



Áreas verdes urbanas, una caracterización paisajística y biológica aplicada a una microcuenca de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica

Green Urban Areas and a Landscape and Biological Characterization Applied to a Micro-basin of the Great Metropolitan Area of Costa Rica

*Marilyn Romero-Vargas*¹

Universidad Nacional, Costa Rica

*Tania Bermúdez-Rojas*²

Universidad Nacional, Costa Rica

*Alejandro Durán-Apuy*³






Universidad Nacional, Costa Rica

*Marvin Alfaro-Sánchez*⁴

Universidad Nacional, Costa Rica

*Sebastián Bonilla-Soto*⁵

Universidad Nacional, Costa Rica

- 1 Dra. Geógrafa. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico: marilyn.romero.vargas@una.ac.cr  <https://orcid.org/0000-0001-6840-5803>
- 2 M. Sc. Bióloga. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico: tania.bermudez.rojas@una.ac.cr  <https://orcid.org/0000-0002-7566-9521>
- 3 M. Sc. Biólogo. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico alejandroduranapuy@una.ac.cr  <http://orcid.org/0000-0001-6605-6048>
- 4 M. Sc. Geógrafo. Escuela de Ciencias Geográficas, Costa Rica. Correo electrónico: marvin.alfaro.sanchez@una.ac.cr  <http://orcid.org/0000-0003-4962-1687>
- 5 Bach. Geógrafo. Escuela de Ciencias Geográficas, Costa Rica. Correo electrónico: sebastian.bonilla.soto@est.una.ac.cr  <http://orcid.org/0000-0002-6292-9806>

Resumen

Este artículo presenta una caracterización paisajística y biológica de las áreas verdes urbanas (AVU) de la microcuenca del río Bermúdez, provincia de Heredia, Costa Rica. Esta caracterización se basa en una clasificación según criterios de uso de estos espacios verdes, donde se describen atributos paisajísticos como cantidad, tamaño promedio, área total y condición de cobertura de la tierra; y atributos biológicos como riqueza de especies, géneros y familias, porcentajes de especies exóticas y nativas por categoría de AVU. Se utilizaron datos geoespaciales en el caso del componente paisajístico, provenientes de los municipios, así como fotointerpretación y generación de cartografía propia, y, para el componente biológico, muestreos de campo y consultas a expertos, fuentes secundarias mediante una revisión exhaustiva de literatura científica y de las bases de datos en línea. Los resultados muestran que existe 8.95% (664.68 ha) del área total de la microcuenca dedicada a las AVU de conservación de la biodiversidad, de protección del recurso hídrico y de recreación, mientras que la categoría AVU privadas dedicadas a cultivos y pasturas casi cuadruplica las primeras (31.33%; 2 325.81 ha). Se identificó 1 029 especies de árboles, arbustos, hierbas, trepadora, etc., siendo los jardines y calles los que aportan más especies. La fauna de vertebrados está dominada por las aves, seguida por reptiles, anfibios y por último los mamíferos. En conclusión, las AVU del área de estudio muestran diferencias paisajísticas y biológicas importantes en cuanto a cantidad, tamaño, distribución espacial, riqueza florística y faunística, y que en su conjunto forman una trama verde que aporta servicios ecosistémicos a la ciudad.

Palabras clave: Áreas verdes urbanas, riqueza florística, fauna urbana, río Bermúdez, paisaje.

Abstract

This article presents a landscape and biological characterization of the Bermudez basin's urban green areas (UGA), based on classification according to green spaces use criteria. Landscape attributes are quantity, average size, and total area soil coverage condition. Biological attributes are the richness of species, genus, and families, percentage of exotic and native species by UGA category. Geospatial data supplied by municipalities were used in landscape components, as well as photo interpretation and own-made cartography generation. For biological components, field surveys and expert consultation, secondary sources through exhaustive revision of scientific literature and online databases. Results show 8.95% (664.68 ha) of UGA from the micro-basin's total area is dedicated to biodiversity conservation, river protection, and recreation, while private UGA dedicated to crops and pastures are nearly quadrupled the first ones (31.33%; 2 325,81 ha). A total of 1.029 tree, shrub, herb, and creeper species had been identified, been gardens and roads the ones with more species. Vertebrate fauna is dominated by birds, followed by reptiles, amphibians, and at last, mammals. In conclusion, UGA on the study area had shown landscape and important biological differences, including quantity, size, spatial distribution, floristic and fauna richness, and they form a green weft that provides ecosystem services to the city.

Keywords: urban green areas, floristic wealth, urban fauna, Bermúdez river, landscape.

Introducción

La conformación del paisaje actual de la Gran Área Metropolitana (GAM) es producto de la presión antrópica asociada a la explotación histórica de los recursos naturales por parte de las actividades agropecuarias y al desarrollo urbanístico e industrial. Desde su dimensión material, el paisaje

de la GAM está constituido por núcleos urbanos interconectados a través de la red vial, la red hídrica y la trama verde. La trama verde está compuesta por una red de áreas verdes (AV) de carácter público y privado, continuas y discontinuas, localizadas en zonas urbanas y periurbanas, las cuales constituyen elementos estratégicos para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, ya que estas áreas brindan múltiples servicios ecosistémicos.

Además de cubrir un rango variado de complejidad y morfología, las áreas verdes urbanas (AVU) son elementos importantes, ya que aportan al mantenimiento y mejoramiento de la biodiversidad urbana, benefician la salud y el bienestar humanos y acercan a los habitantes con la naturaleza (DeKleyn, Mumaw & Corney, 2019; Goddard, Dougill & Benton, 2010; Loram, Warren, Thompson & Gaston, 2011), sumado con importantes funciones sociales, al brindar espacios de ocio, recreación e interacción social, incluso de producción económica. Es decir, estos elementos del paisaje contienen unos valores que dan identidad territorial, en este sentido un primer paso es conocer sus características y atributos, entre estos los paisajísticos y biológicos.

Existe múltiples definiciones y clasificaciones de áreas verdes urbanas (AVU), la mayoría están limitadas a los espacios urbanos públicos (parques, plazas, etc.); sin embargo, en términos biológicos es importante que la red del entramado verde comprenda diversas categorías, incluidas los espacios privados, como por ejemplo jardines o aquellas áreas dedicadas a cafetales, pastos, pastos arbolados, entre otros. Lo anterior con el propósito de realizar una gestión apropiada de la conectividad ecológica de las AVU, especialmente en el caso de corredores biológicos interurbanos.

Este artículo propone una clasificación de AVU y presenta una caracterización paisajística y biológica según categoría. La clasificación de AVU se basó en criterios de uso tales como conservación (biodiversidad, áreas de protección del recurso hídrico, etc.), uso recreativo (centros recreativos, zonas verdes urbanas, plazas deportivas, etc.) y uso agropecuario-forestal. Se analizan atributos paisajísticos como cantidad, tamaño promedio, área total, condición de cobertura de la tierra y usos no conformes en algunos casos. En cuanto a los aspectos biológicos, se presenta una descripción de la riqueza florística a nivel de especies, géneros y familias, así como de porcentajes de especies exóticas y nativas por categoría de AVU. A nivel faunístico la caracterización fue general y se puntualizó en las aves, ya que

es un grupo indicador de fácil monitoreo, conspicuas y con una distribución mundial, además de que esto se relacionó con su grado de tolerancia a ambientes urbanizados.

Metodología

Área de estudio

Para el estudio de las AVU dentro de la GAM se seleccionó la microcuenca del río Bermúdez. Esta microcuenca comprende una superficie aproximada de 74.24 km² (7424 ha) que incluye total o parcialmente los siguientes distritos: Concepción, San Rafael, San Josecito y Santiago del cantón San Rafael; Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa del cantón Heredia; San Pablo y Rincón de Sabanilla del cantón de San Pablo; el distrito Santo Domingo y San Vicente de Santo Domingo; los distritos Santa Lucía y Barva de Barva, San Francisco de San Isidro, los distritos San Antonio, La Asunción y la Ribera del cantón Belén, y el distrito San Rafael de Alajuela. La población de la microcuenca para el 2011, según el último censo de población del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, correspondió a 163 678 habitantes, para una densidad de población de 2204 hab/km² (Cambroner-Chacón, Marín-Marín, & Reyes-Rojas, 2019).

Clasificación de las áreas verdes urbanas

En este artículo se proponen seis criterios de clasificación de áreas verdes para cuencas con predominio de uso urbano, además se define área verde urbana (AVU) como toda superficie cuya cobertura de la tierra contenga algún tipo de vegetación, sea bosque, charral, tacotal, jardines, arbolado, pastos, cultivos, plantaciones forestales; sea pública o privada, de usos múltiples desde conservación, recreación o producción agropecuaria y forestal. Estos criterios se detallan en la Tabla 1:

Tabla 1. Categorización, definición y metodologías de las áreas verdes urbanas presentes en la microcuenca del río Bermúdez, Heredia, Costa Rica

NOMBRE DE LA CATEGORÍA	NOMBRE DE SUBCATEGORÍA	DEFINICIÓN	METODOLOGÍA
Áreas verdes con fines de conservación de la biodiversidad	Área Silvestre Protegida (ASP)	“Espacio geográfico definido, declarado oficialmente y designado con una categoría de manejo en virtud de su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión”. Ley Biodiversidad (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1998)	La identificación y mapeo de las ASP en el área de estudio se basó en la información disponible en el SINAC.
Áreas verdes de protección del recurso hídrico	Áreas de protección de ríos y quebradas (APRO)	Área de protección de 10 metros horizontales a ambos lados del cauce del río en zonas con pendientes menores a 40% en la zona urbana y de 15 metros en zona rural. Debido a que la Ley 7575 no incluye la categoría de periurbano, en este estudio se aplicó 15 metros de protección. En áreas con pendientes mayores de 40% son: 50 metros horizontales de área de protección. Ley de Aguas (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1942) y la Ley Forestal (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1996).	El mapeo de la cobertura vegetal se realizó de la fotointerpretación de imágenes disponibles en el Base Map del ARC GIS 10.5, en el 2017, el cual contiene imágenes de Digital Globe de resoluciones entre 0.31-0.50 mm.
	Áreas de Protección de pozos (APP)	Sitios de extracción de agua para uso doméstico que contienen un área de protección de 40 metros de radios (alrededor del pozo) que debe ser protegida con vegetación (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1942) y la Ley Forestal (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1996).	Los datos de pozos y nacientes se obtuvieron de SENARA, y el área de protección fue delimitada de forma digital y según el radio antes señalado, utilizando la misma metodología para APRO.
	Áreas de protección de nacientes y manantiales (APN)	Sitios de extracción de agua para uso doméstico que contienen un área de protección de 100 metros de radio (alrededor de la naciente) que debe ser protegida con vegetación (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1942) y la Ley Forestal (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1996).	

NOMBRE DE LA CATEGORÍA	NOMBRE DE SUBCATEGORÍA	DEFINICIÓN	METODOLOGÍA
Áreas verdes de uso público múltiple (AVU-Pm)	Parques urbanos (PU) Plazas de deporte (Pla) Parques recreativos (PR) Zonas verdes residenciales de uso múltiple (ZVR)	Espacios administrados por algún ente público como municipalidades, asociaciones de desarrollo o comités cantonales de deporte, con algún tipo de vegetación, al aire libre y de acceso al público, sea gratuito o con algún costo (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2020).	Se realizó integrando dos bases de datos geospaciales: la cobertura vegetal obtenida de la fotointerpretación y los datos brindados por el departamento de Gestión Ambiental de los municipios, en algunos casos se corroboró utilizando imágenes aéreas/satelitales en línea.
Áreas verdes de calle	Calles arboladas (Call)	Alineaciones de árboles o arbustos en calles públicas, cuyo propósito es embellecer la ciudad, dar sombra, proteger del viento o del sol, entre otros (Sánchez, 2003), las cuales son administradas por los municipios o el ente rector nacional (MOPT) en el caso de vías nacionales.	No se realizó análisis paisajístico debido a que no se dispone de imágenes o fotos aéreas de alta resolución.
Jardines privados (Jar)	Jardines domésticos (jardines o patios de casas) Jardines pertenecientes a condominios Jardines pertenecientes o administrados por organizaciones o entidades privadas	Espacios privados cubiertos parcial o totalmente por vegetación de diferentes tipos (González-Ball, Bermúdez-Rojas & Romero-Vargas, 2017).	No se realizó análisis paisajístico debido a que no se dispone de imágenes o fotos aéreas de alta resolución
Áreas agrícolas, pecuarias y forestales (A-Ag)	No se definieron subcategorías	Espacios privados con usos dedicados a pastos (solos o combinados), cultivos permanentes/ anuales y plantaciones forestales. Según clasificación de coberturas y uso de la tierra INTA-MAG/INTA/FITTACORI/SUNII, 2015 y CENIGA 2018.	El mapeo de la cobertura vegetal se realizó de la fotointerpretación de imágenes disponibles en el Base Map del ARC GIS 10.5, en el 2017, el cual contiene imágenes de Digital Globe de resoluciones entre 0.31-0.50 mm.

Fuente: Elaboración propia.

Caracterización de flora y fauna

Para determinar la riqueza de especies de flora y fauna presente en las AVU de la microcuencia del río Bermúdez se utilizaron fuentes primarias de información como muestreos de campo y consultas a expertos, así como fuentes secundarias mediante una revisión exhaustiva de literatura científica (artículos, tesis e informes) y de las bases de datos en línea. En el caso de la flora, además, se utilizaron bases de datos de las municipalidades, mientras que para las aves se consultó la información de la aplicación Ebird (<https://ebird.org/region/CR>). Esta combinación de metodologías permitió triangular la información y corroborar la presencia de las especies más frecuentes en la microcuencia, no obstante, como es de esperarse, existe un riesgo de subestimar la presencia de algunas especies difíciles de observar o con poblaciones reducidas.

La información recopilada se sistematizó en una hoja de cálculo de Excel, con base en la riqueza de familias, géneros y especies identificadas para el componente florístico y para algunos grupos faunísticos seleccionados (mamíferos, aves, reptiles y anfibios). En el caso de la flora también se determinaron los porcentajes de especies exóticas y nativas por tipo de AVU, así como las principales formas de vida.

Para establecer el grado de tolerancia de las especies faunísticas a los ambientes urbanizados y la función ecológica de las AVU presentes en la microcuencia se seleccionó al grupo de las aves; esto considerando que son utilizadas frecuentemente para el monitoreo ambiental, gracias a que son ecológica y taxonómicamente muy diversificadas, de distribución mundial, conspicuas y con una marcada sensibilidad a los cambios ambientales (Perepelizin & Faggi, 2009).

Para analizar el grado de tolerancia de las especies de aves a los ambientes urbanizados se establecieron tres criterios: a) grado de dependencia de los recursos humanos disponibles, b) densidad poblacional de la especie y c) frecuencia de ocurrencia. Con base en los criterios anteriores y utilizando la clasificación propuesta por Blair (1996, modificada por McKinney, 2002) se catalogaron las especies en tres categorías: 1) aprovechadoras de ambientes urbanos (ApU) (en inglés “urban exploiters”), 2) adaptadas a ambientes urbanos (AdU) (en inglés “urban adapters”) y 3) evasoras de ambientes urbanos (EvU) (en inglés “urban avoiders”). Para que una especie estuviera clasificada en alguna de estas tres categorías

debió cumplir con al menos dos de los tres criterios establecidos. Las características de cada una de estas categorías se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Definición de los criterios para clasificación de las especies de aves según su grado de tolerancia a ambientes urbanos

Criterios	Aprovechadoras de Ambientes Urbanos (ApU)	Adaptadas a Ambientes Urbanos (AdU)	Evasoras de Ambientes Urbanos (EvU)
Dependencia de los recursos humanos	ALTA Utilizan distintos recursos humanos para refugio, alimentación y reproducción	MEDIA Utilizan el componente verde de las áreas urbanas (plazas, parques, jardines, calles arboladas, bulevares)	BAJA Ocasionalmente hacen visitas a las áreas urbanas, principalmente en búsqueda de alimento
Densidad poblacional en ambientes urbanos	ALTA Su densidad poblacional es alta en el ambiente urbano en comparación con los ambientes naturales	MEDIA La densidad poblacional es mayor en ambientes naturales, sin embargo, se encuentran poblaciones establecidas en ambientes urbanos	BAJA Las poblaciones habitan en ambientes naturales, pero algunos individuos visitan ocasionalmente los ambientes urbanos
Frecuencia de observación en ambientes urbanos	MUY FRECUENTE Se puede observar varias veces a la semana en los ambientes urbanos	FRECUENTE Se puede observar al menos una vez a la semana en los ambientes urbanos	POCO FRECUENTE Se observa de forma ocasional (una o dos veces al mes) en ambientes urbanos

Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

Caracterización paisajística de las áreas verdes urbanas

Producto de los procesos históricos de la relación sociedad–naturaleza, los espacios geográficos adquieren formas, patrones e identidades propias, con lo cual es posible identificar, por ejemplo, espacios con características rurales, urbanas y periurbanas. Los espacios periurbanos tienen un carácter de transición entre lo urbano y lo rural donde coexisten actividades urbanas y agrícolas e incluso áreas de conservación, cuyo valor económico, social, ambiental y ecológico ha sido señalado por varios autores (Barsky, 2005; García-González, Carreño-Meléndez & Mejía-Modesto, 2017; Hernández-Puig, 2016; Martínez-Cruz & Sainz-Santamaría, 2017; Vasco, Bernal & Soto, 2005).

En el caso del área de estudio, la delimitación entre lo urbano y lo periurbano se basó en el límite del Anillo de Contención Urbana (ACU) (Mapa 1) definido por el Plan GAM 2013-2030 ([Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2013](#)). En dicho plan, además de establecerse el límite de crecimiento urbano de la ciudad y sus regulaciones urbanísticas, se pueden identificar macrozonas de regulación del uso de la tierra. En el área de estudio se identificaron dos macrozonas fuera del ACU: a) una macrozona de Protección y Preservación (MPP) y b) una macrozona de Producción Agropecuaria (MPA), la cual además incluye la subzona de recuperación urbana y la subzona de centralidades periféricas (cuadrantes urbanos). Para efectos del presente estudio la zona periurbana de la microcuenca se definió como aquella área fuera del ACU con características de MPP y MPA, lo anterior debido a que el área de MPP es muy pequeña en comparación con la MPA cuyas características son más típicas de un espacio periurbano. Sin embargo, para futuros estudios a escala más detallada sería importante precisar la zona periurbana, separándola de la zona de conservación. c) La tercera macrozona identificada se localiza dentro del ACU, denominada macrozona Urbana (MU), que incluye también una subzona de crecimiento urbano restringido; esta zona MU fue clasificada en el presente estudio como zona urbana.

En su conjunto, las categorías de área verde urbana: ASP, APRQ, APP, APN y AVU-Pu abarcaron el 8.95% (664.68 ha) del área total de la microcuenca (Tabla 3 y Mapa 1), mientras que la categoría AAg suma el 31.33% (2325.81 ha) (Tabla 3 y Mapa 2), por lo que la microcuenca del río Bermúdez cuenta con aproximadamente el 40.28 % de áreas verdes, distribuidas en todo su territorio.

De acuerdo con [Cambronero-Chacón et al. \(2019\)](#) el área construida de la microcuenca es casi el 50% y el otro 50% corresponde a espacios verdes de usos múltiples, por ende, es importante el manejo y la gestión de las áreas verdes para preservar el capital natural y los servicios ecosistémicos que engloban y brindan las AV de uso público y las AV de uso privado, como cafetales y pastos arbolados. Estas áreas están expuestas a múltiples presiones antrópicas, sobre todo los cafetales y pasturas que compiten con el uso urbano y las áreas de protección de ríos y quebradas que se ven expuestas a la presión urbanística.

Tabla 3. Aspectos paisajísticos de las AVU públicas en la microcuenca del río Bermúdez, Heredia, Costa Rica

CA	Zona	#	A (ha)	P (%)	T (m ²)	ST		CT (ha)
						ha	%	
ASP	1	0	69.81	0.94	69 810	0.24	0.34	69.57 bosques. 0.24 pastos
	2	1						
APRQ	1 y 2	7	170.63	2.29	Max 59.41 (RB) Min 4.52 Q Ger Promedio 24.38 DS 17.12 Ancho la Ley Forestal 7575 Largo depende de la longitud de cada cauce	70.47	41.29	85.97 bosque 2.15 charral 12.08 tacotal 70.47 otros usos (café, pastos, urbanos)
APP	1	140	71.5	0.96	40 metros de radio	64.91	90.52	6.59 bosque, charral y tacotal 64.91 pastos, café y uso urbano
	2	14						
APN	1	15	72.25	0.97	100 metros de radio.	41.87	71.51	30.38 bosque, charral y tacotal 41.87 café, pastos, o uso urbano
	2	8						
PU	1	8	4.03	0.05	Max 7 832.63 Min 408.95 Promedio 3 671.42 DS 2 367.49	(-)	(-)	Infraestructura y algún tipo de vegetación arbórea y arbustiva
	2	0						
PR	1	0	2.08	0.03	Solo existe un sitio de esta naturaleza en toda la microcuenca	(-)	(-)	Infraestructura, vegetación arbórea, arbustiva y herbáceas
	2	1						

CA	Zona	#	A (ha)	P (%)	T (m ²)	ST		CT (ha)
						ha	%	
Pla	1	30	26.68	0.35	Max 43 865 (Polideportivo Santo Domingo) Min 791.47 Promedio 7 020.12	(-)		Vegetación herbácea, y algún tipo de arbolado en las afueras de la plaza.
	2	2						
ZVR	1 y 2	389	41.78	0.56	Max 20 761 Min 15.14 Promedio 1 073.95 DS 2 251.86	(-)		Infraestructura, vegetación arbórea, arbustiva y herbáceas
AAG	1 y 2	281	2 290.83	30.85	Max 11 795 890.03 Min. 0.002 Promedio 1 761 489.30 DS 1009815.13 a 40862.70; según el tipo de cultivo.	(-)		Café 1 027,82 Pastos 1 206,97 Plantaciones forestales 10,29 Otros cultivos 45,75

Simbología: CA categoría: PN Parque Nacional (Braulio Carrillo). APRQ: Área de Protección de Ríos y Quebradas: 7 afluentes principales: RB Bermúdez, RT Turales, QS Seca, R B. Burío, R P Pirro, QG Guaria, QGer Gertrudis. APP Áreas de Protección de Pozos, APN Áreas de Protección de Nacientes. PU parques urbanos, PR parques recreativos, Pla plazas de deportes. ZVR Zona Verde Residencial de usos múltiples, AAg áreas agropecuarias y forestales. Zona: Uso Periurbano 1, Uso Urbano 2. Delimitado con base en el Anillo de Contención Urbana de la GAM. #Cantidad de polígonos o sitios. A Área Total de la categoría. P (%) porcentaje de área total. T tamaño promedio de los polígonos o sitios. ST Área en Sobre uso de la tierra o uso no conforme a la Ley. CT cobertura y uso de la tierra. **Área de la microcuenca del río Bermúdez = 7 424 ha. (-) No aplica o no se tiene datos.**

Nota. El sobre uso (ST) significa un conflicto de uso debido a existencia de un uso no conforme a lo que estipula la Ley Forestal 7575 para las áreas de protección. DS Desviación estándar.

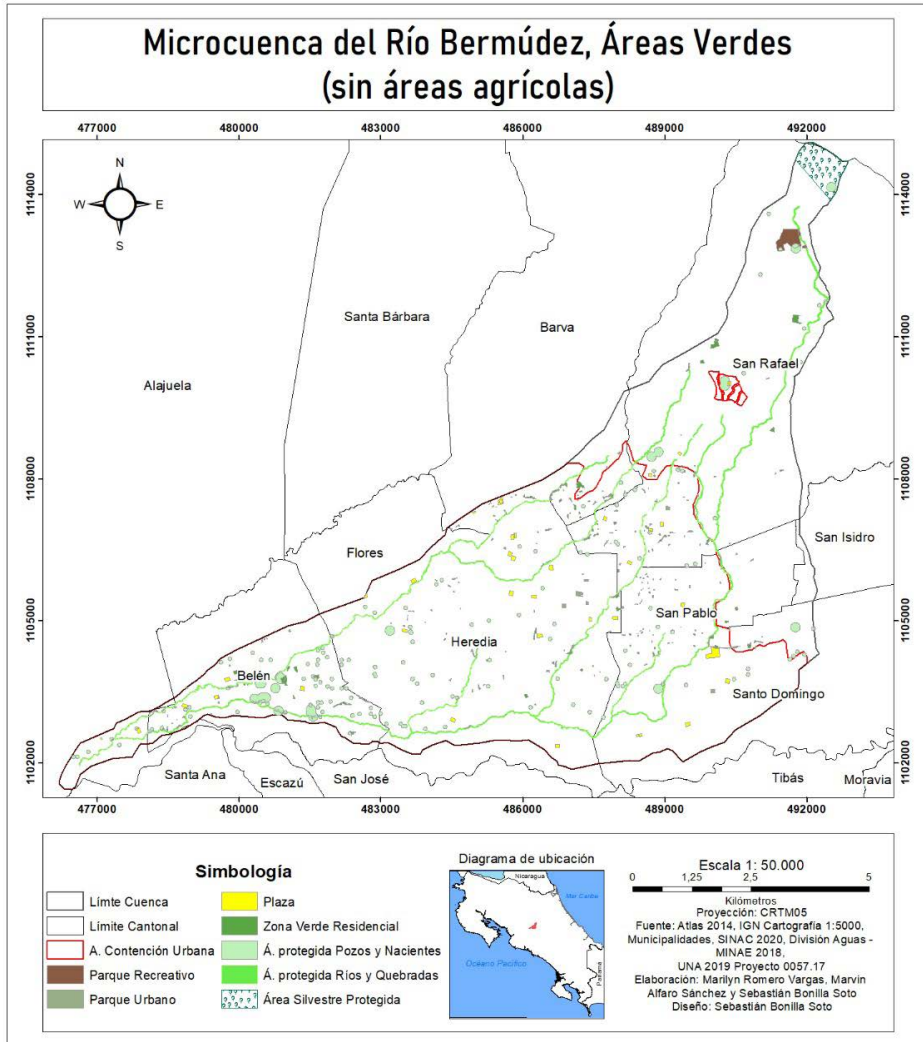
Fuente: Elaborado a partir de datos geoespacial suministrados por las Municipalidades, datos del SINAC, SENARA y Mapa de Coberturas de la Tierra 2017 generado por el Proyecto 0057-17 SIA-UNA.

Existe un único sitio con la categoría área silvestres protegida (ASP) cuya área es de 69.81 ha, o sea menos del 1% del área de la microcuenca. La cobertura de la tierra de este sitio es mayoritariamente bosque al estar ubicado dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo, en la parte alta de la microcuenca, en la zona periurbana, en los distritos Concepción y Los Ángeles de Heredia. (Tabla 3, Mapa 1).

La categoría APRQ constituye el área verde de mayor extensión con 170.63 ha, 2.29% de la microcuenca y corresponde al río Bermúdez la mayor AP con 59.41 ha, seguido de quebrada Seca (29.68 ha) y río Turales (29.25 ha), río Burío con 24 ha, río Pirro con 17.81 ha, quebrada Guaria con 5.96 ha y quebrada Gertrudis con 4.52 ha. Del total de hectáreas de APRQ, el 41.29% (70.47 ha) están en sobreuso, lo que significa que no cuentan con una cobertura de uso de la tierra acorde con la Ley Forestal N°7575, es decir no tienen bosque (Tabla 3, Mapa 1).

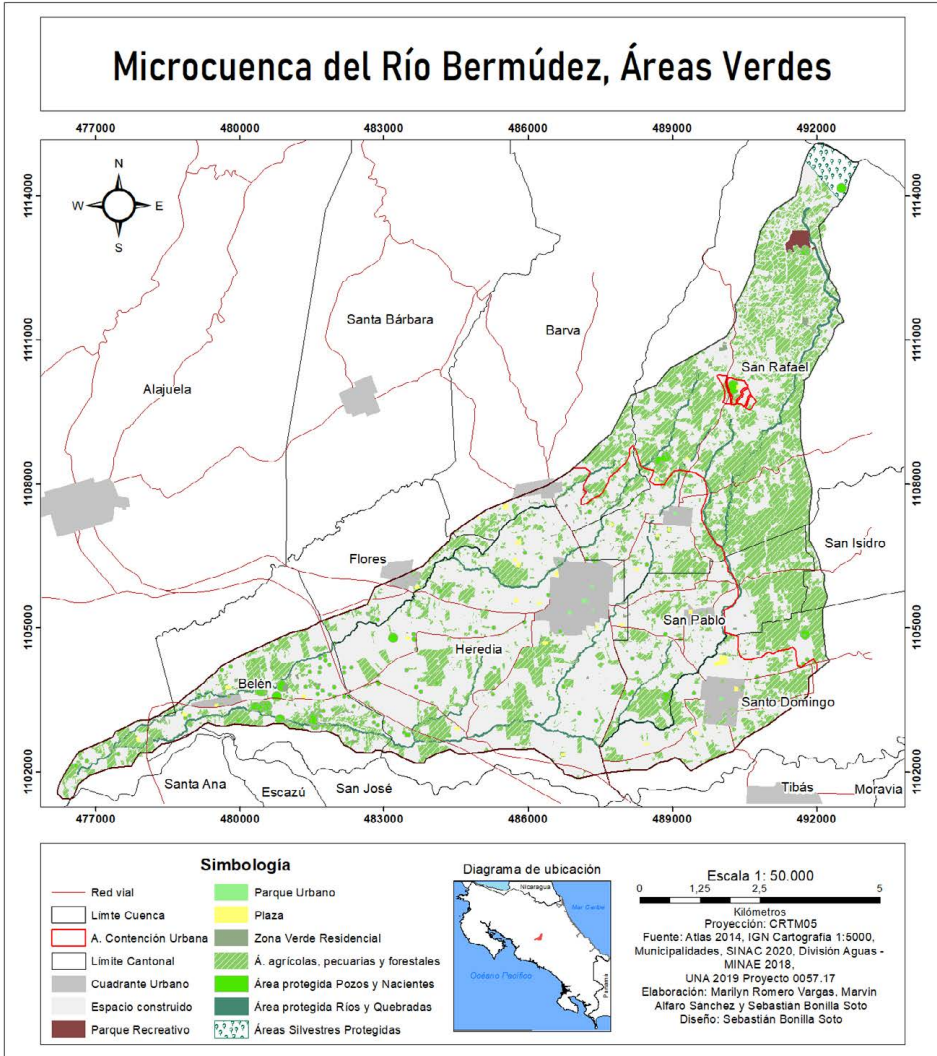
En relación con las APP, esta categoría tiene un área de 71.5 ha, 154 pozos registrados, de los cuales el 90 por ciento se localiza en la zona urbana, lo que posiblemente explica el alto porcentaje de sobreuso (90.52%) o uso no conforme en cuanto a la cobertura de la tierra, que por ley debe ser bosque. Las 26 nacientes registradas APN, cubren un área de 72.25 ha en su mayoría localizadas en la zona urbana, y aunque presentan una mejor situación en cuanto a protección, el 71.51 por ciento del área de protección no cuenta con una cobertura de bosque, charral ni tacotal como lo establece la ley (Tabla 3, Mapa 1).

Mapa 1. Microcuenca del río Bermúdez, Áreas Verdes Urbanas, categorías y subcategorías presentes en el paisaje: **ASP, APRQ, APP, APN, AVU-Pu**



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 2. Microcuenca del río Bermúdez, Áreas Verdes Urbanas, categorías y subcategorías presentes en el paisaje: **ASP, APRQ, APP, APN, AVU-Pu** sumando las áreas dedicadas a la agricultura, ganadería y forestal (**AAG**).



Fuente Elaboración propia.

Respecto a la categoría de áreas verdes urbanas públicas AVU-Pu, la microcuenca cuenta con las 5 subcategorías establecidas, sin embargo, su área total es de apenas el 1% (74.57 ha) de la microcuenca (Tabla 3, Mapa 1). Todas ellas presentan algún tipo de vegetación arbórea y arbustiva. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS por sus siglas en inglés), las ciudades deben contar con al menos 9 m² de espacio verde por habitante y 50 m² como patrón ideal (Yukhnovskiy & Zibtseva, 2019). Sin embargo, las ciudades de América Latina tienen en promedio de 3.5 m² de área verde por habitante (Sorensen, Barzetti, Keipi & Williams, 1998). En el caso del área de estudio, se cuenta con aproximadamente 4.55 m² de área verde por habitante, o sea no alcanza el mínimo establecido por la OMS.

Dentro de las AVU-Pu, las áreas verdes residenciales (AVR) exhiben la mayor área con 41.78 ha, seguido de plazas (Pla) con 26.68 ha, parques urbanos (PU) con 4.03 ha y parques recreativos (PR) con 2.08 ha. Las AVR son la categoría más numerosa con 389 sitios, todos con usos múltiples: desde juegos infantiles, calistenia, recreación, etcétera. El tamaño promedio es de 1 073.95 m², con tamaños muy variados con rangos entre 15.14 m² y 20 761 m². En el caso de los PU, los 8 sitios que existen se localizan en la zona urbana, con un tamaño promedio de 3671.42 m². Las plazas tienen tamaños muy similares en la mayoría de los sitios, esto porque así lo establece el tipo de deporte que se practica (fútbol), sin embargo, la presencia del polideportivo de Santo Domingo (43 865 m²), el cual tiene varias plazas juntas, hace que el tamaño promedio de las plazas sea alto (7020.12 m²) comparado con el tamaño mínimo (791.47 m²) (Tabla 3, Mapa 1).

En el caso de los Parques Recreativos PR, existe un único sitio con un área de 2.08 ha, denominado Centro Recreativo Monte de la Cruz, localizado en zona periurbana, en el distrito Los Ángeles de San Rafael de Heredia, el cual está actualmente administrado por la Municipalidad de San Rafael de Heredia (Tabla 3, Mapa 1).

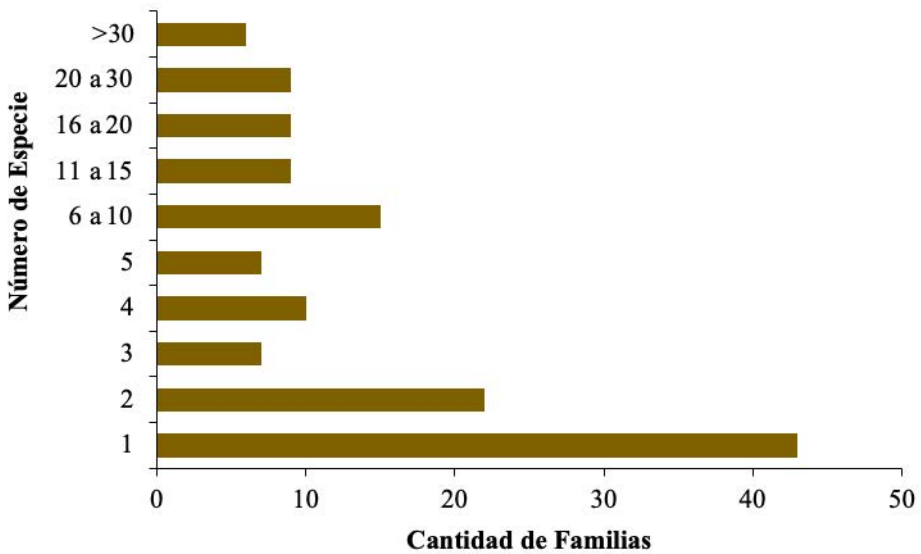
Respecto a la categoría de áreas verdes agropecuarias AAg (agrícolas y pecuarias y forestales), el 30.85% de la microcuenca (2290.83 ha) presenta algún tipo de uso asociado a pastos, cultivos y plantaciones forestales. En los cultivos sobresalen los cafetales 13.84% de cobertura total (1 027.82 ha), mientras que otros cultivos representan menos del 1% (45.75 ha; 0.61%). Los pastos (solos o arbolados) representan el 16.25%

de la microcuenca (1206.97 ha). Las plantaciones forestales son mínimas, representan poco más del 1% (10.29 ha; 1.38%) (Tabla 3, Mapa 2). Es importante señalar que, según los datos reportados por [Cambronero-Chacón et al. \(2019\)](#), los fragmentos de bosque, charral y tacotal se presentan únicamente dentro del ASP y en las APRQ, APP y APN.

Composición y riqueza de flora

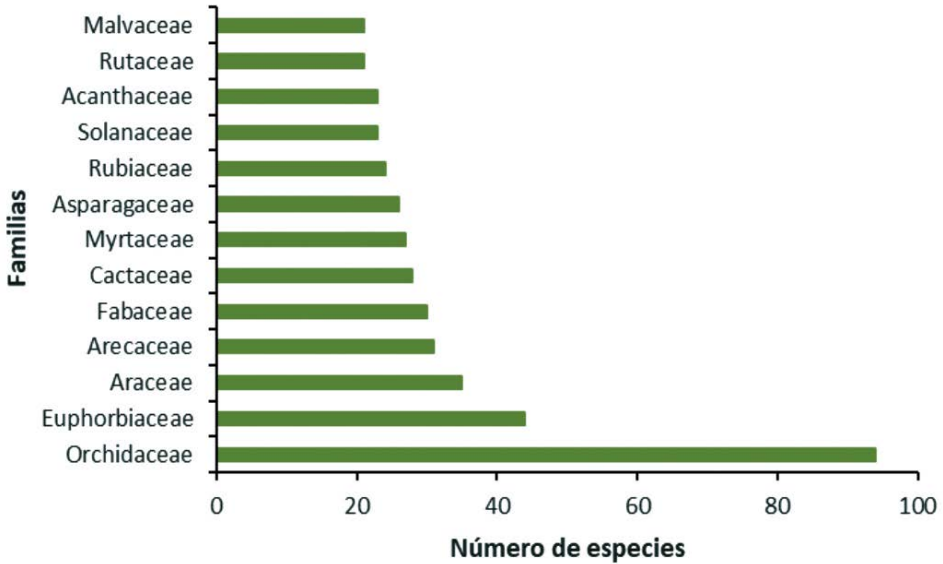
La riqueza de flora de todas las AVU de la microcuenca del río Bermúdez correspondió a 1029 especies y 569 géneros, distribuidos en 136 familias de las cuales 667 especies pertenecen a dicotiledóneas, 330 a monocotiledóneas, 15 a gimnospermas y 17 a Pterydophyta. La mayoría de las familias registró poca cantidad de especies, entre una y diez, lo cual representa 76.5% del total (Figura 1). De las familias más abundantes con más de 20 especies se contabilizaron 14 (Figura 2), con el caso excepcional de Orchidaceae con 94 especies.

Figura 1. Cantidad de familias distribuidas por número de especies en la microcuenca del río Bermúdez, Heredia, Costa Rica



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Familias con más riqueza de especies en las AVU de la microcuenca del río Bermúdez, Heredia, Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia.

El AVU con mayor riqueza de especies correspondió a la categoría de Jardines privados (Jar), mientras que la que registró menor abundancia fue la de Áreas Silvestre Protegida (ASP) (Tabla 4). En este último caso se obtuvo muy poca información secundaria, evidenciando la falta de estudios en estas zonas.

Las especies de flora exóticas correspondieron al 55% (565), las nativas al 43% (442) y un 2% (22) fueron indeterminadas. Los jardines privados y las calles arboladas presentaron mayor cantidad de especies exóticas, relacionado principalmente con especies cultivadas. En los ecosistemas urbanos tropicales, las plantas exóticas se utilizan ampliamente en el paisajismo (Oliveira *et al.*, 2020) por esto es frecuente la dominancia en sitios privados como jardines o en calles, donde posiblemente la incorporación de especies nativas se vea limitada en la poca oferta que ofrecen los viveros comerciales, debido principalmente a las condiciones de un gran mercado internacional de especies exóticas, aunado a la existencia de paquetes tecnológicos muy accesibles relacionados con estas especies (Murillo, 2005).

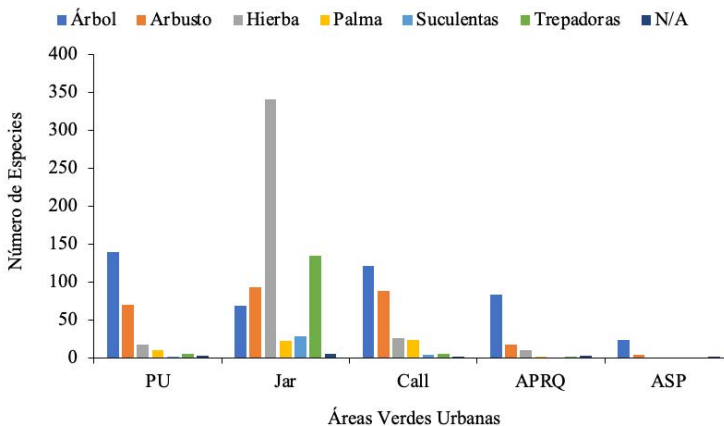
Tabla 4. Riqueza, familias y porcentaje de especies exóticas y nativas encontradas en las AVU de la microcuenca del río Bermúdez: Parques Urbanos (PU); Jardines privados (Jar); Calles Arboladas (Call); Área de Protección de ríos y quebradas (APRQ); Área Silvestre Protegida (ASP)

Variable	ÁREAS VERDES URBANAS				
	PU	Jar	Call	APRQ	ASP
Riqueza Absoluta	248	695	269	118	30
Riqueza %	18%	51%	20%	9%	2%
Riqueza Familias	64	102	68	41	22
Especies exóticas (%)	110 (44.4%)	440 (63.3%)	154 (57.2%)	27 (22.9%)	7 (23.3%)
Especies nativas (%)	130 (52.4%)	251 (36.1%)	110 (40.9%)	86 (72.9%)	17 (56.6%)
Indeterminada	8 (3.2%)	4 (0.6%)	5 (1.9%)	5 (4.2%)	6 (20%)

Fuente: Elaboración propia a partir de los muestreos de campo y las fuentes de información consultadas.

Al analizar las formas de vida (Figura 3) de las especies de flora presentes en las AVU de la microcuenca, se observa que los árboles están presentes en todos los tipos de AVU, sin embargo, los jardines presentan una dominancia de hierbas y también un número importante de trepadoras que no se registran en las otras áreas.

Figura 3. Formas de vida de las especies de flora presentes en cada AVU de la microcuenca del río Bermúdez: Parques Urbano (PU); Jardines Privados (Jar); Calles Arboladas (Call); Área de Protección de ríos y quebradas (APRQ); Áreas Silvestre Protegida (ASP).



Fuente: Elaboración propia.

Composición y riqueza faunística

Con base en la recopilación de información a partir de las fuentes primarias y secundarias consultadas se pudo determinar que hay reportadas un poco más de 300 especies de animales vertebrados en la microcuenca del río Bermúdez (Tabla 5). El grupo de las aves fue el mejor representado con alrededor del 25% de la diversidad registrada para el país; seguido de los reptiles con un 19%, los anfibios con un 11% y la menor riqueza correspondió a los mamíferos con apenas un 8.5% del total.

Tabla 5. Diversidad de algunos grupos faunísticos de vertebrados reportados para la microcuenca del río Bermúdez, Heredia, Costa Rica

Grupo faunístico	Familias	Géneros	Especies
Aves	51	165	232
Mamíferos	10	16	20
Anfibios	9	13	22
Reptiles	19	33	45

Fuente: Elaboración propia a partir de los muestreos de campo y las fuentes de información consultadas.

Relación de la avifauna y los ambientes urbanizados

Las especies aprovechadoras urbanas son consideradas generalmente como sinantrópicas, esto significa que se adaptan con cierta facilidad y rapidez a las condiciones ambientales creadas o modificadas como resultado de la actividad humana. Estas especies además tienden a ser generalistas en cuanto a su alimentación y uso del hábitat; así mismo presentan una alta plasticidad ecológica, por lo cual son más eficientes explotando los recursos disponibles en las áreas urbanas, incluso por encima de las especies nativas (Blair, 1996).

En la parte más urbanizada de la microcuenca se reportaron algunas especies típicas del grupo de aprovechadoras urbanas como lo fueron el zanate (*Quiscalus mexicanus*), la paloma de Castilla o paloma doméstica (*Columba livia*), el gorrión común (*Passer domesticus*) y el come maíz (*Zonotrichia capensis*). Estas especies se han asociado en varios países con los núcleos urbanos, los cuales están caracterizados por presentar altas densidades de personas y casas, una mayor concentración de edificios y otras obras de infraestructuras, así como altos niveles de ruido (Rodríguez, Borges-Martins & Zilio, 2018).

En el caso de la paloma doméstica, el gorrión común y el come maíz, a pesar de que presentan una dieta primaria granívora, se han adaptado a aprovechar otros recursos disponibles en los desechos humanos para complementar su alimentación, así mismo, pueden utilizar ciertas infraestructuras (cornisas, cerchas metálicas y bordes o salientes de los edificios) para construir sus nidos (Ferman, Peter & Montalti, 2010). El zanate, por su parte, es considerado como un ave “oportunista” (Gurrola-Hidalgo, Sánchez-Hernández & Romero-Almaraz, 2009) que utiliza tanto árboles exóticos como nativos para construir sus nidos y además aprovecha la disponibilidad de comedores de frutos y semillas para alimentarse (Shochat, Lerman & Fernandez-Juricic, 2010). Esto contrasta con una dieta primaria carnívora cuando se encuentra en su hábitat natural (Styles & Skutch, 2007).

Por otra parte, la presencia de especies identificadas como adaptadas a ambientes urbanos puede ser un indicativo de ambientes con niveles medios de urbanización asociados a una mayor disponibilidad de cobertura vegetal (Villegas & Garitano-Zavala, 2008). En este caso la vegetación presente en los parques urbanos y otras áreas verdes de la microcuenca se pueden convertir en una importante fuente de recursos alimenticios, agua y refugio para muchos animales incluyendo las aves (Pineda-López, Malagamba-Rubio, Arce & Ojeda, 2013).

La mayor disponibilidad de recursos a partir de estas áreas verdes se puede relacionar con la presencia de una mayor diversidad de gremios tróficos. En las AVU de la microcuenca es común observar especies frugívoras como *Thraupis episcopus* (viudita), *T. palmarum* (tangara palmera); granívoras como *Columbina passerina* (tortolitas), *Zenaida asiatica* (paloma aliblanca); nectarívoras como *Amazilia tzacatl* (colibrí rabirrufa) y *A. rutila* (colibrí canela); insectívoras como *Melanerpes hoffmannii* (carpintero) y *Tyrannus melancholicus* (pecho amarillo tropical) y otras más generalistas como *Turdus grayi* (yigüirro), *Pitangus sulphuratus* (Cristofué) y *Momotus lessonii* (momoto).

En este sentido, en los parques urbanos heredarios se registró una gran cantidad de especies arbóreas nativas como *Croton draco* (targuá), *Cinnamomum triplinerve* (aguacatiilo), *Muntingia calabura* (capulín), *Ardisia revoluta* (tucuico), *Ficus davidsoniae* (higuerón), *Psidium friedrichsthalianum* (cas), *Malpighia glabra* (acerola), *Trichilia havanensis*

(uruca), entre otras, que son fuentes de frutos, semillas, arilos y néctar para la avifauna (Camacho-Varela, 2017).

Por su parte en los jardines privados y algunas áreas verdes públicas (residenciales y urbanizaciones) también se identificó una variedad de árboles frutales como *Annona cherimola* (anona), *Byrsonima crassifolia* (nance), *Carica papaya* (papaya), *Spondias purpurea* (jocote), *Mangifera indica* (mango), *Persea americana* (aguacate) *Psidium guajava* (guayaba), así como plantas ornamentales como *Heliconia* spp (platanillas), *Hamelia patens* (azulillo), *Acnistus arborescens* (güitite), *Citharexylum donnell-smithii* (dama), que son también fuentes de recursos para la fauna en general (González-Ball *et al.*, 2017).

Las áreas verdes urbanas también cumplen un papel muy importante como hábitats temporales para el mantenimiento de las aves migratorias (Fallas-Solano, 2018). En los parques urbanos de la microcuenca se ha registrado la presencia de al menos 20 especies migratorias tales como *Archilochus colubris* (colibrí garganta de rubí), *Empidonax flaviventris* (mosquero ventriamarillo), *Vireo philadelphicus* (vireo amarillento), *Protonotaria citrea* (reinita cabecidorada), *Icterus galbula* (cacique veranero), *Piranga rubra* (tangara veranera) *Setophaga petechia* (reinita) y *S. ruticilla* (candelita norteña) (Camacho-Varela, 2017).

En la categoría de evasoras de ambientes urbanos se agruparon aquellas especies con menos tolerancia a la intervención humano, y que, por lo tanto, son más demandantes de coberturas vegetales con mayor grado de conservación (Styles & Skutch, 2007). La presencia de este tipo de especies cercanas al sector urbanizado puede estar relacionada con la utilización de las coberturas vegetales o remanentes boscosos ubicados en las márgenes del río Bermúdez y sus afluentes. En la parte alta de la microcuenca, en la zona periurbana, estas aves pueden aprovechar la mezcla de zonas de cultivo y las áreas boscosas que colindan con el Parque Nacional Braulio Carrillo.

La situación anterior se pone en evidencia al considerar que se han identificado más de 20 especies de aves asociadas a ecosistemas o ambientes acuáticos. El grupo con mayor representación, como era de esperarse por su diversidad y adaptabilidad, es el de las garzas. Especies comunes reportadas estuvieron la garza negra (*Egretta caerulea*), la garza nivosa (*E. thula*), la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), la garcilla verde (*Butorides*

virescens), la garza real (*Ardea alba*) y el garzón azulado (*A. herodias*). Estas aves presentan una dieta amplia que incluye peces, anfibios, reptiles y pequeños mamíferos. En menor grado se observaron especies como el ibis blanco (*Eudocimus albus*), el rascón cuelligris (*Aramides albiventris*) y el gallito de agua (*Jacana spinosa*), que forrajean entre la vegetación acuática de ríos, estanques y lagunas en búsqueda de pequeños peces, insectos, arácnidos y crustáceos entre otros (Styles & Skutch, 2007).

Las AAg son importantes por su aporte ecológico ya que brindan hábitat y alimento a la avifauna tanto local como migratoria (Leyequien & Toledo, 2009). En la zona urbana de la microcuenca se presentan algunos fragmentos remanentes de la actividad cafetalera, mezclados con una matriz urbana en crecimiento. A nivel latinoamericano, en los cafetales, sobre todo aquellos manejados con sombra, se han reportado riquezas de especies de aves similares o incluso superiores a las observadas en ecosistemas boscosos (Leyequien & Toledo, 2009), lo que evidencia la importancia de este tipo de coberturas para la conservación de la biodiversidad.

Conclusiones

Desde el punto de vista paisajístico, la microcuenca del río Bermúdez cuenta con aproximadamente el 40.28% de áreas verdes, de las cuales solo el 8.95% (664.68 ha) corresponden a las categorías destinadas a conservación de la biodiversidad (ASP), del recurso hídrico (APRQ, APP, APN) y espacios de recreación (AVU-Pu), el restante 31.33% (2325.81 ha) corresponde a usos agropecuarios (AAG), principalmente pastos y cafetales.

La zona periurbana cuenta con la única área silvestre protegida, la cual forma parte del Parque Nacional Braulio Carrillo, así como la única área recreativa de la microcuenca: el Parque recreativo Monte de la Cruz. En el caso de la zona urbana, en esta se encuentra la mayoría de las áreas verdes de uso público (AVU-Pu), sin embargo, no se cumple con el área mínima establecida por la OMS.

La microcuenca del río Bermúdez presenta una diversidad florística de 1 029 especies de árboles, arbustos, hierbas, trepadora, etc., donde los jardines y calles son los que aportan más especies. Esto influye en la presencia de más especies exóticas, siguiendo los patrones de muchas ciudades del mundo.

La fauna de vertebrados en esta microcuencia está dominada por las aves, seguidas por reptiles, anfibios y, por último, los mamíferos. Al analizar el grupo de aves se observa que las especies explotadoras de ambientes urbanos se caracterizan por habitar sitios con altas densidades de personas y casas, una mayor concentración de edificios, así como altos niveles de ruido. Las especies adaptadas a espacios urbanos son comunes en las áreas verdes dentro de la ciudad y, por último, las evasoras de ambientes urbanos son típicas de la zona periurbana de la microcuencia, cercanas a núcleos de bosque y áreas silvestres protegidas.

Referencias

- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1998). Ley de Biodiversidad N°7788. Versión de la norma: 21/11/2008. <http://www.pgrweb.go.cr>.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1942). Ley de aguas N°276. Versión de la norma: 25/06/2012. <http://www.pgrweb.go.cr>.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1996). Ley Forestal N°7575. Versión de la norma: 5/06/2012. <http://www.pgrweb.go.cr>.
- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Scripta Nova*, 9(194).
- Blair, R. B. (1996). Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6(2), 506–519. doi: <https://doi.org/10.2307/2269387>
- Camacho-Varela, P. (2017). Inventario, identificación y rotulación de especies forestales en los parques públicos de Heredia. Informe técnico, Municipalidad de Heredia, Costa Rica. <https://www.heredia.go.cr/es/bienestar-social/noticias/gestion-ambiental/>
- Cambronero-Chacón, E. D., Marín-Marín, M. & Reyes-Rojas, G. (2019). *Análisis del capital natural y los servicios ecosistémicos para la definición de un corredor biológico interurbano en la microcuencia del río Bermúdez*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18151>

- CENIGA. (2018). *Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica v1.2*. Centro Nacional de Información Geoambiental, Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), Costa Rica. <https://simocute.go.cr/documentos/>
- Consejo Nacional de Planificación Urbana. (2013). Plan GAM 2013-2030. Informe técnico. <http://www.mivah.go.cr>
- DeKleyn, L., Mumaw, L. & Corney, H. (2019). From green spaces to vital places: connection and expression in urban greening. *Australian Geographer*, 51(2), 205-219. doi: <https://doi.org/10.1080/00049182.2019.1686195>
- Fallas-Solano A. (2018). Riqueza de especies y abundancia de aves residentes y migratorias en parques urbanos de San José, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 10(1): 21-32. doi: <https://doi.org/10.22458/urj.v10i1.2037>
- Ferman L. M., Peter, H. U. & Montalti, D. (2010). A study of feral pigeon *Columba livia* var in urban and suburban areas in the city of Jena Germany. *Arxius de Miscellania Zoologica*, (8), 1-8. doi: <https://doi.org/10.32800/amz.2010.08.0001>
- García-González, M. L., Carreño-Meléndez, F. & Mejía-Modesto, A. (2017). Evolución de los conjuntos urbanos y su influencia en el crecimiento poblacional y el desarrollo de los espacios periurbanos en Calimaya, Estado de México, de 1990 a 2015. *Papeles de población*, 23(92), 217-243. doi: <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.92.018>
- Goddard, M., Dougill, A. J. & Benton, T. G. (2010). Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends Ecol Evol*, 25(2), 90-98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.07.016>
- González-Ball, R., Bermúdez-Rojas, T. & Romero-Vargas, M. (2017). Floristic composition and richness of urban domestic gardens in three urban socioeconomic stratifications in the city Heredia, Costa Rica. *Urban ecosystems*, 20, 51-63. doi: <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0587-4>
- Gurrola-Hidalgo, M. A., Sánchez-Hernández, C. & Romero-Almaraz, M. L. (2009). Dos nuevos registros de alimentación de *Quiscalus mexicanus* y *Cyanocorax sanblasianus* en la costa de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25(2), 427-430. doi: <https://doi.org/10.21829/azm.2009.252648>

- Hernández-Puig, S. (2016). El periurbano, un espacio estratégico de oportunidad. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21(1160). doi: <https://doi.org/10.1344/b3w.0.2016.26341>
- MAG/INTA/FITTACORI/SUNII. (2015). *Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica*. (Leyenda Corine Land Cover Costa Rica V1.0) /Albán Rosales Ibarra. San José, Costa Rica. <https://www.inta.go.cr/transferencia-de-tecnologia/publicaciones/manuales>
- Leyequien, E. & Toledo, V. M. (2009). Flores y aves de cafetales: Ensamblajes de biodiversidad en paisajes humanos. *Biodiversitas*, 83, 7-10.
- Loram, A., Warren, P., Thompson, K. & Gaston, K. (2011). Urban domestic gardens: the effects of human interventions on garden composition. *Environ Manage*, 48(4), 808-824. doi: <https://doi.org/10.0267/011-9723-3>
- Martínez-Cruz, A. L. & Sainz-Santamaría, J. (2017). El valor de dos espacios recreativos periurbanos en la Ciudad de México. *El trimestre económico*, 84(336), 805-846.
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52, (10), 883-890. doi: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2020). LS-SP-001 Lineamientos para el uso de espacios públicos al aire libre, incluidos los que poseen cerramiento perimetral, para fines recreativos y de actividad física. www.ministeriodesalud.go.cr
- Murillo, O. (2005). Desmitificación del debate de especies exóticas y nativas. *Ambientico*, (141), 4-6.
- Oliveira, M. T. P., Silva, J. L. S., Cruz-Neto, O., Borges, L. A., Girão L. C., Tabarelli, M. & Lopes, A. V. (2020). Urban green areas retain just a small fraction of tree reproductive diversity of the Atlantic Forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, 54, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126779>
- Perepelizin, P. V. & Faggi, A. M. (2009). Diversidad de aves en tres barrios de la ciudad de Buenos Aires, Argentina. *MULTEQUINA*, 18, 71-85.

- Pineda-López, R., Malagamba-Rubio, A., Arce, I. & Ojeda, J. A. (2013). Detección de aves exóticas en parques urbanos del centro de México. *Huitzil*, 14(1), 56-67. doi: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2013.14.1.174>
- Rodrigues, A. G., Borges-Martins, M. & Zilio, F. (2018). Bird diversity in an urban ecosystem: The role of local habitats in understanding the effects of urbanization. *Iheringia Serie Zoología*, 108. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2018017>
- Sánchez de Lorenzo-Cáceres, J. M. (2003). *Algunas consideraciones sobre el árbol en el diseño urbano*. Árboles ornamentales. <http://www.arbolesornamentales.es/Arbolurbano.htm>
- Shochat, E., Lerman, S., & Fernandez-Juricic, E. (2010). Birds in urban ecosystems: population dynamics, community structure, biodiversity, and conservation. En J. Aitkenhead-Peterson & A. Volder (Eds.). *Urban Ecosystem Ecology*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc. doi: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr55.c4>
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K. & Williams J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de Buenas prácticas*. BID- Washington, D.C.
- Styles, F. G. & Skutch, A. F. (2007). *Guía de aves de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial INBio.
- Vasco, C. T., Bernal, V. V. & Soto, A. N. (2005). El borde como espacio articulador de la ciudad actual y su entorno. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(7), 55-65.
- Villegas, M. & Garitano-Zavala, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(2), 146-153.
- Yukhnovskiy V., & Zibtseva O. (2019). Normalization of green space as a component of ecological stability of a town. *J. For. Sci.*, 65. 428-437. <https://doi.org/10.17221/85/2019-JFS>