación. No obstante, Santiago es la urbe de mayor densidad poblacional del país y concentra gran parte del presupuesto y de los recursos de Chile. Además, en Santiago existen diversas organizaciones sin fines de lucro e instituciones del ámbito formativo que también invierten recursos y esfuerzos para la conservación y la educación (Figuroa et al. 2011). Las ONGs podrían colaborar en campañas que promovieran la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en áreas urbanas de uso público y que incluso fuesen financiadas y/o certificadas por instituciones públicas. Igualmente, el

sector privado del país debería apoyar con recursos el empoderamiento y la adquisición de competencias relacionadas al manejo de flora nativa por parte de las comunidades y organizaciones locales.

Para terminar, la promoción de la investigación, reproducción y uso sustentable de la flora nativa en áreas verdes de acceso público en Santiago es un potencial apoyo a la conservación *ex-situ*, al uso eficiente del agua, a la reducción de la carga atmosférica de contaminantes, a sus diversas funciones ecosistémicas en las ciudades y a los temas de la educación ambiental tanto en el ámbito formal como el no formal que son implementados en Santiago (Figueroa et al. 2011).

REFERENCIAS

- ALVARADO A, BANDINI A & F GUAJARDO (2013) *Arboles urbanos de Chile*. Guía de reconocimiento. 2^a edición. Corporación nacional Forstal.
- BARBOSA O, J TRATALOS, P ARMSWORTH, R DAVIES, R FUELLER, J PAT & K GASTON (2007) *Who benefits with access from green space? A case study from Sheffield UK*. *Landscape and Urban Planning* 83: 187-195.
- BURTON RM (1983) *Flora of the London area*. London Natural History Society.
- CELESTI-GRAPOW L, P PYSEK, V JAROSÍK & C BLASI. (2006) *Determinants of native and alien species richness in the urban flora of Rome*. *Diversity and Distributions* 12: 490-501.
- CHOCHOLOUSKOVA Z & P PYSEK (2003) *Changes in composition and structure of urban flora over 120 years: a case study of the city of Plzeň*. *Flora* 198: 366-376.
- FIGUEROA JA, SA CASTRO, PA MARQUET & FM JAKSIC (2004) *Exotic plant invasions to the Mediterranean region of Chile: causes, history and impacts*. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 465-483.
- FIGUEROA JA & C CASTILLO (2015) *La regeneración urbana desde un punto de vista ecosistémico: el rol de las perturbaciones en la formación de gaps urbano*. En J SOLIS & M VALENCIA (eds) *Neoliberalismo, Sustentabilidad y Ciudadanía. Debates Críticos en torno al Desarrollo Urbano en el Chile Actual*. 91-109 pp. Ediciones Universidad Central de Chile.
- FIGUEROA JA, S TEILLIER, G CARVALLO, SA CASTRO (2013) *Especies de plantas exóticas en los campos agrícolas y en los sitios perturbados en Chile central*. En O REVECO (ed.) *Más allá de lo dicho: hallazgos desde la investigación II*. 369 pp. RIL Editores y Universidad Central de Chile.

- FIGUEROA JA, S TEILLIER, N GUERRERO, C RAY, S RIVANO, D SAAVEDRA & SA CASTRO (2015) *Vascular flora in public space of Santiago, Chile*. *Gayana* 72 (2). En prensa.
- FIGUEROA R, C CHAPARRO, M GONZÁLEZ & JA FIGUEROA. 2011. *Reviewing National Experiences, Chile*. En I Mulá & D Tilbury (eds). *National Journeys Towards Education for Sustainable Development*, 17-35 pp. UNESCO, Paris.
- GILBERT OL (1989) *The Ecology of Urban Habitats*. London: Chapman and Hall.
- GODEFOID S (2001) *Temporal analysis of the Brussels flora as indicator for changing environmental quality*. *Landscape and Urban Planning* 52: 203-224.
- GONG C, J CHEN & Y SHIXIAO. 2013. *Biotic homogenization and differentiation of the flora in artificial and near-natural habitats across urban green spaces*. *Landscape and Urban Planning* 120: 158-169.
- HERNÁNDEZ J, MT SERRA & J ARAYA (2007) *Manejo de Vegetación Urbana*. En: *Biodiversidad: Manejo y Conservación de Recursos Forestales*, p. 693-719.
- HOFFMANN A (1998) *El árbol urbano en Chile*. 3ª edición. Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 79 pp.
- IBAÑEZ V, G ROJAS & J ROURE (2001) *Airborne fungi monitoring in Santiago, Chile*. *Aerobiologia* 17: 137-142.
- KINZIG AP & JM GROVE (2001) *Urban-suburban ecology*. En: Levin SA (ed) *Encyclopaedia of Biodiversity* 5: 733-745.
- KOWARIK I (1995) *On the role of alien species in urban flora and vegetation*. En PYSEK P, K PRACH, M REJMÁNEK & PM WADE PM (eds) *Plant Invasions: General Aspects and Special Problems*, p. 85-103. Amsterdam (Netherlands): SPB Academic.
- KUHN I, R BRANDL & S KLOTZ (2004) *The flora of German cities is naturally species rich*. *Evolutionary Ecology Research* 6: 749-764.
- LA SORTE FA, MCKINNEY ML (2006) *Compositional similarity and the distribution of geographical range size for assemblages of native and non-native species in urban floras*. *Diversity and Distributions* 12: 679-686.
- MARCO A, C BARTHELEMY, T DUTOIT & V BER TAUDIERE-MONTES (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: 2-21.
- MARTICORENA, C. & M. QUEZADA (1985) *Catálogo de la flora vascular de Chile*. *Gayana Botanica* 42: 1-157.

- MATTHEI O (1995) *Manual de malezas que crecen en Chile*. Alfabetá Impresores. Santiago.
- MCKINNEY ML (2002) *Urbanization, biodiversity, and conservation*. *BioScience* 52: 883-890.
- MCKINNEY ML (2006) *Urbanization as a major cause of biotic homogenization*. *Biological Conservation* 127: 247-260.
- PICKETT ST, ML CADENASSO, JM GROVE, CH NILON, RV POUYAT, WC ZIPPERER & R CONSTANZA (2001) *Urban Ecological System: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas*. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127-157.
- PYSEK P (1998) *Alien and native species in central European urban floras: A quantitative comparison*. *Journal of Biogeography* 25: 155-163.
- PYSEK P & A PYSEK (1995) *Invasion by *Heracleum mantegazzianum* in different habitats in the Czech Republic*. *Journal of Vegetation Science* 6: 711-718.
- RICOTTA, C. S GODEFROID & D ROCCHINI (2009) *Patterns of native and exotic species richness in the urban flora of Brussels: rejecting the 'rich get richer' model*. *Biological Invasions* 12: 233-240.
- ROJAS, G, J ROURE, F GALLEGUILLOS P MARDONES (1999) *Aeropalinología de Santiago*. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias* 15: 141-155.
- ROMERO H & A VÁSQUEZ (2005) *Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile*. *Eure* 94: 97-118.
- SANCHEZ R & A BONILLA (2007) *Urbanization, Global Environmental Change, and Sustainable Development in Latin America*. São José dos Campos, Brazil.
- SATTERTHWAITE D (2007) *The Transition to a Predominantly Urban World and its Underpinnings*. Human Settlements Working Paper Series Urban Change No. 4. IIED, London.
- SERRA MT, TORRES J & I GREZ. (2002) *Breve historia de la introducción en Chile del álamo (*Populus nigra* L. var. *Itálica* (Moench.) Koehne) y el desarrollo de ejemplares siempreverdes*. *Chloris Chilensis*, Año 5, N° 2. URL: <http://www.chlorischile.cl>
- SIGMAPLOT 13.0 (2014) *Exact Graphs and Data Analysis*. Systat Software Inc.
- SUKOPP H (1998) *Urban Ecology*. *Urban Ecology* 141: 3-15.
- SUKOPP H & P WERNER (1983) *Urban environment and vegetation*. En: HOLZNER W, MJA WERGER & I IKUSIMA (eds) *Man's impact on vegetation*, p. 247-260. Junk Publ., The Hague.
- TEILLIER S, JA FIGUEROA & SA CASTRO (2010) *Especies exóticas de la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, Provincia de Valparaíso, Chile central*. *Gayana Botánica* 67: 27-43.

ZULOAGA F, O MORRONE & M BELGRANO (2009) *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur*. Versión base de datos en sitio web del Instituto Darwinion, Argentina. URL: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>

Distribución de origen	N°	%
Euroasiático	135	31
Asiático	65	15
Africano	49	11
Sur y Centro América	42	9,6
Cuenca del Mediterráneo	36	8,3
Norte Americano	36	8,3
Europeo	35	8
Oceánico	23	5,3
Otros orígenes	6	1
Híbridos	11	2,5
Total	438	100

Tabla 1. Distribución de origen de la flora urbana exótica colectada en espacios públicos de Santiago, Chile. La fila "Total" corresponde al total de taxa exóticas con distribución de origen determinado. El porcentaje (%) representa el porcentaje del total determinado (N° = 438) para cada región de origen.

Variable dependiente	Variable independiente	R	F	P
Número de especies totales	Índice de Desarrollo Humano	0,321	11,115	0,001
Número de especies de hierbas	Índice de Desarrollo Humano	0,295	9,267	0,003
Número de especies leñosas	Índice de Desarrollo Humano	0,217	4,799	0,031
Número de especies nativas	Altitud	0,211	4,541	0,036
Proporción de hierbas nativas	Superficie Áreas Verde	0,385	4,802	0,031
	Índice de Fragmentación		4,885	0,029
	Altitud		4,241	0,042
Número de hierbas nativas	Superficie Áreas Verde	0,441	4,272	0,041
	Índice de Fragmentación		4,392	0,039
	Altitud		5,898	0,017
Número de hierbas exóticas	Índice de Desarrollo Humano	0,228	5,315	0,023
Número de leñosas exóticas	Índice de Desarrollo Humano	0,213	4,623	0,034

Tabla 2. Regresiones “backward stepwise”, que resultaron estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Las variables dependientes utilizadas en el análisis fueron número de especies totales, número de especies de hierbas, número de especies leñosas, número de especies nativas, proporción de hierbas nativas, número de hierbas nativas, número de especies de hierbas exóticas y número de especies leñosas exóticas. Las variables dependientes utilizadas en el análisis fueron Índice de Desarrollo Humano de la comuna, superficie de áreas verdes de la comuna, Índice de Fragmentación del área verde de la comuna y altitud de los sitios de muestreo (Análisis realizados con los primeros 100 sitios muestreados).

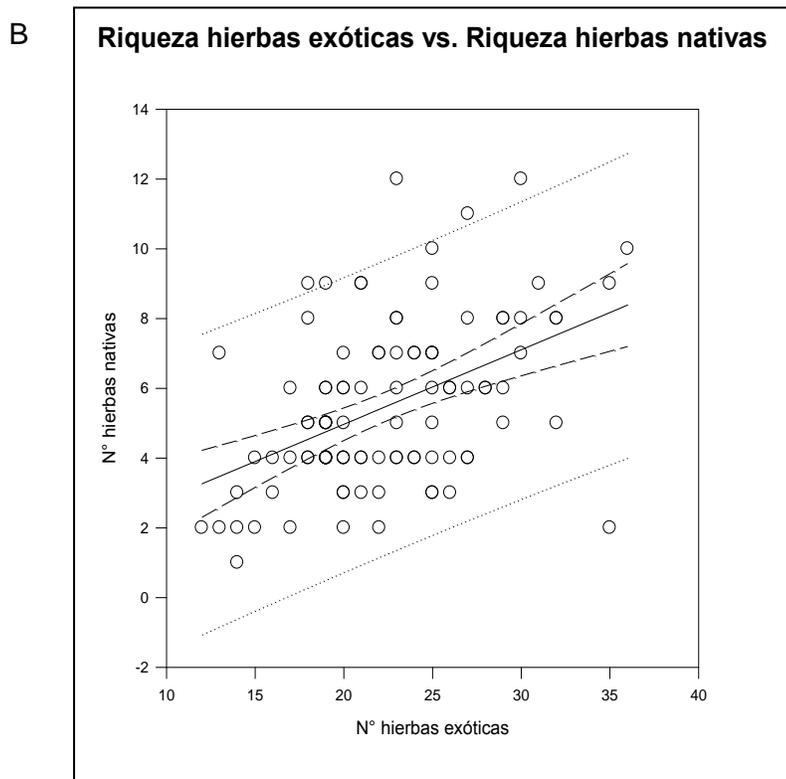
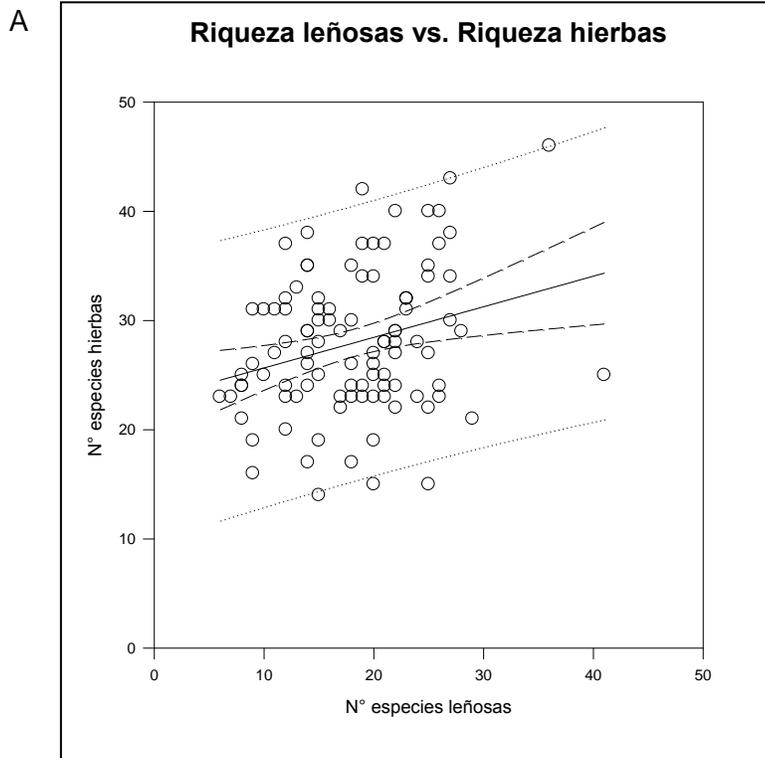


Figura 1. (A) Relación entre el número de especies leñosas y el número de especies de hierbas ($r = 0,27$; $P = 0,006$) y (B) Relación entre el número de hierbas exóticas y número de hierbas nativas ($r = 0,46$; $P = 0,001$).