

ECOLOGÍA URBANA

Experiencias en América Latina



Editores

Ian MacGregor-Fors
Rubén Ortega-Álvarez



Primera edición, 2013

Año de publicación, 2013

Diseño de la portada: G. Alicia Sevilla B.

Diseño editorial: G. Alicia Sevilla B. / Ian MacGregor Fors

D.R. © Araujo dos Santos Junior Paulo César, Álvarez Irragory Alejandro Antonio, Álvarez Lozano Silvana Cecilia, Arnao Soyan Lissel María, Bermúdez Rojas Tania María, Boesing Andrea Larissa, Caro Vera Claudia Cecilia, Castañeda Córdova Liz Zaida, Castillo Palacios Lucía Natalia, Caula Quintero Sabina Amparo, Cerda Jiménez Claudia Loreto, Chacón de Ulloa Patricia, De la Maza Azquet Carmen Luz, Dos Anjos Luiz, Faggi Ana María, Florez Montero Guillermo Leonardo, Hernández Palma Héctor Jaime, MacGregor Fors Ian, Martínez Carretero Eduardo, Ortega Álvarez Marcos Rubén, Piedra Castro Lilliana María, Pineda López Raúl F., Pineda López Rubén, Quinteros Carlos Diana Zulema, Ramírez Bastida Patricia, Ramírez Restrepo Lorena, Rodríguez Montoya Mónica Liliana, Rodríguez Rojas Manuel Jesús, Romero Vargas Marilyn, Vela Romero Carlos W., Zaiden Tiago, Zuria Jordan Iriana Leticia

ISBN: 978-607-00-6869-0



ÍNDICE

Prólogo	4	Costa Rica	73
Adolfo G. Navarro-Sigüenza		Lilliana Ma. Piedra-Castro, Tania Bermúdez-Rojas y Marilyn Romero-Vargas	
Introducción	7	México	82
Rubén Ortega-Álvarez e Ian MacGregor Fors		Rubén Ortega-Álvarez, Ian MacGregor-Fors, Raúl Pineda-López, Rubén Pineda-López, Patricia Ramírez-Bastida e Iriana Zuria	
Argentina	11	Perú	100
Ana Faggi y Eduardo Martínez-Carretero		Liz Z. Castañeda, Lissel Ma. Arnao, Lucía N. Castillo, Silvana C. Álvarez, Zulema D. Quinteros y Claudia C. Caro	
Brasil	26	Venezuela	111
Andrea Larissa Boesing, Paulo C. Araujo dos Santos-Junior, Tiago Zaiden y Luiz dos Anjos		Sabina Caula, Guillermo Florez, Carlos Varela y Alejandro Álvarez-Iragorry	
Chile	44	Perspectivas finales	123
Carmen Luz De la Maza, Claudia Loreto Cerda, Héctor Jaime Hernández, Manuel Jesús Rodríguez		Rubén Ortega-Álvarez e Ian MacGregor-Fors	
Colombia	55	Agradecimientos	126
Patricia Chacón-de Ulloa, Lorena Ramírez-Restrepo y Mónica Rodríguez-Montoya			



PRÓLOGO

En ocasiones, en charlas con los estudiantes de biología con los que he tenido la fortuna de tratar, se me dirige la pregunta: ¿a dónde irías tú si pudieras viajar en el tiempo? A pesar de que existen multitud de situaciones en el pasado que yo desearía poder cambiar regresando el reloj, invariablemente mi respuesta sincera es: “quisiera ir al Lago de México, antes de que estuviera cubierto por las megaciudades que acabaron por cubrirlo: Tenochtitlán y la Ciudad de México.”

Esto tiene un fuerte componente de nostalgia, puesto que mi experiencia como biólogo de campo me ha demostrado que los ambientes naturales y poco perturbados alojan una enorme diversidad de seres vivos y sus interacciones, al contrario de lo que uno encuentra en situaciones donde la mano humana ha logrado transformar esos ambientes en sitios relativamente más confortables para nuestra habitación y desarrollo. A lo largo de los años, también he visto cambiar zonas prístinas de bosques maravillosos en cultivos y poblados, con la conducente desaparición de varias de las especies que habitaban el lugar. El Lago de México es muy simbólico

en ese aspecto, dado que desde la aparición de la ciudad indígena (más sustentable aparentemente) y la posterior transformación de ésta en una ciudad española y luego moderna, el camino seguido por el desarrollo urbano llevó al desastre ecológico más grande que ha visto México en su historia, y que está reflejado en un monumento colocado en las orillas del Zócalo de la Ciudad de México, en el que se enaltece la labor de quien inició los trabajos de desecación del lago, que se visualizaba desde la época posterior a la conquista y hasta finales del siglo XIX como un problema sanitario mayor.

Sin embargo, también me ha tocado ver como algunas de esas especies son capaces de “entendernos”, y por lo tanto de seguir sobreviviendo a nuestro alrededor, a veces a nuestras costillas, en esos ambientes urbanizados, mientras que nosotros también aprendemos a convivir con ellos en un eterno juego de adaptación mutua. Retomando nuestra historia inicial, el Lago de México en la actualidad ha revivido en parte, y no es raro observar en invierno parvadas de enormes pelíca-

nos blancos cruzando el Periférico, una de las vías rápidas más transitadas de la ciudad, en su camino a los remanentes de esos humedales en el sureste del Distrito Federal.

La urbanización es un fenómeno inherente a la cultura humana, baste ver la bajísima proporción de ambientes naturales existentes en Europa, un continente que ha estado densamente poblado desde la Prehistoria. También observamos con terror la transformación ambiental por la urbanización de esos países o regiones donde el incremento de población ha sido explosivo en épocas recientes, como el este de Estados Unidos, el sureste de Brasil, China o la India, o donde la pobreza ha forzado a la población a incrementar las fronteras urbanas o suburbanas en busca de mejores condiciones de vida.

¿Quién ha pagado el pato? Desde luego los ambientes naturales y sus especies asociadas. Por ello, las voces preocupadas de académicos, conservacionistas y el público en general claman por detener ese avance urbano y por una restauración de las áreas hacia sus condiciones originales. Esto último, sin embargo, solamente puede conseguirse si la especie humana desapareciera, y aún así, como lo presenta un famoso programa de la televisión, nuestra huella ya está impresa y mucho del daño ya está hecho.

Dado que, a pesar de nuestros esfuerzos por autodes-

truirnos, no es factible que el planeta se deshaga de todos los humanos en el corto plazo, y que las modificaciones que hemos realizado al ambiente son un hecho, lo mejor que podemos hacer es atacar el problema de manera inteligente. La ecología urbana es un campo emergente de las ciencias biológicas que, además, nos recuerda que la manera correcta de abordar las ciencias en la actualidad es la multidisciplinaridad. Es importante recalcar que esos ambientes urbanos son cada vez más frecuentes en el mundo, formando parte de nuestro entorno natural real, además de ser los sitios en los que desarrollamos gran parte de nuestras actividades económicas y sociales; por ello la necesidad de contemplarlos desde una perspectiva más allá de las ciencias biológicas, en conjunto con las ciencias sociales y las ciencias de la Tierra, entre otras.

América Latina no es un caso especial de transformación de los ambientes naturales en urbanos, pero sí lo es en el caso de su magnífica biodiversidad. Por ello, contar con un volumen en el que se analice la perspectiva internacional de la ecología urbana en la región es de lo más importante para entender los problemas y actuar en consecuencia. Los editores de esta obra se han preocupado por tener entre los colaboradores de esta obra a expertos en diversas áreas de esta disciplina y de regiones geográficas diversas, pero comparables, lo que nos brinda una muy necesaria visión regional.

Con estas perspectivas, a lo mejor será posible encontrar algunos caminos para frenar el deterioro de los ambientes naturales, encauzar la urbanización por veredas alternativas de conservación y sustentabilidad, y lograr mantener de manera

eficaz el funcionamiento de los ecosistemas en coexistencia con nuestro propio desarrollo como civilización.

Tal vez así los humanos del futuro no necesiten fantasear con los viajes a través del tiempo...

Adolfo G. Navarro-Sigüenza
Septiembre de 2011
México, D.F.



INTRODUCCIÓN

Rubén Ortega-Álvarez
Ian MacGregor-Fors

La urbanización es uno de los principales factores de origen antropogénico que ha causado la reducción de la superficie que ocupan diferentes hábitats alrededor de todo el mundo, y por lo tanto, es considerada como una amenaza para la biodiversidad (Czech y Krausman 1997). El acto de urbanizar está relacionado con el acondicionamiento de una porción de terreno con estructuras que permiten satisfacer las necesidades de vivienda del hombre, lo que genera la sustitución de los hábitats preexistentes en el sitio (Berkowitz *et al.* 2003). En la actualidad, más de la mitad de la población humana mundial se concentra en zonas urbanas (Grimm *et al.* 2008). Ya que las ciudades representan sistemas que alteran diversos procesos naturales tanto del área que ocupan como de aquellos hábitats que las circundan, la extraordinaria demanda ambiental que ejercen los sistemas urbanos sobre el ambiente implica una seria amenaza no sólo para la conservación de la biodiversidad, sino también para el bienestar humano.

De acuerdo con un reporte emitido por las Naciones Unidas (UN 2008), el fenómeno urbano representa una

amenaza de forma particular para aquellas regiones en proceso de desarrollo, en donde se espera que las superficies urbanizadas incrementen considerablemente a lo largo de las

siguientes décadas. Desde el punto de vista ambiental, dicha expectativa es aún más alarmante, ya que en estas regiones se concentran los mayores niveles de biodiversidad a nivel mundial (Myers *et al.* 2000). Paradójicamente, dicha diversidad biológica contrasta con la baja calidad de vida en que habita gran parte de sus pobladores (Fisher y Christopher 2007). Este escenario impone dos retos de gran importancia y suma complejidad: (1) buscar la conservación de la vida silvestre y el mantenimiento de los procesos ecológicos cruciales que ocurren en los ecosistemas naturales y (2) mantener una calidad de vida adecuada para un número creciente de habitantes urbanos.

En las últimas décadas, el desarrollo urbano en América Latina ha sido no menos impactante que en otras regiones en proceso de desarrollo. A partir de la década de los ochenta (1980), se registró que un porcentaje mayor a 60% de la población humana de América Latina

era urbana (Montgomery 2008). Para el año 2007, cuatro de las 19 metrópolis que existían en el mundo (ciudades con poblaciones mayores a 10 millones de habitantes) se encontraban en América Latina: Ciudad de México (México; 3° lugar mundial), São Paulo (Brasil; 5° lugar mundial), Buenos Aires (Argentina; 10° lugar mundial) y Rio de Janeiro (Brasil; 14° lugar mundial) (UN 2008). Actualmente, América Latina se distingue como la región del mundo con el mayor grado de desigualdad en la distribución de la riqueza económica, siendo algunas de las ciudades menos equitativas la Ciudad de México (México), São Paulo (Brasil), Buenos Aires (Argentina), Rio de Janeiro (Brasil), Santiago (Chile), Bogotá (Colombia) y Quito (Ecuador) (UN-Habitat 2008). Asimismo, como producto de expansiones urbanas carentes de control y planificación adecuada, se ha propiciado el crecimiento de zonas de pobreza extrema en diversos países de la región, destacándose entre ellos Guatemala, Haití, Nicaragua, Bolivia y Perú. Además, el crecimiento urbano desmedido ha generado daños ambientales importantes en las zonas periurbanas de las ciudades, entre las que destacan San José (Costa Rica), Panamá (Panamá) y Caracas (Venezuela) (UN-Habitat 2008). Así, desde una perspectiva ecológica, América Latina es una región megadiversa que se ha enfrentado a uno de los mayores retos de conservación biológica de su historia:

la preservación de una gran parte de las especies de vida silvestre que habitan en el mundo ante un desarrollo urbano en crecimiento y sin planeación adecuada.

Ante la seria problemática ambiental relacionada con el desarrollo urbano y sus disturbios asociados surge la necesidad de impulsar a la “ecología urbana”, tanto en términos conceptuales como prácticos. Dicha disciplina está enfocada en el análisis de los patrones y procesos ecológicos concernientes a los sistemas urbanos. Si bien se han llevado a cabo investigaciones con un enfoque ecológico dentro de las ciudades desde hace algunas décadas, el estudio de las ciudades como parte de ecosistemas alterados por el hombre no fue concebido sino hasta la década de los noventa (1990), específicamente en los países de Europa Occidental y los Estados Unidos de América (Grimm *et al.* 2000). Desde entonces, la ecología urbana ha mostrado ser fundamental no sólo para el entendimiento de los sistemas urbanos desde una perspectiva ecológica, sino para la generación de información útil en la toma de decisiones y la aplicación de políticas de manejo y planeación urbana.

Aunque se han desarrollado múltiples estudios de ecología urbana en diversos países de América Latina desde su concepción como disciplina, su número se encuentra aún muy por debajo de lo esperado para una

región en la que una enorme biodiversidad y población humana coexisten (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors 2011). Así, es necesario propiciar el incremento de la investigación sobre ecología urbana en América Latina, además de recopilar los estudios ya existentes para la región, con el propósito de identificar e incluir los patrones propios de América Latina al conocimiento generado en otras partes del mundo e integrar así una teoría ecológica urbana más robusta y completa. De igual forma, es deseable fomentar la investigación ecológica en zonas urbana a nivel local para lograr la consolidación de actividades de manejo y planeación urbana que integren los componentes ecológicos, políticos, económicos y culturales de cada ciudad latinoamericana, tal y como se ha logrado en otras partes del mundo (Fábos y Ryan 2006, Tan 2006).

Con base en lo expuesto anteriormente, en este documento recopilamos, actualizamos y difundimos las experiencias relacionadas con el estudio de sistemas urbanos en diversos países de América Latina. De forma particular, en esta obra buscamos contextualizar el avance de la disciplina en la región para facilitar su comparación con aquella generada en países de otras regiones del planeta. Asimismo, en este compendio resaltamos los retos ambientales relacionados con asentamientos humanos que deberán enfrentarse en un futuro

próximo, con el propósito de propiciar la consolidación de la ecología urbana como un área de estudio que provea información útil para afrontar los desafíos impuestos por el incremento en el desarrollo urbano a nivel local y regional. Lo anterior no sólo aumentará la calidad de vida de los habitantes urbanos, sino que además mitigará los efectos nocivos generados por la urbanización sobre la amplia variedad de especies de vida silvestre que componen a una de las regiones más diversas del planeta: América Latina.

Literatura citada

- Berkowitz, A. R., Nilon, C. H. y Hollweg, K. S. (2003) *Understanding Urban Ecosystems: A New Frontier for Science and Education*. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Czech, B. y Krausman, P. R. (1997) Distribution and causation of species endangerment in the United States. *Science* **22**, 1116.
- Fábos, J. G. y Ryan, R. L. (2006) An introduction to greenway planning around the world. *Landscape and Urban Planning* **76**, 1–6.
- Fisher, B. y Christopher, T. (2007) Poverty and biodiversity: Measuring the overlap of human poverty and biodiversity hotspots. *Ecological Economics* **62**, 93–101.
- Grimm, N. B., Grove, J. M., Pickett, S. T. A. y Redman, C. L. (2000) Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. *BioScience* **50**, 571–584.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. y Briggs, J. M. (2008) Global change and the ecology

- of cities. *Science* **319**, 756–760.
- Montgomery, M. R. (2008) The urban transformation of the developing world. *Science* **319**, 761–764.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. y Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2011) Dusting off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape and Urban Planning* **101**, 1–10.
- Tan, K. W. (2006) A greenway network for Singapore. *Landscape and Urban Planning* **76**, 45–66.
- (UN-Habitat) United Nations-Habitat (2008) *State of the World's Cities 2010/2011: Bridging the Urban Divide*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, Kenia.
- (UN) United Nations (2008) *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision, Data Tables and Highlights*. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs, Nueva York, Estados Unidos.



ARGENTINA

Ana Faggi

Eduardo Martínez Carretero

Argentina es el segundo país más extenso de América Latina. Se extiende desde las regiones subtropicales hasta las sub-antárticas, con una superficie continental de 2,780,400 km². Es un país altamente heterogéneo que cuenta con 18 ecoregiones, de las cuales cuatro son endémicas o semi-exclusivas de Argentina y del Cono Sur (*i.e.*, Pampa, Espinal, Estepa Patagónica, Monte). Se estima que existen 15,200 especies de vegetales y 3,500 especies de vertebrados en el país, ambos con un alto número de endemismos (Bertonatti y Corcuera 2001).

Según el último censo nacional (Indec 2010), la población urbana argentina alcanzó 40,091,359 de habitantes y exhibe una densidad media de 14.4 habitantes/km². Actualmente, 89.3% de la población es urbana, mientras que en 1960 representaba únicamente 72% (Recchine de Lattes 1973). Las áreas metropolitanas que sobrepasan 700,000 habitantes son: (1) Zona Metropolitana de Buenos Aires (12,046,799 hab.), (2) Gran Córdoba (1,368,301 hab.), (3) Gran Rosario (1,161,188

hab.), (4) Gran Mendoza (848,660 hab.) y Gran San Miguel de Tucumán (738,479 hab.) (Indec 2001). Además,

ocho ciudades superan 300,000 habitantes y 16 tienen más de 100,000. El sistema urbano de Argentina está encabezado por un centro de grandes dimensiones: la Zona Metropolitana de Buenos Aires, que ocupa más de 30 partidos de la provincia y que se comunica casi sin discontinuidades con el conglomerado de La Plata. De hecho, ésta es una de las metrópolis más grandes del continente con una superficie de 4,000 km², donde se alojan más de 15 millones de habitantes. La ciudad central, capital de la República Argentina, tiene 200 km² y casi tres millones de habitantes (Atlas Ambiental de Buenos Aires 2011).

La organización espacial de las metrópolis argentinas fue consolidándose a partir de los centros a lo largo del siglo XX, desarrollándose en sus alrededores una serie de suburbanizaciones sucesivas y cordones industriales al compás de los procesos socioeconómicos. El

resto de las ciudades siguieron una expansión similar a la de la Zona Metropolitana de Buenos Aires. Si bien predominan las ciudades litorales, en el país se desarrollaron otras en planicies, piedemontes, valles asociados con actividades agrícolas intensivas y áreas montañosas (García *et al.* 2002, Sánchez *et al.* 2005). Desafortunadamente, la mayoría de las ciudades argentinas crece sin una planificación correcta, generando conflictos ambientales importantes (Spagnolo 2005), lo cual incrementó con las crisis económicas de mediados del siglo XX, que derivaron en altas concentraciones de habitantes en áreas periurbanas.

En la década de los noventa (1990), la suburbanización y el surgimiento de nuevos centros, más allá de los históricos, desvaneció el concepto de ciudades compactas, tanto en Buenos Aires como en otras ciudades del país. Este modelo extensivo tuvo un impacto ambiental importante por el aumento de la superficie construida, la fragmentación del paisaje, la pérdida constante e irreversible de suelo con alta aptitud agrícola y el aumento de tiraderos de basura a cielo abierto (Martínez Carretero 1992, Formiga y Garriz 1999, Morello *et al.* 2000, Papparelli *et al.* 2001, Cáceres y García 2002, Guerra 2005).



Ciudad de Mendoza vista desde el Piedemonte Andino al Oeste (Fotografía: Eduardo Martínez Carretero).

Primeras aproximaciones en Argentina

El estudio de la biota urbana en Argentina se inició con base en la epidemiología (priorizando su enfoque en especies zoonóticas - *e.g.*, la rata doméstica). Sin duda, el antecedente más grave que se conoce asociado con procesos de urbanización desordenados es el de la epidemia de fiebre amarilla de 1871, el cual diezmó 8% de la población de Buenos Aires. En este caso, fue determinante la combinación de tres factores principales: (1) la abundancia del mosquito vector (*Aedes aegypti*), (2) el hacinamiento humano en casas de paja y barro en aproximadamente 10% de las residencias de la ciudad y (3) la mala calidad del agua destinada para consumo humano, la cual se bebía sin tratamiento alguno directamente de ríos o pozos.

Así, los trabajos epidemiológicos de Del Ponte y Blaksley (1947) y Manso Soto y Martínez (1948, 1949), los de arbolado de Capelli y Ceppi (1940) y los florísticos en céspedes de plazas y parques públicos de la ciudad de Buenos Aires y de Corrientes de Martínez Crovetto (1950, 1979), marcan el inicio de la ecología urbana como tal en Argentina. Posteriormente, Massoia y Fornes (1967) iniciaron el estudio de plagas de roedores urbanos, Feninger (1983), Montaldo y Claver (1986) los de aves y Modenutti (1987) los limnológicos.

Tendencias actuales en Argentina

El estudio de las plagas biológicas asociadas con los sistemas urbanos argentinos ha sucedido y se ha mantenido a lo largo del tiempo. Al respecto, se cuenta con abundante bibliografía sobre mosquitos de las ciudades de Buenos Aires, Santa Fe y Santo Tomé (Manso Soto y Martínez 1948, 1949, Fischer *et al.* 2000, Fontanarrosa *et al.* 2000, Vezzani *et al.* 2001, Fischer *et al.* 2002, Carabajo *et al.* 2004, 2006, Vezzani y Albicocco 2009, Fischer *et al.* 2011). Principalmente, estos estudios se han enfocado en conocer las variables climáticas y hábitats disponibles (*e.g.*, charcos temporarios, contenedores, lagunas permanentes en parques, plazas, reservas naturales, cementerios) que regulan la abundancia de las larvas de mosquito, con el fin de encarar programas de monitoreo y control sanitario eficaces.

Los estudios realizados con enfoque ecológico comenzaron durante la década de los noventa (1990), abarcando diversas temáticas relacionadas con la introducción de especies exóticas. En general, estos estudios ecológicos han evaluado: (1) las características de la biota en fragmentos de hábitats originales dentro de la matriz urbana, en áreas verdes manejadas, o en remanentes de vegetación espontánea y (2) la relación que existe entre las características estructurales de la ciudad y su biodiversidad. En este último rubro son

comunes los análisis realizados a lo largo de gradientes de desarrollo urbano (McDonnell y Pickett 1990).

Las aves han sido ampliamente utilizadas como grupo de estudio en los trabajos argentinos de ecología urbana, por lo que existe información abundante sobre las comunidades de aves en varias ciudades del país, obtenida en áreas pobladas, en campus universitarios y en otros espacios verdes (Montaldo 1992, Spinelli 1993, López de Casenave y Filipello 1995, Zapata 1996, Maragliano y Montalti 1997, Montalti y Kopij 2001, Lucero *et al.* 2002, Landolfi y Pérez 2003, Lucero *et al.* 2005, Gómez 2006, Echevarría *et al.* 2007). Otros aportes ornitológicos para zonas urbanas incluyen inventarios faunísticos y guías de identificación de aves (Zelaya y Pérez 1998, Narosky y Zurieta 2003, Narosky y Henschke 2005).

Los inventarios de aves muestran una riqueza de especies considerable y concluyen que los grandes parques y plazas, especialmente aquellos con árboles grandes y frondosos (generalmente viejos), así como también las áreas de reservas naturales urbanas, están relacionados positivamente con niveles mayores de riqueza de especies. Por ejemplo, Darrieu y Camperi (2001) reportan 223 especies de aves para la ciudad de Buenos Aires, lo cual constituye 62% de la riqueza provincial.

Otros grupos animales han sido estudiados dentro

de las ciudades argentinas, aunque en menor medida. Por ejemplo, los insectos plaga han sido analizados únicamente por Ganci (1995, 2010, 2011) y Ortego (1999), quienes reportan la presencia de hemípteros y coleópteros introducidos que afectan el arbolado urbano de Mendoza y San Juan. Respecto a la ictiofauna, Murúa y Acosta (1997) y Gómez (2001) analizaron la introducción de la anguila de río (*Symbranchus marmoratus*) en la red de riego urbana y periurbana de San Juan. Finalmente, estudios



Tipa blanca (*Tipuana tipu*) dominando el arbolado de una avenida en la ciudad de Buenos Aires (Fotografía: Ana Faggi).

limnológicos en cursos de agua han demostrado cambios en el zooplancton en sectores urbanos contaminados, donde incrementan específicamente los protozoarios ciliados y rotíferos (Pecorari *et al.* 2006, Echaniz *et al.* 2008).

Desde hace más de tres décadas existen estudios florísticos en reservas urbanas, lotes baldíos y áreas periféricas de ciudades como Buenos Aires, Rosario, Mendoza, Luján de Cuyo, San Nicolás y demás ciudades balnearias (*e.g.*, La Lucila, Mar de Ajó, Monte Hermoso, Necochea, Pinamar, Quequén, San Bernardo, Villa Gesell; Giaglianone 1980, Cartagena y López 1981, Faggi y Cagnoni 1987, Méndez 1989, Bertolami 1990, Faggi y Cagnoni 1990, Franceschi 1996, Faggi *et al.* 1999, Faggi 2001, Milesi y Faggi 2002, Méndez 2005, Faggi y Dadon 2011). Además, abunda la información sobre el arbolado urbano de distintas ciudades, tanto en jardines como en parques y plazas, donde predominan especies de plantas exóticas (Petagna de Del Río y Zavatti de Gómez 1985, Delucchi 1989, Delucchi *et al.* 1993a,b, 1994, De Pietri *et al.* 1999, Faggi e Ignatieva 2009). De forma particular, Martínez Carretero (2010) reporta que en la ciudad de Mendoza existen 487 especies de plantas, de las cuales 98% son exóticas, superando las 75-90 especies nativas que crecen en el ambiente no urbanizado. Algunas especies exóticas como la eglantina rosa (*Rosa rubiginosa*), el aligustre (*Ligustrum lucidum*) o la gayomba

(*Spartium junceum*) se comportan como invasoras en las áreas de contacto urbano-secano. Un caso notable es el del pueblo de Vallecito (San Juan), que se encuentra en el sector hiperárido de la provincia con precipitaciones menores a 80 mm/año. Ahí predomina el arbolado urbano exótico, el cual es mantenido con riego (Márquez y Dalmasso 2003). En las ciudades de Mendoza y San Juan se han comenzado a evaluar los requerimientos hídricos y nutricionales de los forestales urbanos para orientar su manejo (Vento y Martínez 2003, Martínez *et al.* 2008). Por último, existen varias contribuciones al conocimiento de las algas de los estanques en grandes parques desde la década de los ochenta (1980) hasta nuestros días, especialmente para Buenos Aires y Santa Fé (Vigna 1981, 1984, 1988 a y b, Munari y Vigna 1999, Marozzi *et al.* 2000, Vigna y Munari 2001, Marozzi *et al.* 2003, Ehrenhaus y Vigna 2006, 2008).

Existen otros tipos de trabajos de divulgación más integrales enfocados en las características del entorno urbano, como el Atlas Ambiental de Buenos Aires (2011). Dicha obra reporta una riqueza vegetal de 1,600 especies de plantas superiores y una notable diversidad de animales, representada aproximadamente por 270 especies de aves, 19 de roedores, 24 de anfibios, 30 de reptiles, 10 de murciélagos y numerosos tipos de peces, moluscos, insectos y arácnidos, entre otros grupos.

Durante las últimas décadas, los estudios sobre la biota urbana en Argentina se han orientado a relacionar diferentes propiedades de las comunidades biológicas (*e.g.*, diversidad, estructura, composición) con las características del hábitat urbano, empleando en muchos casos el modelo de gradiente de urbanización (McDonnell y Pickett 1990). Por ejemplo, Faggi y colaboradores (1999) analizaron los efectos de la urbanización sobre la vegetación ribereña del río Reconquista en el Zona Metropolitana de Buenos Aires, la cual produce la disminución de las especies helófitas y el aumento de las exóticas. Asimismo, Faggi y Milesi (2003) describieron los patrones de diversidad florística en el sector sur de la ciudad de Buenos Aires y concluyeron que el porcentaje de especies herbáceas y arbustivas nativas eran buenas indicadoras del gradiente de urbanización, aumentando hacia áreas no urbanas. Por último, Faggi y colaboradores (2006) mostraron que las áreas urbanizadas exhiben mayor riqueza de especies de plantas y de aves que sitios agrícolas en un gradiente temporal y espacial de la ciudad de Buenos Aires .

Entre los estudios ornitológicos en gradientes de urbanización, Leveau y Leveau (2004) mostraron que la diversidad de las comunidades de aves aumenta en las áreas suburbanas y está correlacionada de forma positiva con la proporción de césped, árboles y arbustos en Mar del Plata. Además, Leveau y Leveau (2006) com-

pararon calles arboladas de tres ciudades costeras de diferente tamaño en la provincia de Buenos Aires, concluyendo que la riqueza y la abundancia total de aves no variaban entre ciudades. Por otro lado, Faggi y Perepelizin (2006) encontraron que la riqueza de especies de aves en un transecto del sur de Buenos Aires estaba relacionada positivamente con la diversidad de hábitats localizados dentro de los parques urbanos, y que el patrón de riqueza estaba explicado por la teoría ecológica del disturbio intermedio de Connell (1978). En un estudio diferente, Perepelizin y Faggi (2009) compararon las aves de parques en tres barrios que diferían en sus características urbanas, en-



Jardín didáctico de especies nativas ubicado en el centro de Buenos Aires (Fotografía: Ana Faggi).

contrando que el uso del territorio a ese nivel influye más sobre la comunidad de aves que la heterogeneidad de cada parque estudiado. En Bahía Blanca, Germain y colaboradores (2008) encontraron que los gremios tróficos de aves mejor representados dentro de la ciudad fueron los granívoros, los omnívoros y los insectívoros, y que los transectos con mayor tránsito vehicular y peatonal mostraron las menores riquezas específicas de aves.

En cuanto a la variación estacional de aves residentes y migratorias en Tucumán, Juri y Chani (2009) encontraron mayor diversidad en el sitio más urbanizado en primavera, mientras que en los sitios menos urbanizados fue mayor en invierno y otoño. Además, los autores observaron que en aquellas zonas urbanas con mayor volumen de vegetación, tanto la proporción de especies migratorias como la riqueza total de especies de aves aumentan. Garaffa y colaboradores (2009) concluyeron que el tamaño del conglomerado urbano influye sobre las comunidades de aves urbanas, identificando un umbral en el que, por encima de 35,000 habitantes, existe un efecto negativo de la urbanización sobre la estructura de la comunidad de aves. Por último, Faggi y colaboradores (2010a) mostraron la utilidad de los grupos funcionales, tanto de flora como de fauna, para ser utilizados como bioindicadores de la calidad de hábitat a lo largo de zonas urbanas.

Los mamíferos también han sido estudiados a lo largo de gradientes urbanos por los ecólogos urbanos en Argentina. Por ejemplo, Castillo y colaboradores (2003) relacionaron la abundancia de roedores comensales y silvestres con distintas tipologías urbanas de la ciudad de Río Cuarto. Cavia y colaboradores (2009) explicaron distintos patrones de distribución de roedores en paisajes urbanizados. Así, se ha mostrado que el grado de urbanización juega un papel relevante en este aspecto, pues las especies exóticas y las nativas se encuentran compartiendo el espacio en áreas con baja urbanización, como lo hallado por Contreras y Rosi (1980, 1981) en cultivos urbanos en Jocolí, Lavalle (Mendoza).

En el área de la limnología, se ha avanzado en la definición de indicadores de contaminación (Olguin *et al.* 2004) tal y como lo demuestra el estudio realizado por Frutos y colaboradores (2009), quienes sugieren que la riqueza específica y la abundancia relativa de las especies dominantes de plantas acuáticas son mejores indicadores del grado de eutroficación que la abundancia total y la riqueza específica.

Para algunas de las ciudades más grandes de Argentina (*i.e.*, Buenos Aires, Campana, Córdoba, Mendoza) se ha analizado la contaminación de metales pesados registrada en distintas matrices incluyendo suelos, corizas, polvo, hojas y aire. Muchos de estos estudios

se realizaron a lo largo de gradientes de urbanización y relacionaron los resultados obtenidos con ciertas características urbanas, tales como la cantidad de habitantes y el tránsito vehicular (García Ebbens *et al.* 1998, Puliafito *et al.* 1999, Theinhardt 1999, Weissflog y Gantuz 1999, Pignata *et al.* 2004, Smichowski *et al.* 2004, Carreras *et al.* 2005, Gómez *et al.* 2005, López *et al.* 2006, Perelman *et al.* 2006, 2007, 2010; Wannaz *et al.* 2006, Moreno *et al.* 2008, Arkouli *et al.* 2010, Faggi *et al.* 2010, Fujiwara *et al.* 2011). Carrizo Páez y colaboradores (2008) analizaron el vínculo entre vinchucas y palomas en el desplazamiento de los vectores desde el medio rural al centro urbano de San Juan, asociado con cambios ecológicos, sociales y ambientales. Finalmente, Puliafito y colaboradores (2005) consideraron la influencia de la contaminación atmosférica asociada con óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, ozono y plomo sobre la salud de la población en la ciudad de Mendoza.

Futuro de la ecología urbana en Argentina

La ecología urbana alcanza cada vez más protagonismo en Argentina. Creemos que los resultados asociados con los estudios de esta disciplina son indispensables para la

planificación urbana, ya que a partir de ellos será posible generar ciudades con una mayor calidad ambiental. La experiencia adquirida en ciudades como Buenos Aires, Rosario, Santa Fe y San Miguel de Tucumán, han demostrado que los estudios ecológicos son fundamentales para diseñar planes urbanos y ambientales correctamente.

Consideraciones finales

La abundante información generada sobre la biodiversidad urbana desde perspectivas aisladas ha iniciado el camino hacia la comprensión ecológica de los sistemas urbanos argentinos mediante la conformación de un fundamento teórico robusto. No obstante, para lograr una ecología urbana sólida en el país, es necesario incluir el enfoque multidisciplinario, vinculando los aspectos biológicos, climáticos, hidrológicos, socioeconómicos y culturales de cada región del país. Desde nuestra perspectiva, la ecología urbana en Argentina podría nutrirse de la visión de Lynch (1960) quien sugirió que “en la ciudad hay más de lo que el ojo puede ver, más de lo que el oído es capaz de escuchar. Nada puede experimentarse por sí mismo, sino en relación con todo cuanto lo rodea, con las secuencias de eventos que evoca, con la memoria de los eventos del pasado”.

Literatura citada

- Arkouli, M., Ulke, A., Endlicher, W., Baumbach, G., Schultz, E., Vogt, U., Müller, M., Dawidowski, L., Faggi, A., WolfBenning, U. y Scheffknecht, G. S. (2010) Distribution and temporal behavior of particulate matter over the urban area of Buenos Aires. *Atmospheric Pollution Research* **1**, 1–8.
- Atlas Ambiental de Buenos Aires (2011) *Atlas Ambiental de Buenos Aires*. Disponible en línea: <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba>
- Bertolami, M. A. (1990) La vegetación periurbana de la ciudad de Mendoza. Transecta CRICYT-Puesto Gato de Monte. *Parodiana* **6**, 211–225.
- Bertonatti, C. y Corcuera, J. (2001) *Situación Ambiental Argentina*. FVS, Buenos Aires, Argentina.
- Cappelli, K. y Ceppi, N. (1940) *Los Árboles en La Plata - Características de las Distintas Plantaciones en las Plazas, Avenidas y Residencias*. Imprenta Municipal, La Plata, Argentina.
- Carbajo, A. E., Gómez, S. M., Curto, S. I. y Schweigmann, N. (2004) Spatio-temporal variability in the transmission of dengue in Buenos Aires City. *Medicina* **64**, 231–234.
- Carbajo, A. E., Curto S. I. y Schweigmann, N. (2006) Spatial distribution pattern of oviposition in the mosquito *Aedes aegypti* in relation to urbanization in Buenos Aires: Southern fringe bionomics of an introduced vector. *Medical and Veterinary Entomology* **20**, 209–218.
- Carreras, H. A., Wannaz, E. D., Pérez, C. A. y Pignata, M. L. (2005) The role of urban air pollutants on the performance of heavy metal accumulation in *Usnea amblyoclada*. *Environmental Research* **97**, 50–57.
- Carrizo Páez, R., Pickenhayn, J. y Carrizo Páez, M. (2008) Chagas urbano en San Juan: Diagnóstico, revisión y propuesta para un sistema integrado de ataque. *Revista Argentina de Cardiología* **76**, 480–487.
- Cartagenese, M. S. y López, N. E. (1981) Guía para el reconocimiento de algunas plantas espontáneas que crecen en la Capital Federal. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales* **6**, 23–72.
- Castillo, E., Priotto J. A., Ambrosio, M., Provencal, M. C., Pini N., Morales M. A., Steinmann, A. y Polop, J. J. (2003) Commensal and wild rodents in an urban area of Argentina. *International Biodeterioration and Biodegradation* **52**, 135–141.
- Cavia, R., Cueto, G. R. y Suarez, O. V. (2009) Changes in rodent communities according to the landscape structure in an urban ecosystem. *Landscape and Urban Planning* **90**, 11–19.
- Connell, J. H. (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* **199**, 1302–1309.
- Contreras, J. R. y Rosi, M. I. (1980) Comportamiento territorial y fidelidad al hábitat en una población de roedores del centro de la Provincia de Mendoza. *Ecología* **5**, 17–29.
- Contreras, J. R. y Rosi, M. I. (1981) Investigaciones sociobiológicas acerca de roedores silvestres de Mendoza. *Serie Científica* **4**, 12–17.
- Darrieu, C. A. y Camperi, A. R. (2001) *Nueva Lista de las Aves de la Provincia de Buenos Aires*. UNLP, La Plata, Argentina.
- De Pietri, D., Kaplanski, M., Malzof, S. y Prudkin, N. (1999) La diversidad arbórea de una cuenca urbana de la ciudad de Buenos Aires. *Parodiana* **11**, 115–128.
- Del Ponte, E. y Blaksley, J.C. (1947) Importancia sanitaria de los Culicidae de la ciudad de Buenos Aires. *La Prensa Médica Argentina* **34**, 821–824.
- Delucchi, G. (1989) Las plantas con flores del Observatorio Astronómico de La Plata. *Novedades del Museo de La Plata* **2**, 4–8.
- Delucchi, G., Correa, R.F. y Julianello, A.A. (1993 a) Los espacios

- verdes y el arbolado urbano en el área de La Plata I. Orígenes y evolución hasta el presente. *Museo* **1**, 61–65.
- Delucchi, G., Correa, R.F. y Julianello, A.A. (1993 b) Los espacios verdes y el arbolado urbano en el área de La Plata II. El bosque entorno natural del Museo. *Museo* **1**, 72–82.
- Delucchi, G., Correa, R.F. y Julianello, A.A. (1994) Los espacios verdes y el arbolado urbano en el área de La Plata III. Gimnospermas del Observatorio Astronómico. *Museo* **1**, 74–80.
- Echaniz, S. A., Vignatti, A. M. y Bunino, P. C. (2008) El zooplankton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: Cambios después de una década. *Biota Neotropica* **8**, 63–71.
- Echevarría, A. L., Chani, J. M., Lobo Allende, I. R., Juri M. D. y Torres Dowdall J. (2007) *Aves del Jardín Botánico de la Fundación Miguel Lillo*. Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Ehrenhaus, C. y Vigna, M. S. (2006) Changes in the phytoplankton of Lake Planetario after a restoration process. *Darwiniana* **44**, 319–328.
- Ehrenhaus, C. y Vigna, M. S. (2008) *Interfilum paradoxum* var. *regulare* var. *nov* (Chlorococcales, Chlorophyta), primer registro del género para América. *Darwiniana* **46**, 46–50.
- Faggi, A. y Cagnoni, M. (1987) Parque Natural Costanera Sur. I. Las comunidades vegetales. *Parodiana* **5**, 135–159.
- Faggi, A. y Cagnoni, M. (1990) Flora del Parque Natural Costanera Sur. *Parodiana* **6**, 49–66.
- Faggi, A., Arriaga, M. y Aliscioni, S. (1999) La vegetación del Río Reconquista. *Revista Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* **1**, 1–6.
- Faggi, A. (2001) Flora del parque Indoamericano. *GAEA Contribuciones Científicas* **15**, 27–32.
- Faggi, A. y Milesi, J. (2003) Biodiversidad florística en un gradiente urbano-periurbano. *GAEA Contribuciones Científicas* **15**, 273–279.
- Faggi, A., Krellenberg, K., Arriaga, M., Castro, R. y Endlicher, W. (2006) Biodiversity in the Argentinean rolling pampa ecoregion: Changes caused by agriculture and urbanisation. *Erdkunde* **60**, 127–138.
- Faggi, A. y Perepelizin, P. (2006) Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* **8**, 289–297.
- Faggi, A. e Ignatieva, M. (2009) Urban green spaces in Buenos Aires and Christchurch. *ICE Municipal Engineer* **162**, 241–250.
- Faggi, A., Perepelizin, P. y Dadon, J. (2010a) *South Atlantic Tourist Resorts: Predictors for Changes Induced by Afforestation*. En: Urban Biodiversity and Design (Muller, N., Werner, P. y Kelcey, J.G., eds), Wiley-Blackwell, Singapore, Japón, pp. 363–374.
- Faggi, A., Fujiwara, F., Anido, C. y Perelman, P. (2010b) Use of tree bark for comparing environmental pollution in different sites from Buenos Aires and Montevideo. *Environmental Monitoring and Assessment* **178**, 237–245.
- Faggi, A. y Dadon, J. (2011) Temporal and spatial changes in plant dune diversity in urban resorts. *Journal of Coastal Conservation* **15**, 585–594.
- Feninger, O. (1983) Estudios cuantitativos sobre aves en áreas urbanas de Buenos Aires con densa población urbana. *Hornero (no. extra.)*, 174–191.
- Fischer, S., Marinone, M. C., Fontanarrossa, M. S., Nieves, M. y Schweigmann, N. (2000) Urban rain pools: Seasonal dynamics and entomofauna in a park of Buenos Aires. *Hydrobiologia* **441**, 45–53.
- Fischer, S., Marinone, M. C. y Schweigmann, N. (2002) *Ochlerotatus albifasciatus* in rain pools of Buenos Aires: Seasonal dynamics and relation to environmental variables. *Memorias do Instituto*

- Oswaldo Cruz* **97**, 767–773.
- Fischer, S., Alem, I. S., De Majo, M. S., Campos, R. E. y Schweigmann, N. (2011) Cold season mortality and hatching behavior of *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) eggs in Buenos Aires City, Argentina. *Journal of Vector Ecology* **36**, 94–99.
- Fontanarrosa, M. S., Marinone, M. C., Fischer, S., Orellano, P. W. y Schweigmann, N. (2000) Effects of flooding and temperature on *Aedes albifasciatus* development time and larval density in two rain pools at Buenos Aires University City. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* **95**, 787–93.
- Formiga, N. y Garriz, E. (1995) El proceso de urbanización y las principales ciudades en la región patagónica. *GAEA Contribuciones Científicas* **7**, 87–96.
- Formiga, N. y Garriz, E. (1999) Los impactos del crecimiento urbano en el área noreste bahiense. *GAEA Contribuciones Científicas* **11**, 253–264.
- Franceschi, E. A. (1996) The ruderal vegetation of Rosario City, Argentina. *Landscape and Urban Planning* **34**, 1–18.
- Frutos, S. M., Poi de Neiff, A. S. G. y Neiff, J. J. (2009) Zooplankton abundance and species diversity in two lakes with different trophic states (Corrientes, Argentina). *Acta Limnologica Brasiliensia* **21**, 367–375.
- Fujiwara, F., Gómez, D., Faggi, A., Perelman, P. y Dawidowski, L. (2011) Metals associated with airborne particulate matter in road dust and tree bark collected in a megacity (Buenos Aires, Argentina). *Ecological Indicators* **11**, 240–247.
- Ganci, C. (1995) Novedades sobre plagas del arbolado público urbano de Mendoza. *Multequina* **4**, 89–92.
- Ganci, C. (2010) *Oncideres germari* Thomson (Cerambycidae-Coleoptera) nueva plaga urbana de Mendoza y San Juan. *Multequina* **19**, 89–91.
- Ganci, C. (2011) Nuevas plagas para el arbolado urbano de las ciudades de Mendoza y San Juan. *Actas 3º Jornadas Regionales y 1º Nacionales, Ecología Urbana-Verde Urbano* **35**.
- Garaffa, P., Filloy, J. y Bellocq, M. I. (2009) Bird community responses along urban-rural gradients: Does the size of the urbanized areas matter? *Landscape and Urban Planning* **90**, 33–41.
- García, A., González, J. y Jerez, S. (2002) La evolución de la población, la expansión urbana y el uso del suelo en la Villa de San Pedro de Colalao, Departamento Trancas, Tucumán. *GAEA Contribuciones Científicas* **14**, 167–177.
- García Ebbens, C. A., Leanza, L. N., Parente, J. R., Varanese, C. T. y Nemer, O. E. (1998) Monitoreo de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Campana. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **2**, 11–21.
- Germain, P., Cuevas, Y., Sanhueza, C., Tizón, F. R., Loydi, A., De Villalobos, A. E., Zapperi, G., Vázquez, B., Pompozzi, G. y Piován, M. J. (2008) Ensamble de aves en zonas con diferente grado de urbanización en la ciudad de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina). *BioScriba* **1**, 35–45.
- Giaglianone, R. (1980) *Algunas hierbas espontáneas en los espacios verdes de la ciudad de Buenos Aires*. MCBA, Buenos Aires, Argentina.
- Gómez, P. F. (2001) Presencia de *Symbranchus marmoratus* Bloch (Piscis: Symbranchiidae) en la red de riego del Departamento 25 de Mayo, San Juan, Argentina. *Multequina* **10**, 79–80.
- Gómez, D. R., Giné, M. E., Sánchez Bellato, A. y Smichowski, P. (2005) Antimony: A traffic-related element in the atmosphere of Buenos Aires, Argentina. *Journal of Environmental Monitoring* **7**, 1162–1168.
- Gómez, V. (2006) Aves del parque General San Martín (Mendoza): Distribución y características. *Multequina* **15**, 81–95.
- Guerra, M. W. (2005) *Buenos Aires a la Deriva: Transformaciones*

- Urbanas Recientes*. Biblos, Buenos Aires, Argentina.
- (Indec) Instituto Nacional de Estadística y Censos (2001) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2000*. Disponible en línea: <http://www.indec.gov.ar>
- (Indec) Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*. Disponible en línea: <http://www.indec.gov.ar>
- Juri, M. D. y Chani, J. M. (2009) Variación estacional en la composición de las comunidades de aves en un gradiente urbano. *Ecología Austral* **19**, 175–184.
- Landolfi, M. y Pérez, J. H. (2003) *Aves Silvestres del Parque Avellaneda*. Mesa de Trabajo y Consenso del Parque Avellaneda, Buenos Aires, Argentina.
- Leveau, C. M. y Leveau, L. M. (2004) Comunidades de aves en un gradiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Hornero* **19**, 13–21.
- Leveau, C. M. y Leveau, L. M. (2006) Ensamblajes de aves en calles arboladas de tres ciudades costeras del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Hornero* **21**, 25–30.
- López, S. C., Perelman, P., Rivara, M., Castro, M. y Faggi, A. (2006) Características del suelo y concentración de metales a lo largo de un gradiente de urbanización en Buenos Aires, Argentina. *Multequina* **15**, 69–80.
- López de Casenave, J. y Filipello, A. M. (1995) Las aves acuáticas de la Reserva Costanera Sur: Cambios estacionales en la composición específica y en la abundancia de poblaciones y gremios. *Hornero* **14**, 9–14.
- Lucero, M. M., Chani, J. M., Brandán, Z. J., Echevarría, A. L. y Juri, M. D. (2002) Lista de aves de San Miguel de Tucumán y Yerba Buena. *Acta Zoológica Lilloana* **46**, 131–135.
- Lucero, M. M., Brandán, Z. J. y Chani, J. M. (2005) Composición y variación anual de la avifauna de los tres grandes parques urbanos de San Miguel de Tucumán (Tucumán, Argentina). *Acta Zoológica Lilloana* **49**, 43–48.
- Lynch, K. (1960) *The Image of the City*. MIT Press, Cambridge, UK.
- Manso Soto, A. E. y Martínez, A. (1948) Estudios sobre mosquitos de la Ciudad de Buenos Aires. *Misión Estudios Patología Regional Argentina* **19**, 39–49.
- Manso Soto, A. E. y Martínez, A. (1949) Estudios sobre mosquitos de la Ciudad de Buenos Aires. *Misión Estudios Patología Regional Argentina* **20**, 53–61.
- Maragliano, R. y Montalti, D. (1997) Estatus de residencia, categorización trófica y abundancia de las aves del Zoológico de La Plata, Argentina. *Doñana; Acta Vertebrata* **24**, 103–114.
- Márquez, J. y Dalmasso, A. D. (2003) Inventario del arbolado público de alineación en el casco céntrico de San José de Jáchal, San Juan. *Revista Científica del Programa de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de San Juan* **3**, 19–26.
- Marozzi, M. C., Devercelli, M., Polla, W. y Villalba, A. (2000) Respuesta de *Pistia stratiotes* L. (Araceae) a la acción del cadmio. *Rev. FABICID* **4**, 149–155.
- Marozzi, M., Villalba, A., Polla, W., Hadad, H. y Devercelli, M. (2003) Cambios en la morfología y en la tasa de crecimiento de *Pistia stratiotes* (Araceae) asociados a la presencia de plomo. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* **2**, 83–93.
- Martínez Carretero, E. (1992) Recursos naturales, biodiversidad, conservación y uso sustentable. *Multequina* **1**, 11–18.
- Martínez, C., Cantón, M. A. y Roig, F. A. (2008) *Dendrocronología y Variabilidad Hídrica en el Crecimiento de Árboles Urbanos*. En: Bioindicadores de Contaminación Ambiental (Castro, M. A., ed), Dunken, Buenos Aires, Argentina, pp. 71–86.
- Martínez Carretero, E. (2010) The synanthropic flora in the Mendoza (Argentina) urban area. *Urban Ecosystems* **13**, 237–242.

- Martínez-Crovetto, R. (1950) Las malezas de los céspedes en la Capital Federal y alrededores. *Revista Investigaciones Agronómicas* 4, 1–45.
- Martínez-Crovetto, R. (1979) Composición florística del césped de plazas y parques públicos de la ciudad de Corrientes. *Bonplandia* 5, 23–33.
- Massoia, E. y Fornes, A. (1967) Rodents collected in the Federal Capital City (Caviidae, Cricetidae, y Muridae). *IDIA*, 47–53.
- McDonnell, M. J. y Pickett, S. T. A. (1990) The study of ecosystem structure and function along urban-rural gradients: An unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71, 1231–1237.
- Méndez, E. (1989) *Flora y Cartografía del Arbolado Público del Conurbano de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina*. Municipalidad de Luján de Cuyo, Argentina.
- Méndez, E. (2005) Flora y vegetación del centro urbano de Luján de Cuyo. *Revista Facultad Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo* 37, 67–74.
- Milesi, J. y Faggi, A. (2002) Los biotopos de San Nicolás. *GAEA Contribuciones Científicas* 14, 281–287.
- Modenutti, B. E. (1987) Caracterización y variación espacial del zooplancton del Arroyo Rodríguez (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 14, 21–28.
- Montaldo, N. (1992) *Aves Silvestres de Pinamar y Villa Gesell*. Ediciones del Naturalista, Buenos Aires, Argentina.
- Montaldo, N. y Claver, J. (1986) Guía de las aves silvestres de las facultades de Agronomía y de Ciencias Veterinarias. *Revista Facultad de Agronomía* 7, 191–216.
- Montalti, D. y Kopij, G. (2001) Urban bird community of inner La Plata, Argentina. *Acta Ornithologica* 36, 161–164.
- Morello, J., Buzai, G. D., Baxendale, C. A., Matteucci, S. D., Rodríguez, A. F., Godagnone, R. E. y Casas, R. R. (2000) Urbanización y consumo de tierra fértil. *Ciencia Hoy* 55, 50–61.
- Moreno, G., Martínez Carretero, E., Faggi, A. y Vento, B. (2008) Deposición atmosférica seca y biomonitorio en hojas de *Morus alba* L. en la ciudad de San Juan (Argentina). *Interciencia* 33, 844–849.
- Munari, C. y Vigna, M. S. (1999) Contribución al conocimiento de la ficoflora de los estanques de la ciudad de Buenos Aires. Parque Tres de Febrero. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 1, 13–22.
- Murúa, F. y Acosta, J. C. (1997) *Symbranchus marmoratus* Bloch (Piscis: Symbrachiidae) nuevo registro para la ictiofauna de San Juan (Argentina). *Multequina* 6, 103.
- Narosky, T. y Zurieta, Y. D. (2003) *Guía para la Identificación de las Aves de Argentina y Uruguay*. Vázquez Mazzini, Buenos Aires, Argentina.
- Narosky, T. y Henschke, C. (2005) *Aves de la Ciudad de Buenos Aires*. Vázquez Mazzini, Buenos Aires, Argentina.
- Olguin, H. F., Puig, A., Loez, C. R., Salibián, A., Topalián, M., Castané, P. y Rovedatti, M. G. (2004) An integration of water physicochemistry, algal bioassays, phytoplankton and zooplankton for ecotoxicological assessment in a highly polluted lowland river. *Water, Air, and Soil Pollution* 155, 355–381.
- Ortego, J. (1999) Reciente introducción en la Argentina de *Chaitophorus leucomelas* (Hemiptera-Aphididae-Salicaceae) que afecta a los álamos. *Multequina* 8, 131–134.
- Papparelli, A., Kurbán, A. y Cúnsulo M. (2001) *Características de la Distribución Espacial de la Ciudad de San Juan*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ, San Juan, Argentina.
- Pecorari S., José de Paggi S. y Paggi J. C. (2006) Assessment of the urbanization effect on a lake by zooplankton. *Water Resources* 33, 677–685.
- Perelman, P., Castro, M., Navarro L., Rechi, M., Arriaga, M., López,

- S., Martínez Carretero, E. y Faggi, A. (2006) La corteza de fresno americano como potencial bioindicador de contaminación del aire. Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* **8**, 231–236.
- Perelman, P. E., Martínez Carretero, E., Moreno, G., Castro, M. A. y Faggi, A. (2007) El uso de corteza de mora (*Morus alba*) como biomonitor para detectar contaminación en la ciudad de Mendoza. *Hologramática* **4**, 205–214.
- Perelman, P., Faggi, A., Castro, M. A. y Martínez Carretero, E. (2010) Pollution trends using bark of *Morus alba* in the cities of Buenos Aires and Mendoza (Argentina) *Revista Árvore* **34**, 505–511.
- Perepelizin, P. y Faggi, A. (2009) Diversidad de aves en tres barrios de la ciudad de Buenos Aires. *Multequina* **18**, 71–85.
- Petagna de Del Río, A. M. y Zavatti de Gómez, M. C. (1985) La explicación del uso del suelo en una franja rural urbana del partido de Bahía Blanca a través del análisis locacional. *GEAE Contribuciones Científicas* **1**, 367–381.
- Pignata, M. L., González, C. M., Wannaz, E. D., Carreras, H. A., Gudino, G. L. y Martínez, M. S. (2004) Biomonitoring of air quality employing in situ *Ramalina celastri* in Argentina. *International Journal of Environment and Pollution* **22**, 409–429.
- Puliafito, C., Puliafito, E. y Quero, J. (1999) Contaminación del aire en Mendoza. *Revista de la Universidad de Mendoza* **16**, 223–247.
- Recchine de Lattes, Z. (1973) El proceso de urbanización en Argentina: Distribución, crecimiento y algunas características de la población urbana. *Desarrollo Económico* **12**, 48.
- Sánchez, D. C., Jiménez L. R., Carbajal D. y Acosta, M. (2005) Puerto Madryn: Crecimiento turístico y deterioro ambiental. *GEAE Contribuciones Científicas* **17**, 291–303.
- Smichowski, P., Gómez, D. R., Dawidowski, L. E., Giné, M. F., Sánchez Bellato, A. C. y Reich, S. L. (2004) Monitoring trace metals in urban aerosols from Buenos Aires city: Determination by plasma-based techniques. *Journal of Environmental Monitoring* **6**, 286–294.
- Spagnolo, S. (2005) Dinámica urbana en áreas periféricas de ciudades intermedias: Un caso en el sector oeste de la ciudad de Bahía Blanca. *GEAE Contribuciones Científicas* **17**, 339–342.
- Spinelli, R. (1993) Aves ciudadanas. *Boletín Museo Argentino de Ciencias Naturales* **7**, 21–24.
- Theinhardt, N. I. (1999) *Los líquenes de la ciudad de Buenos Aires y su relación con la contaminación atmosférica y otros factores ambientales*. Tesis de licenciatura. Universidad CAECE, Buenos Aires, Argentina.
- Vento, B. y Martínez, C. E. (2003) *Requerimientos Nutricionales de Morus alba y Platanus hispanica en el Arbolado Público Urbano de la Ciudad de San Juan*. XXIX Jornadas Argentinas de Botánica, San Luis, Argentina.
- Vezzani, D., Velázquez, S. M., Soto, S. y Schweigmann N. J. (2001) Environmental characteristics of the cemeteries of Buenos Aires city (Argentina) and infestation levels of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* **96**, 467–471.
- Vezzani, D. y Albicocco, A. P. (2009) The effect of shade on the container index and pupal productivity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipines* breeding in artificial containers. *Medical and Veterinary Entomology* **23**, 78–84.
- Vigna, M. S. (1981) Estudio con microscopio electrónico de barrido de nuevos taxones de la familia Synuraceae. *Physis* **39**, 15–20.
- Vigna, M. S. (1984) Estudio de la estatospora de *Mallomonas areolata* Nygaard con microscopio electrónico de barrido (Chrysophyceae). *Physis* **42**, 99–101.
- Vigna, M. S. (1988a) Contribution to the knowledge of argentine Mallomonadaceae. *Nova Hedwigia* **47**, 129–144.
- Vigna, M. S. (1988b) Ultraestructura y taxonomía de algunos Heliozoa dulceacuícolas interesantes o poco conocidos para Argentina.

- Physis* **46**, 11–16.
- Vigna, M. S. y Munari, C. (2001) Seasonal occurrence of silica scale chrysophytes (Chrysophyceae and Synurophyceae) in a lake of Buenos Aires (Argentina). *Nova Hedwigia* **122**, 195–209.
- Wannaz, E. D., Carreras, H. A., Pérez, C. A. y Pignata, M. L. (2006) Assessment of heavy metal accumulation in two species of *Tillandsia* in relation to atmospheric emission sources in Argentina. *Science of the Total Environment* **361**, 267–278.
- Weissflog, L. y Gantuz, M. (1999) Patrones de emisión de contaminantes aéreos en Argentina y Alemania. *Revista de la Universidad de Mendoza* **16**, 248–256.
- Zapata, A. (1996) Aves de la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires: Situación ambiental de la provincia de Buenos Aires. *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires* **5**, 1–55.
- Zelaya, D. G. y Pérez, J. H. (1998) *Observando Aves en los Bosques y Lagos de Palermo*. Athene, Buenos Aires, Argentina.



BRASIL

Andrea Larissa Boesing

Paulo Cesar Araujo dos Santos-Junior

Tiago Zaiden

Luiz dos Anjos

Brasil se encuentra localizado a lo largo de la costa continental Atlántica del continente Americano y ocupa 47% de la superficie de América del Sur (8,514,876 km²; IBGE 2002). Ab'Saber (1973) reconoció seis grandes regiones paisajísticas y macroecológicas en Brasil definidas principalmente por características climáticas y por sus tipos de vegetación. Dos de ellas son reconocidas como sitios de alta biodiversidad a nivel mundial: (1) el Cerrado y (2) el bosque Atlántico (Myers *et al.* 2000). El bosque Atlántico está compuesto por selva tropical, está situado en la vertiente Atlántica y se adentra en el continente en la porción sur de su distribución. Este bioma ocupaba 15% del territorio nacional, pero en la actualidad se ha reducido a aproximadamente 12% de su cobertura original (Ribeiro *et al.* 2009). Desde la llegada de los colonos europeos, este diverso bioma ha experimentado una pérdida irreversible de especies (Tabarelli *et al.* 2010), provocada principalmente por el intenso proceso de desarrollo agrícola y de

expansión urbana (Dean 1997, Metzger 2009). De hecho, la región del bosque Atlántico es donde se concentra la mayor parte de la población brasileña

(~ 110 millones de hab.; SOS Mata Atlântica 2011) y donde están localizados los principales centros económicos del país (*e.g.*, São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre y Curitiba).

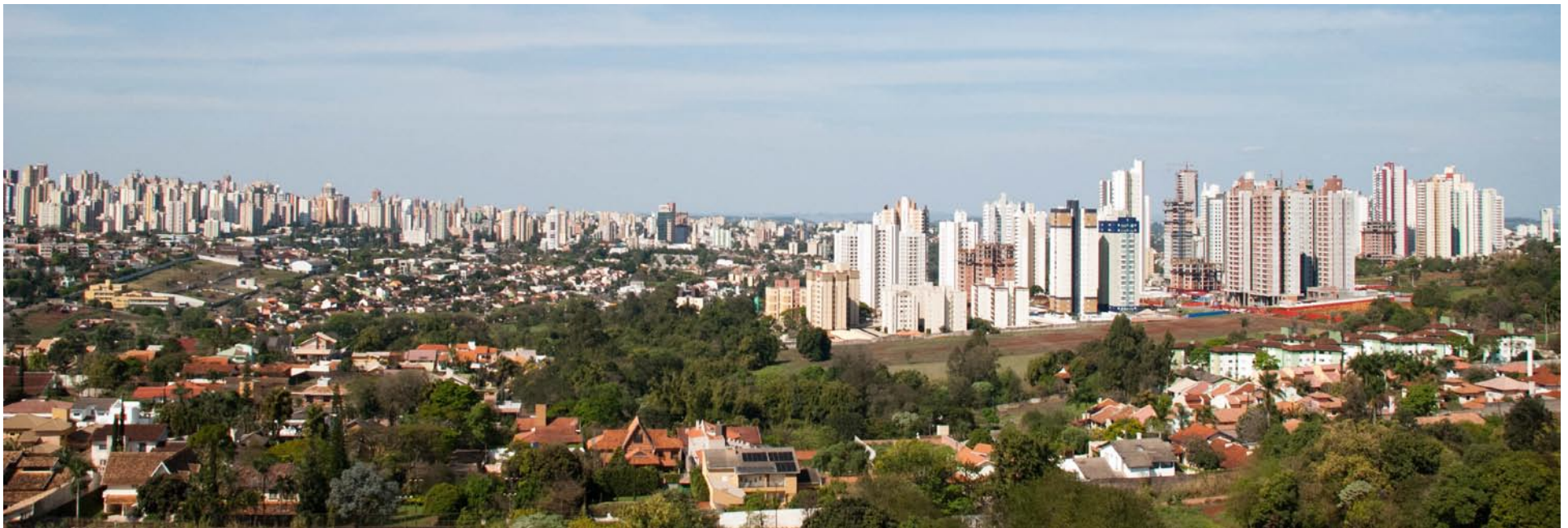
Brasil es un país altamente urbanizado, con 80% de su población viviendo en centros urbanos (Da Mata *et al.* 2007). Los procesos de urbanización en el país ocurrieron simultáneamente con la concentración de la actividad industrial. En el censo de 1940, sólo 31% de la población vivía en ciudades o áreas adyacentes, siendo São Paulo y Rio de Janeiro los únicos centros urbanos que alojaban poblaciones superiores a un millón de habitantes. Entre los años de 1940 y 2000 la población urbana creció 97%, ignorándose la planificación urbana nacional hasta el año de 1964 (Gouvêa 2005). Si bien en la década de los cuarenta (1940) Brasil se caracterizaba

por ser una sociedad meramente agraria y exportadora de productos primarios, a partir de 1970 se convirtió en la octava economía industrial más importante de occidente (Gouvêa 2005) y en la actualidad es la séptima mayor economía del mundo (Rodrigues 2011).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se estima que el mayor crecimiento de población en Brasil ocurrirá en las próximas tres décadas, incrementándose hasta 90% la cantidad de personas que vivirán en áreas urbanas (UN 2004). En la actualidad, Brasil tiene problemáticas ambientales re-

levantes relacionadas con su desarrollo económico. En particular, los procesos que afectan al ambiente están asociados con la contaminación atmosférica, la producción excesiva de residuos y su eliminación inadecuada, la deforestación, la ocupación desordenada de áreas de alto riesgo, el tratamiento inadecuado de aguas residuales, la contaminación de cuerpos de agua y la presencia de un número insuficiente de áreas verdes.

Debido a que Brasil es un país con un territorio enorme, este capítulo se enfocó en una de sus regiones: el bosque Atlántico.



Vista panorámica de la ciudad de Londrina, Paraná (Fotografía: Tiago Zaiden).

Primeras aproximaciones en Brasil

En su gran mayoría, los primeros estudios de ecología en ambientes urbanos en la región del bosque Atlántico son referentes a aves y fueron realizados en las ciudades de Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre y São Leopoldo. Entre dichas publicaciones destaca la obra de Ihering (1898), quien publicó el libro *As aves de São Paulo* (Las aves de São Paulo) que trata sobre las especies de aves colectadas en el estado de São Paulo, incluyendo algunas áreas urbanas. Posteriormente, Schirch (1928) describió los nidos de algunas especies de aves que habitan en sistemas urbanos brasileños. Tres décadas después, Mitchell (1957) publicó listas de especies de aves de algunas localidades de la ciudad de São Paulo, haciendo mención sobre los hábitats en los que las especies fueron registradas, así como los recursos que utilizaban (*i.e.*, sitios de forrajeo, lugares de nidificación). Más tarde, se publicaron listas de especies de aves en ciudades del estado de Rio Grande do Sul (*e.g.*, Voss 1976, 1979a,b,c; Voss 1981). En Belo Horizonte (estado de Minas Gerais), Carnevalli y Rigueira (1982) iniciaron la elaboración de listas sistemáticas de especies. Ruzsczyk y colaboradores (1987) realizaron uno de los estudios más completos sobre aves en ambientes urbanos publicado hasta entonces, donde evaluaron la distribución de ocho especies de aves en un gradiente de urbanización en la

ciudad de Porto Alegre (estado de Rio Grande do Sul). En Curitiba (estado de Paraná), Anjos y Larocca (1989) estudiaron la avifauna de dos áreas urbanas, evaluando la influencia de la urbanización sobre la estructura de las comunidades de aves. Anjos y Larocca sugirieron que la urbanización puede alterar los ciclos de extinción y recolonización de las poblaciones locales, así como afectar la densidad de las pocas especies sobrevivientes. En la misma década, la fundación Centro de Estudios Ornitológicos (CEO; www.ceo.org.br) de la Universidad de São Paulo (USP) impulsó de forma importante los estudios sobre aves en ambientes urbanos en la región del bosque Atlántico. Así, la fundación CEO incentivó discusiones y trabajos sobre aves urbanas, especialmente en el estado de São Paulo, buscando demostrar que en los ambientes urbanos pueden encontrarse algunas áreas importantes para la conservación de ciertas especies de aves.

Estudios pioneros enfocados en otros grupos taxonómicos son escasos. Una primera contribución para el conocimiento entomológico fue un trabajo que estudió los lepidópteros en la ciudad de Curitiba en la década de los treinta (1930) (Biezanko 1938). Décadas más tarde, otros autores continuaron el estudio de lepidópteros en áreas urbanas brasileñas (Link *et al.* 1977, 1980; Ruzsczyk 1986a,b; Ruzsczyk 1987). Además, el estudio de otros grupos taxonómicos en áreas urbanas brasileñas

ganó fuerza a partir de la década de los ochenta (1980). Los trabajos publicados hasta entonces constituyen un acervo histórico sobre los estudios de ecología urbana en Brasil, ejerciendo además un papel importante en el desarrollo del pensamiento ecológico en el país.

Tendencias actuales en Brasil

En los últimos años, la bibliografía de ecología urbana en Brasil ha incrementado de forma considerable. De hecho, la mayoría de los trabajos de ecología urbana llevados a cabo en América Latina corresponden a estudios brasileños (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors 2011). La literatura generada se ha enfocado de forma específica en el estudio de las interacciones ecológicas que ocurren dentro de los ecosistemas urbanos, así como en temas sobre problemáticas ambientales y de interés para la salud pública. Para facilitar su análisis, dividimos los estudios de acuerdo con sus objetivos en tres grupos: (1) ecología (estudios orientados a la evaluación de poblaciones y comunidades biológicas), (2) comportamiento y (3) problemáticas ambientales (estudios que analizan las relaciones entre la fauna y el hombre).

Ecología

La mayoría de los estudios ecológicos realizados en am-

bientes urbanos de la región del bosque Atlántico están principalmente enfocados en el grupo de las aves, los murciélagos, los anfibios, los reptiles y los artópodos. En 1991, Anjos analizó la distribución espacial de las aves en un fragmento de bosque con araucarias en la ciudad de Curitiba, encontrando que 58% de las especies eran de ocurrencia esporádica debido posiblemente a que el área se encontraba aislada por el desarrollo urbano. A partir de 2005, se han llevado a cabo diversos estudios en Porto Alegre (e.g., Scherer *et al.* 2005, 2006, 2010; Santos y Cademartori 2010). Santos y Cademartori (2010) analizaron la literatura existente sobre parques urbanos de la



Lago Igapó, Londrina, Paraná (Fotografía: Tiago Zaiden).

ciudad de Porto Alegre y concluyeron que aquellos parques de mayor superficie exhiben comunidades de aves más similares entre sí que en relación con parques pequeños, además de que albergan una mayor riqueza de especies. Otro ambiente urbano que ha sido ampliamente estudiado son los campus universitarios (Azevedo 1995, D'Angelo Neto *et al.* 1998, Mendonça-Lima y Fontana 2000, Gimenez y Anjos 2000, Volpato y Anjos 2001, Lopes y Anjos 2006, Manhães y Loures Ribeiro 2005, Pinheiro *et al.* 2009).

En la ciudad de Lavras (estado de Minas Gerais), un estudio comparativo entre diferentes plazas y explanadas urbanas demostró que existe una alta uniformidad en las comunidades de aves asociadas con el ambiente urbano, siendo la extensión del área de las plazas el factor que más favorece la riqueza de especies (Braga *et al.* 2010). Mattarazo-Neuberger (1992, 1995) también estudió plazas y explanadas urbanas en la ciudad de São Paulo. Toledo y colaboradores (2012) compararon la riqueza de especies de aves en las áreas verdes urbanas de la ciudad de Taubaté (estado de São Paulo) y encontraron que existe una clara necesidad de incrementar la diversidad de la vegetación, dado que se encuentra íntimamente relacionada con el número de especies de aves.

Franz y colaboradores (2010) realizaron un estudio que describe el proceso de extinción de especies de aves

en un parque urbano en Novo Hamburgo (estado de Rio Grande do Sul). Para ello, Franz y colaboradores compararon el listado actual de las especies presentes en el sitio con los registros históricos del lugar pertenecientes a los años entre 1970-1990 con el fin de evaluar posibles cambios en la composición de especies a través del tiempo. Como resultado, encontraron que 37% de las especies forestales se extinguieron localmente y que el grupo más afectado fue el de los frugívoros de mayor tamaño, con 90% de extinción. Los autores sostienen que la causa más probable de dichas extinciones es el incremento en el proceso de urbanización, el cual provocó la fragmentación del hábitat y derivó en el incremento de la caza que favoreció la modificación de los ambientes naturales (Franz *et al.* 2010).

Además de las aves, existe un importante acervo referente a los quirópteros de áreas urbanas en la región del bosque Atlántico. Un trabajo clave sobre este grupo de organismos fue realizado por Pacheco y colaboradores (2010). Este estudio reportó la distribución, los sitios utilizados como refugio, el tamaño de las colonias, los hábitos alimenticios y los aspectos de salud pública y de conservación relacionados con las especies de murciélagos registradas en los ambientes urbanos y periurbanos de diferentes ciudades brasileñas, incluyendo São Paulo y Porto Alegre. De acuerdo con Pacheco y

colaboradores, el conocimiento sobre los murciélagos en la gran mayoría de las ciudades brasileñas está enfocado en aquellas especies que son colectadas por los órganos gubernamentales de salud y agricultura. Debido a este fenómeno, son pocos los estudios que hacen referencia al comportamiento, al uso de hábitat, a los patrones de desplazamiento, a las preferencias de refugio y a la reproducción de este grupo de mamíferos en ambientes urbanos (Fabián *et al.* 1990, Marques y Fabián 1994, Pacheco y Marques 1995, Fabián y Marques 1996, Silva *et al.* 1996, Pacheco *et al.* 2008, Sodré y Esbérard 2008). Los estudios realizados por Oprea y colaboradores (2009) en áreas urbanas que exhiben una alta cobertura arbórea en la ciudad de Vitória (estado de Espírito Santo), constataron que la vegetación es un componente importante para el mantenimiento de la diversidad de murciélagos en centros urbanos. No obstante, Oprea y colaboradores afirman que estas áreas son ocupadas por pocos individuos pertenecientes a un número reducido de especies.

Con excepción de los trabajos relacionados con aves y murciélagos, el estudio de otros grupos de vertebrados ha sido escaso dentro de las áreas urbanas de la región del bosque Atlántico. Algunos trabajos han analizado los patrones de reproducción y el uso de hábitats urbanos por algunas especies de marsupiales (*i.e.*, *Didelphis aurita*, *D. albiventris*; Graipel y Filho 2006, Almeida *et*

al. 2008). En cuanto a la herpetofauna, Santana y colaboradores (2008) estudiaron la riqueza y el uso de hábitat de los anfibios y de los reptiles en un fragmento de bosque urbano en el estado de Paraíba. Santana y colaboradores señalan que, a pesar de los impactos humanos, el fragmento de bosque estudiado alberga una herpetofauna rica en especies, por lo que recomiendan implementar medidas urgentes que ayuden a garantizar la viabilidad de las poblaciones presentes en estos ambientes. Por último, Shibatta y colaboradores (2009) realizaron un inventario de la fauna de vertebrados asociada con el campus de la Universidad Estatal de Londrina (estado de Paraná). Si bien existen más trabajos sobre vertebrados en áreas urbanas de Brasil, éstos se han realizado en biomas diferentes (*e.g.*, Ávila y Ferreira 2004, Santos *et al.* 2005, Galdino *et al.* 2008, Rodrigues *et al.* 2008, Santos *et al.* 2008, Knispel y Barros 2009, Rocha *et al.* 2010, Silva *et al.* 2011).

Otro grupo ampliamente estudiado es el de los artópodos. Particularmente, existe una creciente cantidad de bibliografía sobre mariposas a partir de la década de los noventa (1990) (*e.g.*, Ruszczyk y Araujo 1992, Schwartz y Di Mare 2001, Brown y Freitas 2002, Paim y Di Mare 2002, Lemes *et al.* 2008). Brown y Freitas (2002) señalaron que para la conservación efectiva de las comunidades de mariposas en ciudades tropicales,

deben mantenerse áreas verdes y corredores biológicos ricos en especies de plantas con flores a lo largo de calles y cuerpos de agua. Corrêa y colaboradores (2001) elaboraron un trabajo con el objetivo de verificar las características de la estructura floral utilizada por el erato (*Heliconius erato*) en diferentes ambientes, incluyendo áreas urbanas. Corrêa y colaboradores determinaron que la especie tiene hábitos oportunistas ya que utiliza tanto polen como néctar como recurso alimenticio de flores que exhiben un determinado patrón morfométrico. También demostraron que el erato utiliza predominantemente especies herbáceas, mostrando así la gran importancia que este estrato representa para los adultos de esta especie en áreas residenciales, caminos y parques (Corrêa *et al.* 2001).

Otros estudios sumados a la comprensión de los insectos urbanos en Brasil son los enfocados en hormigas (Dáttilo *et al.* 2011) y abejas (Bezerra y Martins 2001, Nemésio y Silveira 2007). Nemésio y Silveira (2007) indicaron que la abundancia de abejas euglosinas es más elevada en fragmentos de bosque urbano de gran tamaño, por lo que éste tipo de hábitats es muy importante para su conservación (Nemésio y Silveira 2007). Otros trabajos han evaluando los impactos de la iluminación artificial urbana sobre los coleópteros bioluminiscentes (Viviani *et al.* 1989, Viviani *et al.* 2010). Los resultados

de estos estudios sugieren que la iluminación artificial es uno de los principales factores que afectan la ocurrencia de luciérnagas en sitios urbanizados, de modo que la riqueza de especies decrece considerablemente con el incremento del desarrollo urbano (Viviani *et al.* 2010).

Diversos estudios ecológicos se han llevado a cabo en ríos y cursos de agua dentro de ambientes urbanos en la región del bosque Atlántico con el objetivo de evaluar los efectos de la urbanización sobre comunidades de fauna acuática (Barella y Petrere 2003, Oliveira y Bennemann 2005, Cunico *et al.* 2006, 2011; Vieira y Shibatta 2007, Smith *et al.* 2009, Felipe y Suárez 2010, Frederice *et al.* 2010, Hepp *et al.* 2010). En su mayoría, estos trabajos han realizado listas de especies y análisis de composición de comunidades (Araujo *et al.* 2001, Cunico *et al.* 2009, Alexandre *et al.* 2010, Gubiani *et al.* 2010). Particularmente en el sur de Brasil, Hepp y Santos (2009) y Hepp y colaboradores (2010) evaluaron la comunidad de macroinvertebrados en ambientes ribereños, concluyendo que la densidad de macroinvertebrados es mayor en ríos urbanos que en ríos de hábitats conservados, mientras que el patrón observado para la riqueza de especies es completamente contrario al de la densidad (Hepp *et al.* 2010). Por otro lado, Oliveira y Bennemann (2005) observaron que las alteraciones ocasionadas en ambientes acuáticos por fe-

nómenos asociados con la urbanización (e.g., eliminación de bosques ribereños, vertimiento de residuos industriales y domésticos en el cauce del río, introducción de especies, alteración física de la vera de los ríos) alteran no sólo la composición de la ictiofauna, sino también la dieta de las especies que integran sus comunidades. Finalmente, Cunico y colaboradores (2006) destacaron que las comunidades de peces, principalmente aquellas presentes en ríos pequeños, están particularmente en riesgo debido al incremento del desarrollo urbano. Esto se debe a que pocas especies están asociadas con ríos pequeños, lo cual los hace altamente susceptibles a la reducción de su diversidad por alteraciones en la calidad del agua o el régimen hidrológico.

Comportamiento

Algunos estudios han analizado el comportamiento alimenticio y reproductivo de las aves que habitan en ambientes urbanos (Krügel y Behr 1998, Valente 2001, Krügel *et al.* 2006). Argel-de-Oliveira y colaboradores (1998) realizaron un estudio sobre la alimentación del luis vienteveo (*Pitangus sulphuratus*) en un ambiente urbanizado. Este trabajo describe la capacidad de *P. sulphuratus* para identificar y obtener recursos alimenticios que son espacial y temporalmente impredecibles en áreas urbanas. Adicionalmente, este estudio señaló

la plasticidad de la especie para alimentarse en ciudades, lo cual podría explicar su capacidad para colonizar estos ambientes. Toledo y Moreira (2008) describieron los hábitos alimenticios y los recursos que están disponibles para una especie de colibrí (*Eupetomena macroura*) dentro de una zona urbana, demostrando que la especie exhibe cierto grado de plasticidad ecológica que la ayuda a ser exitosa en ambientes urbanos. Por otro lado, Mendonça y Anjos (2005) sugieren que los ambientes urbanos favorecen a las especies de colibríes de nichos tróficos amplios. En un estudio diferente, Barbieri (2010) analizó el contenido estomacal de albatros y petreles en una playa del sureste del país, encontrando que 64% de las aves colectadas se veían afectadas al alojar partículas de plástico dentro de sus estómagos generadas por la expansión urbana en áreas costeras.

Problemáticas ambientales

Los estudios enfocados en las relaciones que existen entre la vida silvestre y el hombre en la región del bosque Atlántico se relacionan principalmente con el daño estructural causado por la fauna sobre las construcciones urbanas (Eleotério 2000, Morini *et al.* 2007) y cuestiones de índole zoonosanitaria (Carvalho y Nogueira 1998, Masi *et al.* 2009a,b). Uno de los trabajos pioneros en esta área es el de Bueno y Campos-Farinha (1999), quienes

señalaron que las hormigas del género *Camponotus* son capaces de producir impactos negativos sobre la estructura de las residencias y establecimientos comerciales en áreas urbanas. En otro trabajo, Constantino (1999) menciona que las termitas también provocan daños considerables sobre las edificaciones propias de zonas urbanas tropicales, resultando en graves pérdidas económicas para los propietarios. Adicionalmente, Eleotério (2000) sugirió que el riesgo de infestaciones por termitas tiende a incrementar con la edad de las construcciones, mientras que la ocurrencia de termitas en edificaciones residenciales aumenta con la humedad contenida en la madera utilizada para la construcción. Además de las edificaciones, es importante mencionar que el arbolado urbano puede verse afectado por las termitas de igual manera (Fontes 1998).

Entre los trabajos relacionados con la problemática zoonosanitaria urbana destacan los que estudian a los dípteros como vectores mecánicos de patógenos (Silva y Lozovei 1996, 1999; D' Almeida y Almeida 1998, Zequi y Lopes 2001, Vianna *et al.* 2004, Zequi *et al.* 2005, Garcia *et al.* 2008). De igual manera, las hormigas han sido estudiadas ampliamente dentro de las urbes brasileñas (Silva y Loeck 1999, Campos-Farinha *et al.* 2002, Oliveira y Campos-Farinha 2005, Farneda *et al.* 2007, Morini *et al.* 2007, Iop *et al.* 2009). Este tipo de tra-

bajos han evaluado la asociación entre las hormigas y los organismos patógenos (*i.e.*, bacterias) que causan infecciones en hospitales (Zarzuela *et al.* 2002, Lise *et al.* 2006).

Un grupo que históricamente ha causado problemas a la población urbana es el de los roedores, ya que está relacionado con algunas enfermedades humanas. Entre los trabajos referentes a este tema sobresalen los que evalúan las condiciones ambientales que favorecen el establecimiento de grandes grupos de roedores en áreas urbanas (Masi *et al.* 2009a), así como aquellos que proponen posibles acciones para su control (Carvalho-Neto 1986, Faria *et al.* 2008, Masi *et al.* 2009b). Cabe mencionar el estudio realizado por Magrini y Faccure (2008), quienes evaluaron la importancia de las lechuzas de campanario (*Tyto alba*) en zonas urbanas como control de roedores que transmiten el hantavirus en Uberlândia. Los resultados de este trabajo sugieren que las lechuzas desempeñan un papel importante en el control de roedores urbanos, lo cual a su vez contribuye a la minimización del número de casos de hantavirus.

Otro grupo de importancia médica ampliamente considerado en estudios de áreas urbanas en Brasil es el de los ofidios. Si bien existe una extensa literatura acerca de los accidentes asociados con serpientes, la mayoría son de índole cuantitativo y no indican si el origen del accidente es rural o urbano (Bochner y Struchiner

2003). No obstante, un estudio realizado en el área urbana de Cuiabá muestra que cerca de 40% de los accidentes con serpientes en áreas urbanas son de importancia médica (Carvalho y Nogueira 1998).

Futuro de la ecología urbana en Brasil

Durante mucho tiempo, las investigaciones de ecología urbana fueron escasas en Brasil. Aunque este capítulo se enfocó en la región del bosque Atlántico, reconocemos la necesidad de generar más conocimiento relacionado con los patrones y procesos ecológicos de zonas urbanas de todo el país. Con base en nuestra recopilación y experiencia, consideramos que los siguientes puntos son cruciales a considerar en estudios futuros:

- (1) incentivar la continuidad y la implementación de estudios de ecología urbana a largo plazo con el propósito de que sirvan como base para la realización de estudios futuros de mayor complejidad,
- (2) desarrollar investigaciones enfocadas en un conjunto más diverso de grupos de vida silvestre en zonas urbanas con diferentes intensidades de urbanización,
- (3) trabajar en conjunto con órganos gubernamentales

para incentivar la investigación en áreas urbanas, instaurar planes de mantenimiento, crear de áreas verdes e implementar proyectos de arborización dentro de las ciudades,

(4) incentivar la publicación de resultados de estudios llevados a cabo en áreas urbanas tanto en revistas nacionales como internacionales, ya que muchos trabajos únicamente son publicados en tesis o periódicos locales de difícil acceso y

(5) crear programas de sensibilización y educación ambiental para la comunidad con la finalidad de mejorar el vínculo entre los habitantes urbanos y su entorno ambiental.

Consideraciones finales

El bosque Atlántico es uno de los biomas más biodiversos en Brasil, y al mismo tiempo aloja la densidad urbana más alta del país. De esta manera, combinar el desarrollo urbano con la conservación de la biodiversidad es un desafío evidente para esta región. Desde nuestro punto de vista, la inversión en estudios de ecología urbana debe ir acompañada con la generación de medidas prácticas de manejo y promoción de la participación ciudadana en programas de conservación.

Es necesario que la población brasileña sea conciente que la naturaleza en las grandes ciudades va más allá de los parques urbanos, y que no puede ser menospreciada la importancia para la vida silvestre de las pequeñas áreas verdes, los camellones verdes o hasta los mismos jardines y patios residenciales. Hoy en día es imprescindible determinar la manera de garantizar la preservación y el incremento de la diversidad de especies en ambientes urbanos mediante la elaboración y ejecución de planes de manejo. Adicionalmente, resulta sumamente importante identificar aquellas especies de vida silvestre capaces de persistir en paisajes alterados por el hombre, así como aquellos hábitats urbanos idóneos para el mantenimiento de la diversidad biológica regional relativa a una zona urbana con la finalidad de fomentar su conservación y manejo adecuado.

Literatura citada

- Ab'Saber, A. (1973) *A Organização Natural das Paisagens Inter e Sub-tropicais Brasileiras*. Geomorfologia. IGEOG/USP, São Paulo, Brasil.
- Alexandre, C. V., Esteves, K. E. y Mello, M. A. M. M. (2010) Analysis of fish communities along rural-urban gradient in a neotropical stream (Piracicaba River Basin, São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia* **641**, 97–114.
- Almeida, A. J., Torquestti, C. G. y Talamoni, S. A. (2008) Use of space by neotropical marsupial *Didelphis albiventris* (Didelphimorphia: Didelphidae) in a urban forest fragment. *Revista Brasileira de Zoologia* **25**, 214–219.
- Anjos, L. (1991) Distribuição de aves em uma floresta de Araucária na cidade de Curitiba (Sul do Brasil). *Acta Biológica Paranaense* **19**, 51–63.
- Anjos, L. y Larocca, S. (1989) Abundância relativa e diversidade específica em duas comunidades urbanas de aves em Curitiba (Sul do Brasil). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* **32**, 637–643.
- Araújo, F. G., Fichberg, I., Pinto, B. C. T. y Peixoto, M. G. (2001) Variações espaciais na assembléia de peixes no Rio Paraíba do Sul (Barra Mansa, Barra do Piraí), Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **18**, 483–492.
- Argel-de-Oliveira, M. M., Curi, N. A. y Passerini, T. (1998) Alimentação de um filhote de Bem-te-vi, *Pitangus sulphuratus* (Linnaeus) (Passeriformes, Tyrannidae), em ambiente urbano. *Revista Brasileira de Zoologia* **15**, 1103–1109.
- Ávila, R. W. y Ferreira, V. L. (2004) Riqueza e densidade de vocalizações de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **21**, 887–892.
- Azevedo, T. (1995) Estudo da avifauna do campus da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis). *Biotemas* **8**, 7–35.
- Barbieri, E. (2010) Occurrence of plastic particles in Procellariiforms, south of São Paulo state (Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology* **52**, 341–348.
- Barella, W. y Petrerre-Jr., M. (2003) Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema rivers (Brazil). *River Research and Applications* **19**, 59–76.
- Bezerra, C. P. y Martins, C. F. (2001) Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

- Revista Brasileira de Zoologia* **18**, 823–835.
- Biezanko, C. M. (1938) *Sobre Alguns Lepidópteros que Ocorrem em Arredores de Curitiba (Estado do Paraná)*. Livraria do Globo, Pelotas, Brasil.
- Bochner, R., y Struchiner, C. J. (2003) Snake bite epidemiology in the last 100 years in Brazil: A review. *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro* **19**, 7–16.
- Braga, T. V., Zanzini, A. C. S., Cerboncini, R. A. S., Matusalém, M. y Moura, A. S. (2010) Avifauna em praças da cidade de Lavras (MG): Riqueza, similaridade e influência de variáveis do ambiente urbano. *Revista Brasileira de Ornitologia* **18**, 26–33.
- Brown Jr., K. S. y Freitas, A. V. L. (2002) Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation* **6**, 217–231.
- Bueno, O. C., y Campos-Farinha, A. E. C. (1999) *As Formigas Domésticas*. En: Insetos e Outros Invasores de Residências (Mariconi, F. A. M., ed), FEALQ, Piracicaba, Brasil, pp.135–180.
- Campos-Farinha, A. E. C., Bueno, O. C., Campos, M. G. C. y Kato, L. M. (2002) As formigas urbanas no Brasil: Retrospecto. *Biológico* **62**, 129–133.
- Carnevali, N. y Rigueira, S. E. (1982) Estudo preliminar da distribuição de aves em cinco biótopos na área do Campus da UFMG. *Lundiana* **2**, 89–102.
- Carvalho, M. A. y Nogueira, F. (1998) Snakes from the urban area of Cuiabá, Mato Grosso: Ecological aspects and associated snakebites. *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro* **14**, 753–763.
- Carvalho-Neto, C. (1986) *Um Estudo sobre Resistência a Warfarina em Roedores da Cidade de São Paulo/SP*. Tesis de maestría, Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, Brasil.
- Constantino, R. (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* **40**, 387–448.
- Corrêa, C. A., Irgang, B. E. y Moreira, G. R. P. (2001) Estrutura floral das angiospermas usadas por *Heliconius eratophyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* **90**, 71–84.
- Cunico, M., Agostinho, A. A. y Latini, J. D. (2006) Influência da urbanização sobre as assembléias de peixes em três córregos de Maringá, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**, 1101–1110.
- Cunico, A. M., Graça, W. J., Agostinho, A. A., Domingues, W. M. y Latini, J. D. (2009) Fish, Maringá urban streams, Pirapó river drainage, upper Paraná river basin, Paraná state, Brazil. *Check List* **5**, 273–280.
- Cunico, A. M., Allan, J. D. y Agostinho, A. A. (2011) Functional convergence of fish assemblages in urban streams of Brazil and the United States. *Ecological Indicators* **11**, 1354–1359.
- D’Almeida, J. M. y Almeida, J. R. (1998) Nichos tróficos em dípteros caliptrados, no Rio de Janeiro, RJ. *Revista Brasileira de Biologia* **58**, 563–570.
- D’Angelo Neto, S., Venturin, N., Oliveira Filho, A. T. y Costa, F. F. (1998) Avifauna de quatro fisionomias florestais de pequeno tamanho (5– 8 ha) no Campus da UFLA. *Revista Brasileira de Biologia* **58**, 463–472.
- Da Mata, D., Deichmann, U., Henderson, J. V., Lall, S. V. y Wang, H. G. (2007) Determinants of city growth in Brazil. *Journal of Urban Economics* **62**, 252–272.
- Dáttilo, W., Sibinel, N., Falcão, J. C. F y Nunes, R. V. (2011) Mirmecofauna em um fragmento de floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Biosciences Journal* **27**, 494–504.
- Dean, W. (1997) *With Broadax and Firebrand: The Destruction of the Brazilian Atlantic Forest*. University of California Press, Berkeley, United States.

- Eleotério, E. S. R. (2000) *Levantamento e Identificação de Cupins (Insecta, Isoptera) em Área Urbana de Piracicaba, SP*. Tesis de maestría, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Ciência e tecnologia de madeiras, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Fabián, M. E., Hartz, S. M., y Arigony, T. H. A. (1990) Alimentação de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) na região urbana de Porto Alegre, RS, Brasil (Chiroptera, Molossidae). *Revista Brasileira de Biologia* **50**, 387–392.
- Fabián, M. E. y Marques, R. V. (1996) Aspectos do comportamento de *Tadarida brasiliensis brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Molossidae) em ambiente urbano. *Biociências* **4**, 65–86.
- Faria, M. T., Calderwood, M. S., Athanazio, D. A., McBride, A. J. A., Hartskeerl, R. A., Pereira, M. M., Iko, A. I. y Reis, M. G. (2008) Carriage of *Leptospira interrogans* among domestic rats from an urban setting highly endemic for leptospirosis in Brazil. *Acta Tropica* **108**, 1–5.
- Farneda, F. Z., Lutinski, J. A. y Garcia, F. R. M. (2007) Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área urbana do município de Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil. *Revista Ciências Ambientais* **1**, 53–66.
- Felipe, T. R. A. y Suárez, Y. R. (2010) Caracterização da influência dos fatores ambientais nas assembléias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Paraná. *Biota Neotropica* **10**, 143–151.
- Fontes, L. R. (1998) *Considerações Sobre a Complexidade da Interação entre o Cupim Subterrâneo, Coptotermes havilandi e a Arborização no Ambiente Urbano*. En: Cupins: o Desafio do Conhecimento (Fontes, L. R. y Berti Filho, E., eds), FEALQ, Piracicaba, SP, Brasil, pp. 109–124.
- Franz, I., Cappelatti, L. y Barros, M. P. (2010) Bird community in a forest patch isolated by the urban matrix at the Sinos River basin, Rio Grande do Sul state, Brazil, with comments on the possible local defaunation. *Brazilian Journal of Biology* **70**, 1137–1148.
- Frederice, A., do Amaral, D. C., Moreira, D. C., Shitara, J., Fuess, L. T., Costa, N. R., Curan, R. M., Reis, F. A. G. Y. y Carmo Giordano, L. (2010) Environmental analysis of the Corumbataí river in an urban stretch in the city of Rio Claro, SP. *Geociências* **29**, 643–657.
- Galdino, C. A. B., Carvalho-Jr, R. R., Noronha e Menezes, M. A. V. y Nascimento, L. B. (2008) Habitat use by three frog species of *Scinax* (Amphibia, Hylidae) at an urban forest fragment from southeastern Brazil. *Iheringia Série Zoologia* **98**, 412–415.
- Garcia, A. C. L., Valiati, V. H., Gottschalk, M. S., Rohde, C. y Valente, V. L. S. (2008) Two decades of colonization of the urban environment of Porto Alegre, southern Brazil, by *Drosophila paulistorum* (Diptera, Drosophilidae). *Iheringia Série Zoologia* **98**, 329–338.
- Gimenez, M. R. y Anjos, L. (2000) Distribuição espacial de aves em um fragmento florestal do campus da Universidade Estadual de Londrina, norte do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **17**, 263–271.
- Gouvêa, G. (2005) *A Questão Metropolitana no Brasil*. Editora FGV, Rio de Janeiro, Brasil.
- Graipel, M. E. y Filho, M. S. (2006) Reprodução e dinâmica populacional de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied (Mammalia, Didelphimorphia) em ambiente periurbano na Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas* **19**, 65–73.
- Gubiani, E. A., Daga, D. S., Frana, V. A. y Graça, W. J. (2010) Fish, Toledo urban streams, São Francisco Verdadeiro River drainage, upper Paraná River basin, state of Paraná, Brazil. *Check List* **6**, 45–48.
- Hepp, L. U. y Santos, S. (2009) Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil.

- Environmental Monitoring and Assessment* **157**, 305–318.
- Hepp, L. U., Millesi, S. V., Biasi, C. y Rastello, R. M. (2010) Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblage in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). *Zoologia* **27**, 106–113.
- (IBGE) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002) Disponible en línea: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm.
- Ihering, H. V. (1898) As aves do Estado de São Paulo. *Revista do Museu Paulista* **3**, 113–476.
- Iop, S., Caldart, V. M., Lutinski, J. A. y Garcia, F. R. M. (2009) Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* **22**, 55–64.
- Knispel, S. R. y Barros, F. B. (2009) Anfíbios anuros da região urbana de Altamira (Amazônia Oriental), Pará, Brasil. *Biotemas* **22**, 191–194.
- Krügel, M. M. y Behr, E. R. (1998) Consumo dos frutos de *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) por aves em fragmentos florestais urbanos de Maringá, Paraná. *Biotemas* **12**, 149–155.
- Krügel, M. M., Burger, M. I. y Alves, M. A. (2006) Frugivoria por aves em *Nectandra megapotamica* (Lauraceae) em uma área de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* **96**, 17–24.
- Lemes, R., Ritter, C. D. y Moraes, A. B. B. (2008) Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no jardim botânico na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. *Biotemas* **21**, 91–98.
- Link, D., Biezanko, C. M., Tarragó, M. F. y Carvalho, S. (1977) Lepidoptera de Santa Maria e arredores. I: Papilionidae e Pieridae. *Revista Centro Ciências Rurais* **7**, 381–389.
- Link, D., Biezanko, C. M., Tarragó, M. F. y Carvalho, S. (1980). Lepidoptera de Santa Maria e arredores. II: Morphidae e Brassolidae. *Revista Centro Ciências Rurais* **10**, 191–195.
- Lise, F., Garcia, F. R. M., y Lutinski, J. A. (2006) Association of ants (Hymenoptera: Formicidae) with bacteria in hospitals in the State of Santa Catarina. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* **39**, 523–526.
- Lopes, E. V. y Anjos, L. (2006) A composição da avifauna do campus da Universidade Estadual de Londrina, Norte do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**, 145–156.
- Magrini, L. y Facure, K. G. (2008) Barn owl (*Tyto alba*) predation on small mammals and its role in the control of hantavirus natural reservoirs in a periurban area in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **68**, 733–740.
- Manhães, M. A. y Loures Ribeiro, A. (2005) Spatial distribution and diversity of bird community in an urban area of Southeast Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **48**, 285–294.
- Marques, R. V. y Fabián, M. E. (1994) Ciclo reprodutivo de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Molossidae) em Porto Alegre, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* **77**, 45–56.
- Masi, E., Vilaça, P. y Razzolini, M. T. P. (2009a) Environmental conditions and rodent infestation in Campo Limpo district, São Paulo municipality, Brazil. *International Journal of Environmental Health Research* **19**, 1–16.
- Masi, E., Vilaça, P. y Razzolini, M. T. P. (2009b) Evaluation on the effectiveness of actions for controlling infestation by rodents in Campo Limpo region, São Paulo municipality, Brazil. *International Journal of Environmental Health Research* **19**, 291–304.
- Matarazzo-Neuberger, W. M. (1992) Avifauna urbana de dois municípios da grande São Paulo, SP (Brasil). *Acta Biológica Paranaense* **21**, 89–106.
- Matarazzo-Neuberger, W. M. (1995) Avifauna urbana de dois municípios da grande São Paulo, SP (Brasil). *Ararajuba* **3**, 13–

- 19.
- Mendonça, L. B. y Anjos, L. (2005) Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **22**, 51–59.
- Mendonça-Lima, A. y Fontana, C. S. (2000) Composição, frequência e aspectos biológicos da avifauna no Porto Alegre Country Clube, Rio Grande do Sul. *Ararajuba* **8**, 1–8.
- Metzger, J. P. (2009) Editorial: Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* **142**, 1138–1140.
- Mitchell, M. H. (1957) *Observations on Birds of Southeastern Brazil*. University of Toronto Press, Toronto.
- Morini, M. S. C., Munhae, C. B., Leung, R., Candiani, D. F. y Voltolini, J. C. (2007) Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia Série Zoologia* **97**, 246–252.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. y Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858.
- Nemésio, A. y Silveira, F. A. (2007) Orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic forest fragments inside an urban area in Southeastern Brazil. *Neotropical Entomology* **36**, 186–191.
- (UN) United Nations (2004) *World Urbanizations Prospects: The 2003 Revision*. United Nations, New York.
- Oliveira, D. C. y Bennemann, S. T. (2005) Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica* **5**, 1–13.
- Oliveira M. E. y Campos-Farinha, A. E. (2005) Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. *Arquivos do Instituto Biológico* **72**, 33–39.
- Oprea, M., Mendes, P., Vieira, T. B. y Ditchfield, A. D. (2009) Do wooded streets provide connectivity for bats in an urban landscape? *Biodiversity and Conservation* **18**, 2361–2371.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2011) Dusting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape and Urban Planning* **101**, 1–10.
- Pacheco, S. M. y Marques, R. V. (1995) Observações sobre o parto em *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Mammalia, Chiroptera, Molossidae) em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS* **8**, 3–11.
- Pacheco, S. M., Marques, R. V., Grillo, H., Marder, E., Bianconi, G., Miretzki, M., Passos I. L. y Rosa, V. A. (2008) *Morcegos Urbanos da Região Sul do Brasil*. En: Morcegos no Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação. (Pacheco, S. M., Marques, R. V. y Esbérard, C. E. L., eds) Porto Alegre, RS, Brasil, pp. 415–426.
- Pacheco, S. M., Sodré, M., Gama, A. R., Bredt, A., Cavallini, E. M., Sanches, R., Marques, V., Guimarães, M. M. y Bianconi, G. (2010) Morcegos urbanos: Status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. *Chiroptera Neotropical* **16**, 629–647.
- Paim, A. C. y Di Mare, R. A. (2002) Ecologia de Papilionidae. I: Parâmetros biológicos e demográficos de *Parides agavus* (Papilioninae, Troidini) no sul do Brasil. *Biociências* **10**, 33–48.
- Pinheiro, T. C., Branco, J. O., Freitas Junior, F., Azevedo Júnior, S. M. y Larrazábal, M. E. (2009) Abundância e diversidade da avifauna no campus da Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Ornithologia* **3**, 90–100.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. y Hirota, M. (2009) Brazilian Atlantic forest: How much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* **142**, 1141–1153.
- Rocha, P. A., Mikalauskas, J. S., Gouveia, S. F., Silveira, V. V. y Peracchi, A. L. (2010) Morcegos (Mammalia, Chiroptera) capturados no

- Campus da Universidade Federal de Sergipe, com oito novos registros para o estado. *Biota Neotropica* **10**, 183–188.
- Rodrigues, L. (2011) *Brasil Já é a Sétima Maior Economia do Mundo, Diz Mantega*. Folha, São Paulo, Brasil. Disponible en línea: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/883828-brasil-ja-e-a-7-maior-economia-do-mundo-diz-mantega.shtml>.
- Rodrigues, R. G., Machado, I. F. y Chritoff, A. U. (2008) Anurofauna em área antropizada no Campus ULBRA, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biodiversidade Pampeana* **6**, 39–43.
- Ruszczyk, A. (1986a) Ecologia urbana de borboletas, I. O gradiente de urbanização e a fauna de Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira de Biologia* **46**, 675–688.
- Ruszczyk, A. (1986b) Ecologia urbana de borboletas, II. Papilionidae, Pieridae e Nymphalidae em Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira de Biologia* **46**, 689–706.
- Ruszczyk, A. (1987) Distribution and abundance of butterflies in the urbanization zones of Porto Alegre, Brazil. *Journal of Research of Lepidoptera* **25**, 157–78.
- Ruszczyk, A., Rodrigues, J. J. S., Roberts, T. M. T., Bendati, M. M. A., Del Pino, R. S., Marques, J. C. V. y Melo, M. T. Q. (1987) Distributions patterns of eight bird species in the urbanization gradient of Porto Alegre, Brazil. *Ciência e Cultura* **39**, 14–19.
- Ruszczyk, A. y Araujo, A. M. (1992) Gradients in butterfly species diversity in an urban area in Brazil. *Journal of the Lepidopterists' Society* **46**, 255–264.
- Santana, G. G., Vieira, W. L. S., Pereira-Filho, G. A., Delfim, F. R., Lima, Y. C. C. y Silveira, K. S. (2008) Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no estado da Paraíba, Região nordeste do Brasil. *Biotemas* **21**, 75–84.
- Santos, M. F. B. y Cademartori, C. V. (2010) Estudo comparativo da avifauna em áreas verdes urbanas da região metropolitana de Porto Alegre, sul do Brasil. *Biotemas* **23**, 181–195.
- Santos, T. G., Kopp, K. A., Spies, M. R., Trevisan, R. y Cechin, S. Z. (2005) Répteis do Campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. *Biota Neotropica* **5**, 1–8.
- Santos, T. G., Spies, M. R., Kopp, K., Trevisan, R. y Cechin, S. Z. (2008) Mamíferos do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* **8**, 125–131.
- Scherer, A., Scherer, S. B., Bugoni, L., Mohr, L. V., Efe, M. A. y Hartz, S. M. (2005) Estrutura trófica da Avifauna em oito parques da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ornithologia* **1**, 25–32.
- Scherer, J. F. M., Scherer, A. L., Petry, M. V. y Teixeira, E. C. (2006) Estudo da avifauna associada à área úmida situada no Parque Mascarenhas de Moraes, zona urbana de Porto Alegre (RS). *Biotemas* **19**, 107–110.
- Scherer, J. F. M., Scherer, A. L. y Petry, M. V. (2010) Estrutura trófica e ocupação de habitat da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* **23**, 169–180.
- Schirch, P. F. (1928) Observações sobre a nidificação de algumas aves do Brasil. *Boletim do Museu Nacional* **4**, 47–50.
- Schwartz, G. y Di Mare, R. A. (2001) Diversidade de quinze espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionidae) em sete comunidades de Santa Maria, RS. *Ciência Rural* **31**, 49–55.
- Shibatta, O. A., Galves, W., Carmo, W. P. D., Lima, I. P., Lopes, E. V. y Machado, R. A. (2009) A fauna de vertebrados do campus da Universidade Estadual de Londrina, região norte do estado do Paraná. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* **30**, 3–26.
- Silva, E. J. E. y Loeck, A. E. (1999) Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrociência* **5**, 220–224.
- Silva, M. A. N. y Lozovei, A. L. (1996) Criadouros de imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) introduzidos em mata preservada

- na área urbana de Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **13**, 1023–1042.
- Silva, M. A. N. y Lozovei, A. L. (1999) Ocorrência de *Haemagogus* (*Conopostegus*) *leucocelaenus* (Dyar & Shannon) e *Toxorhynchites* (*Lynchiella*) *theobaldi* (Dyar & Knab) em ocos de árvores em capão de mata, Curitiba, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **16**, 257–267.
- Silva, M. M. S., Harmani, N. M. S., Gonçalves, E. F. B. y Uieda, W. (1996) Bats from the metropolitan region of São Paulo, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* **2**, 39–41.
- Silva, E. P., Mendes-Pinto, T. J., Claro-Junior, L. H. y Sales, M. E. P. (2011) Riqueza de espécies de anfíbios anuros em um fragmento florestal na área urbana de Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista de Biologia e Farmácia* **5**, 131–144.
- Smith, W. S., Petrere Jr., M. y Barrella, W. (2009) The fish community of the Sorocaba River Basin in different habitats (State of São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Biology* **69**, 1015–1025.
- Sodré, M. y Esbérard, C. E. L. (2008) *Morcegos Urbanos do Sudeste do Brasil*. En: *Morcegos no Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação* (Pacheco, S. M., Marques, R. V. y Esbérard, C. E. L., eds), Porto Alegre, RS, Brasil. pp. 407–414.
- SOS Mata Atlântica (2011) *Mata Atlântica*. São Paulo, Brasil. Disponible en línea: <http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>.
- Tabarelli, M., Aguiar, A. V., Ribeiro, M. C., Metzger, J. P. y Peres, C. A. (2010) Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscape. *Biological Conservation* **143**, 2328–2340.
- Toledo, M. C. B. y Moreira, D. M. (2008) Analyses of the feeding habits of the Swallow-tailed hummingbird, *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), in an urban park in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **68**, 419–426.
- Toledo, M. C. B., Donatelli, R. J. y Batista, G. T. (2012) Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southern Brazil. *Urban Ecosystems* **15**, 111–131.
- Valente, R. M. (2001) Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em Rio Claro, São Paulo. *Iheringia Série Zoologia* **91**, 61–66.
- Vianna, E. E. S., Costa, P. R. P., Fernandes, L. y Ribeiro, P. B. (2004) Abundância e flutuação populacional das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* **94**, 231–234.
- Vieira, D. B. y Shibatta, O. A. (2007) Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná. *Biota Neotropica* **7**, 57–65.
- Viviani, V. R. (1989) Levantamento e ecologia das espécies de lampirídeos do município de Campinas. *Bioikos* **2**, 40–42.
- Viviani, V. R., Rocha, M. Y. y Hagen, O. (2010) Fauna de besouros bioluminescentes (Coleoptera: Elateroidea: Lampyridae; Phengodidae, Elateridae) no município de Campinas, Sorocaba-Votorantim e Rio Claro-Limeira (SP, Brasil): Biodiversidade e influência da urbanização. *Biota Neotropica* **10**, 103–116.
- Volpato, G. H. y Anjos, L. (2001) Análise das estratégias de forrageamento das aves que se alimentam no solo na Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná. *Ararajuba* **9**, 95–99.
- Voss, W. A. (1976) Aves observadas nas cidades de Novo Hamburgo e São Leopoldo, RS. *Estudos Leopoldenses* **36**, 43–53.
- Voss, W. A. (1979a) Aves de Porto Alegre, RS. I - Aves observadas na área central da cidade. *Pesquisas Série Zoológica São Leopoldo* **31**, 1–7.
- Voss, W. A. (1979b) Aves observadas na área central da cidade de São Leopoldo, RS. *Pesquisas Série Zoológica São Leopoldo* **31**, 9–24.
- Voss, W. A. (1979c) Comunicação sobre a ocorrência do bico-de-lacre,

Estrilda astrild (Linnaeus, 1758), na cidade de Novo Hamburgo, RS. *Pesquisas Série Zoológica São Leopoldo* **31**, 25–28.

Voss, W. A. (1981) Aves de Porto Alegre, RS. III. Aves observadas no Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. *Acta Biológica Leopoldensia* **3**, 8194.

Zarzuela, M. F. M., Ribeiro, M. C. C. y Campos-Farinha, A. E. C. (2002) Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. *Arquivos Instituto Biológico de São Paulo* **69**, 85–87.

Zequi, J. C. y Lopes, J. (2001) Culicidaeofauna (diptera) encontrada em entrenós de taquara de uma mata residual na área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **18**, 429–438.

Zequi, J. A. C., Lopes, J. y Medri, I. M. (2005) Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **22**, 656–661.



CHILE

Carmen L. De la Maza
Claudia L. Cerda
Héctor J. Hernández
Manuel J. Rodríguez

Con una superficie de 760,000 km², el territorio de la república de Chile representa una estrecha y alargada franja de terreno que se encuentra ubicada en la parte suroeste de América del Sur, enmarcada entre la cordillera de los Andes y el océano Pacífico (De la Maza 2002). Este país tiene la privilegiada condición de tricontinentalidad, cuyo territorio incluye el continente Americano, la Antártica y Oceanía. Esta condición especial le otorga a Chile una ventaja de amplitud y dinamismo en sus relaciones comerciales a nivel internacional (Figuerola y Calfucura 2008).

Cerca de 40% de los 16 millones de chilenos habitan en la capital (Santiago; INE 2010). El crecimiento económico, creciente en las últimas décadas, ha impuesto demandas importantes sobre los recursos naturales en Chile, ya que la economía nacional se basa, en gran medida, de su masiva explotación (De la Maza 2002). Lo anterior ha propiciado que la migración de zonas rurales a zonas urbanas haya incrementado sustancial-

mente en las últimas décadas, lo que explica, en gran parte, que la tasa de urbanización del país sea tan elevada (*ca.* 87%; INE 2010).

Durante la etapa de desarrollo rural anterior a la década de los cuarenta (1940), casi todas las ciudades chilenas, exceptuando Santiago, eran de tamaños reducidos, de formas muy compactas y, en general, socialmente homogéneas (Romero et al. 2006). Durante la etapa de substitución de importaciones industriales (1940-1973), muchos centros urbanos fueron sede de plantas creadas, financiadas y subsidiadas por el gobierno, destinadas a manufacturar algunos de los productos regionales especializados, o bien aquellos cedidos por la planificación central (Hidalgo 2004). Junto con la crisis de los sistemas de producción agraria que caracterizó a las décadas de los cincuenta y sesenta (1950, 1960), las ciudades en vías de industrialización presenciaron la migración de miles de habitantes rurales que ocuparon sus periferias, forzando un crecimiento acelerado de

sus espacios urbanos y una segregación social espacial relevante (Hidalgo 2004).

Así, las zonas centrales de las ciudades fueron sede de los organismos estatales y de abastecimiento de bienes y servicios para una población que a nivel nacional se transformó en su mayoría en urbana (Hidalgo 2004). Por otro lado, los suburbios acogieron a los nuevos habitantes, mientras que las industrias y las bodegas de almacenaje se extendían a lo largo de las vías de acceso o bien en barrios especialmente acondicionados para ello (Hidalgo 2004).

Por su configuración, Chile alberga una gran diversidad de ambientes físicos con variadas combinaciones de clima y suelos. A pesar de esto, la diversidad biológica es moderada debido al carácter insular del territorio y el relativo aislamiento dado por las importantes barre-

ras naturales. Así, la parte terrestre del país está separada al Este del continente por la cordillera de los Andes, al Norte por el desierto de Atacama y de Tarapacá, y por el Sur y el Oeste, por el vasto Océano Pacífico, que en conjunción con la historia geológica del país, aparentemente habrían condicionado la existencia de especies extremadamente singulares para el territorio chileno. Esto mismo explica el nivel de endemismos del país (Santibáñez et al. 2008). Es así como en Chile, entre muchos ejemplos, se puede encontrar la queñoa (*Polylepis tarapacana*), único árbol que crece en forma natural a más de 4,000 metros de altitud. Otro ejemplo de alto endemismo son las ores-tias, pequeños peces que se encuentran restringidos a los espejos de agua de los salares del altiplano chileno, de las cuales se desconoce en gran parte su historia



Vista panorámica de la ciudad de Santiago, Plaza Italia, Providencia (Fotografía: Mauricio Becerra).

natural. Otro caso particular es el monito del monte (*Dromiciops gliroides*), que constituye una de las dos especies de mamíferos que son representantes únicas de un orden completo (Microbiotheria) (Lazo et al. 2008). Sin embargo, Chile contiene una de las menores diversidades específicas de fauna y flora silvestres en comparación con el resto de los países sudamericanos.

Primeras aproximaciones en Chile

El estudio de los sistemas urbanos chilenos, desde una perspectiva ecológica, emergió como iniciativa de las instituciones de educación superior. En 1985 surgió el programa de estudios de Postgrado en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, dictado por el Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales de la Pontificia Universidad Católica de Chile. A través de dicho programa, se incorporó el componente ambiental al estudio de los procesos de organización del territorio, analizando la incidencia de los impactos ambientales sobre el desarrollo local, metropolitano y regional. Posteriormente, los programas de postgrado de la Universidad de Chile, la Universidad de Concepción y la Universidad Central, a través de institutos especializados, han elaborado diversos estudios ecológicos de sistemas urbanos, no sólo dentro del territorio chileno, sino también en diferentes

países de América Latina. Los estudios pioneros se enfocaron en el estudio de los patrones de habitabilidad de los territorios (Kaiser 1988), el desarrollo de programas de planificación, descentralización y desarrollo local (Lira 1989) y la resolución de situaciones de segregación social que ponían bajo amenaza a los hábitats naturales (Gross y Rodríguez 1988).

Tendencias actuales en Chile

A partir de la suscripción del gobierno de Chile a la Agenda 21 en la década de los noventa (1990), la investigación científica en áreas urbanas se dirigió hacia la promoción de la sustentabilidad de las ciudades (Gross y Rivas 1998). De forma específica, la investigación se centró en la capital del país (Santiago), analizando temas relacionados con el proceso de la expansión urbana, la contaminación atmosférica y otros problemas ambientales (Rodríguez 1990, García 1991, Méndez 1996). Así, se realizó la evaluación ambiental asociada con el proceso de urbanización en seis cuencas del piedemonte de Santiago entre 1989 y 2003 (Romero y Vásquez 2005). Particularmente, en este trabajo se evaluó el impacto de la urbanización sobre indicadores ambientales, tales como la productividad vegetal, la biomasa vegetal, la humedad del suelo y la temperatura super-

ficial de los territorios ocupados por las cuencas. Sus resultados más importantes muestran que en cuatro de las seis cuencas, cerca de 40% de la superficie había sido incorporada al desarrollo urbano, lo cual había conllevado a la reducción de la cobertura vegetal y a la disminución de la escorrentía superficial (Romero y Vásquez 2005). Esto ha incidido en la degradación de las funciones y de los servicios ambientales de los cuales depende la ciudad, tendencia que debe ser controlada para evitar emergencias ambientales de mayor severidad (Romero y Vásquez 2005).

En 2003, Azócar y colaboradores (2003a, b) identi-



Ciudad de Santiago, sector Providencia, Las Condes (Fotografía: Mauricio Becerra).

ficaron los patrones de crecimiento histórico urbano de la ciudad de Chillán (Chile Central), así como sus usos de suelo y los factores que guían su proceso de expansión urbana. Así, se cuantificaron los cambios ocurridos en relación con la superficie urbana de Chillán en un período de 57 años (1943-2000). Los resultados de dichas investigaciones muestran que entre los años 1997 y 2000, cerca de 50% del cambio del uso del suelo correspondió al establecimiento de nuevas zonas residenciales, y 26% al incremento de uso del suelo industrial, siendo poco relevantes los demás usos del suelo en relación con el cambio total acontecido en el sitio. Los autores concluyeron que el crecimiento de la ciudad de Chillán ha generado una morfología urbana que puede ser descrita en términos de anillos concéntricos y de ejes asociados con diferentes sectores de la ciudad, usos del suelo, zonas socioeconómicas, densidades de población y contextos específicos de paisajes.

A lo largo de la primera mitad de la década del siglo XXI, la Universidad de Chile evaluó la incidencia de la vegetación urbana sobre la reducción de la contaminación atmosférica de la ciudad de Santiago, tercera ciudad más contaminada del mundo durante aquellos años (De la Maza 2005). Además, este estudio buscó apoyar a las municipalidades locales para mejorar la toma de decisiones respecto al manejo del arbolado

público. Este proyecto marcó un hito relacionado con los estudios de ecología urbana en Chile, puesto que por primera vez en el país se estudiaba y cuantificaba no sólo la captación de los contaminantes atmosféricos por la vegetación urbana, sino que también se relacionaba la distribución de la biodiversidad de la ciudad en relación con diferentes niveles socioeconómicos y educativos en las comunas de Santiago (De la Maza *et al.* 2002), se estudiaba la vegetación urbana como hábitat para las aves (Varela 2003) y se complementaba con estudios sobre la gestión municipal (Pizarro 2004, Donoso 2006, Torres 2006). Este proyecto dio origen a un número importante de tesis de licenciatura (pregrado) (*e.g.*, Dobbs 2005, Donoso 2006, Torres 2006), dos de maestría (Martínez 2005, Peralta 2009) y una de doctorado (Escobedo 2004), derivando también en artículos publicados en revistas profesionales y científicas (Escobedo *et al.* 2006, 2008). Los resultados principales asociados con este proyecto mostraron que la vegetación urbana: (1) captura contaminantes atmosféricos (*e.g.*, PM_{10} , NO_2 , CO , O_3 , SO_2), (2) almacena y secuestra carbono y (3) regula la variación térmica local (FONDEF 2000). También se desarrolló un modelo de gestión del arbolado urbano a nivel municipal utilizando sistemas de información geográfica. De esta manera, se mejoró el manejo del arbolado urbano, la realización de los inventarios de vegetación urbana y

los catastros arbóreos (Pizarro 2004).

A partir del proyecto FONDEF (2000), distintos grupos de investigadores de las principales universidades del país han indagado sobre diversos aspectos de ecología urbana en diferentes ciudades chilenas (*e.g.*, Henríquez 2002, De la Maza *et al.* 2002, Azócar *et al.* 2003a, b; Romero *et al.* 2006, Escobedo *et al.* 2006, 2008, Romero y Vásquez 2009, Reyes y Figueroa 2010). Entre dichas investigaciones destaca el estudio desarrollado por Romero y Vásquez (2009), quienes evaluaron el impacto del crecimiento urbano sobre las condiciones ecológicas de las ciudades de Chillán y Los Ángeles. En este trabajo se constató un incremento de 5°C de la temperatura ambiental en sitios urbanizados debido al fenómeno de isla de calor urbana, la disminución del agua subterránea en altos porcentajes (*i.e.*, 25-40%) y la reducción de la diversidad de aves en las ciudades en comparación con áreas rurales aledañas.

En el estudio realizado por Pauchard y colaboradores (2005), se discuten los impactos potenciales de la expansión urbana descontrolada con respecto a ecosistemas urbanos y periurbanos en el área metropolitana de la ciudad de Concepción. En dicho estudio se muestra que los impactos del crecimiento urbano en esta ciudad difieren poco de otras ciudades en diferentes partes del mundo, en donde los ecosistemas nativos son reemplazados por pavimento y edificios, y lo poco

que se deja de suelo natural se cubre con especies de plantas ornamentales exóticas. Los humedales y otros ecosistemas periurbanos son rápidamente destruidos, fragmentados o invadidos por estas especies no nativas. Los resultados de este trabajo muestran que en el área estudiada, con una superficie de 32,000 ha, hubo pérdida de 1,734 ha entre 1975 y 2000. Del total del área urbanizada (3151 ha) 55% correspondió a humedales y 45% a terrenos agrícolas, forestales y arbustivos. Una de sus principales conclusiones es que la falta conocimiento y conciencia de la sociedad en su conjunto, es una causa importante de este creciente deterioro de la biodiversidad en zonas urbanas.

Otro estudio realizado por Villagrán-Mella y colaboradores (2006) señala que la diversidad bioclimática en Chile genera una gran variedad de ambientes acuáticos que han sido expuestos a fuertes presiones antrópicas, básicamente debido al proceso de urbanización. Los autores estudiaron la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro (Región del Biobío) y evaluaron la relación que existe entre las características del hábitat (morfométricas, limnológicas y vegetacionales) y la estructura de las comunidades de insectos en siete humedales palustres con el fin de determinar los efectos de la urbanización sobre los patrones de diversidad en estos ecosistemas. Los análisis mostraron que la abundancia relativa y la diversidad de especies se relacionan posi-

vamente con la naturalidad de la matriz, así como con el contenido de oxígeno en el agua. De las 24 morfoespecies de insectos analizadas, la abundancia de siete de ellas mostró relación significativa con las características del hábitat consideradas. La naturalidad de la matriz, el área del humedal, la heterogeneidad de la vegetación y la concentración de oxígeno disuelto se relacionaron positivamente con la abundancia de estas especies, mientras que la conductividad o turbidez del agua mostró un efecto negativo sobre ellas. La disminución de la diversidad de insectos, determinada por las características del hábitat asociadas con la pérdida, la fragmentación, la homogeneización, la eutroficación o la contaminación de los humedales, indica que los insectos podrían ser utilizados como indicadores de los efectos de la urbanización sobre el funcionamiento de estos ecosistemas. Sin embargo, los autores concluyen que dada la falta de información biológica y taxonómica de especies de insectos asociados con humedales palustres, sólo características del hábitat con efectos significativos a un nivel taxonómico alto podrían ser consideradas para establecer recomendaciones iniciales de planes de manejo.

En otro estudio, Molina y colaboradores (2009) analizaron las características sociales y ambientales de las áreas metropolitanas de Santiago y Valparaíso, mostrando que el proceso de expansión de ambas ciudades

se caracteriza por la sustitución indiscriminada de usos del suelo con coberturas naturales (*e.g.*, bosque esclerófilo) generando una serie de impactos negativos sobre el ambiente urbano. Además, se determinó que las perturbaciones ambientales causadas por la urbanización y sus procesos afectan diferencialmente a la población. Específicamente, se observó que en el caso de la ciudad de Santiago, la población de más bajos recursos se ve más afectada por el deterioro ambiental al localizarse en lugares de alta concentración de contaminantes, con importantes oscilaciones térmicas y baja cobertura vegetal. El caso de la ciudad de Valparaíso es contrapuesto. Debido a la forma de la ciudad, la población de bajos recursos se localiza en las partes altas de las cuencas, mismas que tienen mayor cobertura vegetal y menor superficie construida. Si bien estas áreas tienen mejores condiciones climáticas, se encuentran asentadas en áreas de alto riesgo geomorfológico.

Recientemente, los estudios de ecología urbana en Chile se han enfocado en el análisis de los efectos de las oscilaciones climáticas urbanas sobre factores sociales y ambientales, mostrando un interés especial sobre el fenómeno de islas de calor urbano. Por ejemplo, Romero y colaboradores (2010) señalaron que los climas urbanos en Chile están relacionados con diversos mosaicos de paisaje, que a su vez reflejan profundas des-

igualdades sociales. Los autores indican que las comunas de Santiago incluyen zonas climáticas termales que son producto del tipo de uso del suelo, la cobertura vegetal, la densidad de población y del diseño de las viviendas. Por lo tanto, los climas urbanos conforman representaciones de sus procesos sociales y ambientales. Particularmente, las áreas más cálidas ocurren en sectores de bajos recursos, relacionados con altas densidades de población y una baja (o nula) cobertura vegetal, mientras que las áreas más frías se localizan en sectores de altos recursos, caracterizados por el predominio de áreas verdes y bajas densidades de población. De esta manera, es necesario que la planificación urbana, a escala de barrios, incluya la implementación de estrategias y acciones asociadas con la mitigación y adaptación de los espacios urbanos ante los procesos de cambio climático local (Romero *et al.* 2010).

Futuro de la ecología urbana en Chile

El número de estudios de ecología urbana en Chile es aún muy reducido. Consideramos que en la medida que vayan creciendo las ciudades principales, éstas serán cada vez más estudiadas. Recientemente, los fondos científicos (*e.g.*, FONDECYT) que financian investigación básica conciben a los estudios de ecología urbana

como investigaciones orientadas hacia la toma de decisiones políticas, llevando su importancia científica a un segundo plano. Por ello, el apoyo que ha recibido este tipo de investigaciones proviene principalmente de fondos para la investigación aplicada y la innovación (*e.g.*, FONDEF). Con base en lo anterior, consideramos que el apoyo a la investigación básica podría tener influencia positiva en diferentes aspectos, incluyendo el político, el social y el ambiental. Así, consideramos seis puntos cruciales para fomentar el desarrollo y el avance de la ecología urbana en Chile:

(1) apoyar la consolidación y creación de grupos de investigación para desarrollar trabajos de ecología en sistemas urbanos, generando así información de línea base,

(2) dar a conocer a la población los resultados de los estudios sobre el impacto biofísico y socioeconómico generados por las dinámicas de crecimiento urbano sin una estrategias de planificación adecuadas,

(3) brindar información clara y puntual, tanto a la población como a los tomadores de decisiones, sobre los efectos y la forma de evitar los impactos relacionados con el desarrollo urbano,

(4) financiar estudios orientados al conocimiento del comportamiento ecológico de las ciudades a diferentes escalas y en las diferentes regiones del país,

(5) promover la instalación de observatorios ecológicos urbanos permanentes en las ciudades más importantes del país, estableciendo prioridades basadas en indicadores de sustentabilidad ambiental de acuerdo con crecimiento de las urbes en los últimos años y

(6) promover la toma de decisiones relacionada con la planificación de las ciudades tomando en cuenta los resultados de la investigación científica.

Consideraciones finales

Consideramos necesario integrar el desarrollo de las actividades científicas, los aspectos sociales y ambientales, los aspectos económicos, los programas de ordenamiento territorial y las prioridades de las políticas de desarrollo con las necesidades de la población urbana. Dicha integración sería favorecida por un modelo de educación pública y equitativa que fomente la toma de decisiones basada no sólo en el conocimiento científico de los procesos ecológicos que ocurren en los sistemas

urbanos, sino que incluyan la participación ciudadana. Lo anterior permitiría un incremento sustantivo del desarrollo e impacto de la ecología urbana en Chile. Evidentemente, este será un proceso complejo y de largo plazo que requerirá la participación de los diversos actores políticos, sociales, científicos e institucionales que se conjugan en las ciudades.

Literatura citada

- Azócar, G. R., Sanhueza, M. D. y Henríquez, C. (2003a) Cambios en los patrones de crecimiento en una ciudad intermedia: El caso de Chillán en Chile Central. *EURE (Santiago)* **29**, 79–92.
- Azócar, G., Romero, H., Sanhueza, M. D., Muñoz, R. y Vega, C. (2003b) *Los Patrones de Urbanización en Ciudades Intermedias Chilenas y sus Impactos sobre el Reordenamiento Social del Espacio Urbano. Un Caso de Estudio en Santa María de Los Ángeles, Chile Central*. Informe no publicado, Proyecto FONDECYT N° 1000828, Chile.
- De la Maza, C.L. (2001) NEPA's Influences in developing countries: The Chilean case. *Environmental Impact Assessment Review* **21**, 169–179.
- De la Maza, C., Rodríguez, M., Bown, D., Hernández, J. y Escobedo, F. (2002) Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. *Arboricultural Journal* **26**, 347–357.
- De la Maza, C.L., Rodríguez, M. Hernández, J., Serra, M.T., Gutiérrez, P. Escobedo, F., Nowak, D., Préndez, M., Araya, J. y Varnero, M.T. (2005) Silvicultura urbana: Vegetación urbana como factor de descontaminación. *Chile Forestal* **313**, 46–49.
- Dobbs, C. (2005) *Construcción de Modelos de Estimación de Biomasa y Áreas Foliar para Diez Especies Arbóreas de la Ciudad de Santiago*. Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Chile.
- Donoso, A. (2006) *Propuesta de un Plan Director del Arbolado Público de Calles para la Comuna de La Reina, Santiago, Chile*. Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Escobedo, F. (2004) *A Cost-effective Analysis of Urban Forest Management Effects on Air Quality Improvement in Santiago, Chile*. Tesis de doctorado, Forest Resources Management, Environmental and Natural Resources Policy, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, New York, USA.
- Escobedo, F. J., Nowak, D. J., Wagner, J. E., De la Maza, C. L., Rodríguez, M., Crane, D. E. y Hernández, H. J. (2006) The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening* **4**, 105–114.
- Escobedo, F. J., Wagner, J., Nowak, D., De la Maza, C. L., Rodríguez, M. y Crane, D. E. (2008) Analyzing the cost-effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. *Journal of Environmental Management* **86**, 148–157.
- Figuerola, E. y Calfucura, E. (2008) *Principales Actividades Productivas y su Relación con la Biodiversidad*. En: (CONAMA, ed), Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos. Capítulo IV: El Hombre y la Biodiversidad, Ocho Libro Editores, Santiago, Chile., pp. 34–61.
- (FONDEF) Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (2000) *Desarrollo de un Sistema de Gestión de la Vegetación Urbana con Fines de Descontaminación Atmosférica y de Apoyo a la Toma de Decisiones a Nivel Municipal*. Proyecto N° D00I 1078, Octavo Concurso Nacional de Proyectos I+D FONDEF, Chile.
- García, M. (1991) *Expansión Urbana de Santiago: Problemas Ambientales e Instrumentos que han Regulado su Crecimiento, 1960–1989*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica, Chile.

- Gross, P. y Rodríguez, A. (1988) Segregación ambiental en Santiago: 1952-1982. *Revista EURE* 44, 55–77.
- Gross, P. y Rivas, M. (1998) *Lineamientos para el Diseño de Indicadores de Calidad Ambiental Urbana en el Contexto de Santiago de Chile*. Documentos de Trabajo IEU, Serie Verde N° 3, Chile.
- Henríquez, C. (2002) *Estimación Preliminar de la Huella Ecológica de la VIII Región del Biobío como Indicador de Sustentabilidad del Crecimiento Urbano*. VII Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra, Santiago, Chile.
- (INE) Instituto Nacional de Estadísticas (2010) *Proyecciones del Censo Poblacional y Vivienda al año 2010*. Instituto Nacional de estadísticas de Chile, Chile. Disponible en línea: http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/compendio_estadistico.pdf/2010/1.2estdemograficas
- Kaiser, V. A. (1988) *Validez de los Patrones de Localización de los Asentamientos Humanos Utilizados en la Depresión Intermedia de la Segunda Región*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica, Chile.
- Lazo, I., Ginocchio, R., Cofré, R. Vilina, Y. e Iriarte, A. (2008) *Nuestra diversidad biológica*. En: Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos (CONAMA, ed), Ocho Libro Editores, Santiago de Chile, pp. 48–55.
- Lira, L. (1989) *Planificación, Descentralización y Desarrollo Local*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica, Chile.
- Martínez, C. (2005) *Valoración Económica de Áreas Verdes en la Comuna de La Reina, Santiago, Chile*. Tesis de maestría, Universidad de Chile, Chile.
- Méndez, P. (1996) *Percepción y Actitud de los Habitantes de Lo Barnechea en Relación a la Problemática Ambiental de su Comuna*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica, Chile.
- Molina, M., Romero, H. y Sarricolea, P. (2009) *Características Socio Ambientales de la Expansión Urbana de las Áreas Metropolitanas de Santiago y Valparaíso*. En: Chile: Del País Urbano al País Metropolitano (Hidalgo, R., De Mattos, C. y Arenas, F., eds), Serie GEOlibros N° 12, Colección EURE-libros, Instituto de Geografía e Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 187–200.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E. y Urrutia, R. (2006) Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127, 272–281.
- Peralta, H. (2009) *Contribución a las Estrategias de Descontaminación Atmosférica, Considerando el Aporte de Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos Emitidos por Especies Arbóreas Nativas en la Región Metropolitana, Santiago, Chile*. Tesis de maestría, Universidad de Chile, Chile.
- Pizarro, V. (2004) *Desarrollo de un Sistema de Información de Apoyo a la Gestión del Arbolado Público Urbano*. Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Chile.
- Reyes, S. y Figueroa, I. (2010) Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *Revista EURE* 36, 89–110.
- Rodríguez, C. (1990) *Diagnóstico Físico del Crecimiento Urbano de Puerto Montt entre 1960 y 1989: Lineamientos de Acción para un Desarrollo Sustentable*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica, Chile.
- Romero H., Toledo, X., Órdenes, F. y Vásquez, A. (2001) Ecología urbana y gestión sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo* 17, 45–51.
- Romero, H. y Vásquez, A. (2005) Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *Revista EURE* 94, 97–118.

- Romero, H., Molina M., Moscoso C. y Smith, P. (2006) *Cambios de Usos y Coberturas de los Suelos Asociados a la Urbanización de las Metrópolis Chilenas - El Aporte de la Geografía en la Superación de los Desequilibrios Territoriales y Sociales*. XXVII Congreso Nacional y XX Internacional de Geografía, Concepción, Chile.
- Romero, H. y Vásquez, A. (2009) *El Crecimiento Espacial de las Ciudades Intermedias Chilenas de Chillán y Los Ángeles y sus Impactos sobre la Ecología de Paisajes Urbanos*. En: América Latina Sociedad: E Meio Ambiente (Geraiges, A., Sanches, J. y Luchiari, A., eds), FLACSO Livros, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, Brasil, pp. 109–136.
- Romero, H., Salgado, M. y Smith, P. (2010) Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. *Revista INVI* **25**, 2–20.
- Santibáñez, F., Roa, P. y Santibáñez, P. (2008) *El Medio Físico*. En: Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos (CONAMA, ed), Ocho Libro Editores, Santiago, Chile, pp. 21–48.
- Torres, D. (2006) *Manejo y Estado del Arbolado Urbano desde la Perspectiva de sus Habitantes*. Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Chile.
- Varela, S. (2003) *Calidad de la Vegetación Urbana como Hábitat para Aves - El caso de Santiago de Chile*. Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Chile.
- Villagrán-Mella, R., Aguayo, M., Parra, L. y González, A. (2006) Relación entre características del hábitat y estructura del ensamble de insectos en humedales palustres urbanos del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* **79**, 195–211.



COLOMBIA

Patricia Chacón de Ulloa
Lorena Ramírez-Restrepo
Mónica Rodríguez-Montoya

En la esquina noroccidental de América del Sur se encuentra Colombia, rodeada por dos mares, atravesada por las tres cordilleras del sistema andino, albergando una gran diversidad biológica, étnica, cultural y social. El territorio colombiano comprende 2,070,408 km², de los cuales 1,141,748 km² son continentales (IDEAM 2001). Colombia está conformada por cinco grandes regiones naturales continentales (*i.e.*, Pacífica, Caribe, Andina, Orinoquía, Amazonía) divididas en 32 departamentos administrativos, dentro de los que existe la mayor cantidad de ecosistemas para un mismo país (Mapa Nacional de Ecosistemas 2007).

Colombia se encuentra entre los países más biodiversos del mundo. Aunque su territorio representa menos de 1% de la superficie terrestre mundial, alberga ~10% del total de las especies conocidas para el planeta (Rueda-Almonacid *et al.* 2004). De forma particular, 18% del total de especies de aves conocidas por la ciencia habitan en Colombia (Vié *et al.* 2009, Salazar-Holguín

et al. 2010). Asimismo, 740 especies de anfibios (Castro-Herrera y Bolívar-García 2010), 524 de reptiles (IAvH 2011),

471 de mamíferos (Alberico *et al.* 2000) y más de 25,000 especies de invertebrados terrestres habitan en tierras colombianas (Amat *et al.* 2007).

El fenómeno de urbanización presenta particularidades políticas y económicas en Colombia que lo diferencian del resto de los países latinoamericanos (Ruíz 2008). Durante su historia como república, Colombia ha experimentado más de 20 guerras civiles y diversas guerrillas regionales, lo que ha generado migraciones masivas en búsqueda de mejores oportunidades de trabajo, vivienda, educación, salud, recreación y seguridad. Generalmente, dicha migración se ha dado desde las áreas rurales hacia los centros urbanos, como es el caso de Bogotá, Medellín y Cali (IDEAM 2001, Ruíz 2008). En estas grandes ciudades, se calcula que 6% de los habitantes han sido desplazados del campo a la ciudad debido a la violencia, y que 50% de los terrenos

metropolitanos son ocupados por asentamientos informales (Andrade y Bermúdez 2010).

Para la década de los sesenta (1960), aproximadamente la mitad de la población colombiana residía en zonas urbanas. Hoy en día, Colombia es habitada por más de 45 millones de personas, de las cuales 75% habitan en zonas urbanas, con una tasa de crecimiento de 1.7% (UN-Habitat 2008). La Organización de las Naciones Unidas proyecta que para 2030, 81% de los colombianos vivirá en ciudades (UN 2008).

El sistema urbano colombiano está conformado por 1,098 asentamientos, de los cuales la ciudad capital posee la primacía con más de cinco millones de habitantes, seguida por tres ciudades con población entre

uno y cinco millones de habitantes; 34 ciudades con población entre 100 mil y un millón de habitantes y más de mil asentamientos con menos de 100 mil habitantes. De hecho, cerca de la mitad de los colombianos (*i.e.*, 42%) habita en las siete principales ciudades del país (*i.e.*, Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Cartagena, Cúcuta). En términos de densidad urbana, el promedio para Colombia es de 12.8 habitantes/km², siendo el área metropolitana de Medellín la más densamente poblada (18.1 hab./km²), seguida por la zona conurbada de Bogotá (16.9 hab./km²) y el Área Metropolitana Centro Occidente (*e.g.*, Pereira: 12.7 hab./km²; Andrade y Bermúdez 2010). En contraste, existen ciudades en las regiones de la Amazonía y Orinoquía con densidades de



Vista panorámica de la ciudad de Medellín, centro del Valle de Aburrá, departamento de Antioquia (Fotografía: Patricia Chacón de Ulloa).

población muy bajas, como en el caso de los departamentos del Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada, cuyas cifras son inferiores a 0.4 habitantes/km² (IDEAM 2001).

La Región Andina Colombiana es considerada como uno de los sitios con mayor biodiversidad del planeta. Paralelamente, esta región alberga la mayor cantidad de áreas metropolitanas en el país, en donde residen aproximadamente 40% de los colombianos. Esta situación, en conjunto con las actividades agropecuarias que ocurren en la Región Andina (IDEAM 2001), genera grandes presiones ambientales, específicamente sobre los páramos, los cuales son fundamentales para el almacenamiento y la regulación hídrica del país (Ramírez 2011).

En este capítulo presentamos las principales investigaciones de fauna terrestre llevadas a cabo en los sistemas urbanos de Colombia a lo largo de 36 años (1976-2011), brindando un panorama general sobre el estado del conocimiento de la ecología urbana en el país. Encontramos un total de 91 publicaciones llevadas a cabo en 43 ciudades colombianas. La mayor parte de las investigaciones se concentran en la Región Andina (82%), seguida de la Pacífica (8%), la Amazonía (4%), el Caribe (3%) y la Orinoquía (3%). Las instituciones que han liderado los estudios de ecología urbana son las universidades (87%), seguidas por institutos de inves-

tigación privados y estatales (7%), las autoridades gubernamentales (3%) y las sociedades científicas (3%). Los alcances de los estudios ha sido principalmente locales (71%) y en segundo término regionales (29%). La información se encuentra publicada como artículos en revistas nacionales (66%), capítulos de libros o libros (22%) y en revistas extranjeras (12%).

Primeras aproximaciones en Colombia

Los primeros estudios ecológicos concentrados en zonas urbanas de Colombia se remontan a la década de los setenta (1970). En 1976, Heredia y Barrera describieron el deterioro ambiental ocasionado por asentamientos humanos en barrios marginales localizados al norte de la ciudad de Manizales (Departamento de Caldas), abarcando una extensión de 25 ha dominadas por la deforestación, potreros abandonados, tiraderos de basura, infiltración de aguas negras, cárcavas y deslizamientos. Heredia y Barrera (1976) también resaltaron la desaparición de especies de flora y fauna nativas y propusieron medidas para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Posteriormente, Serna (1977) estudió la distribución y ecología de dos especies de aves simpátricas, el azulejo (*Thraupis episcopus*) y el mayo (*Turdus ignobilis*) en el

departamento de Antioquia, en asentamientos humanos del área de influencia de la quebrada La Iguaná (tributaria del río Medellín). En este estudio se describieron la distribución altitudinal, los ciclos de reproducción y la dieta de las especies en cuestión, encontrando que las aves usan las casas y los huertos en busca de recursos alimenticios. El autor recalca que este trabajo representa un punto de partida para una serie de investigaciones entre las aves y el ser humano, además de denotar el fenómeno de desplazamiento de las especies nativas como resultado del impacto de las actividades antrópicas. Un año después, Paz (1978) estudió la artropofauna antioqueña a partir de siete rutas de muestreo, todas iniciando de la ciudad de Medellín y extendiéndose por todo el Valle de Aburrá. Con base en la información obtenida de bosques primarios, secundarios, orillas de quebradas, cultivos y pastizales, publicó una lista de especies de arácnidos y miriápodos, encontrando un menor número de especies en el área de la ciudad de Medellín y sectores aledaños.

En 1975, West-Eberhard estudió, en el departamento del Valle (ubicado al suroeste del país), las avispas sociales en áreas rurales y suburbanas. West-Eberhard (1975) describió a las especies más comunes de la región, la estructura de sus nidos y su comportamiento de picadura con las consecuentes alergias producidas sobre el ser humano. Además, enfatizó la necesidad de pro-

teger a dichos insectos depredadores por su gran potencial como control biológico de plagas agrícolas. Finalmente, ya en la década de los ochenta (1980), Alvarez-López y colaboradores (1984) publicaron un largo estudio sobre la ecología y comportamiento del cucarachero común (*Troglodytes aedon*). Esta especie es común en medios rurales, suburbanos y altamente urbanizados, donde habita en avenidas arboladas, parques, solares y lotes enmalezados. Utilizando cajas nido instaladas en la Estación Biológica Experimental de la Universidad del Valle en la ciudad de Cali, los autores investigaron aspectos reproductivos de la especie, como la construcción de nidos, postura



Vista panorámica de la ciudad de Cali, situada en el valle interandino del río Cauca (Fotografía: Gustavo Zabala).

e incubación, alimentación y cuidado de los polluelos.

Tendencias actuales en Colombia

Los estudios de ecología urbana en Colombia se han realizado principalmente en jardines botánicos, campus universitarios, “ecoparques”, clubes deportivos y zonas residenciales. Tres grandes temas fueron tratados en las 91 publicaciones revisadas: ecología y comportamiento (50%), listas de especies (43%) y conservación de la biodiversidad (7%).

Las listas de especies se han enfocado principalmente en algunos grupos faunísticos como las aves (35%) y los insectos (27%), seguidos por los mamíferos (13%), los anfibios (11%), los reptiles (8%), los arácnidos (5%) y los moluscos (1%). Los censos e inventarios de aves se han realizado en ciudades (Verhelst *et al.* 2001, Marín 2005, Díaz-Chaux y Velásquez-Valencia 2009a, DAGMA 2010, Ramírez-Chávez *et al.* 2010, Piedrahita *et al.* 2011), zonas periurbanas (Vélez y Velásquez 1998, Naranjo y Estela 1999, Ayerbe *et al.* 2009) y campus universitarios (Reyes-Gutiérrez *et al.* 2002, Muñoz *et al.* 2007, Garcés-Restrepo *et al.* 2010), identificando una gran riqueza de especies para cada uno de estos sistemas. Entre estos estudios, destacan los ornitológicos, como el trabajo realizado por el Departamento

Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA 2010) en la zona ur-

bana de Cali, donde se estimó una riqueza de 243 especies de aves; el estudio de Verhelst y colaboradores (2001) en el municipio de Manizales, donde registraron 412 especies; y la investigación de Ramírez-Chávez y colaboradores (2010), que registró 114 especies en el campus de la Universidad del Cauca.

El grupo de los artrópodos se ha trabajado a nivel general (Paz 1978, Cultid *et al.* 2007, González *et al.* 2010), pero insectos como las abejas, las hormigas, las mariposas y las chinches han despertado mayor interés. Los inventarios de abejas se han concentrado en la Región Andina (González 2006, Nates-Parra *et al.* 2006a) y los Llanos Orientales (Nates-Parra *et al.* 2006b, Parra y Nates-Parra 2007), destacándose el trabajo realizado por Nates-Parra y colaboradores (2006a) en el que se registraron un total de 40 especies de abejas en la ciudad de Bogotá. En cuanto a las hormigas, Chacón de Ulloa y colaboradores (1996) publicaron una lista preliminar con más de 20 especies en el campus de la Universidad del Valle en la ciudad de Cali. Posteriormente Vergara-Navarro y colaboradores (2007) registraron 55 especies de hormigas en la Universidad de Antioquia en la ciudad de Medellín, mientras que Arango y colaboradores (2007) registraron 57 especies en el Ecoparque Alcázares-Arenillo en la zona urbana de Manizales. En

este último sitio, Arango y colaboradores (2007) contabilizaron 79 especies de mariposas, mientras que en parques urbanos y ecoparques de la ciudad de Cali, Ramírez y colaboradores (2007) encontraron 193 especies de mariposas. Respecto a las chinches, Rengifo-Correa (2008) reportó 63 especies terrestres dentro del campus de la Universidad del Valle (Cali), mientras que otros estudios complementaron la lista de especies con la identificación de chinches acuáticas (Posso y González 2008, González *et al.* 2010). Además, se han estudiado especies pertenecientes a otros grupos de invertebrados como las libélulas, los saltamontes y las cigarras (González *et al.* 2010). Finalmente, destaca el trabajo de Girón (2006) sobre estrepsípteros, en el que se encontró una especie al interior de un domicilio.

Los estudios sobre anfibios y reptiles se han llevado a cabo principalmente en las ciudades de Cali (Arce *et al.* 2010, Bolívar-García 2011, Castro-Herrera y Bolívar-García 2010), Popayán (Ramírez-Chávez *et al.* 2010) e Ibagué (Bernal *et al.* 2005). De las tres ciudades, Ibagué reunió la mayor cantidad de especies de anfibios (13 especies; Bernal *et al.* 2005), mientras que para reptiles, Cali alcanzó la cifra más alta (8 especies; Bolívar-García 2011).

Respecto a los mamíferos, varios estudios han reportado la presencia de ardillas, armadillos, venados, feli-

nos, conejos, monos, zorros cañeros, guatines, comadreas y ratones dentro de las ciudades (García-Cedeño *et al.* 2005, Ramírez-Chávez *et al.* 2008, Murillo *et al.* 2010, Ramírez-Chávez *et al.* 2010, Bolívar-García 2011). Sin embargo, la mayoría de los trabajos se concentran en el estudio de los murciélagos. Por ejemplo, Suárez-Villota y colaboradores (2009) registraron 17 especies de murciélagos en el Parque Ecológico Montelibano en la ciudad de Córdoba, mientras que Sampedro y colaboradores (2007) encontraron 22 especies en edificaciones, puentes, cuevas y en el campus universitario de la ciudad de Sincelejo. Por otro lado, Murillo y colaboradores (2010) reportaron 11 especies de murciélagos en la Universidad del Valle en



Vista Panorámica de la ciudad de Manizales, localizada en la cordillera central (Fotografía: Oscar E. Ortega).

la ciudad de Cali, mientras que Ramírez-Chávez y colaboradores (2010) encontraron sólo cuatro especies en el campus de la Universidad del Cauca en la zona urbana de Popayán. Finalmente, sobresale el estudio de Alberico y colaboradores (2005), en el cual se identificaron siete especies de murciélagos caseros.

Además de los listados de fauna silvestre en ambientes urbanos de Colombia, algunos autores han centrado su atención sobre las especies exóticas. En relación con este tipo de especies, sobresalen los estudios realizados sobre las hormigas domiciliarias y su incidencia en las principales ciudades del departamento del Valle (Chacón de Ulloa *et al.* 2006), la estructura genética de las poblaciones urbanas de la cucaracha *Periplaneta americana* (Jaramillo-Ramírez *et al.* 2010) y las poblaciones de la araña del Mediterráneo (*Cyrtophora citricola*), especie que colonizó las áreas rurales y los jardines urbanos (Betancur 2009, Betancur *et al.* 2011). Entre los trabajos sobre anuros exóticos destacan aquellos sobre la rana coclí (*Eleutherodactylus johnstonei*) en Cali (Arce *et al.* 2010) y en Bucaramanga, donde se ha estudiado su microhábitat, actividad reproductiva y éxito colonizador (Ortega *et al.* 2005a, b). Por otra parte, es importante mencionar las liberaciones voluntarias de especies de aves realizadas por habitantes y autoridades gubernamentales de Colombia, como ocurrió en la

ciudad de Medellín con varias especies de psitácidos (*e.g.*, pericos, loros, guacamayas), algunas de las cuales (*i.e.*, *Ara macao*, *A. chloroptera*, *A. severa*) han logrado establecerse dentro de zonas urbanas a pesar de la limitada disponibilidad de sitios de anidación (Lara-Vásquez *et al.* 2007).

Otro tema interesante que ha sido abordado por un grupo importante de trabajos son las comparaciones entre áreas con vegetación natural ubicadas en zonas urbanas altamente desarrolladas y hábitats con mayores niveles de conservación. En áreas verdes de la ciudad de Santa Marta (Magdalena), donde aún se conserva vegetación de bosque tropical seco y sub-xerofítico, Jiménez-Ferbans y colaboradores (2008) encontraron que la riqueza de coleópteros coprófagos representa 47% de las especies registradas en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Tayrona. Al evaluar la diversidad de mariposas en áreas urbanas y suburbanas de Cali (Valle), se encontró la mayor riqueza de especies (*i.e.*, 124) en el Ecoparque del Río Pance, localizado en vecindad del Parque Nacional Natural Farallones, mientras que los parques urbanos albergaron 77% de las especies, además de otras 65 especies diferentes a las observadas en el ecoparque (Ramírez *et al.* 2007). En el departamento del Meta, Parra y Nates-Parra (2007) encontraron que las áreas urbanas conservan 57% y 67% de las abejas relacionadas con orquídeas

en comparación con áreas rurales y zonas con niveles mayores de conservación, respectivamente. En la ciudad de Villavicencio, Parra y Nates-Parra (2007) encontraron algunas especies nativas al país y exclusivas del ambiente urbano (*Euglossa deceptrix*), así como otras especies más abundantes (*Eulaema nigrata*) o tolerantes a la contaminación (*E. cingulata*). Posteriormente, Nates-Parra y colaboradores (2008) encontraron en Villavicencio una alta riqueza de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini), con 12.5% de las especies nativas al país siendo exclusivas de la ciudad. Estas especies anidan en muros y materas y destacan como polinizadores nativos de plantas silvestres y cultivadas. De igual manera, algunas especies (*i.e.*, *Nannotrigona mellaria*, *Trigona angustula*) abundan en los cementerios, cuyas tumbas verticales poseen orificios apropiados para el establecimiento de sus colonias (Nates-Parra *et al.* 2006b). En la Región Andina, Bernal y colaboradores (2005) estudiaron la diversidad de anfibios en la cuenca del río Coello (Tolima), encontrando que las áreas urbanas más desarrolladas de Ibagué exhibieron la mayor riqueza de especies, con 36% del total registrado.

En cuanto a la avifauna, se ha determinado que la riqueza de especies tiende a aumentar con la complejidad y heterogeneidad del ambiente (Giraldo y Ramírez 1992). Además, se ha concluido que las áreas subur-

banas representan estados intermedios en el gradiente de urbanización (Rivera-Gutiérrez 2006).

De acuerdo con diversos estudios de ecología urbana de aves en Colombia, los sistemas urbanos ofrecen una gran variedad de recursos para las aves. Diferentes especies de aves, como el cucarachero común (*Troglodytes aedon*), aprovechan los edificios y otras construcciones urbanas como los contadores de energía eléctrica para construir sus nidos (Alvarez-López *et al.* 1984). También se ha registrado el uso de cajas nido como sitio para la reproducción del periquito de anteojos (*Forpus cons-*



Zona céntrica de la ciudad de Bogotá (D.C.), localizada en la cordillera oriental de Los Andes (Fotografía: Edison Torrado).

picillatus) en el Valle del Cauca (Cruz-Bernate 2007). Asimismo, Hernández y colaboradores (2010) estudiaron al atrapamoscas guardapuentes (*Sayornis nigricans*), especie que aprovecha los puentes vehiculares construidos a lo largo de la ribera del río Cali para anidar. En otro estudio, Díaz-Cháux y Velásquez-Valencia (2009b) evaluaron el uso de recursos por aves semilleras en el Jardín Botánico de Florencia (Caquetá), encontrando que ocho especies de fringílicos y emberízidos están asociadas principalmente con los pastizales, probablemente debido a sus hábitos granívoros. Por otra parte, la ubicación de nidos de aves en edificaciones ha facilitado el análisis de egagrópilas y restos de presas para describir y cuantificar la dieta del búho rayado (*Asio clamator*) (Delgado *et al.* 2005) y del currucutú (*Megascops choliba*) (Delgado 2007) en Medellín, y de la lechuza común (*Tyto alba*) en Urabá (Delgado y Calderón 2007).

Como se comentó anteriormente, el estudio de anfibios y reptiles ha sido incipiente comparado con los grupos mencionados previamente. En hábitats acuáticos artificiales urbanos, como albercas para almacenamiento de agua, Mosquera y colaboradores (2005) describieron el desarrollo larvario y midieron la sobrevivencia y el proceso de metamorfosis de la rana enmascarada (*Smilisca phaeota*) en la ciudad de Quibdó. Sobre reptiles, Serrano-Cardozo y colaboradores (2007)

observaron que el güeco cabeciamarillo (*Gonatodes albogularis*) se reproduce durante todo el año, lo cual sugiere la continua disponibilidad de recursos en casas y edificaciones de la zona urbana de Girón (Santander). En los alrededores de San Juan de Pasto (Nariño) se estudió la variación dentro y entre poblaciones de la lagartija *Riama columbiana*, encontrando que aunque hay variación ontogénica, no hay diferencias entre sexos, ni entre poblaciones (Mora Obando *et al.* 2010).

En algunas regiones del país se ha despertado el interés y la preocupación ciudadana por la incursión de algunas especies hacia las áreas urbanas. Tal fue el caso de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) en las zonas verdes de la ciudad de Cali (Montoya-Lerma *et al.* 2006), lo cual condujo a profundizar el estudio de su comportamiento (Montoya-Lerma *et al.* 2007) y actividad de forrajeo (Sánchez y Urcuqui 2006). En Medellín, el escorpión (*Tityus fuhrmanni*) es un común en los cerros tutelares de la ciudad, lo cual facilitó que colonizara los barrios aledaños a la urbe, donde ahora es más frecuente en los hogares (Gómez *et al.* 2002).

La transformación y el crecimiento de las ciudades han propiciado el surgimiento de problemáticas de conservación que han sido poco analizadas en Colombia. Por ejemplo, para brindar refugios alternos a colonias de murciélagos desalojadas de las residencias de Cali,

Alberico y colaboradores (2004) construyeron refugios especiales para estos mamíferos y evaluaron su efectividad, obteniendo éxito con el murciélago mastín casero (*Molossus molossus*). Por otro lado, Valencia y Armenteras (2004) modelaron los hábitats potenciales para la alondra cornuda (*Eremophila alpestris*) en el Altiplano Cundiboyacense, logrando predecir que los principales riesgos de extinción de la especie son la desaparición de hábitat a causa de la urbanización y la mortalidad directa posiblemente ocasionada por animales domésticos. A su vez, Becerra Galindo y colaboradores (2005) señalaron los dos factores mencionados anteriormente como las principales causas del fracaso en la anidación de la tingua moteada (*Gallinula melanops*) en un canal artificial del Humedal del Jaboque en Bogotá. Por su parte, Agudelo y colaboradores (2010) registraron 106 colisiones de 18 especies de aves contra ventanales de los edificios de la Universidad Javeriana de Bogotá. Una gran proporción de dichos eventos (88%) fueron mortales y se determinó que los ventanales totalmente transparentes son más peligrosos para las aves que aquellos que reflejan la vegetación o el cielo. Dado que el aparente efecto de las características del vidrio sobre la frecuencia en que ocurren las colisiones de aves con infraestructura urbana no había sido documentado en Colombia, es importante continuar estudiándolo para implementar alterna-

tivas arquitectónicas que tengan menor impacto sobre la avifauna local.

En los últimos años, se ha incorporado la ecología del paisaje para diagnosticar, modelar y aplicar estrategias de conservación y manejo de hábitats urbano-rurales altamente transformados en Colombia. Tal es el caso de Suba, localidad de mayor área urbana del Distrito Capital, donde los ecosistemas estratégicos y sus zonas protegidas se encuentran muy fragmentadas y dispersas en suelos dedicados a la ganadería, la agricultura, la urbanización y la prestación de servicios (Ramírez *et al.* 2008). Para Medellín, Monsalve Cuartas (2009) determinó las características de los espacios verdes e identificó fragmentos-nodos con condiciones apropiadas para la flora y fauna, así como enlaces o corredores que permiten la conectividad entre nodos, dando como resultado la identificación de potenciales redes ecológicas urbanas útiles a manera de herramientas de planeación, conservación de la biodiversidad y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. En concordancia con lo anterior, Vásquez-Muñoz y Castaño-Villa (2008) identificaron variables ecológicas de la comunidad aviar de los siete cerros tutelares de la ciudad de Medellín y establecieron relaciones con amenazas antrópicas con el fin de identificar áreas prioritarias para la conservación de la avifauna en la zona urbana y contribuir a los planes de ordenamiento territorial.

Recientemente, se ha reconocido que uno de los factores clave en el éxito de los procesos de preservación de áreas verdes urbanas en Colombia, es su articulación con la percepción y aceptación de los ciudadanos (Vélez Restrepo 2007), así como el reconocimiento y la valoración de los servicios ambientales que prestan (Orejuela-Gärtner 2011). En relación con lo anterior, Londoño-Betancurt (2009) describió la percepción de la comunidad educativa sobre la fauna silvestre en cautiverio en colegios de tres barrios de la ciudad de Pereira, concluyendo que varias especies de reptiles, aves y mamíferos están sujetas a uso alimenticio, comercial y ornamental por parte de la población urbana local.

La producción de libros y guías de identificación de fauna urbana en Colombia ha sido bien recibida por parte de los ciudadanos. Entre dichas obras técnico-divulgativas sobresalen las siguientes: *Los Insectos del Llano* (Salazar *et al.* 1995), *Las Mariposas de la Cordillera Central* (García-Robledo *et al.* 2002), *Los Anfibios y Reptiles de Bogotá* (Lynch y Renjifo 2001), *Ranas y Sapos de Ibagué* (Bernal 2002), *Los Anfibios del Valle del Cauca* (Castro-Herrera y Bolívar-García 2010), *Las Aves del Jardín Botánico de Bogotá* (Zerda 1992), *Las Aves de la Sabana de Bogotá* (ABO 2000), *Las Aves del Valle de Aburrá* (SAO 2003), *Las Aves de la Ciudad de Cali* (DAGMA 2010), *Vida Silvestre en el Campus de*

la Universidad del Valle (Cantera Kintz 2010) y *El Club Campestre de Cali* (Orejuela y Patiño 2011).

Futuro de la ecología urbana en Colombia

Partiendo de la información recopilada, es claro que Colombia alberga una alta e importante riqueza faunística en sus áreas urbanas y periurbanas, a pesar de la marcada escasez de áreas públicas (*e.g.*, zonas verdes, parques, jardines, espacios para recreación) y la poca planeación de las ciudades. Además, con el acelerado incremento de la población humana y las migraciones del campo hacia las grandes áreas metropolitanas, el problema se acentúa cada día más y surge la necesidad de incentivar y poner en práctica los conocimientos que brindan los estudios de ecología urbana en el país. Para ello, consideramos necesario unir esfuerzos a diferentes niveles para conseguir los siguientes seis objetivos elementales para generar áreas urbanas amigables con el ambiente en Colombia:

(1) continuar con la caracterización general de la flora y la fauna de los ecosistemas urbanos y suburbanos de Colombia con el fin de sentar la línea base e identificar áreas prioritarias de conservación en las ciudades de las diferentes regiones naturales del país,

(2) avanzar en el estudio, a mediano y largo plazo, de los procesos ecológicos que ocurren dentro de los sistemas urbanos y sus alrededores inmediatos,

(3) ejecutar proyectos multidisciplinarios dirigidos hacia el diseño, el mejoramiento, el incremento y el manejo de las áreas verdes urbanas de Colombia,

(4) consolidar grupos de investigación que contribuyan a formar expertos en el estudio, el manejo y la evaluación de los sistemas urbanos a diferentes niveles espaciales,

(5) abordar, con la participación de la comunidad científica, de los políticos y tomadores de decisiones, la planeación del manejo, el crecimiento y el ordenamiento de las áreas urbanas colombianas,

(6) concientizar a la población sobre el valor e importancia de la flora y la fauna asociadas con las áreas urbanas y suburbanas, así como recalcar la necesidad de conservar y aumentar la biodiversidad de estos hábitats.

Consideraciones finales

A pesar de las grandes complejidades que exhiben los

ecosistemas urbanos en Colombia, es necesario abordar todos los aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales para tener las herramientas que permitan pensar, construir y manejar las ciudades de una manera sustentable. Creemos que es necesario incentivar el estudio de los ecosistemas urbanos desde la mayor cantidad de disciplinas con la finalidad de enlazar los esfuerzos académicos y gubernamentales de manera que enfrentemos el reto de la expansión urbana con bases sólidas en el menor tiempo posible.

Literatura citada

- (ABO) Asociación Bogotana de Ornitología (2000) *Aves de la Sabana de Bogotá - Guía de Campo*. Asociación Bogotana de Ornitología, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Bogotá, Colombia.
- Agudelo-Álvarez, L., Moreno-Velásquez, J. y Ocampo-Peñuela, N. (2010) Colisiones de aves contra ventanales en un Campus Universitario de Bogotá, Colombia. *Ornitología Colombiana* **76**, 3–10.
- Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J. y Muñoz-Saba, J. (2000) Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* **1**, 43–75.
- Alberico, M., Saavedra, C. A. y García-Paredes, H. (2004) Criterios para el diseño e instalación de casas para murciélagos: Proyecto CPM (Cali, Valle del Cauca, Colombia). *Actualidades Biológicas* **26**, 5–11.
- Alberico, M., Saavedra, C. A. y García-Paredes, H. (2005) Murciélagos

- caseros de Cali (Valle del Cauca, Colombia). *Caldasia* **27**, 117–126.
- Alvarez-López, H., Heredia-Flores, M. D. y Hernández-Pizarro, M. C. (1984) Reproducción del cucarachero común (*Troglodytes aedon*, Aves: Troglodytidae) en el Valle del Cauca. *Caldasia* **14**, 85–123.
- Amat-García, G., Andrade, G. M. y Amat-García, E. (2007) *Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia.
- Andrade Medina, P. y Bermúdez Cárdenas, D. C. (2010) La sostenibilidad ambiental urbana en Colombia. *Bitacora Urbano Territorial* **17**, 73–93.
- Arango, L., Montes, J. M., López, D. A. y López, J. O. (2007) Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperoidea), escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) y hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Ecoparque Alcázares–Arenillo (Manizales, Caldas - Colombia). *Boletín Científico del Centro de Museos* **11**, 390–409.
- Arce, M. I., García, X., Reyes, K., Tabares, L. y Castro, F. (2010) *Anfibios*. En: Vida Silvestre en el Campus de la Universidad del Valle (Cantera Kintz, J. R., eds), Programa Editorial Universidad del Valle, Colección Institucional, Cali, Colombia, pp. 122–131.
- Ayerbe Quiñones, E., Gómez Bernal, L. G., López Ordóñez, J. P., Ramírez Burbano, M. B., Sandoval Sierra, J. V. y González Rojas, M. F. (2009) Avifauna de Popayán y municipios aledaños. *Novedades Colombianas* **9**, 1–27.
- Becerra Galindo, L. F., Benítez-Castañeda, H. D., Cely Fajardo, J. E. y Patiño Hernández, M. (2005) Notas sobre la anidación no exitosa de la Tingua Moteada (*Gallinula melanops*) en un canal artificial del humedal Jaboque, Bogotá. *Boletín SAO* **15**, 29–38.
- Bernal, M. H. (2002) *Ranas y Sapos del Municipio de Ibagué*. Editorial Letra Nueva, Ibagué, Colombia.
- Bernal, M. H., Páez, C. A. y Vejarano, M. A. (2005) Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del río Coello (Tolima), Colombia. *Actualidades Biológicas* **27**, 87–92.
- Betancur, N. J. (2009) Distribución, impacto y arañofauna asociada a la araña del mediterráneo, *Cyrtophora citricola* (Araneae: Araneidae) en Cali y zonas rurales aledañas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* **10**, 51.
- Betancur, N. J., Cabra-García, J. y Armbrrecht, I. (2011) Arañas asociadas a redes de *Cyrtophora citricola* (Forsskal, 1775) (Araneae: Araneidae) en zonas urbanas y rurales del valle alto del río Cauca, Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología* **19**, 15–21.
- Bolívar-García, W. (2011) *Anfibios, Reptiles y Mamíferos del Club*. En: El Club Campestre de Cali: Santuario de Vida Silvestre (Orejuela, J.E. y Patiño, A., eds), Cargraphics S.A., Cali, Colombia, pp. 140–155.
- Cantera Kintz, J. R. (2010) *Vida Silvestre en el Campus de la Universidad del Valle*. Programa Editorial Universidad del Valle, Colección Institucional, Cali, Colombia.
- Castro-Herrera, F. y Bolívar-García, W. (2010) *Libro Rojo de los Anfibios del Valle del Cauca*. Feriva Impresores S.A., Cali, Colombia.
- Chacón de Ulloa, P., Baena, M. L., Bustos, J., Aldana, R. C., Aldana, J. A. y Gamboa, M. A. (1996) *Fauna de Hormigas del Departamento del Valle del Cauca (Colombia)*. En: Insectos de Colombia: Estudios Escogidos (Andrade, G. M., García, G. A. y Fernández, F., eds), Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Santa Fe de Bogotá, Colombia, pp. 413–451.
- Chacón de Ulloa, P., Jaramillo, G. I. y Lozano, M. M. (2006) Hormigas urbanas en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* **30**, 435–441.
- Cruz-Bernate, L. (2007) Posición jerárquica, selección de sitios de anidación y éxito reproductivo de *Forpus conspicillatus* (Aves:

- Psittacidae) en el Valle del Cauca. *Ornitología Colombiana* **5**, 103.
- Cultid, C. A., Cabra, J., Rengifo, L. y Ascuntar-Osnas, O. (2007) Artrópodos terrestres del Campus Meléndez de la Universidad del Valle (Cali-Colombia): Eficiencia de captura de tres métodos de muestreo y variación temporal en la abundancia relativa. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* **8**, 14–22.
- (DAGMA) Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (2010) *Las Aves de mi Ciudad: Una Guía de las Aves de Cali*. DAGMA, Cali, Colombia.
- Delgado, C. A. (2007) La dieta del Currucutú *Megascops choliba* (Strigidae) en la ciudad de Medellín, Colombia. *Boletín SAO* **17**, 111–114.
- Delgado, C. A. y Calderón, D. (2007) La dieta de la lechuza común *Tyto alba* (Tytonidae) en una localidad urbana de Urabá, Colombia. *Boletín SAO* **16**, 94–97.
- Delgado, C. A., Pulgarín, P. C. y Calderón, D. (2005) Análisis de egagrópilas del Búho Rayado (*Asio clamator*) en la Ciudad de Medellín. *Ornitología Colombiana* **3**, 100–103.
- Díaz-Cháux, J. T. y Velásquez-Valencia, A. (2009a) Aves de una laguna urbana en el piedemonte caqueteño colombiano. *Momentos de Ciencia* **6**, 14–20.
- Díaz-Cháux, J. T. y Velásquez-Valencia, A. (2009b) Uso de las coberturas vegetales y movilidad de aves semilleras en un paisaje urbano de Florencia (Caquetá, Colombia). *Momentos de Ciencia* **6**, 70–79.
- Garcés-Restrepo, M. F., González-Zapata, F. y Giraldo, A. (2010) *Aves*. En: Vida Silvestre en el Campus de la Universidad del Valle (Cantera Kintz, J. R., eds), Programa Editorial Universidad del Valle, Colección Institucional, Cali, Colombia, pp. 144–237.
- García-Cedeño, Y., Velásquez-Valencia, A., Marín-Vásquez, A., Cruz-Trujillo, E., Aguilar-Gonzáles, S. y Malambo-Lozano, C. (2005) Lista anotada de marsupiales (Mammalia: Didelphimorphia) del piedemonte amazónico (Caquetá, Colombia). *Momentos de Ciencia* **2**, 42–48.
- García-Robledo, C. A., Constantino, L. M., Heredia, M. D. y Kattan, G. (2002) *Mariposas Comunes de la Cordillera Central de Colombia*. Impresora Feriva, Cali, Colombia.
- Giraldo Cañas, D. A. y Ramírez González, M. G. (1992) Algunos aspectos estructurales de una comunidad de aves, en un área de la Universidad de Antioquia. *Boletín SAO* **3**, 12–16.
- Girón, J. (2006) Observación de Strepsiptera (Stylopidae) sobre avispa papeleras *Polistes erythrocephalus* Latreille en Cali. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* **7**, 32–33.
- Gómez, J. P., Velásquez, P., Saldarriaga, M., Díaz, A. y Otero, R. (2002) Aspectos biológicos y ecológicos del escorpión *Tityus furhmanni* (Kraepelin, 1914), en poblaciones del cerro el Volador y barrios aledaños de la ciudad de Medellín. *Actualidades Biológicas* **24**, 13–21.
- González, V. (2006) Dos especies nuevas de abejas (Hymenoptera) de la ciudad de Bogotá (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* **32**, 93–96.
- González, R., Carrejo, N., Chacón, P., Zabala, G., Sarria, F. A., Rengifo, L. A. y Perea, J. A. (2010) *Insectos*. En: Vida Silvestre en el Campus de la Universidad del Valle (Cantera Kintz, J. R., eds), Programa Editorial Universidad del Valle, Colección Institucional, Cali, Colombia, pp. 30–91.
- Heredia Cano, F. y Barrera Cruz, M. (1976) Estudios sobre el impacto ecológico causado por la actividad humana en un sector de la ciudad de Manizales. *Actualidades Biológica* **5**, 46–54.
- Hernández, A., Estela, F. A. y Chacón de Ulloa, P. (2010) ¿Es *Sayornis nigricans* (Aves: Tyrannidae) un buen indicador de calidad ambiental en la Zona Urbana de Cali, Colombia? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* **34**, 373–380.

- (IAvH) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2011) *Biodiversidad en Cifras*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en línea: <http://www.siac.net.co:8088/web/sib/cifras>
- (IDEAM) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2001) *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, ServiGraphics, Colombia.
- Jaramillo-Ramírez, G., Cárdenas-Henao, H., González-Obando, R. y Rosero-Galindo, C. (2010) Genetic variability of five *Periplaneta americana* L. (Dyctioptera: Blattidae) populations in southwestern Colombia using the AFLP molecular marker technique. *Neotropical Entomology* **39**, 371–378.
- Jiménez-Ferbans, L., Mendieta-Otálora, W., García, H. y Amat-García, G. (2008) Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* **13**, 203–208.
- Lara-Vásquez, C. E., Castaño-Rivas, A. M. y Jonker, R. (2007) Notas acerca de las guacamayas (Psittacidae: *Ara*) introducidas en el municipio de Medellín, Colombia. *Boletín SAO* **17**, 104–110.
- Londoño-Betancurt, J. C. (2009) Valoración cultural del uso e importancia de la fauna silvestre en cautividad en tres barrios de Pereira (Risaralda). *Boletín Científico del Centro de Museos* **13**, 33–46.
- Lynch, J. D. y Rengifo, J. M. (2001) *Guía de Anfibios y Reptiles de Bogotá y sus Alrededores*. DAMA, Bogotá, Colombia.
- Mapa Nacional de Ecosistemas (2007). *Mapa Nacional de Ecosistemas*. En: Biodiversidad en Cifras. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia. Disponible en línea: <http://www.siac.net.co:8088/web/sib/cifras>
- Marín Gomez, O. H. (2005) Avifauna del campus de la Universidad del Quindío. *Boletín SAO* **15**, 42–60.
- Monsalve Cuartas, A. M. (2009) *Redes Ecológicas en la Estructura Urbana de la Ciudad de Medellín (Colombia)*. Boletín Ciudades para un Futuro más sostenible CF-S. Simposio Internacional Desarrollo, Ciudad y Sostenibilidad, La Serena, Chile.
- Montoya-Lerma, J., Chacón de Ulloa, P. y Manzano, M. R. (2006) Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* **32**, 151–158.
- Montoya-Lerma, J., Armbrrecht, I. y Gallego, M. (2007) ¿Cómo responde la hormiga arriera cortadora de hojas *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) a la remoción mecánica de sus nidos? *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* **8**, 1–8.
- Mora Obando, D. L., Aganoy Criollo, M. A., Paz Egas, C. y Calderón Leyton, J. J. (2010) Variación poblacional de *Riama columbiana* (Sauria: Gymnophthalmidae) de los alrededores de San Juan de Pasto, Nariño (Colombia). *Novedades Colombianas* **10**, 17–32.
- Mosquera, H., Maturana, O., Echeverry, C. L., Bolívar García, W., Asprilla, J. y Hinestroza, L. I. (2005) Desarrollo larvario de *Smilisca phaeota* (Anura: Hylidae) en hábitats artificiales urbanos de Quibdó, Chocó-Colombia. *Revista Institucional de la Universidad Tecnológica del Chocó* **22**, 76–81.
- Muñoz, M., Fierro-Calderón, K. y Rivera-Gutierrez, H. F. (2007) Las aves del campus de la Universidad del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia. *Ornitología Colombiana* **5**, 5–20.
- Murillo, O., Bedoya, M. J. y Carvajal, P. (2010) *Mamíferos*. En: Vida Silvestre en el Campus de la Universidad del Valle (Cantera Kintz, J. R., eds), Programa Editorial Universidad del Valle, Colección Institucional, Cali, Colombia, pp. 238–259.

- Naranjo, L. F y Estela, E. (1999) Inventario de la avifauna de un área suburbana de la ciudad de Cali. *Boletín SAO* **10**, 11–27.
- Nates-Parra, G., Palacios, E. y Parra, A. (2008) Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae) en Meta, Colombia. *Revista de Biología Tropical* **56**, 1295–1308.
- Nates-Parra, G., Parra, A., Rodríguez, A., Baquero, P. y Vélez, D. (2006a) Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología* **32**, 77–84.
- Nates-Parra, G., Rodríguez, A. y Vélez, D. (2006b) Abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en cementerios de la cordillera oriental de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* **11**, 25–35.
- Orejuela Gärtner, J. E. (2011) *Biodiversidad y Conservación*. En: El Club Campestre de Cali: Santuario de Vida Silvestre (Orejuela, J. E. y Patiño, A., eds), Cargraphics S.A., Santiago de Cali, Colombia, pp. 156–187.
- Orejuela J. E. y Patiño A. (2011) *El Club Campestre de Cali: Santuario de Vida Silvestre*. Cargraphics S.A., Santiago de Cali, Colombia.
- Ortega, J. E., Serrano, V. H. y Ramírez-Pinilla, M. P. (2005a) Reproduction of an introduced population of *Eleutherodactylus johnstonei* at Bucaramanga, Colombia. *Copeia* **3**, 642–648.
- Ortega, J. E., Serrano, V. H. y Ramírez-Pinilla, M. P. (2005b) Diet composition and microhabitat of a *Eleutherodactylus johnstonei* in an introduced population at Bucaramanga city, Colombia. *Herpetological Review* **36**, 238–241.
- Parra, A. y Nates-Parra, G. (2007) Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. *Revista de Biología Tropical* **55**, 931–941.
- Paz, N. (1978) Introducción a la artrofauna de Antioquia. *Actualidades Biológicas* **7**, 2–15.
- Piedrahita Plata, F., Conde Libreros, J. F., Wagner, C. M. y Orejuela Gärtner, J. E. (2011) *Guía de Aves*. En: El Club Campestre de Cali: Santuario de Vida Silvestre (Orejuela, J. E. y Patiño, A., eds), Cargraphics S.A., Santiago de Cali, Colombia, pp. 197–201.
- Posso, C. E. y Gonzáles, R. (2008) Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) del Museo Entomológico de la Universidad del Valle. *Revista Colombiana de Entomología* **34**, 230–238.
- Ramírez, D. P., Trespalacios, O. L., Ruiz, F. L. y Otero, J. (2008) *Biodiversidad y Conectividad Ecológica en la Zona Urbano Rural de la Localidad de Suba*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Ramírez-Chaves, H. E., Pérez, W. y Ramírez-Mosquera, J. (2008) Mamíferos presentes en el municipio de Popayán, Cauca-Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos* **12**, 65–89.
- Ramírez-Chaves, H. E., Pérez, W. E., Mejía-Egas, O., Tobar-Tosse H. E., Muñoz, A. y Trujillo Lozada, A. (2010) Biodiversidad en el campus de la Universidad del Cauca. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* **8**, 104–117.
- Ramírez Gómez, M. (2011) Importancia de los microorganismos y la edafofauna en los páramos *Revista Páramos* **1**, 42–56.
- Ramírez Restrepo, L., Chacón de Ulloa, P. y Constantino, L. M. (2007) Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* **33**, 54–63.
- Rengifo-Correa, L. A. (2008) Diversidad de los chinches terrestres de la Universidad del Valle (Calí-Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* **9**, 12–21.
- Reyes-Gutiérrez, M., Sedano, R. y Durán, S. (2002) Lista anotada de la avifauna de la Universidad del Valle. Cali, Colombia. *Boletín SAO* **13**, 12–25.

- Rivera-Gutiérrez, H. E. (2006) Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente Colombiano. *Ornitología Colombiana* 4, 28–38.
- Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D. y Amézquita, A. (2004) *Libro Rojo de los Anfibios de Colombia*. Ministerio Ambiente, Conservación Internacional Colombia, Bogotá, Colombia.
- Ruíz, N. Y. (2008) Las particularidades del proceso urbanizador en Colombia. *Bitacora Urbano Territorial* 12, 91–104.
- Salazar, J. A., Vélez, J. H. y González, C. J. (1995) *Insectos del Llano: Naturaleza de la Orinoquia*. Cristina Uribe editores S. A., Bogotá, Colombia.
- Salazar-Holguín, F., Benavides-Molineros, J., Trespalacios-González, O. L. y Pinzón, L. F. (2010) *Informe sobre el Estado de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Componente de Biodiversidad Continental*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Sampedro, A. C., Martínez, C. M., De la Ossa, K., Otero, J., Santos, L. M., Osorio, S. y Mercado, A. M. (2007) Nuevos registros de especies de murciélagos para el Departamento del Sucre y algunos datos sobre su ecología en esta región colombiana. *Caldasia* 29, 355–362.
- Sánchez, J. A. y Urcuqui, A. M. (2006) Distancias de forrajeo de *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque seco tropical del Jardín Botánico de Cali. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 7, 1–9.
- (SAO) Sociedad Antioqueña de Ornitología. (2003) *Aves del Valle de Aburrá*. Editorial Colina, Medellín, Colombia.
- Serna, M. A. (1977) Distribución altitudinal y ecología de dos especies de aves simpátricas: *Turdus ignobilis ignobilis* (Mayo) y *Thraupis episcopus cana* (Azulejo). *Actualidades Biológicas* 6, 28–49.
- Serrano-Cardozo, V. H., Ramírez-Pinilla, M. P., Ortega, J. E. y Cortes, L. A. (2007) Annual reproductive activity of *Gonatodes albogularis* (Squamata: Gekkonidae) living in anthropic area in Santander, Colombia. *South American Journal of Herpetology* 2, 31–38.
- Suárez-Villota, E. Y., Racero-Casarrubia, J., Guevara, G. y Ballesteros, J. (2009) Evaluación ecológica rápida de los quirópteros del parque ecológico de Montelíbano, Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 2, 437–449.
- (UN-Habitat) United Nation-Habitat (2008) *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision, Data Tables and Highlights*. Population Division of the Department Economic and Social Affairs, Nueva York, Estados Unidos.
- Valencia, I. D. y Armenteras, D. (2004) Modelo de hábitat y distribución de la alondra (*Eremophila alpestris peregrina*) en el altiplano cundiboyacense, Colombia. *Ornitología Colombiana* 2, 25–36.
- Vásquez-Muñoz, J. L. y Castaño-Villa, G. J. (2008) Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la avifauna en la zona urbana del municipio de Medellín, Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos* 12, 51–61.
- Vélez Restrepo, L. A. (2007) La conservación de la naturaleza urbana. Un nuevo reto en la gestión ambiental de las ciudades, para el siglo XXI. *Bitacora Urbano Territorial* 1, 20–27.
- Vélez, J. H. y Velásquez, J. I. (1998) Aves del municipio de Manizales y áreas adyacentes. *Boletín SAO* 9, 38–60.
- Vergara-Navarro, E. V., Echavarría-Sánchez, H. y Serna-Cardona, E. J. (2007) Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas al arboretum de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 40, 497–505.
- Verhelst, J. C., Rodríguez, J. C., Orrego, O., Botero, J. E., López, J. A., Franco, V. M. y Pfeifer, A. M. (2001) Aves del Municipio de Manizales-Caldas, Colombia. *Biota Colombiana* 2, 265–284.

Vié, J. C., Hilton-Taylor, C. y Stuart, S. N. (2009) *Wildlife in a Changing World: An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, Suiza.

West-Eberhard, M. J. (1975) Estudios de las avispas sociales



(Hymenoptera: Vespidae) del Valle del Cauca. *Revista Cespedesia* 4, 245–267.

Zerda, E. (1992) *Guía de las Aves del Jardín Botánico José Celestino Mutis*. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Colección Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.



COSTA RICA

Lilliana Ma. Piedra Castro
Tania Bermúdez Rojas
Marilyn Romero Vargas

Costa Rica se ubica en el Istmo Centroamericano, cuenta con una superficie terrestre de 51,100 km² y una extensión marítima de 589,000 km². El país limita al Sureste con la República de Panamá, al Noreste con la República de Nicaragua, al Oeste con el océano Pacífico y al Este con el mar Caribe (Flores 1991). Costa Rica está geográficamente dominado por dos costas y por una serie de montañas con orientación noreste-sureste que cubren cerca de la mitad del territorio y que influyen en la particularidad de sus características climáticas.

En conjunto con su posición geográfica, la diversidad de microclimas de Costa Rica determina su impresionante biodiversidad. Con un territorio equivalente a 0.03% de la superficie terrestre, es considerado como uno de los 20 países del mundo con mayor riqueza de especies de vida silvestre. Se estima que existen más de 500,000 especies en el país, lo que corresponde a 4% de la biodiversidad mundial (*sensu* Obando 2001).

Otro factor importante de Costa Rica es la densidad de especies que existen dentro del territorio. Hasta la actualidad, se han registrado aproximada-

mente 18% de las especies estimadas, lo que representa más de 5% de la biodiversidad conocida para el mundo. Los grupos que mejor se conocen son los vertebrados (79%) y las plantas (95%), mientras que los más desconocidos son los hongos, los insectos y demás invertebrados (Obando 2007).

A nivel global, Costa Rica ha logrado un merecido prestigio por su política ambiental, la cual ha derivado en la protección de la biodiversidad nacional. En el Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014 se plantea la necesidad de mejorar la gestión ambiental en áreas relacionadas con la salud, el ambiente, la calidad del aire, el manejo de recursos hídricos, el manejo de bosques, la actividad pesquera, la agricultura y el enfrentamiento al cambio climático. En conjunto, ésta serie de políticas y estrategias contribuirán al posicionamiento del país

como potencia mundial en materia ambiental (Gobierno de Costa Rica 2010).

Además, se han reconocido los esfuerzos de conservación del país a nivel internacional, siendo considerado líder en la protección y la conservación de la biodiversidad. Aproximadamente 26% del territorio nacional se encuentra protegido y bajo la administración del Estado en las categorías de Reserva Biológica, Parque Nacional y Refugio de Vida Silvestre, entre otros. Además, cerca de 6% de la superficie nacional se encuentra

protegida legalmente bajo la administración del sector privado (Obando 2007).

A pesar de los esfuerzos para la protección de la biodiversidad y de los recursos naturales en el país, las políticas de conservación y manejo se han aplicado de forma exclusiva en áreas silvestres, sin considerar las áreas urbanas. Estas últimas se encuentran principalmente concentradas en la Gran Área Metropolitana (GAM), que incorpora a las cabeceras de las provincias y aloja a la mayor parte de la población del país. Con un área



Vista panorámica parcial de la Región Metropolitana de Costa Rica, año 2004 (Fotografía: Francisco Rodríguez).

de 406 km², la GAM incluye cuatro provincias (*i.e.*, Heredia, Alajuela, Cartago, San José), 24 cantones y 110 distritos. Además de la GAM, otras ciudades importantes están ubicadas en las costas del país, como es el caso de Puntarenas, la zona urbana más grande del Pacífico, y la ciudad de Limón, la más importante del Caribe. Para el año 2000, la población estimada para el país era de aproximadamente 3,950,000 habitantes (INEC 2010), de los cuales 40% residían en la GAM (Collado 2004).

Las condiciones ambientales de las zonas urbanas de Costa Rica son muy similares a aquellas que caracterizan a la mayoría de las ciudades latinoamericanas. Por ejemplo, la mayor parte de las aguas negras generadas por los asentamientos humanos en Costa Rica no son tratadas. Para el caso específico de la GAM, cerca de 95% de las aguas negras no reciben tratamiento adecuado, los desechos sólidos no son clasificados, tratados ni reciclados, las aguas subterráneas están contaminadas y su capacidad de recarga es reducida. Por otro lado, el aire está contaminado con altas concentraciones de dióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Además, las áreas verdes no son suficientes para satisfacer las necesidades de la población urbana (MIVAH 2006). Datos preliminares del Plan de Arborización Urbana (PLANARBU) de la Municipalidad de San José sugieren que se cuenta con 5 m² de área verde

por habitante en el cantón de San José (J. Arias, com. pers.).

Primeras aproximaciones en Costa Rica

Los primeros trabajos ecológicos en sistemas urbanos de Costa Rica estuvieron relacionados con la colecta de vertebrados terrestres. En 1864, Julian Carmiol (naturalista botánico alemán), colectó un individuo de codorniz crestada (*Colinus cristatus leucopogon*) en la ciudad de San José, siendo el primer ejemplar ornitológico colectado en las inmediaciones de una ciudad costarricense. Posteriormente, Alexander von Frantzius y su asistente José Castulo Zeledón, ornitólogo costarricense, reportaron algunas especies de aves para la ciudad de San José (Monge-Nájera y Barrientos 1991). En 1889, se colectó el primer mamífero en una zona urbana, en la localidad de Aserrí (poblado cercano a San José): la ardilla común (*Sciurus granatensis*). Después, Anastasio Alfaro, naturalista costarricense y fundador del Museo Nacional, describió diferentes especies de mamíferos y realizó observaciones sobre interacciones entre las especies descritas dentro de la GAM. En cuanto a la herpetofauna, no existen registros de ejemplares colectados. Sin embargo, el primer informe relacionado con este taxón fue elaborado por Drinker (1871), cuyo objetivo fue documentar una colección privada de anfibios y

reptiles del Valle Central, generando así la primer lista de especies de anfibios y reptiles para esta zona del país.

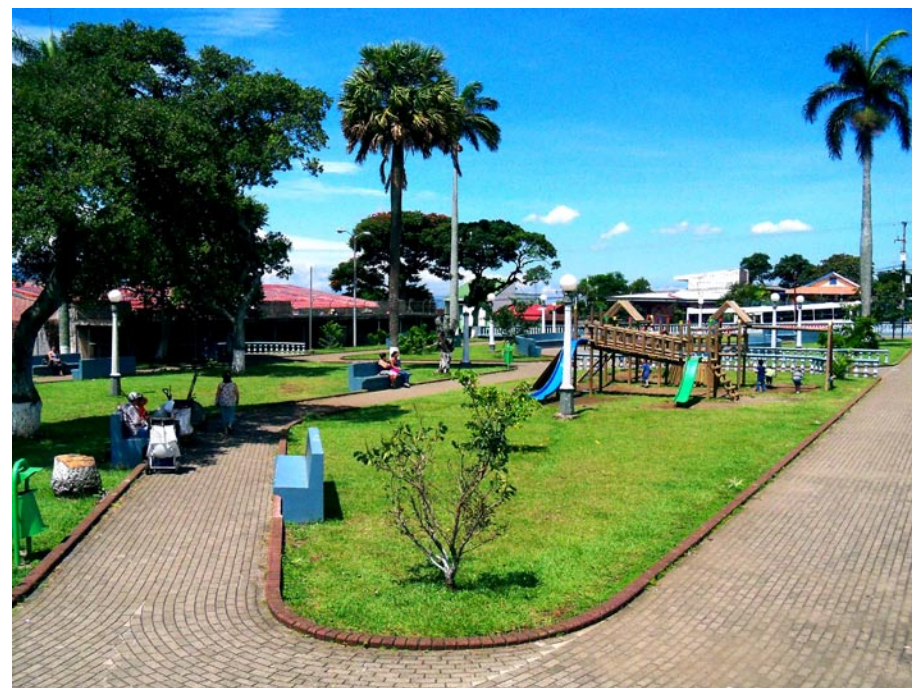
Tendencias actuales en Costa Rica

Los estudios de ecología urbana han sido escasos en el país. En total hemos identificado 45 documentos relacionados con esta disciplina, realizados en un lapso de 21 años (1990-2011). Previo al año 2000, sólo encontramos cuatro estudios enfocados en temáticas de ecología urbana. Sin embargo, a partir del año 2001 y hasta abril de 2011, la producción de este tipo de trabajos incrementó notablemente. Dichos trabajos han sido generados por diversas organizaciones, siendo las universidades públicas las que han contribuido en mayor medida a la producción de estos estudios.

La mayor parte de los estudios de ecología urbana en Costa Rica ha sido publicada en revistas de carácter divulgativo. Esta tendencia podría deberse a que los investigadores están mayormente interesados en generar información útil para los tomadores de decisiones y para los ciudadanos. El resto de los trabajos relacionados con esta disciplina han sido publicados en revistas científicas regionales, y en menor número, en revistas con reconocimiento internacional.

Entre las publicaciones de ecología urbana en Cos-

ta Rica, los estudios relacionados con la contaminación ambiental encabezan la lista. Particularmente, se han identificado las zonas con mayores niveles de contaminación del suelo, del agua y del aire (*i.e.*, Heredia, San José), además de los tipos de contaminantes involucrados (Alfaro 2001a, Rodríguez y Herrera 2003). Además, se ha utilizado a los líquenes como bioindicadores de contaminación en el ciudad de San José (Saénz *et al.* 2007, Bustamante 2010).



Parque Alfredo González Flores, Heredia (Fotografía: Francisco Monge G.).

Posteriormente, un grupo importante de publicaciones se ha concentrado en temas meramente ecológicos dentro de zonas urbanas, básicamente en su componente vegetal. Dichos trabajos han analizado la riqueza, la abundancia, el manejo y la conservación de los árboles urbanos en sitios tales como parques, calles y cuencas urbanas (Valle 2011). También se ha investigado la invasión de especies exóticas en áreas con cobertura vegetal nativa (Di Stéfano *et al.* 1998) y se ha analizado la composición vegetal en zonas urbanas y periurbanas (Groenendijk 1983, Vargas *et al.* 2003, Morales y Lange 2009, Monge-Nájera y Perez-Gomez 2010). Posterior a las publicaciones sobre el componente vegetal de las zonas urbanas en Costa Rica, los estudios de ecología de las aves sobresalen. El objetivo principal de dichos estudios ha sido determinar la composición avifaunística de zonas urbanas (Stiles 1990, Naoki *et al.* 2003, Cárdenas-Carmona *et al.* 2004, Alvarado y Dúran 2006). Finalmente, existen algunos estudios relacionados con plagas urbanas (Alfaro 1991, Ramírez 2003, Ramírez *et al.* 2008), especies introducidas (Barrientos y Monge-Nájera 2010a) y gestión de los recursos naturales (Sagot 2007, Barrientos y Monge-Nájera 2010b).

Recientemente se ha registrado un aumento en el interés por comprender a los sistemas urbanos del país desde una perspectiva ecológica, posiblemente debido

a la necesidad de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos que habitan en zonas urbanas. Dos sectores principales han impulsado las investigaciones de ecología urbana en Costa Rica: (1) el académico y (2) el gubernamental. Desde el sector académico, los esfuerzos realizados de manera conjunta entre la Escuela de Ciencias Geográficas y la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional son destacables. Ambas instituciones realizaron una evaluación ecológica a corto plazo de la microcuenca urbana del río Pirro, ubicada en la provincia de Heredia (Romero *et al.* 2011). A partir de este estudio se determinó que los ecosistemas urbanos de la microcuenca exhiben niveles de degradación moderados y severos. Asimismo, se determinó que: (1) más de 90% de la superficie ocupada por bosque natural ripario ha sido eliminada, (2) los niveles de contaminación del agua superficial son muy altos, (3) se ha reducido 36% de especies de fauna nativa (*i.e.*, aves, anfibios, reptiles) y (4) la dinámica fluvial del río ha sido modificada (Romero *et al.* 2011). La información generada a través de esta evaluación ha sido la base para la construcción de un plan de manejo participativo de la microcuenca, el cual incluye tanto a los actores locales como a los tomadores de decisiones. Dentro de este mismo proceso, actualmente se realiza la validación del plan de gestión, el cual será implementado posteriormente.

Desde el sector gubernamental, sobresale la actuación del gobierno local representado por la Municipalidad de San José, misma que aloja la mayor concentración de población urbana del país. Particularmente, este municipio ha llevado a cabo un programa denominado Plan de Arborización Urbana (PLANARBU), el cual se encuentra a cargo de la Sección de Parques y Áreas Verdes de dicha institución. A través de este programa, se ha desarrollado un inventario georreferenciado de los árboles presentes en los parques y las aceras del cantón (Arias 2011). Además, se ha realizado el inventario de las aves y las mariposas diurnas de áreas urbanas, relacionándolas con la información florística generada (Solórzano y Artavia 2011).

A partir de los datos generados en el PLANARBU, se ha elaborado un reglamento para la selección y el manejo de árboles en zonas urbanas, mismo que cuenta con una lista de criterios para la selección de árboles que pueden utilizarse en estas zonas. Además, se ha establecido un vivero con plantas nativas cuyas semillas y plántulas han sido colectadas en las pocas áreas naturales que quedan en el Valle Central de Costa Rica. En dicho vivero se determinan los periodos de germinación y el manejo silvicultural adecuado para las especies de plantas colectadas. Finalmente, las plantas seleccionadas son introducidas en las zonas urbanas y se les da

mantenimiento y seguimiento a lo largo del tiempo (Valle 2011). Adicionalmente, el Gobierno Municipal ha llevado a cabo la medición de la calidad del aire de forma anual (Alfaro 2001b). Esta información les ha permitido realizar programas de planificación para mejorar la calidad del aire de San José.

Futuro de la ecología urbana en Costa Rica

A pesar de los avances que se han logrado en relación con la comprensión de los ecosistemas naturales tropicales en Costa Rica en las últimas décadas, se ha relegado notablemente el estudio de los ecosistemas urbanos



Parque Central, Heredia (Fotografía: Francisco Monge G.).

del país, en donde se concentra la mayor parte de la población nacional y donde ocurre la mayoría de los problemas ambientales, de conservación y de manejo. En la última década aumentó de manera importante el número de estudios enfocados en la comprensión de los ecosistemas urbanos nacionales. No obstante, los temas de investigación se han centrado principalmente en la determinación de indicadores de contaminación y la evaluación de la diversidad de la flora y la avifauna de microcuencas y parques urbanos. Por ello, es esencial ampliar la gama de grupos biológicos y de hábitats estudiados, no sólo a nivel de áreas verdes urbanas, sino incluyendo también a las áreas “grises”, que representan sitios con escasa vegetación y alta cobertura construida (MacGregor-Fors y Schondube 2011). Además, es necesario incrementar la investigación en las zonas periurbanas con el propósito de comprender los procesos que ocurren a lo largo de los gradientes urbanos (McDonnell *et al.* 2008, MacGregor-Fors 2010).

Consideramos que sería deseable llevar a cabo estudios en zonas urbanas costarricenses utilizando perspectivas ecosistémicas. Por otro lado, valoramos la importancia de llevar a cabo monitoreos de los patrones y de los procesos ecológicos ocurridos en los sistemas urbanos a largo plazo. Cabe mencionar que todos estos estudios

deberían, en el mejor de los casos, ser incluidos en programas de investigación interdisciplinarios que contemplen aspectos geográficos, sociales y económicos con la finalidad de comprender a los ecosistemas urbanos de Costa Rica en su totalidad.

La práctica y la investigación de restauración ecológica han sido totalmente ignoradas dentro de los sistemas urbanos del país, tendencia que creemos es crucial revertir en un futuro inmediato. Consideramos que los esfuerzos relacionados con la restauración ecológica deben ir más allá de la elaboración de propuestas para dar pie a la generación de proyectos que integren tanto aspectos teóricos como experimentales con el propósito de generar información científica que permita la implementación de programas de restauración por parte de los gobiernos locales. Finalmente, consideramos importante conocer la opinión que tienen los ciudadanos sobre sus ciudades. Lo anterior permitiría formular e implementar programas de educación ambiental que promuevan tanto la conservación, como el manejo de los ecosistemas urbanos. Dichas actividades podrían promover cambios ambientales importantes a mediano plazo que serán percibidos por los habitantes urbanos, lo cual restablecería el vínculo que muchos habitantes urbanos han perdido con la naturaleza.

Literatura citada

- Alfaro, J. (1991) *Eficacia de los Métodos para el Control del Zanate (Quiscalus mexicanus) en Dormitorios Urbanos de Costa Rica*. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Alfaro, R. (2001a) El monóxido de carbono satura la capital. *Ambientico* **89**, 40–44.
- Alfaro, R. (2001b) Contaminación del aire en la capital. *Ambientico* **93**, 37–41.
- Alvarado, G. y Dúran, F. (2006) Avifauna de los cerros de Escazú, Costa Rica. *Brenesia* **66**, 37–47.
- Arias, J. (2011) *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión del Bosque Urbano en el Cantón de San José*. Memoria del "I Simposio de Ecología Urbana", Universidad Nacional-Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Barrientos, Z. y Monge-Nájera, J. (2010a) Especies introducidas en la Meseta Central de Costa Rica. *Biocenosis* **23**, 32–37.
- Barrientos, Z. y Monge-Nájera, J. (2010b) Restauración ecológica en la meseta central de Costa Rica. *Biocenosis* **23**, 20–25.
- Bustamante, E. (2010) *Líquenes como Bioindicadores de la Contaminación Atmosférica en la Zona Urbana de San José*. Tesis de maestría, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Cárdenas-Carmona, G., Harvey, C. A., Ibrahim, M. A. y Finegan, B. (2004) *Diversidad y Riqueza de Aves en Diferentes Hábitats en un Paisaje Fragmentado en Cañas, Costa Rica*. Memoria de la "Semana Científica del CATIE", Turrialba, Costa Rica.
- Collado, A. (2004) *Análisis Espacial y Localización Geográfica de la Pobreza en el Área Metropolitana de Costa Rica*. Academia de Centroamérica, San José, Costa Rica.
- Di Stéfano, J. F., Fournier, L. A., Carranza, J., Marín, W. y Mora, A. (1998) Potencial invasor de *Syzgium jambos* (Myrtaceae) en fragmentos boscosos: El caso de Ciudad Colón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* **46**, 567–573.
- Drinker, E. (1871) *Informe sobre una Colección de Batracios y Reptiles hecha por el Dr. Von Patten en el Valle Central de Costa Rica*. Museo Nacional, San José, Costa Rica.
- Flores Silva, E. (1991) *Geografía de Costa Rica*. Editorial EUNED, San José, Costa Rica.
- Gobierno de Costa Rica (2010) *Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014. "María Teresa Obregón Zamora"*. Gobierno de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Groenendijk, H. (1983) *Tablas Preliminares de Crecimiento de Cupressus lusitanica para el Valle Central de Costa Rica*. Universidad Nacional, San José, Costa Rica.
- (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (2010) *Población Total Estimada por Sexo, según Años Calendario. 1950-2000*. INEC, San José, Costa Rica.
- MacGregor-Fors, I. (2010) How to measure the urban-wildland ecotone: Redefining 'peri-urban' areas. *Ecological Research* **25**, 883–887.
- MacGregor-Fors, I. y Schondube, J. E. (2011) Green vs. gray urbanization: Relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology* **12**, 372–381.
- McDonnell, M. J. y Haas, A. K. (2008) The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: Current status and future directions. *Landscape Ecology* **23**, 1143–1155.
- (MIVAH) Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (2006) *GEO Gran Área Metropolitana del Valle Central de Costa Rica: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano 2006*. Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, A.C., San José, Costa Rica.
- Monge-Nájera, J. y Barrientos, Z. (1991) Las ciencias naturales y el medio siglo de la Universidad de Costa Rica. *Külina, Revista de*

- Artes y Letras* **15**, 323–330.
- Monge-Nájera, J. y Perez-Gomez, G. (2010) Urban vegetation change after a hundred years in a tropical city (San José de Costa Rica). *Revista de Biología Tropical* **58**, 1367–1386.
- Morales, O. y Lange, A. (2009) *Comparación de la Diversidad y la Abundancia de Plantas Vasculares en Tres Áreas Boscosas del Cerro La Carpintera, Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Naoki, K., Durán, F. y Sánchez, J. (2003) La avifauna de un fragmento de bosque secundario de bosque secundario en el Valle Central, Costa Rica: Su estacionalidad e implicación para la conservación. *Brenesia* **59/60**, 49–64.
- Obando, V. (2001) *Estado de la Biodiversidad en Costa Rica*. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Obando, V. (2007) *Biodiversidad de Costa Rica en Cifras*. INBio-SINAC-MINAE-NORAD, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Ramírez, O. (2003) Ante la plaga (?) de la paloma de Castilla. *Ambientico* **119**, 19–23.
- Ramírez, O., Amador, M., Camacho, L., Carranza, I. J., Chaves, E., Moya, A., Vega, M., Verdesia, J. y Quiros, W. (2008) Conocimiento popular de la paloma de Castilla (*Columba livia*) en el Parque Central de Alajuela. *Zeledonia* **12**, 14–19.
- Rodríguez, S. y Herrera, J. (2003) Concentración de plomo en material particulado inhalable: San José - Centro, agosto-diciembre 2002. *Revista Ciencias Ambientales* **26**, 43–50.
- Romero, M., Piedra, L., Villalobos, R., Marín, R. y Núñez, F. (2011) Evaluación ecológica rápida de un ecosistema urbano: El caso de la microcuenca del río Pirro, Heredia, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central* **2**, 41–69.
- Sáenz, A., Flores, F., Madrigal, L. y Di Stefano, J. F. (2007) Estimación del grado de contaminación del aire por medio de la cobertura de líquenes sobre troncos de árboles en la ciudad de San José, Costa Rica. *Brenesia* **68**, 29–35.
- Solórzano, A. y Artavia, R. (2011) *Caracterización de la Biodiversidad de Lepidóptero y Avifauna del Bosque Urbano del Cantón Central de San José*. Memoria del “I Simposio de Ecología Urbana”, Universidad Nacional-Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Sagot, A. (2007) Construcciones en cauces y áreas de protección. *Ambientico* **164**, 16–17.
- Stiles, G. (1990) La avifauna de la Universidad de Costa Rica y sus alrededores a través de veinte años (1968-1989). *Revista de Biología Tropical* **38**, 361–381.
- Valle, D. (2011) *Repoblamiento del Bosque Urbano (PRBU)*. Memoria del "I Simposio de Ecología Urbana", Universidad Nacional-Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Vargas, E. M., Castro, E., Macaya, G. y Rocha O. (2003) Variación del tamaño de frutos y semillas en 38 poblaciones silvestres de *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) del Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* **51**, 707–724.



MÉXICO

Rubén Ortega-Álvarez
Ian MacGregor-Fors
Raúl Pineda-López
Rubén Pineda-López
Patricia Ramírez-Bastida
Iriana Zuria

México es el país más septentrional de América Latina. A nivel mundial, México es reconocido como el cuarto país más megadiverso por la amplia diversidad biológica y cultural que alberga (Sarukhán *et al.* 2009). Su situación latitudinal y heterogeneidad climática, topográfica y geológica favorecen la presencia de prácticamente todos los ecosistemas terrestres dentro de un territorio de poco menos de 2,000,000 km² (CONABIO 1998). Asimismo, su colindancia con los océanos Pacífico y Atlántico da pie a la extraordinaria diversidad de especies de vida marina que contiene. El territorio mexicano está dividido por dos zonas biogeográficas principales, la Neártica y la Neotropical, lo cual contribuye a la coexistencia espacio-temporal de especies de origen templado y tropical. Además de su gran riqueza de especies, México se caracteriza por el elevado número de endemismos que alberga (Sarukhán *et al.* 2009). No obstante, las tendencias pa-

sadas, presentes y futuras del desarrollo urbano en México amenazan la diversidad biológica a nivel nacional.

Las zonas metropolitanas son de importancia fundamental para México, ya que en ellas se desarrollan la ma-

yor parte de las actividades económicas y científicas que ocurren en el país, siendo además los sitios donde generalmente se concentran las instituciones gubernamentales (Garza 2007). En México se reconocen tres etapas de urbanización acontecidas a lo largo del siglo XX y principios del XXI. Durante la primera etapa, denominada “moderada-baja” (1900-1940), México se caracterizaba por ser un país mayormente rural, donde la población que habitaba fuera de las ciudades constituía un porcentaje mayor (~89%). Posteriormente, entre 1940 y 1980 la dinámica de urbanización cambió a un estado “acelerado-medio”, en el que numerosos centros urbanos hicieron su aparición, y aquellos pre-

viamente existentes crecieron de forma vertiginosa (Garza 2007). De esta manera, la población urbana nacional incrementó considerablemente, a tal grado que a partir de 1980 era ya mayor que la rural (Garza 2010). Finalmente, durante la etapa “baja-acelerada”, acontecida entre 1980 y 2000, el país se consolidó como urbano debido a las altas tasas de migración del campo hacia la ciudad como producto de la inestabilidad económica imperante a lo largo de dicho periodo, misma que no impactó el desarrollo urbano pero sí a las condiciones de vida de la población urbana mexicana (Garza 2007).

A principios del siglo XXI, el crecimiento urbano en México continúa siendo constante y creciente. Ac-

tualmente, la mayor parte de la población urbana se concentra en el centro del país, donde se localizan las áreas metropolitanas de la Ciudad de México, Toluca, Puebla, Cuernavaca, Querétaro y Pachuca (Garza 2007). En la República Mexicana se reconocen cerca de 377 ciudades o centros urbanos (Garza 2010), cuyas poblaciones confluyen en 56 zonas metropolitanas diferentes (SEDESOL-CO-NAPO-INEGI 2007). Entre ellas, destacan la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla y Toluca (Garza 2007). Para 2010, el porcentaje de población urbana en México era de 77.3%, equivalente a 84 millones de habitantes (Garza 2010). Además, la expansión de las ciudades mexicanas se debió, en gran parte, al



Vista panorámica de la ciudad de Morelia, Michoacán (Fotografía: Ian MacGregor-Fors).

incremento del número de personas que emigraron desde las grandes ciudades hasta los pequeños centros urbanos ubicados en sus periferias (Arellano y Roca 2010). Las proyecciones del crecimiento urbano en México para 2020 señalan que: (1) las ciudades medianas con 50,000 a 500,000 habitantes pasarán de ser 94 a 96, (2) las ciudades grandes con más de 500,000 habitantes aumentarán de 38 a 47, (3) el porcentaje de la población urbana será de 86% (incrementando 8.6%) y (4) la población urbana nacional estará conformada por aproximadamente 104,000,000 de habitantes (Garza 2010).

Desafortunadamente, el grado de urbanización alcanzado en distintas regiones de la República Mexicana no ha implicado un incremento substancial en el desarrollo del país. Por el contrario, gran parte de las problemáticas sociales, económicas y ambientales de México son principalmente de origen urbano (Garza 2010). Hoy en día, el paisaje urbano mexicano se caracteriza por sus altos niveles de segregación y desigualdad económicas, niveles de competitividad insuficientes y baja calidad de vida (Garza 2007, UN-Habitat 2008, Ramírez y Safa 2009, Damián 2010, Negrete-Salas 2010). Asimismo, las ciudades mexicanas están asociadas, en gran medida, con eventos de deterioro y contaminación más graves de los ecosistemas mexicanos (Garza 2010). El tratamiento insuficiente de aguas residuales, la so-

breexplotación y contaminación de los cuerpos de agua, el ineficiente sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos, el manejo incierto de los residuos peligrosos, el establecimiento de tiraderos de basura en zonas periurbanas, los cambios de uso del suelo y la incipiente incorporación de áreas verdes dentro de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial urbanos han caracterizado a la inmensa mayoría de las ciudades mexicanas, lo cual compromete la salud humana y ambiental del país (Pisanty *et al.* 2009).

Los planes de manejo y desarrollo urbano en México han sido insuficientes, inadecuados o, en el peor de los casos, inexistentes. La construcción de viviendas y la invasión de terrenos para el establecimiento de propiedades fueron eventos comunes durante los primeros años del crecimiento de las zonas metropolitanas más importantes del país, lo cual promovió que su expansión fuera irregular y desordenada (Ramírez y Safa 2009). A partir de la década de los noventa (1990), la legislación en materia urbana se ha ido transformando de tal forma que la asignación de los usos de suelo y los servicios urbanos obedecen a los mecanismos del mercado (Garza 2010). Así, el desarrollo de las ciudades mexicanas es, en general, poco eficiente e impone amenazas potenciales importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano hasta el día de hoy,

ya que carece de una planeación tanto a mediano como a largo plazo y precisa de un mayor número de regulaciones de tipo ambiental (Pisanty *et al.* 2009, Garza 2010).

Primeras aproximaciones en México

Fue a finales de la década de los ochenta (1980) cuando los ecólogos mexicanos comenzaron a preocuparse por los procesos ecológicos que sucedían en sus zonas urbanas e iniciaron a estudiarlos sistemáticamente. Antes de 1990 se publicaron dos obras que forman parte del cimiento que ha permitido comprender a los asentamientos humanos en México. La primera es una recopilación de estudios de caso enfocados a la comprensión de los fenómenos ambientales, ecológicos y espaciales del Valle de México, concernientes a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Rapoport y López-Moreno 1987). En esta obra, Eduardo H. Rapoport e Ismael R. López-Moreno conjuntaron información sumamente valiosa sobre diversos temas, entre los que destacan la vegetación ornamental urbana, las comunidades de vida silvestre que utilizan zonas urbanas y rurales (*i.e.*, aves, roedores) y la dinámica de transformación de uso del suelo por uso urbano. La segunda obra es una edición especial de la Sociedad Mexicana de Historia Natural que conjuntó una variedad mucho más diversa de es-

tudios relacionados con la urbanización, una vez más, enfocados al Valle de México (Gío-Argáez *et al.* 1989). En esta obra, Raúl Gío-Argáez y colaboradores editaron trabajos relacionados con el flujo de energía, básicamente concentrados en temas climáticos asociados con la contaminación del aire, la flora y la fauna nativa y exótica del Valle de México, el crecimiento de la Ciudad de México, su implicación sobre el corredor biológico del suroeste de la ciudad, así como algunas cuestiones de educación ambiental. Aunque las dos obras están enfocadas exclusivamente



Tlachichuca, Puebla (Fotografía: Rubén Ortega-Álvarez).

en el Valle de México (donde se localiza actualmente la Zona Metropolitana de la Ciudad de México), ambas describen algunos de los efectos que puede tener la urbanización y sus procesos sobre los componentes físicos y biológicos de la ciudad. Posterior a la publicación de estos trabajos, el número de estudios de ecología urbana en México ha incrementado notablemente hasta la fecha. Además de los trabajos publicados en revistas científicas, se han editado nuevas obras que condensan la información que se ha generado en relación con los temas de ecología urbana en otras ciudades del país (*e.g.*, Xalapa: López-Moreno 1993; Guadalajara: López-Coronado y Guerrero-Nuño 2004), así como diversas tesis de licenciatura y posgrado.

Tendencias actuales en México

Debido a la cantidad de conocimiento relacionado con temáticas de ecología urbana que se ha generado en México en las últimas cuatro décadas, enfocamos esta sección únicamente a cuatro de las zonas urbanas más conocidas, importantes y estudiadas: la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y las ciudades de Morelia, Pachuca y Querétaro.

Ciudad de México

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)

es considerada como una de las áreas conurbadas más grandes del mundo y es la más grande de México (UN 2008). Dentro de sus linderos se han realizado diversos estudios de ecología urbana relacionados con la micología, la botánica y la zoología. Entre dichos estudios, el único micológico es el de Calderón (1989), quien realizó la caracterización aeromicológica de una zona suburbana. En su trabajo, Calderón registró un total de 11 géneros mesófilos presentes en el dosel. Contrario a la escasez de estudios micológicos, la flora de la ZMCM ha recibido mucha más atención. Particularmente, se ha estudiado la flora de las calles (Rapoport *et al.* 1983), los terrenos baldíos (Rapoport *et al.* 1983, Díaz-Betancourt 1999) y los jardines privados de la zona urbana (Díaz-Betancourt *et al.* 1987). Estas investigaciones señalan que: (1) se pueden encontrar alrededor de 564 especies de plantas nativas en las calles y terrenos baldíos de la ciudad, donde predominan las especies nativas sobre las exóticas (70% y 30%, respectivamente; Rapoport *et al.* 1983), (2) los altos niveles de concentración de cascajo ejercen un efecto negativo sobre la riqueza de especies presente en terrenos baldíos, (3) los jardines privados albergan un mayor número de especies introducidas (70.5%; Díaz-Betancourt *et al.* 1987) y (4) algunos factores que afectan la distribución y abundancia de plantas cultivadas en jardines son el ingreso económico del área en la que se encuentran ubi-

cados, el tiempo de riego y su superficie (Díaz-Betancourt *et al.* 1987).

Por otro lado, Ortega-Álvarez y colaboradores (2011) evaluaron cambios en la riqueza, densidad y composición de árboles en un gradiente de urbanización al suroeste de la ZMCM, encontrando que la riqueza arbórea es mayor en áreas residenciales y menor en parques, mientras que la densidad es más alta en parques y más baja en zonas comerciales. Asimismo, Benítez y colaboradores (1987) evaluaron los cambios en el uso del suelo y en la superficie y distribución de la vegetación entre 1959 y 1977, también al suroeste de la ciudad. Sus resultados muestran que la urbanización fomentó la proliferación de especies exóticas como el eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y el pirul (*Schinus molle*), propiciando cambios de uso del suelo y pérdida de cobertura vegetal, afectando a su vez zonas agrícolas, bosques de encino y matorrales. Finalmente, es importante mencionar la obra de Chacalo y Nava (2009), quienes brindan un panorama general en relación con el manejo del arbolado urbano de la ZMCM y otras ciudades del país.

En relación con la fauna, la mayoría de los estudios de ecología urbana llevados a cabo en la ZMCM están enfocados en las aves. Entre ellos, destacan los trabajos que analizan las relaciones que existen entre las comunidades de aves y diferentes atributos de los áreas verdes urbanas. Por ejemplo, Varona (2001) reportó que

la riqueza de especies está positivamente relacionada con la heterogeneidad ambiental (*i.e.*, riqueza florística) de los parques. Además, Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors (2010) señalaron que la infraestructura urbana, los depredadores domésticos potenciales, la actividad humana y la abundancia de ciertas especies de aves exóticas (*i.e.*, gorrión doméstico—*Passer domesticus*), juegan un papel fundamental sobre la abundancia de distintas especies de aves nativas. Sin embargo, también se ha observado que la distancia a la cual se encuentran los parques urbanos con respecto al borde de la ciudad es un factor que influye sobre la diversidad y la composición de las comunidades de aves asociadas a estos hábitats (MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez 2011). Por último, Arizmendi y colaboradores (2007, 2008) evaluaron los cambios en la diversidad y la abundancia de colibríes por efecto de la presencia de bebederos, encontrando que los bebederos incrementan la actividad y abundancia de colibríes. Sin embargo, los estudios de Arizmendi y colaboradores muestran que lo anterior puede afectar la producción de semillas de algunas especies de plantas nativas (*e.g.*, *Salvia mexicana*, *S. fulgens*).

Otros estudios han analizado el efecto de las diferentes condiciones ambientales sobre las aves a lo largo de gradientes de urbanización. Por ejemplo, Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors (2011c) determinaron la re-

lación que existe entre las características del hábitat y el número de individuos de una especie exótica (*i.e.*, *Passer domesticus*), encontrando que su abundancia y las propiedades del hábitat que la afectan varía entre usos del suelo. En relación con las comunidades de aves, se ha registrado que conforme aumenta el grado de urbanización: (1) la riqueza de especies disminuye, (2) la abundancia de aves aumenta (Nocedal 1987, Ortega-Álvarez 2008) y (3) las comunidades son más dominadas y homogéneas (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors 2009). Si bien pocos estudios han evaluado el efecto de la urbanización sobre las aves acuáticas, se ha determinado que la presencia de vegetación y la heterogeneidad del hábitat de los humedales se relacionan de forma positiva con la diversidad y la estructura de las comunidades de aves que alojan (Ramírez-Bastida 2000).

Aunque otros grupos zoológicos también han sido estudiados dentro de la ZMCM, existe un menor número de trabajos. Sánchez (2002) analizó la dinámica de población, la actividad diurna, el ámbito hogareño, los cambios del pelaje, la variación de peso y las madrigueras de una especie de roedor (*Microtus mexicanus*) en el camellón central de la Calzada de Tlalpan. Asimismo, Sánchez y colaboradores (1989) determinaron el número de especies de murciélagos y su distribución dentro de la ciudad, encontrando que 28 especies habitan en

las zonas urbanas y periurbanas de la ZMCM. Por último, Durán-Barrón y colaboradores (2009) identificaron y calcularon la ocupación, la densidad y la permanencia de arañas asociadas con viviendas al interior de la ciudad.

Morelia

Morelia es una ciudad de tamaño mediano que alberga una población humana mayor a un millón de habitantes (Vargas 2008). Aunque la ciudad ha crecido rápidamente en las últimas décadas, incluso embebiendo asentamientos humanos de menor tamaño (*e.g.*, Santa María del Guido), dicho crecimiento ha carecido de una planeación urbana adecuada (López *et al.* 2001). Esta ciudad ha sido área de estudio para una creciente can-



Vista panorámica de la ZMCM (Fotografía: Patricia Ramírez-Bastida).

tividad de trabajos relacionados con sus dinámicas ecológicas, incluyendo libros, artículos científicos y tesis de todos los niveles académicos.

En cuanto a la flora de Morelia, se han realizado estudios tanto descriptivos como ecológicos. Por ejemplo, Guerrero (1997) realizó un inventario de los árboles, arbustos y especies trepadoras de la ciudad, identificando más de 130 especies. En 2007, Madrigal-Sánchez y Gómez identificaron 67 especies de árboles comunes de la ciudad, entre los cuales cerca de la mitad son exóticos a México. Recientemente, Conejo (2011) evaluó la relación que existe entre las características de los árboles y su ubicación dentro de cajetes en banquetas y camellones, así como el daño que causan a la infraestructura urbana. En este trabajo se muestra claramente que el daño causado por las raíces de los árboles es mayor en banquetas que en camellones y se identifican los tamaños ideales de los cajetes en las banquetas y el ancho ideal de los camellones para reducir la ruptura de dichas estructuras urbanas.

En relación con la fauna, existen diversos estudios sobre ranas, mamíferos medianos, lepidópteros (*i.e.*, mariposas, polillas) y aves. En cuanto a las ranas y los mamíferos medianos, se ha reportado que son pocas las especies que logran habitar en la ciudad. Sin embargo, las que lo logran son generalmente abundantes (Ordu-

ña 2010, MacGregor-Fors *et al.* 2013).

En relación con los lepidópteros, Quiroz (2008) encontró que las zonas urbanas pueden ser sitios que alojan comunidades diversas de mariposas (lepidópteros diurnos), mientras que López (2010) mostró que los patrones de diversidad de lepidópteros responden a la distribución espacial de los sitios de muestreo en la ciudad, más que a las características específicas de los hábitats.

En cuanto a las aves, diversos estudios han mostrado la forma en la que las aves responden ante la urbanización, desde el nivel de especie hasta el de comunidad. A nivel de especie, MacGregor-Fors y colaboradores (2010a) mostraron el efecto que tiene una especie exótica invasora (*Passer domesticus*) sobre las comunidades de aves nativas. Enfocados en la misma especie, Chávez-Zichinelli y colaboradores (2010) mostraron como este gorrión experimenta diferentes condiciones fisiológicas dentro de la ciudad. Por otro lado, MacGregor-Fors y colaboradores (2011a) analizaron los efectos de la contaminación lumínica urbana sobre la actividad del mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), mientras que Sáyago y MacGregor-Fors (2010) determinaron la importancia que tienen las variables meteorológicas sobre la fecha de llegada de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) a la ciudad de Morelia. Además, MacGregor-Fors y colaboradores (2008) reportaron la presencia de

la mascarita pico grueso (*Geothlypis poliocephala*) en los linderos de la ciudad de Morelia, mostrando que la urbanización puede favorecer hábitats propicios para especies que se distribuyen regularmente en sitios distintos con condiciones naturales similares. En cuanto a las comunidades de aves, se han observado los siguientes patrones: (1) la riqueza de especies es menor en zonas urbanas que en hábitats nativos, mientras que la abundancia de aves sigue un patrón contrario (MacGregor 2008, MacGregor-Fors *et al.* 2012), (2) la presión de depredación sobre nidos artificiales es mayor en zonas urbanizadas que en hábitats perturbados no urbanos (López-Flores *et al.* 2009), (3) las zonas urbanas conforman islas ecológicas, y por tanto su tamaño puede influenciar sus patrones de diversidad (MacGregor-Fors 2010a, b, MacGregor-Fors *et al.* 2011c), (4) la urbanización representa un arma de doble filo para las especies de aves migratorias: excluye un gran número de ellas, pero brinda hábitat de invierno para otras especies que incluso se encuentran bajo alguna categoría de conservación (MacGregor-Fors 2010a, MacGregor-Fors *et al.* 2010b) y (5) las especies de aves urbanas pueden clasificarse en grupos de acuerdo con sus respuestas a la urbanización, siendo las especies más abundantes beneficiadas por la urbanización, mientras que las poco abundantes y las raras son beneficiadas por elementos de la vegetación (MacGregor 2010,

MacGregor-Fors y Schondube 2011).

Finalmente, MacGregor-Fors y colaboradores (2011b) reportan la presencia de una especie exótica de cotorra (*Myiopsitta monachus*) en la ciudad de Morelia, la cual deberá ser monitoreada para evitar un proceso invasivo irreversible con efectos ecológicos y económicos potenciales inmensurables.

Pachuca

La Zona Metropolitana de Pachuca (ZMP), Hidalgo, se encuentra a 90 km de distancia en dirección noreste de la ZMCM. Esta zona conurbada alberga una población de 512,196 habitantes (INEGI 2011) y ha sido considerada como una de las zonas urbanas con mayor tasa de crecimiento de población en México en las últimas décadas (Garza 2002, INEGI 2008, PNUD 2008). Desde 2007, se han realizado algunos estudios para conocer los patrones de riqueza, distribución y abundancia de aves en distintas zonas de la ciudad. En total, se han registrado 100 especies de aves residentes y migratorias dentro de la zona urbana (Zuria *et al.* 2009, Gómez-Aíza y Zuria 2010, Carbó-Ramírez y Zuria 2011, Carbó-Ramírez *et al.* 2011, Zuria datos no publicados), que representan 22% de las especies de aves reportadas para todo el estado de Hidalgo (Martínez-Morales *et al.* 2007).

Las áreas verdes de la ZMP son los sitios en los que

se ha registrado la mayor riqueza de especies de aves. Por ejemplo, en el Parque Ecológico Cubitos, una reserva ecológica estatal de 90 ha. inmersa en la ciudad, se ha registrado 76% de las especies de aves reportadas para toda la zona conurbada (Zuria *et al.* 2009, Zuria y Rendón-Hernández 2010). El resto de las áreas verdes están representadas principalmente por parques pequeños (< 2 ha), jardines y camellones con vegetación en su mayor parte introducida, siguiendo un esquema de manejo intensivo. A pesar de lo anterior, estas áreas verdes juegan un papel importante como hábitat para diversas especies de aves, albergando 39% de las especies de aves de la ZMP (Carbó-Ramírez y Zuria 2011). En general, la riqueza de aves de la ZMP es mayor en parques y jardines y menor en camellones, donde se ha registrado mayor tráfico vehicular y elevados niveles de ruido. Asimismo, el tamaño de las áreas verdes es una variable que ha mostrado determinar la riqueza de especies dentro de la ZMP (Carbó-Ramírez y Zuria 2011).

La avifauna de Ciudad Universitaria, el campus principal de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, también ha sido objeto de estudio (Carbó-Ramírez *et al.* 2011). En este sitio, la mayor diversidad de aves está asociada con sitios de vegetación nativa de la región. Así, las áreas verdes de la ZMP, incluyendo Ciudad Universitaria, conforman refugios importantes

para muchas especies de aves, además de contribuir al incremento de la diversidad regional, ya que funcionan como hábitat para algunas especies que no han sido registradas en los remanentes de vegetación nativa (Carbó-Ramírez *et al.* 2011).

También se han analizado los efectos de la urbanización sobre algunos procesos ecológicos en los que intervienen las aves. Por ejemplo, se han documentado cambios en la riqueza de especies de aves que visitan las inflorescencias del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en relación con el nivel de urbanización y de perturbación antropogénica circundante (Gómez-Aíza y Zuria 2010). En un estudio particular en el que se consideraron diversos individuos de dicho maguey, se registraron 39 especies de aves visitando y consumiendo néctar, entre otras actividades, en su inflorescencia. Además, se determinó que aquellos individuos vegetales localizados en zonas con mayor cobertura vegetal y un bajo porcentaje de estructuras urbanas estaban positivamente relacionados con un mayor número de especies de aves visitantes (Gómez-Aíza y Zuria 2010).

Querétaro

El crecimiento de Santiago de Querétaro, ciudad capital del estado de Querétaro de Arteaga, ha afectado radicalmente a las áreas naturales de la región, causando la desaparición de diversos cuerpos de agua (Balbontín

1867). En las últimas décadas, la ciudad de Santiago de Querétaro ha crecido de forma desmesurada, aumentando de 474 a más de 15,544 ha en un periodo de 55 años (1950-2005; PNUMA-SEDESU-CONCYTEQ 2008). Hasta hace pocos años, el desarrollo de investigaciones ecológicas en esta ciudad había sido escaso. Actualmente, se llevan a cabo múltiples estudios relacionados con la vegetación, la fauna, el uso y la propagación de especies arbóreas nativas y el manejo de especies introducidas e invasoras, así como la dinámica de transmisión de especies parásitas entre fauna doméstica y nativa (*e.g.*, Gómez-Sánchez y Cabrera-Luna 2008, Díaz-Pardo *et al.* 2009, Hernández-Miranda y Jones 2009, Pineda-López 2009, Pineda-López *et al.* 2009, Hernández-Camacho *et al.* 2010, Martínez *et al.* 2010, Pineda-López *et al.* 2010a, Pineda-López *et al.* 2010b). Así, se han registrado 221 especies de plantas nativas y 43 introducidas en la zona urbana y periurbana de la ciudad, las cuales constituyen cerca de 31% de las especies de la región. Entre ellas ocurren tres especies microendémicas de los alrededores de la ciudad (Gómez-Sánchez y Cabrera-Luna 2008, Martínez *et al.* 2010). En el caso de las aves, se han registrado 119 especies que representan 57% de las especies regionales (Pineda-López 2009, Pineda-López datos no publicados). Además, dentro de la zona urbana se han detectado una importante cantidad de especies de ma-

riposas (aprox. 70 especies; Hernández-Miranda y Jones 2009).

A la par de estos estudios, se han adoptado estrategias para llevar a cabo un desarrollo urbano compatible con la conservación de la naturaleza, considerando de forma particular: (1) el manejo de microcuencas (UAQ-Municipio de Querétaro 2004), (2) la creación de corredores biológicos y (3) la implementación de programas de ordenamiento territorial (*e.g.*, Pineda-López y Hernández-Sandoval 2000, Suzán-Azpíri 2005). Con el mismo objetivo, se ha elaborado un manual para la propagación de especies de plantas nativas clave para la forestación que cuenta con fichas técnicas para 35 especies (Martínez-Sánchez *et al.* 2011). Además, actualmente se elabora otro manual de prácticas ecológicas para desarrolladores urbanos. Por su parte, el sector gubernamental ha decretado Áreas Naturales Protegidas dentro de la zona conurbada de la ciudad, salvaguardando áreas importantes para la conservación de la biodiversidad y de innumerables servicios ecosistémicos. También se ha constituido un fideicomiso público para contribuir al manejo de los recursos naturales del municipio de Querétaro (FIQMA), en conjunto con el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado (CON-CyTEQ) y su Centro Queretano de Recursos Naturales, que han apoyado diversas acciones y estudios sobre desarrollo sustentable en aspectos de vivienda, agua, uso

del suelo, biodiversidad y transporte.

Futuro de la ecología urbana en México

El incremento de los estudios ecológicos llevados a cabo en sistemas urbanos mexicanos ha sido alentador en los últimos años. No obstante, el conocimiento de los patrones y de los procesos ecológicos en zonas urbanas de México se encuentra rezagado en relación con el que ha sido impulsado en otros países del mundo, tanto en aspectos teóricos como en cuestiones prácticas (Ortega-Álvarez *et al.* 2011a, b). Desde nuestro punto de vista, algunas de las consideraciones más importantes que deberían ser tomadas en cuenta para promover el desarrollo y el avance de la ecología urbana en México son:

- (1) continuar con la realización de trabajos de ecología básica en sistemas urbanos para generar información fundamental para estudios posteriores,
- (2) trascender de estudios descriptivos de los sistemas urbanos a estudios que evalúen los procesos ecológicos asociados (*e.g.*, interacciones entre especies, adaptación, conducta, sobrevivencia, éxito reproductivo),
- (3) fomentar la realización de estudios en más sistemas urbanos mexicanos, no necesariamente enfocados en las

grandes metrópolis, con el propósito de conocer los patrones y procesos ecológicos que ocurren a diferentes escalas, así como para diseñar estrategias de manejo urbano específicas a las necesidades de cada región del país,

- (4) ampliar la gama de grupos biológicos estudiados dentro de los sistemas urbanos mexicanos,
- (5) procurar estudios a largo plazo en sistemas urbanos mexicanos que permitan analizar la dinámica de los patrones y de los procesos ecológicos urbanos, así como determinar el efecto del crecimiento urbano sobre la vida silvestre,
- (6) difundir la importancia del estudio de los sistemas urbanos entre estudiantes e investigadores vinculados con las ciencias naturales y sociales con la finalidad de facilitar la aceptación de este tipo de estudios e incrementar la formación de profesionales especializados en el estudio de sistemas urbanos,
- (7) extender el conocimiento generado más allá del gremio científico con el objetivo de sensibilizar y hacer partícipe a la población local sobre la naturaleza y el cuidado del ecosistema en el que habita y

(8) instaurar programas de evaluación ecológica de las actividades de manejo y planeación urbanas para determinar su eficiencia.

Consideraciones finales

Para que el desarrollo e impacto de la ecología urbana en México incrementen en las próximas décadas, consideramos que es necesario detonar un proceso complejo que requerirá de la labor conjunta de diversos actores científicos, políticos, sociales e institucionales. Si bien es necesario impulsar una línea de investigación que trascienda de una “ecología en la ciudad” a una “ecología de la ciudad” para dilucidar y entender los procesos ecológicos propios de los sistemas urbanos mexicanos, también es fundamental la creación simultánea de sistemas que permitan tomar decisiones en materia urbana utilizando conocimientos multidisciplinarios. En resumen, consideramos urgente que se integre el desarrollo de las actividades científicas con los aspectos socioeconómicos, las prioridades de políticas de desarrollo, los programas de ordenamiento y las necesidades de la población humana para alcanzar modelos de desarrollo urbano que sitúen a México en contexto con otros países que fomenten tanto la conservación de la naturaleza como el bienestar humano en zonas urbanas.

Literatura citada

- Arellano, B. y Roca, J. (2010) *A Planetary Growth Process? An Overview of USA, Mexico, and Spain*. Ponencia presentada dentro del Sexto Congreso Internacional “Ciudad y Territorio Virtual”, Mexicali, México.
- Arizmendi, M. C., Monterrubio-Solís, C., Juárez, L., Flores-Moreno I. y López-Saut, E. (2007) Effect of the presence of nectar feeders on the breeding success of *Salvia mexicana* and *Salvia fulgens* in a suburban park near Mexico City. *Biological Conservation* **136**, 155–158.
- Arizmendi, M. C., López-Saut, E., Monterrubio-Solís, C., Juárez, L., Flores-Moreno, I. y Rodríguez-Flores, C. (2008) Efecto de la presencia de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la Ciudad de México. *Ornitología Neotropical* **19**, 491–500.
- Balbontín, J. M. (1867) *Estadística del Estado de Querétaro en los Años de 1854 y 1855*. Imprenta Vicente G. Torres, México, D.F. Disponible en línea: <http://openlibrary.org/a/OL6012792A/Juan-María-Balbontín>.
- Benítez, G., Chacalo, A. y Barois, I. (1987) *Evaluación Comparativa de la Pérdida de la Cubierta Vegetal y Cambios en el Uso de Suelo en el Sur de la Ciudad de México*. En: Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México (Rapoport, E. H. y López-Moreno, I. R., eds), Editorial Limusa, México, D.F., pp. 193–223.
- Calderón, M. del C. L. (1989) *Caracterización Aeromicológica de una Zona Suburbana en la Ciudad de México*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, D.F.
- Carbó-Ramírez, P. y Zuria, I. (2011) The value of small urban

- greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning* **100**, 213–222.
- Carbó-Ramírez, P., Zuria, I. y Romero-González, M. P. (2011) Riqueza, abundancia y dinámica espacio-temporal de la comunidad de aves de Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, México. *El canto del Centzontle* **2**, 29–47.
- Chacalo, A. y Nava, V. C. (2009) *Árboles y Arbustos para Ciudades*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.
- Chávez-Zichinelli, C. A., MacGregor-Fors, I., Talamás Rohana, P., Valdéz, R., Romano, M. C. y Schondube, J. E. (2010) Stress responses of the House Sparrow (*Passer domesticus*) to different urban land-uses. *Landscape and Urban Planning* **98**, 183–189.
- (CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998) *La Diversidad Biológica de México: Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Conejo, M. (2011) *Análisis de la Relación entre las Características de los Árboles y el Daño que Causan sobre las Banquetas y Camellones de la Ciudad de Morelia, Michoacán*. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia, México.
- Damián, A. (2010) *La Pobreza en México y en sus Principales Ciudades*. En: Los Grandes Problemas de México: Desarrollo Urbano y Regional (Garza, G. y Schteingart, M., eds), El Colegio de México, D.F., pp. 213–258.
- Díaz-Betancourt, M. E. (1999). *Estudio Florístico y Ecológico de los Terrenos Baldíos de la Ciudad de México*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, D.F.
- Díaz-Betancourt, M., López-Moreno, I. y Rapoport, E. H. (1987) *Vegetación y Ambiente Urbano en la Ciudad de México: Las Plantas de los Jardines Privados*. En: Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México (Rapoport, E. H. y López-Moreno, I. R., eds), Editorial Limusa, México, D.F., pp. 13–72.
- Díaz-Pardo, E., Pineda-López, R., Pineda-López, R. y Hernández-Camacho N. (2009). Las comunidades acuáticas de la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro. *Extensión Nuevos Tiempos* **14**, 12–22.
- Durán-Barrón, C. G., Francke, O. F. y Pérez-Ortiz, T. M. (2009). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) asociadas con viviendas de la ciudad de México (Zona Metropolitana). *Revista Mexicana de Biodiversidad* **80**, 55–69.
- Garza, G. (2002) Evolución de las ciudades mexicanas en el siglo XX. *Revista de Información y Análisis* **19**, 7–16.
- Garza, G. (2007) La urbanización metropolitana en México: Normatividad y características socioeconómicas. *Papeles de Población* **52**, 78–108.
- Garza, G. (2010) *La Transformación Urbana de México, 1970-2020*. En: Los Grandes Problemas de México: Desarrollo Urbano y Regional (Garza, G. y Schteingart, M., eds), El Colegio de México, D.F., pp. 31–86.
- Gío-Argáez, R., Hernández Ruiz, I. y Sáinz-Hernández, E. (1989) *Ecología Urbana*. Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, D.F.
- Gómez-Aíza, L. y Zuria, I. (2010). Aves visitantes a las flores del maguey (*Agave salmiana*) en una zona urbana del centro de México. *Ornitología Neotropical* **21**, 17–30.
- Gómez-Sánchez, M. y Cabrera-Luna, J. A. (2008) Riqueza florística de La Cañada. *Extensión Nuevos Tiempos* **10**, 24–25.
- Guerrero, M. L. (1997) *Árboles, Arbustos y Especies Trepadoras Cultivadas de la Ciudad de Morelia*. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia, México.

- Hernández-Camacho, N., López-González, C. y Guerrero-Carrillo M. (2010) Seroprevalencia de *Leptospira interrogans*, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatarío, Querétaro, México. *Therya* **1**, 121–128.
- Hernández-Miranda, K. y Jones, R. W. (2009) Mariposas urbanas de Querétaro. *Extensión Nuevos Tiempos* **14**, 23–27.
- (INEGI) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2008) *Datos de Hidalgo. Estadísticas a Propósito del Día mundial de la Población. Pachuca de Soto, Hidalgo, México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes.
- (INEGI) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011) *México en cifras - Datos del Censo de Población y Vivienda 2010*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Disponible en línea: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>
- López, S. (2010) *Efectos de la Urbanización Sobre las Comunidades de Aves y Lepidópteros de la Ciudad de Morelia*. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia, México.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M. y Duhau, E. (2001) Predicting landcover and landuse change in the urban fringe: A case in Morelia City, Mexico. *Landscape and Urban Planning* **55**, 271–285.
- López-Coronado, A. y Guerrero-Nuño, J. (2004) *Ecología Urbana en la Zona Metropolitana de Guadalajara*. Ágata-UdG, Guadalajara, Jalisco.
- López-Flores, V., MacGregor-Fors, I. y Schondube, J. E. (2009) Artificial nest predation along a Neotropical urban gradient. *Landscape and Urban Planning* **92**, 90–95.
- López-Moreno, I. R. (1993) *Ecología Urbana Aplicada a la Ciudad de Xalapa*. Instituto de Ecología, A.C., México, D.F.
- MacGregor-Fors, I. (2008) *Efectos de las Demandas Ambientales de una Zona Urbana sobre las Comunidades de Aves Terrestres que Habitan en ella y en su Área de Influencia*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México.
- MacGregor-Fors, I. (2010a) *Efectos de la Urbanización sobre Comunidades de Aves Neotropicales*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México.
- MacGregor-Fors, I. (2010b) How to measure the urban-wildland ecotone: Redefining ‘peri-urban’ areas. *Ecological Research* **25**, 883–887.
- MacGregor-Fors, I., Hernández Ordoñez, O., Ortega-Álvarez, R. (2013) Urban croaking: Diversity and distribution of anurans in a neotropical city. *Urban Ecosystems* **16**, 389–396.
- MacGregor-Fors, I., Schondube, J. E. y Morales-Pérez, L. (2012) *From Forests to Cities: Effects of Urbanization on Tropical Birds*. En: Urban Bird Ecology and Conservation (Lepczyk, C., Warren, P.S., eds), Studies in Avian Biology, University of California Press, Berkley, pp. 33–48.
- MacGregor-Fors, I., Blanco-García, A., Chávez-Zichinelli, C. A., Maya-Elisararráz, E., Mirón, L., Morales-Pérez, L., Perdomo, H. y Schondube, J. E. (2011 a) Los pájaros madrugadores tienen días más largos: Relación entre la presencia de luz artificial nocturna y la actividad del mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*). *El canto del Centzontle* **2**, 64–71.
- MacGregor-Fors, I., Calderón-Parra, R., Meléndez-Herrada, A., López-López, S. y Schondube, J. E. (2011 b) Pretty, but dangerous! Records of non-native Monk Parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**, 1053–1056.
- MacGregor-Fors, I., Morales-Pérez, L., Quesada, J. y Schondube, J. E. (2010a) Relationship between the presence of House Sparrows (*Passer domesticus*) and Neotropical bird community structure and diversity. *Biological Invasions* **12**, 87–96.
- MacGregor-Fors, I., Morales-Pérez, L. y Schondube, J. E. (2010b)

- Migrating to the city: Responses of neotropical migrant bird communities to urbanization. *The Condor* **112**, 711–717.
- MacGregor-Fors, I., Morales-Pérez, L. y Schondube, J. E. (2011) Does size really matter? Species-area relationships in human settlements. *Diversity and Distributions* **17**, 112–121.
- MacGregor-Fors, I. y Schondube, J. E. (2011) Gray vs. green urbanization: Relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology* **12**, 372–381.
- MacGregor-Fors, I., Schondube, J. E., Morales-Pérez, L. y Quesada, J. (2008) Ampliación del ámbito geográfico-altitudinal y uso de hábitats suburbanos por la mascarita pico grueso (*Geothlypis poliocephala*). *Revista Mexicana de Biodiversidad* **79**, 533–534.
- MacGregor-Fors, I. y Ortega-Álvarez, R. (2011) Fading from the forest: Shifts in urban park bird communities in relation to their site-specific and landscape traits. *Urban Forestry and Urban Greening* **10**, 239–246.
- Madrigal-Sánchez, X. y Gómez, M. (2007) Árboles de las áreas urbanas y suburbanas de Morelia, Michoacán, México. *Biológicas* **9**, 12–22.
- Martínez, M., Hernández-Sandoval, L., Gómez-Sánchez, M., Bárcenas R. y Pantoja, Y. (2010) *Flora y Vegetación del Municipio de Querétaro y Zona Conurbada*. XVIII Congreso Mexicano de Botánica: La Botánica Nacional en el Bicentenario de la Independencia, Guadalajara, México.
- Martínez-Morales, M. A., Ortiz-Pulido, R., de la Barreda, B., Zuria, I. L., Bravo-Cadena, J. y Valencia-Herverth, J. (2007) *Hidalgo*. En: Avifaunas Estatales de México (Ortiz-Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. y Peterson, T. A., eds), CIPAMEX, Pachuca, México, pp. 49–95.
- Martínez-Sánchez E., Hernández-Oria, J. G., Hernández-Martínez, M. M., Maruri-Aguilar, B., Torres-Galeana, L. y Chávez-Martínez R. (2011) *Técnicas para la Propagación de Especies Nativas Clave para la Forestación, la Reforestación y la Restauración en el Municipio de Querétaro y su Área de Influencia*. CONCYTEQ, Querétaro, México.
- Negrete-Salas, M. E. (2010) *Las Metrópolis Mexicanas: Conceptualización, Gestión y Agenda de Políticas*. En: Los Grandes Problemas de México: Desarrollo Urbano y Regional (Garza, G. y Schteingart, M., eds), El Colegio de México, México, D.F., pp. 173–212.
- Nocedal, J. (1987) *Las Comunidades de Pájaros y su Relación con la Urbanización en la Ciudad de México*. En: Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México (Rapoport, E. H. y López-Moreno, I. R., eds), Editorial Limusa, México, D.F., pp. 73–93.
- Orduña, M. (2010) *Cambios en las Comunidades de Mamíferos Carnívoros en un Paisaje Modificado por Actividades Humanas, Cuenca de Cuitzeo Michoacán*. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia, México.
- Ortega-Álvarez, R. (2008) *Efectos del Tipo de Uso de Suelo Urbano sobre la Diversidad, Estructura y Composición de las Comunidades de Aves del Suroeste de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, D.F.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2009) Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning* **90**, 189–195.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2010) What matters most? Relative effect of urban habitat traits and hazards on urban park birds. *Ornitología Neotropical* **21**, 519–533.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2011a) Dusting off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape and Urban Planning* **101**, 1–10.

- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2011b) Spreading the word: The ecology of urban birds outside the United States, Canada, and western Europe. *The Auk* **128**, 415–418.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2011c) Conociendo al gorrión casero: Variación en la preferencia de hábitat de *Passer domesticus* en diferentes tipos de uso de suelo de la Ciudad de México. *El Canto del Centzonle* **2**, 15–28.
- Ortega-Álvarez, R., Rodríguez-Correa, H. A. y MacGregor-Fors, I. (2011) Trees and the city: Diversity and composition along an urban gradient. *International Journal of Ecology* **2011**, 704084.
- Pineda-López, R. (2009) Aves de la ciudad de Querétaro, una muestra del impacto de la urbanización en la biodiversidad. *Extensión Nuevos Tiempos* **16**, 3–7.
- Pineda-López, R., Febvre, N. y Martínez, M. (2010a) Importancia de proteger áreas pequeñas periurbanas por su riqueza avifaunística: El caso de Mompaní, Querétaro, México. *Huitzil* **11**, 69–80.
- Pineda-López, R. y Hernández-Sandoval, L. (2000) *La Microcuenca Santa Catarina: Estudios para su Conservación y Manejo*. Serie Químico-Biológicas, UAQ, Querétaro, México.
- Pineda-López, R., López-González, C. y Balderas-Aguilar, P. (2009) Aves de las áreas naturales protegidas cercanas a la ciudad de Querétaro. *Extensión Nuevos Tiempos* **14**, 6–11.
- Pineda-López, R., Pineda-López, R., López-González C. y Hernández-Camacho, N. (2010b) *La Fauna en La Cañada*. En: La Ruta del Agua: Historia, Cultura y Naturaleza en La Cañada, Querétaro (Michen Cuen, G., ed), INAH-UAQ, Querétaro, México, pp. 135–145.
- Pisanty, I., Mazari, M. y Ezcurra, E. (2009) *El Reto de la Conservación de la Biodiversidad en Zonas Urbanas y Periurbanas*. En: Capital Natural de México, vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. CONABIO, México, pp. 719–759.
- (PNUD) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2008) *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México 2000-2005*. PNUD, México, D.F.
- (PNUMA) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (SEDESU) Secretaría de Desarrollo Sustentable y (CONCYTEQ) Centro Queretano de Recursos Naturales del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (2008) *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Zona Metropolitana Querétaro*. Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, Querétaro, México.
- Quiroz, Y. (2008) *Diversidad y Abundancia de Lepidópteros Diurnos en la Cuenca de Cuitzeo*. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia, México.
- Ramírez, J. M. y Safa, P. (2009) Tendencias y retos recientes en tres metrópolis mexicanas: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. *Cuadernos de Antropología Social* **30**, 77–92.
- Ramírez-Bastida, P. (2000) *Aves de Humedales en Zonas Urbanas del Noroeste de la Ciudad de México*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, D.F.
- Rapoport, E. H., Díaz, M. y López-Moreno, I. (1983) *Aspectos de la Ecología Urbana en la Ciudad de México - Flora de las Calles y Baldíos*. Editorial Limusa, México, D.F.
- Rapaport, E. H. y López-Moreno, I. (1987) *Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México*. Editorial Limusa, México, D.F.
- Sánchez, O., López-Ortega, G. y López-Wilchis, R. (1989) *Murciélagos de la Ciudad de México y sus Alrededores*. En: Ecología Urbana (Gío-Argáez, R., Hernández Ruiz, I. y Sáinz-Hernández, E., eds), DDE, CONACyT, UNAM, SEDUE, SEP, Sociedad Mexicana de Historia Natural, UAM, México, D.F., pp. 141–165.
- Sánchez, C. (2002) *Biología y Dinámica Poblacional de Microtus mexicanus mexicanus Rodentia: Microtinae, en el Sur de la Ciudad*

- de México*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, D.F.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. y de la Maza, J. (2009) *Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento Actual, Evaluación y Perspectivas de Sustentabilidad*. CONABIO, México, D.F.
- Sáyo, R. y MacGregor-Fors, I. (2010) The arrival of Barn Swallows (*Hirundo rustica*) to a Neotropical city is related to precipitation in wintering areas. *Ornitología Neotropical* **20**, 105–108.
- (SEDESOL) Secretaría de Desarrollo Social, (CONAPO) Comisión Nacional de Población e (INEGI) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2007) *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005*. SEDESOL-CONAPO-INEGI, México, D.F.
- Suzán-Azpiri, H. (2005) *La Microcuenca Santa Catarina: Estudios para su Ordenamiento*. UAQ, Querétaro, México.
- UAQ (Universidad Autónoma de Querétaro) - Municipio de Querétaro (2004) *Planes Rectores de Producción y Conservación de las Microcuencas de Santa Rosa Jáuregui y Tlacote El Bajo*. UAQ-Municipio de Querétaro, Querétaro, México.
- (UN) United Nations (2008) *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs, Nueva York, Estados Unidos.
- (UN-Habitat) United Nations-Habitat (2008) *State of the World's Cities 2010/2011: Bridging the Urban Divide*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, Kenia.
- Vargas, G. (2008) *Urbanización y Configuración Territorial en la Región Valladolid-Morelia 1541-1991*. Morevallado Editores, Morelia, México.
- Varona, D. E. (2001) *Avifauna de Áreas Verdes Urbanas del Norte de la Ciudad de México*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Zuria, I., Bravo-Cadena, J. y Caballero-Quiroz, H. (2009) *Guía de Aves del Parque Ecológico Cubitos Pachuca Hidalgo*. UAEH, Pachuca, México.
- Zuria, I. y Rendón-Hernández, G. (2010) Notes on the breeding biology of common resident birds in an urbanized area of Hidalgo, Mexico. *Huitzil* **11**, 35–41.



PERÚ

Perú es el sexto país con mayor superficie en el continente americano y está ubicado en la costa del Pacífico, al centro y Oeste de América del Sur. A nivel mundial es reconocido como un país megadiverso (CONAM 2006). Su territorio se divide en tres grandes regiones: costa, sierra y selva. La región de la costa es una franja árida y angosta caracterizada por una topografía relativamente plana con predominancia de suelos arenosos. En esta región se encuentran algunos ecosistemas con alta biodiversidad, entre los que destacan los bosques secos, las lomas, el monte ribereño y los humedales costeros. Asimismo, la costa alberga un poco más de la mitad (*i.e.*, 54.6%) de la población peruana, a pesar de que representa tan solo 11.7% de la superficie terrestre nacional (MINAM 2010). La región de la sierra se extiende en un ámbito altitudinal de más de 6,000 msnm, incluyendo paisajes con laderas de pendientes fuertes a medias. Esta región abarca poco más de una cuarta

Liz Z. Castañeda
Lissel M. Arnao
Lucía N. Castillo
Silvana C. Álvarez
Zulema D. Quinteros
Claudia C. Caro

parte del territorio nacional y alberga ~30% de la población. Por último, la región de la selva está caracterizada por bosques que contienen la mayor diversidad biológica del país y la más baja densidad de pobla-

ción (INEI 2007, MINAM 2010).

Respecto a la fauna de Perú, los peces están representados por 2,081 especies (Chirichigno y Cornejo 2001, Tarazona *et al.* 2003, MINAM 2010), los anfibios por 538 especies (Aguilar *et al.* 2010), los reptiles por 421 especies (MINAM 2010), las aves por 1,835 especies (Plenge 2010) y los mamíferos por 508 especies (Pacheco *et al.* 2009). Entre los artrópodos, los insectos conforman el grupo más diverso, destacando las mariposas con un aproximado de 3,700 especies (Lamas 2008). Otro grupo de especial interés son las arañas, las cuales están representadas por más de mil especies (Platnick 2010).

El incremento de la población peruana, las activi-

dades económicas extractivas y la expansión de los ambientes urbanos ejercen una fuerte presión ambiental. A principios del siglo XX, la población era de 3.8 millones de habitantes, pasando a estar constituida por 28.2 millones en poco más de un siglo. Para 1940, 64% de la población era rural, mientras que para 1990 la población urbana incrementó al punto de representar 76% de la población total peruana (INEI 2007). De forma particular, Perú pasó de ser un país rural a urbano debido a un amplio proceso de migraciones internas, ocurridas principalmente desde la región de la sierra hasta la costa. Este movimiento migratorio fue inducido por el empobrecimiento de

la economía rural serrana, los conflictos sociales internos, la industrialización del país y la búsqueda de mejores condiciones de vida (OEI 2000).

Actualmente, el área urbana más poblada del país es el Área Metropolitana de Lima, dentro de la cual vive aproximadamente una tercera parte de la población nacional total (INEI 2007). Lima está constituida políticamente por dos provincias (*i.e.*, Lima, Provincia Constitucional del Callao), experimenta un proceso de urbanización desordenado y caótico que carece de servicios suficientes para cubrir las necesidades básicas de la población humana que aloja (Ibáñez 1991). Después



Vista panorámica del Guayabo, ciudad de Lima (Fotografía: Hernán Cunza).

de Lima, las ciudades más pobladas son Arequipa, Trujillo y Chiclayo.

Se estima que la población urbana nacional incrementará 80% para el año 2015, sumando aproximadamente 26 millones de habitantes (INEI 2009). En las últimas décadas, las actividades humanas han afectado crecientemente a los ecosistemas del país, en especial a los costeros. Las lomas, los humedales costeros y los valles fértiles se han visto afectados de forma sinérgica por la expansión urbana, la contaminación ambiental, la perturbación de los cuerpos de agua, la expansión de las tierras agrícolas y la explotación minera (Ibáñez 1991, MINAM 2010).

Primeras aproximaciones en Perú

Los estudios pioneros de ecología urbana en Perú tratan principalmente sobre la descripción de la flora y la fauna de las zonas urbanas. En cuanto a la flora urbana, Pedro Aguilar (1979) realizó observaciones a lo largo de tres décadas (1948-1974), destacando cambios notables en la extensión de la vegetación de las lomas del sur de Lima, principalmente por el avance urbano e industrial. Posteriormente, Vélchez (1981) caracterizó la vegetación de los campos cultivados de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Finalmente, Lizarzaburu (1992) registró la desaparición de las co-

munidades de plantas tilandsiales en la zona de colinas en la Laguna de Villa por

la aparición de nuevos asentamientos humanos.

Entre los estudios faunísticos, el más antiguo estableció las formaciones zoogeográficas de la región Lima y la presencia de algunos animales en jardines, parques y viviendas (Maisch 1931). En relación con los artópodos, Aguilar (1968) describió a los escorpiones de Lima y sus hábitats. Sobre las aves, la avifauna urbana fue inicialmente descrita en listas de especies para los hábitats costeros y lacustres (Rivadeneira *et al.* 1988, Pejovés 1990) y posteriormente se determinaron los patrones de distribución de las aves en el campus de la UNALM (Quinteros 1992). Finalmente, el estudio de los mamíferos urbanos inició con la determinación de los quirópteros presentes en el Área Metropolitana de Lima, registrando 14 especies dentro de los linderos de la metrópoli (Ortiz de la Puente 1951).

Tendencias actuales en Perú

Entre los estudios actuales enfocados en zonas urbanas de Perú destacan aquellos enfocados en el grupo de las aves. Takano y Castro (2007) elaboraron un estudio recopilatorio de la avifauna en el campus de la UNALM, registrando 46 especies. En 2007, Takano (2010) evaluó la composición y la diversidad de la comunidad de aves

asociadas con diferentes estadios de los maizales del campus universitario para estimar el daño que producen las aves sobre los mismos. Otro estudio importante es el de Chávez (2004), quien demostró que el campus de la Universidad Nacional de Piura es un refugio importante para las aves, registrando un total de 86 especies. Destaca también el trabajo de Viñas y More (2002) en la Universidad de Piura, el cual denota la importancia de las actividades de reforestación utilizando especies de plantas nativas de bosques secos como estrategia para brindar hábitat para especies de aves nativas.

Los parques urbanos y las aves asociadas con ellos han sido ampliamente estudiados en la ciudad de Lima. Particularmente, el Grupo de Aves del Perú realiza, desde 1994, monitoreos y anillamiento de las aves del Parque del Barrio Médico en Surquillo, determinando variaciones en la abundancia y en la distribución temporal de ciertas especies, entre ellas exóticas (O. González com. pers.). Entre 1998 y 1999, González (2004) analizó la composición taxonómica de las comunidades de aves del mismo parque, evaluando aspectos sobre el uso de hábitat, muda y reproducción de algunas especies focales. De igual manera, desde 1997, González (1998, 2002) analiza la distribución y dispersión del mielero (*Coereba flaveola*) en el Área Metropolitana de Lima, especie exótica para la región.

Las aves de los humedales que se encuentran en el Área Metropolitana de Lima también han sido ampliamente estudiados por los ecólogos peruanos. Estos hábitats lacustres han sido considerados como refugios importantes para la vida silvestre, entre los que destacan los Pantanos de Villa y el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. De manera particular, los Pantanos de Villa alojan un total de 127 especies de aves, siendo una zona con una alta diversidad avifaunística y un sitio de reposo importante para especies de aves migratorias (Guillén y Barrio 1994, Torres *et al.* 2006, Iannacone *et al.* 2010). Por otro lado, Núñez (1999, 2006) ha de-



Rascacielos en San Isidro, ciudad de Lima (Fotografía: Hernán Cunza).

terminado las especies de aves presentes en cada hábitat en los Humedales de Ventanilla, así como sus dinámicas de población. En este sitio, las especies residentes más abundantes son el huerequeque (*Burhinus superciliaris*), la polla de agua (*Gallinula chloropus*) y la gallareta (*Fulica ardesiaca*). Gracias a estudios posteriores, actualmente se reconocen 78 especies para los Humedales de Ventanilla, de las cuales 14 hacen uso de la porción urbana (Álvarez 2007, Álvarez e Iannacone 2008).

Pocos estudios han evaluado a las aves asociadas con los aeropuertos peruanos. Entre ellos destaca el estudio de riesgo aviario realizado en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJCH). En este trabajo se determinó la composición, la diversidad, la distribución espacio-temporal y la preferencia de hábitats de la avifauna que habita al interior del aeropuerto y en sus alrededores directos. Además, en este estudio se identificó a aquellas especies que representan un peligro potencial para las operaciones aéreas en el sitio. Durante la realización del estudio se registraron un total de 123 especies de aves, de las cuales 68 se han observado en el interior del aeropuerto y 113 en sus alrededores inmediatos. Entre las especies más numerosas en los alrededores del aeropuerto destacan la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) y la cuculí (*Zenaida meloda*). Además, se

sugiere que las grandes agrupaciones de gaviotas que representan un riesgo para las aeronaves se encuentran asociadas con los cultivos en estado de barbecho aledaños al aeropuerto, ya que representan una fuente importante de recursos alimenticios para ellas (*i.e.*, artrópodos, gusanos; Walsh Perú 2005). En la actualidad se realizan reportes trimestrales sobre la composición taxonómica de la comunidad de aves asociada al aeropuerto, así como también sobre la abundancia, los patrones temporales de actividad y el uso de hábitat de las distintas especies de aves que habitan en el sitio (J. Solis com. pers.).

Los aspectos ecológicos de la herpetofauna que habita en áreas urbanas han sido poco estudiados. Desde 2002, se han desarrollando investigaciones sobre la ecología térmica (Pérez *et al.* 2005), la distribución y el tamaño de población del gecko de las huacas (*Phyllodactylus sentosus*) dentro del Zoológico Parque de Las Leyendas de Lima (Pérez *et al.* 2002, Pérez *et al.* 2004). Desde 2003, se realizan investigaciones sobre la distribución de *P. sentosus* en los espacios de veneración de los antiguos pobladores peruanos, denominadas huacas (Cossíos e Icochea 2006). Además, desde diciembre de 2009 se evalúa la dinámica de población de esta especie en la Huaca Pucllana, concluyendo preliminarmente que esta huaca alberga una de las poblaciones más grandes del gecko (D. Cossíos com. pers.). Cabe desta-

car que dicha especie se encuentra en la lista roja de especies de fauna amenazadas de Perú, por lo que es importante conocer el estado actual de su población (J. Perez com. pers.).

Entre los años 2008 y 2009 se realizaron estudios preliminares sobre la presencia y dieta de la lagartija común (*Stenocercus modestus*) en el campus de la UNALM. En total, se colectaron 17 individuos de dicha especie en las zonas de cultivo y de bosque dentro del campus. Además, se determinó que la especie es generalista en sus hábitos alimenticios, ya que consume coleópteros, arañas, himenópteros y larvas de insectos (Echevarría *et al.* 2009).

Dentro del campus de la UNALM también se evaluó la quiropteroфаuna con la finalidad de conocer su diversidad en ambientes urbanos y reconocer los patrones reproductivos de las especies considerando la fenología de las plantas y las condiciones climáticas durante el período de evaluación (Mena y Williams de Castro 2002). Como resultado de esta investigación se registraron cuatro especies de murciélagos filostómidos y vespertilionidos dentro del campus, mismas que mostraron variación estacional en su ciclo reproductivo.

Los estudios ecológicos sobre artrópodos terrestres urbanos son recientes en Perú. Desde hace dos años, se realizan estudios sobre la diversidad de la araneofauna en los diferentes cultivos del campus de la UNALM (M.

Deza com. pers.). De igual manera, se analiza la abundancia y la composición de artrópodos como oferta de alimento para las aves en el AIJCH (J. Solis com. pers.).

En el distrito de La Molina se han llevado a cabo estudios sobre ecología del paisaje empleando indicadores cuantificables, tales como los patrones espaciales de fragmentos de áreas de hábitats distintos, como bosques, pastizales y cultivos, entre otros. Así, fue posible recalcar la poca representatividad de las áreas verdes públicas respecto a la superficie total del distrito (Peña 2008). Otro estudio fue realizado en la Costa Verde para determinar corredores biológicos utilizando índices ecológicos como la fragmentación y la medida



Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina en la ciudad de Lima (Fotografía: Hernán Cunza).

del área. De los distritos evaluados, San Isidro fue el distrito con áreas verdes más adecuadas para el establecimiento de corredores biológicos, mientras que San Borja fue el distrito más apropiado en cuanto al diseño de su paisaje, ya que contiene un corredor importante (V. Peña com. pers.).

Futuro de la ecología urbana en Perú

La mayor parte de los estudios de ecología urbana en Perú han sido realizados en la región de la costa, particularmente en el Área Metropolitana de Lima y la ciudad de Piura. Sin embargo, hasta la fecha existe un gran vacío de información. Ya que el incremento en el desarrollo urbano propicia la reducción de otros tipos de hábitats y vulnera el estado de conservación de aquellas especies con poblaciones pequeñas, creemos que estudios futuros de ecología urbana en Perú deberían de:

(1) realizar inventarios exhaustivos sobre la diversidad biológica, enfocados en diferentes grupos taxonómicos, dentro de sistemas urbanos y en los sistemas periféricos y adyacentes en diferentes partes del país, con especial énfasis en los ecosistemas más amenazados (*e.g.*, lomas, humedales, tilansiales, rodales de cactáceas, montes ribereños, valles),

(2) identificar los patrones y los procesos ecológicos, así como especies clave y especies culturalmente importantes, dentro de sistemas urbanos con el fin de orientar los procesos actuales de ordenamiento territorial del país,

(3) realizar análisis históricos sobre los cambios ecosistémicos y paisajísticos que han ocurrido en los últimos años por efecto del incremento en el desarrollo urbano en Perú,

(4) promover la realización de actividades de investigación de ecología urbana en los que interactúen las universidades, las instituciones gubernamentales y las instituciones privadas con la finalidad de aportar conocimiento para llevar a cabo acciones acertadas de manejo y planeación urbana,

(5) validar y poner en práctica los indicadores ambientales (*e.g.*, flora, fauna, ecosistemas terrestres, ecosistemas fluviales, recursos marinos-costeros) de la Evaluación Ambiental del Geo Lima Callao (PNUMA 2005) y

(6) socializar la información generada en los estudios de ecología urbana y llevar a cabo labores de retroalimentación con los diferentes tomadores de decisiones, em-

pleando el enfoque de manejo adaptativo (Walker *et al.* 2002, Walker *et al.* 2004).

Consideraciones finales

Los estudios de ecología urbana podrían jugar un papel muy importante para el desarrollo sustentable de las ciudades peruanas. Su enfoque integral y multidisciplinario permitirá: (1) generar información útil para la gestión de los ecosistemas, (2) validar y desarrollar los planes de desarrollo urbano implementados en distintas regiones del país, (3) mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y (4) brindar posibles soluciones a los principales desafíos ambientales de Perú. Particularmente, la incorporación de programas de investigación enfocados en temáticas relacionadas con la ecología urbana podría enriquecer los programas de desarrollo urbano de Perú, tales como el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, el Programa Perú Ecoeficiente, los planes de desarrollo urbano del Ministerio del Ambiente, el GEO Perú 2002-2004 y los GEO ciudades (*i.e.*, GEO Lima y Callao, GEO Chiclayo, GEO Arequipa; PNUMA 2011). No obstante, dichos esfuerzos requerirán del trabajo conjunto entre los cuatro sectores gubernamentales (*i.e.*, nacional, regional, provincial, distrital) y distintos representantes del sector social, científico y privado.

Literatura citada

- Aguilar, P. (1968) Nota sobre los escorpiones de Lima. *Anales Científicos VI*, 165–172.
- Aguilar, P. (1979) Apreciaciones sobre la vegetación y flora de las lomas del Morro Solar, Tablada de Lurín y Atocongo. *Anales Científicos XII*, 79–84.
- Aguilar, C., Ramírez, C., Rivera, D., Siu-Ting, K., Suarez, J. y Claudia Torres, C. (2010) Anfibios andinos del Perú fuera de Áreas Naturales Protegidas: Amenazas y estado de conservación. *Revista Peruana de Biología 17*, 5–28.
- Álvarez, C. (2007) *Evaluación de la Diversidad Específica de las Aves de los Humedales de Ventanilla, Callao, Perú*. Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Álvarez, C. e Iannacone, J. (2008) Nuevos registros de aves en los Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *Biologist 6*, 68–71.
- Chávez, C. (2004) *Las Aves del Campus de la Universidad Nacional de Piura y sus Alrededores: 6 Años Mirando al Cielo*. Libro de Resúmenes XV Congreso Nacional de Biología. IX Simposium Nacional de Educación en Ciencias Biológicas, Universidad Católica de Santa María de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Chirichigno, N. y Cornejo, R. M. (2001) *Catálogo Comentado de los Peces del Perú*. Cruz y Cía, Callao, Perú.
- (CONAM) Consejo Nacional del Ambiente (2006) GEO Perú 2002-2004: Informe Nacional del Estado del Ambiente, Lima, Perú.
- Cossíos, E. D e Icochea, J. (2006) Nuevos registros para el gecko de Lima, *Phyllodactylus sentosus* (Reptilia, Geckonidae). *Ecología Aplicada 5*, 182–184.
- Echevarría, L., Álvarez, S., Vera, A., Alarcón, G., Andía, M. y Pérez, J. (2009) *Dieta de la lagartija Stenocercus modestus (Sauria: Tropiduridae)*. Libro de Resúmenes del Congreso Internacional

- de Ecología y Medio Ambiente, Trujillo, Perú.
- González, O. (1998) *Coereba flaveola*: Un ave nueva en el ecosistema de los parques de la Ciudad de Lima. *Ecología* **1**, 79–83.
- González, O. (2002) Distribución y dispersión del mielero (*Coereba flaveola*, Aves: Coerebidae) en la ciudad de Lima, Perú. *Ecología Aplicada* **1**, 115–116.
- González, O. (2004) *Ecología de Aves Urbanas en un Parque de la Ciudad de Lima*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Guillén, C. y Barrio, J. (1994) Los Pantanos de Villa y sus aves. *Boletín de Lima* **91–96**, 53–58.
- Iannacone, J., Atasi, M., Bocanegra, T., Camacho, M., Montes, M. S., Zuñiga, H. y Alayo, M. (2010) Diversidad de aves en el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú: Periodo 2004-2007. *Biota Neotropica* **10**, 295–304.
- Ibañez, M. (1991) Problemas de geografía urbana en Lima Metropolitana al año 2010. *Boletín de Lima* **75**, 65–90.
- (INEI) Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007) *Resultados del Censo Nacional 2007, XI de Población y VI de Vivienda*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales, INEI, Lima, Perú.
- (INEI) Instituto Nacional de Estadística e Informática (2009) *Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Urbana y Rural por Sexo y Edades Quinquenales, Según Departamento, 2000-2015*. Boletín especial N° 19. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales del Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, Perú.
- Lamas, G. (2008) *La Sistemática sobre Mariposas (Lepidoptera: Hesperiioidea y Papilionoidea) en el Mundo: Estado Actual y Perspectivas Futuras*. En: Contribuciones Taxonómicas en Órdenes de Insectos Hiperdiversos (Llorente, J. E. y Lanteri, A., eds), UAM, México, D. F., pp. 57–70.
- La Torre, M., Mendoza, A., Jiménez, R., Sueng, C., Canto, N., Borda, D., Vásquez, M y Atasi, M. (2002) *Fenología de la Vegetación de las Lomas de Amancaes*. IX Congreso Nacional de Botánica, Iquitos, Perú.
- Lizarzaburu, J. (1992) Plano del área ecológica de la laguna de Villa: Zonas de vida natural. *Boletín de Lima* **83**, 65–70.
- Maisch, C. (1931) Zoogeografía: Apuntes sobre la fauna de Lima. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima XLVIII*, 5–33.
- Mena, J. L. y Williams de Castro, M. (2002). Diversidad y patrones reproductivos de quirópteros en un área urbana de Lima, Perú. *Ecología Aplicada* **1**, 1–8.
- (MINAM) Ministerio del Ambiente del Perú (2010) *Cuarto Informe Nacional sobre la Aplicación del Convenio de Diversidad Biológica: Años 2006-2009 - Capítulos I, II, III, IV, Apéndices y Anexos Áreas Protegidas*. Ministro de Ambiente, Lima, Perú.
- Nuñez, L. (1999) *Guía de Observación y Monitoreo de Aves de los Humedales de Ventanilla*. Alternativa, Lima, Perú.
- Nuñez, L. (2006) Dinámica poblacional y notas sobre la bioecología de la avifauna de los humedales de Ventanilla. *Boletín de Lima* **144**, 71–82.
- (OEI) Organización de Estudios Iberoamericanos (2000) *Sistemas Nacionales de Cultura Informe de Perú: Escenario Nacional*. OEI. Disponible en línea: <http://www.oei.es/cultura2/peru/02.htm>
- Ortiz de la Puente, J. (1951) Estudio monográfico de los quirópteros de Lima y alrededores. *Publicaciones del Museo de Historia Natural "Javier Prado"* **7**, 1–48.
- Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. y Zeballos, H. (2009) Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* **16**, 5–32.
- Pejovés, J. (1990) Aves de las lagunas de oxidación de San Juan de Miraflores, Lima. *Boletín de Lima* **71**, 57–61.

- Peña, V. (2008) *Una Aproximación Metodológica para la Caracterización Espacial de las Areas Verdes Públicas del Distrito de La Molina*. Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima, Perú.
- Pérez, J., Balta K. y Jordán J. (2002) *Estudio Preliminar de la Densidad Poblacional del “Gecko de las Huacas” Phyllodactylus sentosus en el Parque de Las Leyendas*. I Congreso Nacional de Zoológicos y Afines, Lima, Perú.
- Pérez, J., Balta, K., Jordán J. y Susaníbar D. (2004) *Estimación de la Densidad y Área de Vida del Gecko de las Huacas Phyllodactylus sentosus (Sauria: Gekkonidae), Lima, Perú*. VI Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica, Iquitos, Perú.
- Pérez, J., Balta, K., Jordán, J. y Susaníbar D. (2005) *Ecología Térmica del Gecko de las Huacas Phyllodactylus sentosus (Sauria: Gekkonidae), Lima*. XVI Reunión Científica ICBAR, UNMSM, Lima, Perú.
- Platnick, N. I. (2010) *The World Spider Catalog, Version 11.0*. American Museum of Natural History, Nueva York, Estados Unidos. Disponible en línea: <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/INTRO1.html>
- Plenge, M. A. (2010) *List of the Birds of Peru*. SERNANP, Lima, Perú. Disponible en línea: http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/Lista_%20aves.pdf
- (PNUMA) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2005) *GEO Lima y Callao 2005: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano, Lima, Perú*. PNUMA, Panamá. Disponible en línea: <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?idElementoInformacion=87>
- (PNUMA) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2011) *División de Evaluación de Alerta Temprana (DEAT) - Evaluaciones Ambientales Integrales - EAI Urbanas - GEO ciudades*. PNUMA, Panamá. Disponible en línea: <http://www.pnuma.org/deat1/urbanas.html>
- Quinteros, Z. (1992) *Determinación de los Patrones de Uso Temporal y Espacial de los Cultivos de Maíz por las Aves Granívoras en el Campus de la UNALM*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Lima, Perú.
- Rivadeneira, G., Andrensen, E. y Cunliffe, M. (1988) Aves de Chucuito y La Punta (Callao) II: Especies registradas en la “Poza de la Arenilla”. *Boletín de Lima* **60**, 81–84.
- Takano, F. (2010) *Diversidad de Aves y Estimación del Daño que Causan sobre la Producción de Maíz en el Campus de la UNALM*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Lima, Perú.
- Takano, F. y Castro, N. (2007) Avifauna en el Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima - Perú. *Ecología Aplicada* **6**, 148–154.
- Tarazona, J., Gutiérrez, D., Paredes C. e Indacochea A. (2003) Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana* **67**, 206–231.
- Torres, M., Quinteros, Z. y Takano F. (2006) Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa. Lima, Perú. *Ecología Aplicada* **5**, 119–125.
- Vílchez, O. (1981) Plantas invasoras de los campos cultivados de La Molina. *Boletín de Lima* **10**, 75–95.
- Viñas, P. y More, A. (2002) Avifauna del Campus de la Universidad de Piura: Del desierto al bosque. *Boletín de Lima* **127**, 77–85.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G. y Pritchard R. (2002) Resilience management in social-ecological systems: A working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* **6**, 14.

Walker, B., Holling, S., Carpenter, S. y Kinzig A.
(2004) Resilience, adaptability and transform-
ability in social-ecological systems. *Ecology and Society* **9**, 5.

Walsh Perú (2005) *Estudio Ornitológico Anual en el
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez y Alrededores*.
Walsh Perú, Lima, Perú.



VENEZUELA

Debido a su ubicación geográfica e historia, Venezuela se ubica entre los diez primeros países con mayor diversidad biológica del planeta. Esta biodiversidad se distribuye entre sus numerosos ecosistemas, mismos que pertenecen a 10 biorregiones, 27 zonas climáticas, 21 unidades de vegetación, 23 formas de relieve y 38 grandes unidades geológicas diferentes (Aguilera *et al.* 2003, Huber y Oliveira-Miranda 2010).

La enorme riqueza biológica que existe en Venezuela contrasta con el acelerado crecimiento de población y desarrollo urbano que ha acontecido dentro de su territorio en los últimos 40 años, a tal grado que la densidad de población nacional aumentó cinco veces de 1950 (5.6 hab/km²) a 2001 (25.7 hab/km²; INE 2010). Actualmente, la población venezolana es de 28,833,845 habitantes, de los cuales 88% vive en áreas urbanas (INE 2010). Particularmente, el constante aumento de los ingresos petroleros ha fomentado la concentración de la

Sabina Caula

Carlos Varela

Alejandro Álvarez-Iragorry

Guillermo Florez

población urbana en la región centro-norte del territorio nacional, donde algunos núcleos urbanos han alcanzado magnitudes demográficas importantes (INE 2010). Lo anterior

ha generado un importante impacto sobre los ecosistemas naturales, básicamente debido a que se impulsa la continua construcción de redes viales e infraestructura necesaria para la consolidación de los asentamientos urbanos. Así, el crecimiento de población y su distribución espacial, principalmente en zonas urbanas, han sido desequilibradas y heterogéneas a lo largo y ancho del territorio (Oliveira-Miranda *et al.* 2010).

El desarrollo urbano en Venezuela ha ocurrido, en gran medida, ante la ausencia de estudios ecológicos (Geigel 1976, De Lisio 2001). En gran medida, esta tendencia ha sido propiciada por aquellas percepciones que conciben a las áreas urbanas como ambientes empobrecidos y mutilados (Ojasti y Mondolfi 1968). Estas ideas han dejado a las ciudades fuera del interés de la

investigación ecológica en el país, como se evidencia en la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica (2010), en la cual no se hace ninguna mención referente a la biodiversidad urbana.

Primeras aproximaciones en Venezuela

Durante los siglos XV, XVI y XVII, varios misioneros y exploradores contribuyeron de manera informal con la descripción de la naturaleza a través de sus escritos sobre la novedosa y diversa vida silvestre del nuevo continente. A partir del siglo XVIII y a lo largo del siglo

XIX, naturalistas europeos y norteamericanos comenzaron a visitar el país. Algunos de ellos describieron la flora y fauna encontradas en las ciudades venezolanas y sus alrededores (Humbolt y Bonpland 1941, Babarro 2010). Así como en los comienzos de la zoología y la botánica, donde los naturalistas de la época se ocuparon de generar listas de especies, describirlas y reportar sus distribuciones, los estudios pioneros de ecología urbana en Venezuela se enfocaron en la realización de listas de especies para las ciudades (Lindorf *et al.* 1999, Texera 2003). En 1800, Alexander von Humbolt y Aimé Bonpland llegaron a la ciudad de Caracas y se dedicaron a explorar sus al-



Vista panorámica de la ciudad de Caracas (Fotografía: Luis Levin).

rededores, incluyendo el Cerro El Ávila (Humbolt y Bonpland 1941). En 1861, el naturalista Adolfo Ernst llegó a Venezuela y desarrolló una importante y amplia labor científica en distintas regiones del país, principalmente en el Valle de Caracas. Entre sus obras destaca la primera publicación sobre la fauna de Caracas (Ernst 1876).

Desde 1929 han existido iniciativas privadas no lucrativas que han contribuido con cuestiones de gestión ambiental en Venezuela. Inicialmente, instituciones como la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle y la Fundación Ornitológica Phepls han trabajado por aumentar el conocimiento y completar los inventarios de la flora y fauna del país. Justamente, en el órgano divulgativo *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, aparecieron las primeras publicaciones científicas sobre flora y fauna urbanas venezolanas (Ginés *et al.* 1951, Méndez-Arocha 1951, Alemán 1952, Arias 1952, Fernández-Yépez y Martín 1952, Weibezahn 1952, Berry y Steyermark 1983). Por un periodo de cinco años, y con más de 500 visitas a la región de Baruta y el Hatillo (barrios periféricos de Caracas), los miembros de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle recopilaban material científico sumamente valioso enfocado en varios grupos taxonómicos. Los resultados sobre la fauna ictiológica, cangrejos dulceacuícolas, moluscos, mamíferos, repti-

les, anfibios y aves de la región fueron publicados en cuatro números sucesivos de esta revista. Posteriormente, Berry y Steyermark (1983) publicaron un estudio detallado sobre la flora de los bosques deciduos de Caracas, donde reportaron un total de 424 especies vegetales. Este trabajo constituye una de las referencias más importantes en cuanto a la caracterización de la vegetación en áreas urbanas de Venezuela.

En 1968, el Consejo Municipal de Caracas publicó la *Historia Natural de Caracas* (Tello 1968), en las ediciones del cuatricentenario de la ciudad. Este libro representa el primer esfuerzo por recopilar la investigación realizada por naturalistas y científicos sobre la biodiversidad de la ciudad de Caracas. En el mismo año se publicó el libro *Estudio de Caracas* coordinado por Maruja Crema, en el cual se compilaban diversas investigaciones, dentro de las que figuran las descripciones de la vegetación de las sabanas del Valle de Caracas y la lista de moscas necrófagas, alacranes, moluscos pulmonados, peces, anfibios comunes, serpientes, aves y mamíferos realizadas por investigadores de distintas instituciones venezolanas.

En la década de los setenta (1970) aparecieron los primeros estudios de ecología urbana como tal. Tugues (1978) realizó un estudio interesante con algunas malezas de la ciudad de Caracas, sugiriendo que cier-

tas especies son buenas indicadoras de la presencia de plomo atmosférico. Por otra parte, Ruiz-Zapata y Arroyo (1978) realizaron el primer trabajo de ecología reproductiva de poblaciones de plantas en Venezuela, evaluando la densidad, la eficiencia y los sistemas reproductivos de 22 especies de plantas de un bosque decíduo secundario del Valle de Caracas. A finales de los ochentas, Debrot (1989) publicó un análisis del bosque caraqueño del siglo XVI y planteó la existencia de dos subsistemas vegetales dentro del sistema urbano: (1) una vegetación desplazada de matorral bajo espinoso y formaciones de sabanas de loma, bosques de galería, cañaverales y bosques deci-



Ciudad de Valencia, Carabobo (Fotografía: Sabina Caula).

duos de por lo menos 500 años de antigüedad y (2) una vegetación implantada que constituye la vegetación urbana propiamente dicha, formada por cultivos hortícolas, así como vegetación ornamental y ruderal. Con excepción de estos tres últimos estudios, los trabajos sobre ecología urbana son prácticamente inexistentes hasta la década de los noventa (1990), y por lo tanto podríamos afirmar que esta disciplina se ha desarrollado muy recientemente en el país.

Tendencias actuales en Venezuela

Actualmente, los esfuerzos por realizar estudios de ecología urbana en Venezuela son dispersos, encontrándose sólo un grupo de trabajos aislados, de los cuales gran parte permanece sin ser publicado. Sin embargo, desde el año 2000, los estudios ecológicos en las principales ciudades de Venezuela han tomado cierta importancia, destacando entre ellas la ciudad de Valencia. Las investigaciones se han orientado principalmente hacia el análisis de la biodiversidad como indicador de la calidad ambiental, siendo muy escasos los estudios a nivel de poblaciones o comunidades. Otro sesgo importante es el de los grupos de vida silvestre considerados en estos trabajos, con las aves encabezando la lista.

Los estudios botánicos en áreas urbanas se limitan

básicamente a listas de especies en las que se resaltan las características, los usos, el manejo y la conservación de las especies analizadas (Hoyos 1990, 1992, 1998, 1999, Díaz y Delascio-Chitty 2007). Adicionalmente, existe información relevante sobre la diversidad de especies en áreas protegidas y no protegidas dentro de las zonas urbanas, como jardines botánicos y parques ecológicos (Delascio-Chitty 1994, Manara 2003, Cornejo y Lasso 2004, Cornejo *et al.* 2004, Mujica *et al.* 2004). Por ejemplo, López y Ramírez (2004) realizaron un estudio de 23 años de muestreo (1980-2003) sobre la composición y la abundancia de especies vegetales en un remanente de bosque deciduo secundario ubicado al sureste de Caracas. López y Ramírez (2004) encontraron que la diversidad de especies del bosque tiende a decrecer en las áreas perturbadas. Además, reportaron que cerca de 52% de las especies se regeneran naturalmente en el área de estudio, lo cual podría estar asociado con las perturbaciones y los cambios en la estructura del bosque.

Jaimes y Ramírez (1999) analizaron los sistemas reproductivos de la vegetación de un bosque secundario en Caracas y encontraron una asociación entre el ciclo de vida, el estado sucesional y los sistemas reproductivos de las diferentes especies evaluadas. Así, las especies anuales fueron más autocompatibles, mientras que las especies xenógamas fueron más frecuentes en

las zonas menos perturbadas del sitio.

Por otro lado, Taisma y Varela (2005) y Raimúndez-Urrutia y Varela (2005) estudiaron la eficiencia reproductiva de plantas mediante cruces controlados, caracterizando la ecología reproductiva de dos especies vegetales de zonas perturbadas en áreas urbanas. Como resultado, encontraron que las especies estudiadas tienen un sistema reproductivo parcialmente autocompatible, lo cual sugiere que ciertas especies de plantas en áreas urbanas pueden utilizar estrategias reproductivas que compensan la limitación del flujo intraespecífico de polen.

En relación con los estudios de ecología urbana enfocados en la valoración de la calidad ambiental, en 2004 se inició la evaluación de la calidad del agua de algunos ríos de la Cordillera de la Costa mediante el análisis de las variaciones de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Pérez y Fernández Da Silva 2005, Pérez *et al.* 2005, Graterol *et al.* 2006, Nieves *et al.* 2007, Pérez e Isava 2007, Pérez 2008, Leal 2009). Los autores de estos trabajos relacionaron las variables fisicoquímicas del agua con la riqueza biológica y la composición de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Los resultados de estos trabajos evidenciaron la disminución de la calidad del agua en las zonas más bajas del cauce del río, las cuales se encuentran dentro de las áreas urbanas.

Los estudios relacionados con las aves y los sistemas urbanos venezolanos son abundantes. Entre los años 1999 y 2000, se exploró la importancia de la avifauna y la participación ciudadana en los esfuerzos de valoración y conservación de las áreas verdes urbanas, siendo el primer estudio que combina métodos ecológicos y socioeconómicos en ciudades venezolanas (Caula 2002). De forma específica, se compararon las comunidades de aves diurnas asociadas con el Jardín Botánico de Valencia (JBV) con aquellas de un parque urbano cercano de tamaño similar, pero con mayor intervención humana. De esta manera, se encontró que el JBV alberga una importante riqueza de especies de aves, debido principalmente a la heterogeneidad espacial y temporal del sitio, así como a la poca perturbación humana que ocurre dentro del mismo (Caula 2002, Caula *et al.* 2003, Caula *et al.* 2010). Además, se evidenció que la información relacionada con la diversidad de la avifauna existente en el área influye sobre la preferencia de los ciudadanos, por lo que se propone que los futuros planes de manejo ambiental de las áreas verdes urbanas consideren la posibilidad de mantener la vegetación autóctona, ya que la biodiversidad asociada con este tipo de vegetación representa un valor recreativo agregado para las áreas verdes en sistemas urbanos (Caula y De Nobrega 2005).

Desde 2008, se lleva a cabo el *Programa de Monito-*

reo de Aves del Parque Urbano Fernando Peñalver y Negra Hipólita (0.71 ha) en la ciudad de Valencia. El objetivo de este programa es identificar a las especies de aves que utilizan el parque como sitio de refugio, de reproducción y de alimentación, así como la relación que tienen ciertas especies de aves con la fenología floral de la vegetación local. Hasta ahora, se cuenta con una lista preliminar y registro fotográfico de 60 especies de aves que hacen uso activo del parque (Cornejo y Germán 2009).

Por otro lado, Seijas y colaboradores (2009) realizaron conteos de aves en parques, plazas y esquinas de la ciudad de Guanare. Los autores encontraron que las 72 especies registradas en la zona urbana representan 33% de las aves propias de las áreas naturales que rodean a la ciudad. En este trabajo, la diversidad de las comunidades de aves resultaron positivamente relacionadas con la diversidad de árboles en plazas y parques, mientras que la densidad de aves se relacionó negativamente con el porcentaje de cobertura vegetal y el área total del sitio estudiado. En un estudio diferente, Rojas y colaboradores (2009) registraron el estado fenológico de las especies vegetales utilizadas por las aves en seis hábitats del campus de la Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, encontrando 22 especies vegetales utilizadas por 24 especies de aves. Específicamente, el área de estudio con mayor número de registros fue

aquella con mayor heterogeneidad en la vegetación, más cercanía a los ecotonos y mayor abundancia florística. Por último, Carvajal y colaboradores (2009) realizaron la caracterización de la avifauna asociada con la laguna urbana del Mangüey (72 ha), Barcelona, utilizando índices de diversidad, equitatividad, dominancia y relevancia específica. Los resultados de este estudio ratificaron la importancia de la laguna para albergar una comunidad diversa de aves acuáticas, así como brindar condiciones adecuadas para el flamenco (*Phoenicopterus ruber*), una especie protegida a nivel internacional (PNUMA-CMCM 2011). Otros esfuerzos de investigadores, de educadores y de organizaciones ambientales han sido orientados hacia la realización de inventarios y de actividades de educación, así como programas de divulgación de la biodiversidad de aves, principalmente en la ciudad de Caracas (Ascanio *et al.* 2010, Audubon de Venezuela 2010, Gonzales 2010).

En cuanto a la mastofauna urbana de Venezuela, Cordero y colaboradores (2009) estudiaron algunos aspectos importantes sobre la ecología del rabipelado (*Didelphis marsupialis*), reservorio primario del protozooario que genera el mal de Chagas (*Trypanosoma cruzi*). En este trabajo se reporta la amplia distribución urbana de dicha especie, siendo común en casi todos los ambientes y presentando una mayor abundancia relativa en la

Zona Metropolitana de Caracas.

En 2006 se inició un trabajo que evaluaba la estructura y la composición de la comunidad de murciélagos en cuatro parches boscosos importantes de la ciudad de Valencia (Delgado *et al.* 2007a,b). Estos trabajos reportan la presencia de 30 especies de murciélagos pertenecientes a siete gremios tróficos diferentes. De forma específica, los murciélagos insectívoros y frugívoros fueron los grupos más diversos y abundantes debido a la amplia oferta de recursos que ofrecen los árboles frutales dentro de las ciudades, así como por la gran cantidad de insectos que son atraídos por las innumerables fuentes urbanas de luz artificial nocturna. De esta forma, se señala la importancia del mantenimiento de los parches boscosos urbanos con vegetación nativa para la conservación de la biodiversidad local (Delgado *et al.* 2007a,b, Flórez 2010). En relación con las comunidades de ectoparásitos de los murciélagos urbanos, Flórez (2010) mostró una relación positiva entre la baja complejidad estructural de la vegetación y la alta prevalencia y densidad de ectoparásitos. Asimismo, encontró que especies de murciélagos en parches distintos de vegetación mostraban una composición de ectoparásitos diferente, lo que sugiere la presencia de poblaciones aisladas de murciélagos.

Finalmente, Mujica y colaboradores (2004) llevaron a cabo un estudio sobre las especies de vertebrados

del campus de la Universidad de Carabobo. Este estudio fue utilizado para la determinación del impacto ambiental generado por un proyecto ferroviario. Los resultados de este trabajo señalaron que el campus universitario alberga una alta diversidad de macrofauna, donde las aves representan 70% de las especies registradas. Adicionalmente, se determinó que el impacto que produciría la construcción del tramo central del ferrocarril repercutiría directamente sobre la fauna del campus, por lo que se deberían tomar medidas para mitigar dicho efecto.

Futuro de la ecología urbana en Venezuela

Pensar en el futuro de la ecología urbana en el país implica la transformación de una serie de percepciones, de obstáculos y de aislamientos que han marcado el desarrollo de esta disciplina en Venezuela. En este sentido, las ciudades venezolanas han experimentado un crecimiento a través del cual el desarrollo urbano entra en conflicto con la calidad del ambiente. De esta forma, sugerimos una agenda de investigación que incluya:

(1) la realización de estudios sobre la biodiversidad existente en los grandes centros urbanos del país enfocados en el entendimiento de los aspectos ecológicos de la vida silvestre urbana,

(2) incentivar la investigación en torno a especies indicadoras, plaga, invasoras y vectores de enfermedades, permitiendo comprender la dinámica de los sistemas urbanos, particularmente en relación con el impacto de la fragmentación de hábitats, la contaminación ambiental o la transformación de los espacios naturales y sus efectos sobre las comunidades bióticas a nivel local y regional,

(3) fomentar el desarrollo sustentable de las ciudades, tomando como elemento prioritario la articulación entre los estudios ecológicos y las variables relacionadas con la salud humana, la economía local y la sociedad urbana (*e.g.*, identidad, historia, cultura) (Pol 2002, Vidal y Pol 2005),

(4) propiciar la generación de conocimientos y estrategias orientadas a la mitigación de los efectos negativos del cambio climático a nivel local y regional mediante el establecimiento de pautas que permitan el uso racional de la energía, una cultura de consumo responsable y el aumento de la cobertura vegetal urbana.

Consideraciones finales

El cumplimiento de los puntos anteriormente mencionados sólo será posible mediante la participación y el

apoyo activo de todos los actores sociales presentes en las ciudades. Esto implica la incorporación de procesos educativos, participativos y comunicativos que promuevan una conexión respetuosa, sustentable y racional entre los pobladores de las ciudades y los elementos ambientales. En este sentido, es imprescindible que distintos organismos (e.g., gobierno, juntas comunales, organizaciones no gubernamentales, instituciones educativas, empresas) sean capaces de desarrollar programas conjuntos que promuevan el desarrollo de una ciudadanía informada, organizada y participativa que conozca y responda ante los retos de la gestión ambiental urbana (Álvarez-Iragorrry 2001, MPPA 2010).

Literatura citada

- Aguilera, M., Azocar, A. y González-Jiménez, E. (2003) *Biodiversidad en Venezuela*. Fundación Polar, MCT, FONACIT, Caracas, Venezuela.
- Alemán, C. (1952) Apuntes sobre reptiles y anfibios de la región Baruta - El Hatillo. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **12**, 11–30.
- Álvarez-Iragorrry, A. (2001) De la herencia cotidiana al tesoro perdido: Nuevos desafíos en la educación ambiental para la conservación de la biodiversidad. *Interciencia* **26**, 429–433.
- Arias, S. (1952) Algunos moluscos de la Región Baruta - El Hatillo. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **12**, 45–65.
- Ascanio, D., Pérez, K. y León, J. G. (2010). *Aves de Venezuela*.

Disponible en línea: <http://www.avesvenezuela.net/>

- (Audubon de Venezuela) Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela (2010). *Audubon de Venezuela, Caracas, Venezuela*. Disponible en línea: <http://www.audubonvenezuela.org/>
- Babarro, R. (2010) *Primeras Crónicas de la Fauna Silvestre en Venezuela. Simposio: Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en Homenaje al “Dr. Juhani Ojasti”*, Caracas, Venezuela. Disponible en línea: http://www.acfiman.org/descargas/Libro_Simposio_Ojasti.pdf
- Berry, P. y Steyermark, J. (1983) Florula de los bosques deciduos de Caracas. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **43**, 157–214.
- Carvajal, Y., Marin, G. y Muñoz, J. (2009) *La Avifauna de la Laguna Urbana El Manguely, Barcelona, Estado Anzoátegui*. I Congreso Venezolano de Ornitología, Barquisimeto, Venezuela.
- Caula, S. (2002) *Importancia de la Avifauna en la Valoración de Áreas Naturales Urbanas: Caso Jardín Botánico y Herbario de Carabobo, Venezuela*. Tesis de maestría, Postgrado de Ecología, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela.
- Caula, S. y De Nóbrega, J. (2005) La valoración contingente de dos proyectos de desarrollo del Jardín Botánico de Valencia: Efecto de la información de la diversidad de aves y de factores socioeconómicos y actitudinales. *Revista FACES* **27**, 3.
- Caula, S., De Nóbrega, J. y Giner, S. (2003) La riqueza de aves del Jardín Botánico de Valencia: Un elemento a considerar en su estrategia de conservación. *Acta Biológica Venezuelica* **23**, 1–13.
- Caula, S., Giner, S. y De Nóbrega, J. (2010) Aves urbanas: Un estudio comparativo en dos parques tropicales con diferentes grados de intervención humana (Valencia, Venezuela). *Faraute de Ciencias y Tecnología* **5**, 1–13.
- Cordero, G., Boher, S. y Dávila, M. (2009) *Hábitat, Distribución*

- y *Abundancia del Rabipelado* (*Didelphis marsupialis*) en el Área Metropolitana de Caracas, Venezuela. IV Simposio Ambiente y Desarrollo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV, Caracas, Venezuela.
- Cornejo, L. y Lasso, R. (2004) *Inventario y Caracterización de Árboles Potencialmente Afectados por las Obras Civiles del Proyecto Ferroviario en el Arboretum del Jardín Botánico de la Universidad de Carabobo*. Informe a la Dirección de Planta Física, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Cornejo, L., Lasso, R., Liria, J. y Jacomé, A. (2004) *Caracterización de la Cobertura Vegetal del Parque Municipal Casupo, Valencia-Carabobo*. LIV Convención Anual de la ASOVAC, Valencia, Venezuela.
- Cornejo, L. y Germán, M. (2009) *Programa de Monitoreo de Aves en el Parque Fernando Peñalver, Valencia, Edo. Carabobo*. I Congreso Venezolano de Ornitología, Barquisimeto, Venezuela.
- Crema, M. (1968) *Estudio de Caracas. Vol. 1: Ecología Vegetal y Fauna*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- De Lisio, A. (2001) La evolución urbana de Caracas: Indicadores e interpretaciones sobre el desarrollo de la interrelación ciudad-naturaleza. *Revista Geográfica Venezolana* **42**, 203–226.
- Debrot, H. (1989) El bosque urbano caraqueño, I: El siglo XVI. *Acta Botanica Venezuelica* **15**, 47–70.
- Delascio-Chitty, F. (1994) *Inventario Florístico del Área del Jardín Botánico de Valencia, Estado Carabobo, Venezuela*. Informe Técnico a la Fundación Jardín Botánico de Valencia y Herbario de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Delgado, M., Florez, G., García, F. y Machado, M. (2007a) Diagnóstico rápido de la comunidad de murciélagos del parque “Negra Hipólita”: Fauna sinantrópica de la ciudad de Valencia. *Faraute de Ciencias y Tecnología* **2**, 24–32.
- Delgado, M., Flórez, G., García, F. y Machado, M. (2007b) *Murciélagos de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo*. VII Congreso Venezolano de Ecología, Ciudad Guayana, Venezuela.
- Díaz, W. y Delascio-Chitty, F. (2007) Catálogo de plantas vasculares de ciudad Bolívar y sus alrededores, estado Bolívar, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* **30**, 99–161.
- Ernst, A. (1876) Enumeración sistemática de las especies de moluscos terrestres y de agua dulce halladas hasta ahora en los alrededores de Caracas y demás partes de la República. *Apuntes Estadísticos del Distrito Federal*, 77–85.
- Fernández-Yépez, A. y Martín, F. (1952) Notas sobre la fauna ictiológica de la región Baruta, El Hatillo. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **12**, 31–45.
- Florez, G. (2010) *Comunidad de Dípteros Ectoparásitos (Streblidae y Nycteribiidae) de Murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la Ciudad de Valencia, Estado Carabobo*. Tesis de licenciatura, Departamento de Biología, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Geigel, N. (1976) *El Ambiente de Caracas: Una Introducción a la Ecología Urbana*. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela.
- Ginés, H., Aveledo, R., Yépez, G., Linares, G. y Poján, J. (1951) Contribución al conocimiento de la región Baruta-El Hatillo: Avifauna. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **11**, 237–323.
- González, M., León, J. G., Morales, L. G., Hernández, M., y Ascanio, D. (2010) *Las Aves de Venezuela*. Disponible en línea: http://www.avesvenezuela.net/html/prog_psit/intro.php
- Graterol, H., Goncalves, L., Medina, B. y Pérez, B. (2006) Insectos acuáticos como indicadores de calidad de calidad del agua del río Guacara, Carabobo, Venezuela. *Faraute de Ciencias y Tecnología* **1**, 57–67.

- Hoyos, J. (1990) *Los Árboles de Caracas*. Sociedad y Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela.
- Hoyos, J. (1992) *Árboles Tropicales Ornamentales Cultivados en Venezuela*. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, Venezuela.
- Hoyos, J. (1998) *Arbustos Tropicales Ornamentales*. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, Venezuela.
- Hoyos, J. (1999) *Plantas Tropicales Ornamentales de Tallo Herbáceo*. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, Venezuela.
- Huber, O. y Oliveira-Miranda, M. (2010) *Ambientes Terrestres*. En: Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela (Rodríguez, J. P., Rojas-Suárez, F. y Giraldo, D., eds), Provita, Shell Venezuela, Lenovo Venezuela, Caracas, Venezuela, pp. 29–89.
- Humbolt, A. y Bonpland, A. (1941) *Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente hecho en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 y 1804*. Escuela Técnica Industrial, Talleres de Artes Gráficas, Caracas, Venezuela.
- (INE) Instituto Nacional de Estadística (2010) *Censo de Población y Vivienda*. INE. Disponible en línea: <http://www.ine.gob.ve/>
- Jaimes, L. y Ramírez, N. (1999) Breeding systems in a secondary deciduous forest in Venezuela: The importance of life form, habitat, and pollination specificity. *Plant Systematics and Evolution* **215**, 23–36.
- Leal, V. (2009) *Evaluación de la Calidad Biológica del Río La Cumaca (San Diego, Carabobo) en un Gradiente Longitudinal mediante la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos*. Trabajo Especial de Grado, Departamento de Biología, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Lindorf, H., de Parisca, L. y Rodríguez, P. (1999) *Botánica: Clasificación, Estructura, Reproducción*. Universidad Central de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca, Caracas, Venezuela.
- López, M. y Ramírez, N. (2004) Composición florística y abundancia de las especies en un remanente de bosque deciduo secundario. *Acta Biológica Venezuelica* **24**, 29–71.
- Manara, B. (2003) *Guía Ilustrada del Jardín Botánico de Caracas*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Fundación Polar, Caracas, Venezuela.
- Méndez-Arocha, J. (1951) Estudio de los mamíferos colectados en la región Baruta - El Hatillo. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **11**, 204–236.
- (MPPA) Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2010) *Estrategia Nacional de Conservación de la Diversidad Biológica*. MPPA, Caracas, Venezuela.
- Mujica, E., Cuesta, M., Boede, E. y Rivero, R. (2004) *Diagnóstico Preliminar sobre la Diversidad Faunística de las Zonas de Intervención por el Sistema Ferroviario Central en el Campus de la Universidad de Carabobo*. Informe Técnico a la Dirección de Plata Física, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Nieves, M., Rivas, A. y Pérez, B. (2007) *Evaluación Rápida de la Calidad del Agua del Río Casupo, Valencia, Carabobo mediante los Macroinvertebrados Bentónicos*. VII Congreso Venezolano de Ecología, Ciudad Guayana, Venezuela.
- Ojasti, J. y Mondolfi, E. (1968) *Esbozo de la Fauna de Mamíferos de Caracas*. En: Estudio de Caracas: Ecología Vegetal y Fauna (Crema, M., ed), Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, pp. 409–461.
- Pérez, B. (2008) *Determinación de un Sitio de Referencia para la Bioevaluación de la Calidad del Agua del río Cabriales*. VI Congreso de Investigación de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Pérez, B. e Isava, F. (2007) *Biomonitoreo del Río Cabriales (Carabobo) mediante Insectos Acuáticos y la Participación de Voluntarios*. XX

- Congreso Venezolano de Entomología, San Antonio del Táchira, Venezuela.
- Oliveira-Miranda, M., Huber, O., Rodriguez, J. P., Rojas-Suarez, E., De Oliveira-Miranda, R., Zambrano-Martinez, S. y Giraldo, D. (2010) *Riesgos de Eliminación de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. En: Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela (Rodríguez, J. P., Rojas-Suarez, E. y Giraldo, D., eds), PROVITA, Shell Venezuela, LENOVO (Venezuela). Caracas, Venezuela, pp 109–235.
- Pérez, B. y Fernández Da Silva, R. (2005) *Bioindicadores Acuáticos en el Río Cabriales (Edo. Carabobo)*. VI Congreso Venezolano de Ecología, Maracaibo, Venezuela.
- Pérez, B., Goncalves, L., Medina, B. y Graterol, H. (2005) *Diversidad, Abundancia y Composición de Macroinvertebrados Bentónicos en Tres Hábitats del Río Cabriales, Edo. Carabobo*. VI Congreso Venezolano de Ecología, Maracaibo, Venezuela.
- Pol, E. (2002) The theoretical background of the city-identity-sustainability network. *Environment and Behavior* **34**, 8–25.
- (PNUMA-CMCM) Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Centro de Monitoreo para la Conservación Mundial (2011) *Lista de Especies CITES*. Secretaría CITES, Ginebra, Suiza, y PNUMA-CMCM, Cambridge, Reino Unido.
- Raimúndez-Urrutia, E. y Varela, C. (2005) Predispersal reproductive ecology of *Gronovia scandens* L. (Loasaceae) a plant from disturbed habitats. *Journal of the Torrey Botanical Society* **132**, 581–589.
- Rojas, J., Araujo, A. y Solorzano, N. (2009) *Uso del Uso Florístico por la Avifauna en Seis Hábitats del Campus de la UNELLEZ en Guanare (estado Portuguesa)*. I Congreso Venezolano de Ornitología, Barquisimeto, Venezuela.
- Ruiz-Zapata, T. y Arroyo, M. (1978) Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* **10**, 221–230.
- Seijas, A., Araujo, A., Salazar, J. y Perez, D. (2009) *Avifauna de la Ciudad de Guanare (Estado Portuguesa)*. I Congreso Venezolano de Ornitología, Barquisimeto, Venezuela.
- Taisma, M. y Varela, C. (2005) Sistema de compatibilidad en la especie distílica *Cordia cussavica* (Jacq.) R&S (Boraginaceae). *Interciencia* **30**, 431–435.
- Tello, J. (1968) *Historia Natural de Caracas*. Ediciones del Consejo Municipal del Distrito Federal, Caracas, Venezuela.
- Texera, Y. (2003) *La Zoología en Venezuela 1936-1970: Una Historia Social*. Fundación Polar, Caracas, Venezuela.
- Tugues, J. (1978) Las plantas como indicadoras de plomo en la atmósfera. *Acta Botánica Venezuelica* **11**, 105–203.
- Vidal, T. y Pol, E. (2005) La apropiación del espacio: Una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares. *Anuario de Psicología* **36**, 281–297.
- Weibezahn, F. (1952) Contribución al estudio de los cangrejos dulceacuícolas de la región Batuta–El Hatillo. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales la Salle* **12**, 67–70.



PERSPECTIVAS FINALES

Rubén Ortega-Álvarez
Ian MacGregor-Fors

Las particularidades históricas, sociales, económicas, biológicas, topográficas y culturales hacen de América Latina una región única y sumamente compleja. Sin duda, estas características han determinado la forma en que ha surgido, se ha desarrollado y se ha aplicado el conocimiento derivado de estudios de ecología urbana en la región. La ecología urbana es una disciplina relativamente nueva que se inició en América Latina por iniciativa de exploradores y científicos extranjeros, tanto estadounidenses como europeos. Recientemente, investigadores latinoamericanos han comenzado a preocuparse por el estudio de los ecosistemas urbanos y sus áreas de influencia en sus países de origen. Sin embargo, las condiciones que imperan en América Latina han moldeado, y en ocasiones restringido, el tipo y la magnitud de las investigaciones realizadas en la región. De esta forma, antes que el esclarecimiento de los patrones y los procesos ecológicos asociados con los sistemas urbanos, la investigación relacionada con esta disciplina se ha concentrado en resolver las necesidades urgentes de la sociedad latinoamericana. Así, los

estudios de ecología urbana en América Latina se han enfocado, en gran medida, a cuestiones epidemiológicas, conflictos entre la fauna urbana y el ser humano, la contaminación ambiental y el suministro de

servicios básicos para la población urbana.

El tipo y la cantidad de estudios de ecología urbana varían de manera importante entre los diferentes países latinoamericanos. De igual manera, existe un importante sesgo de investigación respecto a las zonas urbanas que han sido estudiadas, con importante representación de ciudades capitales y urbes de gran tamaño. Debido a que nuestro conocimiento sobre la naturaleza de los patrones y los procesos relacionados con la urbanización requiere un espectro más diverso de zonas urbanas, resulta ampliamente recomendable promover la investigación en un mayor número y tipo de asentamientos urbanos en la región.

Otro sesgo importante registrado en América Latina es la elevada proporción de estudios concentrados exclusivamente a la elaboración de listas de especies, generalmente enfocadas a nivel local. Lo anterior ha

sido consecuencia de diversos fenómenos, entre los que destacan la gran biodiversidad que alberga América Latina y lo reciente del campo de estudio. Si bien la generación de inventarios biológicos a escalas locales es sumamente relevante, resulta imperativo dar el siguiente paso hacia la postulación de preguntas más complejas y ecológicamente más informativas con el fin de mejorar nuestra comprensión sobre los ecosistemas urbanos latinoamericanos.

Las instituciones de educación superior han jugado un papel protagónico en la realización de estudios de ecología urbana en prácticamente toda América Latina. Dichas instituciones se han encargado de formar profesionales capacitados para el estudio de los sistemas urbanos, además de desarrollar propuestas integrales orientadas al mejoramiento de las condiciones ecológicas de las ciudades latinoamericanas. No obstante, aún es necesario crear vínculos estrechos en relación con la participación y la integración de dichos profesionales en los sectores públicos responsables del desarrollo y del mejoramiento urbano para aplicar los conocimientos plasmados en los cientos de trabajos publicados al respecto. Además, es recomendable que la formación de profesionales y los ejercicios de investigación relacionados con temáticas de ecología urbana en América Latina sean interdisciplinarios, ya que los sistemas urbanos son sumamente complejos.

La cantidad y la calidad de los estudios de ecología urbana han incrementado de manera importante en las últimas dos décadas en América Latina. Sin embargo, la divulgación y la aplicación de dicha información han sido generalmente limitadas. Por ello, resulta fundamental que los conocimientos generados en los estudios de ecología urbana sean accesibles para la población local, que se compartan a un auditorio científico más amplio y que se fomente su reconocimiento y utilización por parte de los tomadores de decisiones locales, regionales y nacionales.

Los programas de manejo y las políticas de protección al ambiente han enfocado sus esfuerzos principalmente en ecosistemas naturales, generalmente excluyendo a los sistemas urbanos en gran parte de los países de América Latina. Por ello, la creación de planes integrales para el mejoramiento de la calidad ecológica de los sistemas urbanos y áreas directas de influencia (*e.g.*, cuencas hidrológicas) resulta estratégico. Desde nuestra perspectiva, este tipo de planes debería considerar, al menos: (1) el desarrollo de programas de protección de hábitats de importancia para la fauna y la flora urbanas, (2) la generación de programas y actividades de educación ambiental, (3) la implementación de estrategias de restauración y planes de crecimiento urbano, (4) la elaboración de programas de monitoreo de la

biodiversidad y calidad de vida humana dentro de la zona urbana y su área directa de influencia y (5) la consolidación de redes y grupos de investigación interdisciplinarios que participen activamente en la toma de decisiones sobre el manejo y la planeación urbana.

Si bien los diferentes países latinoamericanos son muy distintos biológica y socialmente, la mayoría comparten tendencias de desarrollo urbano similares. Los vastos recursos naturales contenidos en la región latinoamericana han sido explotados desmesuradamente, propiciando a su vez un crecimiento urbano generalmente desordenado que ha puesto en riesgo la conservación de la naturaleza a diferentes escalas ecológicas y geográficas. Debido a las dinámicas económicas y sociales que se experimentan en América Latina, se prevé la formación de nuevas urbes y una creciente expansión de las grandes ciudades latinoamericanas en un corto plazo. Lo anterior representa una amenaza importante para la biodiversidad en una de las regiones más biodiversas del planeta. Por ello, consideramos necesario que el crecimiento y establecimiento de zonas urbanas en América Latina estén acompañados de políticas de planeación urbana adecuadas. Sin duda, los resultados de las investigaciones de ecología urbana son imprescin-

dibles para propiciar el crecimiento organizado de las ciudades latinoamericanas.

Afortunadamente, en la actualidad existen ejemplos de planes de desarrollo urbano en América Latina que podrían verse ampliamente beneficiados por la incorporación de programas de investigación y monitoreo de la biodiversidad dentro de zonas urbanas, entre los que destacan el Plan de Arborización Urbana (PLANAR-BU) llevado a cabo en San José (Costa Rica) y el Fideicomiso Público Municipal del Municipio de Querétaro (México). Dichos esfuerzos ofrecen alternativas viables para el mejoramiento de las características ambientales de algunas zonas urbanas de América Latina.

Finalmente, consideramos que es necesaria la vinculación entre los diferentes países latinoamericanos a diferentes niveles y con diferentes enfoques. Algunos ejemplos de lo anterior son el intercambio de experiencias de investigación y aplicación del conocimiento, la formulación de proyectos a gran escala y la creación de políticas nacionales e internacionales. Dichos esfuerzos internacionales no sólo fomentarán la conservación de la copiosa biodiversidad que alberga la región, sino que incrementarán la calidad de vida de nuestros compatriotas latinoamericanos que habitan en zonas urbanas y sus áreas de influencia.



AGRADECIMIENTOS

EDITORES

Agradecemos profundamente a todos los colegas que participaron en esta obra, a G. Alicia Sevilla Beltrán por convertir este libro en algo gráficamente hermoso, a Clara Martínez Mora por su apoyo logístico para consolidar la publicación de la obra, así como a Lorena Ramírez Restrepo, a Hernando A. Rodríguez Correa, a Morelia Camacho Cervantes y a Anayani Rivera López por su apoyo en la revisión final del libro.

ARGENTINA

Agradecemos a todos los colegas dedicados a temas de ecología urbana que han puesto a nuestra disposición muchas de sus interesantes publicaciones.

BRASIL

Agradecemos a L.F.A. Figueiredo por la valiosa información proporcionada sobre el CEO, a A. Claro y a V. Torres por la disponibilidad y la traducción del manuscrito, a la CAPES (Cordenación de Perfeccionamiento Personal de Grado) por la ayuda financiera concedida al primer y tercer autor, al CNPq (Consejo Nacional de Investigación y Desenvolvimiento) por el auxilio financiero al segundo y último autor.

CHILE

A Mauricio Becerra por las fotografías que ilustran el capítulo y a la Universidad de Chile, institución que incentiva la participación de sus académicos a colaborar con equipos interdisciplinarios de todas las universidades del mundo.

COLOMBIA

Agradecemos a Oscar E. Ortega, Edison Torrado y a Gustavo A. Zabala por contribuir con las fotografías de las ciudades colombianas. A Brigitte L.G. Baptiste, Wilmar Bolívar, Doris Canacuan, Lorena Cruz, Carlos Andrés Cultid, Victor Hugo González, Guiomar Nates-Parra, Martha Patricia Ramírez, Beatriz Salguero, Fernando Vargas, Alexander Velásquez y Gustavo A. Zabala por el aporte de información para el capítulo; así como a Carmen E. Posso por sus comentarios que aumentaron la calidad del manuscrito.

COSTA RICA

Agradecemos la colaboración para la elaboración de este capítulo a la Escuela de Ciencias Biológicas, la Escuela de Ciencias Geográficas, a la Vicerrectoría de Investigación, al Fondo Institucional de Desarrollo Académico de la



Universidad Nacional de Costa Rica a través del proyecto Corredor Verde Fluvial para el Área Metropolitana de Heredia: El caso del río Pirro N°NX 053604, al Herbario Nacional y el Departamento de Historia Natural del Museo Nacional de Costa Rica por permitirnos el acceso a los registros históricos de colectas.

MÉXICO

PRB agradece a la División de Investigación y Posgrado y Jefatura de Biología de la UNAM FES Iztacala.

PERÚ

Agradecemos especialmente a Adrián Vera, Hernán Cunza y Fanel Guevara por su apoyo en la búsqueda de información especializada. A Mariella Scarpatti y Albina

Ruiz ; por sus aportes a través de su experiencia en gestión urbana. A Meylin Vásquez, Adriano de la Torre, Oscar González, Katya Balta, José Pérez, Daniel Cossios, Víctor Peña, Edgar Sánchez, Jerico Solis, Marisa Ocrospoma y Mariajose Deza por compartir sus trabajos de investigación o brindarnos entrevistas. Y a Cristian Crisanto, Juan Salas, José Luis Vásquez, Segundo Crespo, Lourdes Echevarría, Antonio García, Mariela Suárez, Diego García y Cristian Pérez por darnos facilidades para culminar este capítulo.

VENEZUELA

Agradecemos a Carlos Rivero Blanco, Salvador Boher, Carmen Ferreira, Sandra Giner, Jon Paul Rodríguez, Hermes Piñango, Franklin Rojas y Rafael Rodríguez por las sugerencias, referencias y bibliografía suministrada.



LISTA DE AUTORES

Álvarez, Silvana Cecilia

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
silvana_alvarez1@hotmail.com

Álvarez-Iragorry, Alejandro

FOVEA – EcoJuegos – CEC-UICN, Venezuela
alvareziragorry@gmail.com

Arnao, Lissel María

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
jlissel@gmail.com

Bermúdez Rojas, Tania

Universidad Nacional, Costa Rica
taniabermudez1@gmail.com

Boesing, Andrea Larissa

Universidad Estadual de Londrina, Brasil
lari.boesing@gmail.com

Caro, Claudia Cecilia

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
ccaro@lamolina.edu.pe

Castañeda, Liz Zaida

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
lizcastaneda@lamolina.edu.pe

Castillo, Lucía Natalia

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
lucia_earendil@hotmail.com

Caula, Sabina

Universidad de Carabobo, Venezuela
scaula@uc.edu.ve

Cerda, Claudia Loreto

Universidad de Chile, Chile
clcerdaj@uchile.cl

Chacón de Ulloa, Patricia

Universidad del Valle, Colombia
patricia.chacon@correounivalle.edu.co

De la Maza, Carmen Luz

Universidad de Chile, Chile
cdlamaza@uchile.cl

dos Anjos, Luiz

Universidad Estadual de Londrina, Brasil
llanhos@sercomtel.com.br

dos Santos-Junior, Paulo César Araújo

Universidad Estadual de Londrina, Brasil
pcasantos.junior@gmail.com



Faggi, Ana

Museo Argentino de Ciencias Naturales, Argentina
afaggi@macn.gov.ar

Florez, Guillermo

Universidad de Carabobo, Venezuela
gflorezmontero@gmail.com

Hernández, Héctor Jaime

Universidad de Chile, Chile
jhernad@uchile.cl

MacGregor-Fors, Ian

Instituto de Ecología, A.C., México
ian.macgregor@inecol.edu.mx

Martínez Carretero, Eduardo

Inst. Argentino de Inv. de las Zonas Áridas, Argentina
mcarrete@mendoza-conicet.gob.ar

Ortega-Álvarez, Rubén

NABCI, CONABIO, México
rubenortega.al@gmail.com

Piedra Castro, Lilliana María

Universidad Nacional, Costa Rica
lpiedra@una.ac.cr

Pineda-López, Raúl

Universidad Autónoma de Querétaro, México
rufuspinedal@gmail.com

Pineda-López, Rubén

Universidad Autónoma de Querétaro, México
rpineda62@hotmail.com

Quinteros, Zulema Diana

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
zquinteros@lamolina.edu.pe

Ramírez-Bastida, Patricia

Universidad Nacional Autónoma de México, México
rbastida@unam.mx

Ramírez-Restrepo, Lorena

Instituto de Ecología A.C., México
lorena.ramirez@posgrado.inecol.edu.mx

Rodríguez, Manuel Jesús

Universidad de Chile, Chile
mrodrigu@uchile.cl

Rodríguez-Montoya, Mónica

Universidad del Valle, Colombia
monica-rodriguez1989@hotmail.com

Romero Vargas, Marilyn

Universidad Nacional, Costa Rica
mari.romerov@gmail.com

Varela, Carlos

Universidad de Carabobo, Venezuela
cvarela2@uc.edu.ve



Zaiden, Tiago

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

tiago.zaiden@gmail.com

Zuria, Iriana

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

izuria@uaeh.edu.mx
