

DIVERSIDAD DE ANFIBIOS Y REPTILES EN LA ALTA MONTAÑA DEL SURORIENTE DE LA SABANA DE BOGOTÁ, COLOMBIA

GUIDO FABIÁN MEDINA-RANGEL^{1,3} y YENY ROCÍO LÓPEZ-PERILLA²

¹ Reptiles - Grupo de Biodiversidad y Conservación, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Avenida 30 calle 53, Apartado 7495; Bogotá D.C., Colombia.

³Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC, Tunja, Boyacá, Colombia.

RESUMEN: Se realizó la caracterización de la herpetofauna presente en la alta montaña del suroriente de la Sabana de Bogotá, Colombia, en seis áreas de reserva forestal en la localidad de Usme. Se registraron siete especies de anuros y tres de reptiles. La familia Craugastoridae fue la más rica, con tres especies, y más abundante, con 167 individuos. *Anadia bogotensis* presentó el mayor número de individuos entre los lagartos. El Área Forestal Distrital Páramo Los Salitres mostró la mayor cantidad de especies, mientras que el Área Forestal Distrital Subpáramo La Regadera fue la que presentó el mayor número de individuos. Se muestrearon en las siguientes coberturas vegetales: pajonales– frailejonales– rosetales (P-F-R), matorrales (M), chuscales (Ch), bosques achaparrados (Bach), cultivos forestales (Cf) y áreas de cultivo (C); y en los P-F-R se registraron todas las especies, mientras que en los Cf y C se encontraron el menor número de especies, tres en cada una. Casi toda la herpetofauna registrada en este estudio es endémica para Colombia, haciendo importante el área para la conservación de especies únicas para la fauna colombiana.

PALABRAS CLAVE: Caracterización ecológica, especies endémicas, Áreas de Reserva Forestal Distrital, riqueza y abundancia.

ABSTRACT: G.F. Medina-Rangel and Y.R. López-Perilla. "Amphibian and reptile diversity in the high mountain of southeastern Sabana de Bogota, Colombia". We perform the characterization of the herpetofauna present in the highlands of the Southeastern parts of the Sabana de Bogotá, in six areas within the forestry reserve of Usme. Seven species of frogs and three species of reptiles were recorded. The family Craugastoridae was the richest, with three species, and the most abundant with 167 individuals. *Anadia bogotensis* had the highest number of individuals among the lizards. The locality known as Area Forestal Distrital Páramo Los Salitres showed the highest number of species, whereas the locality known as Area Forestal Distrital Subpáramo La Regadera showed the highest number of individuals. Were sampled in the following habitats: pajonales– frailejonales– rosetales (P-F-R), scrubs (M), chuscales (Ch), stunted forests (Bach), forest plantations (Cf) and farming areas (C); and in the P-F-R reported all species, where as in Cf and C only three species were found in each. Almost all of the herpetofauna recorded in this study is endemic to Colombia, making this area important for conservation due to the uniqueness of its species composition.

INTRODUCCIÓN

En Colombia apenas el 2,6% de la superficie corresponde a la alta montaña (>2800 m) (Rangel-Ch. 2002, IDEAM *et al.* 2007, Moreno-Arias y Medina-Rangel 2007); no obstante, la diversidad y endemismo de especies es muy alto en esta región y se le considera un ecosistema importante, ya que abriga los nacimientos de las mayores fuentes de agua para consumo humano (Rangel-Ch. 2000, 2007). Actualmente, la minería, ganadería y la transformación del suelo para producción agrícola amenaza de forma catastrófica la región, su biota y sus recursos hídricos (Redford 1997, Rueda-Almonacid *et al.* 2004, Rangel-Ch. 2000, Arellano-P. y Rangel-Ch. 2007).

Colombia cuenta hoy día con más de 781 especies de anfibios (Acosta-Galvis 2013), de las cuales 34 pertenecen a la alta montaña del país, aunque no todas son exclusivas de este ambiente; 21

de estas se encuentran a lo largo de la Cordillera Oriental (Ardila-Robayo y Acosta-Galvis 2000, Lynch y Suárez-Mayorga 2002, Coloma *et al.* 2010, Rueda-Solano y Vargas-Salinas 2010). Para los reptiles, Colombia cuenta con alrededor de 540 especies (Uetz y Hošek 2014), solo 16 de estas se halla en tierras altas y diez están presentes en la Cordillera Oriental (Castaño-Mora *et al.* 2000, Torres-Carvajal 2007 a y b, Uetz y Hošek 2014). En la Sabana de Bogotá, encontramos ocho de las especies de reptiles que se registran para las tierras altas de la cordillera, mientras que para los anfibios se presentan 13 especies de las registradas para el mismo sector (Lynch y Rengifo 2001, Ariza *et al.* 2010).

La fauna de anfibios y reptiles presenta condiciones fisiológicas que les confiere fidelidad ecológica: se integran de forma dinámica al ecosistema en la cadena trófica que los hacen condensadores

³ Send correspondence to / Enviar correspondencia a: guidofabianmedina@gmail.com, gfmédinar@unal.edu.co

efectivos de energía (Navas 1999, Navas *et al.* 2013), responden de forma clara y diferencial ante los cambios de humedad y temperatura en su medio ambiente (Zug *et al.* 2001, Jellinek *et al.* 2004) y tienen poca movilidad (Pough 1980). Todo lo anterior les permite ser utilizados como indicadores de la transformación dentro de los sistemas biológicos; haciendo importante y útil el estudio de su diversidad en ambientes transformados.

Teniendo en cuenta la importancia de la herpetofauna y que se conoce bien la composición de especies en los alrededores de Bogotá (Hoyos 1992, Castaño-Mora *et al.* 2000 a y b, Lynch y Rengifo 2001, Calvachi 2002, Hernández 2008, Suárez-M. y Lynch 2008, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Moreno-Arias *et al.* 2010, Secretaría Distrital de Planeación *et al.* 2010). El objetivo del presente trabajo fue realizar la caracterización de la herpetofauna de la alta montaña del sur-oriente de la Sabana de Bogotá en cuanto a su diversidad y relación con los principales ambientes del área de estudio en el contexto local para el área. Se realizó un inventario de anfibios y reptiles en los principales ambientes del área de estudio, se caracterizó su diversidad y se identificaron aquellos elementos faunísticos endémicos, en peligro de extinción o vulnerables.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en seis sitios dentro de la vereda Santa Bárbara, localidad de Usme, zona rural al suroriente de la ciudad de Bogotá D.C., departamento de Cundinamarca, entre los 3000-3900 m de altitud (Fig. 1). Todos los sitios que se trabajaron son áreas de reserva forestal distrital que presentan elementos de Bosque Altoandino, Subpáramo y Páramo, y fueron (Tabla 1): Área Forestal Distrital Páramo Los Salitres (AFDPS): presenta vegetación propia de Bosque Altoandino relativamente bien conservado, con algunas zonas de pastizales para cultivos. Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Piedra Gorda (AFDPG): presenta un buen estado de conservación con vegetación de subpáramo y de páramo como pajonales-frailejonales, matorrales, vegetación de ribera y una pequeña zona de cultivos y pastizales utilizados para ganadería. Área Forestal Distrital Subpáramo La Regadera (AFDSR): presenta vegetación fragmentada con relictos de Bosque Altoandino, altamente intervenido por procesos de agricultura y ganadería intensiva además de entresaca de madera y plantaciones forestales de pino; sin embargo, es una zona de importancia ya que allí se encuentran varios nacimientos de la quebrada La Regadera. Área de Restauración de Santa Bárbara (ARSB): caracterizada por relictos de Bosque Altoandino muy fragmentado además de relictos de bosques de ribera que protege la ronda del Embalse de La Regadera, en la que actualmente se implementa un programa de siembra de vegetación nativa en reemplazo de retamo espinoso y pinos que fueron sembrados años atrás por la empresa de acueducto de Bogotá. Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Aguadita-La Regadera (AFDAR): presenta vegetación de subpáramo fragmentada, en especial deterioro de la vegetación de ribera. Se encuentran además zonas

de cultivos y pastizales y plantaciones forestales de pino y eucalipto. Parque Ecológico Distrital de Montaña La Regadera (Chisaca y La Regadera) (PEMR): presenta plantaciones forestales de eucalipto, acacia, pino y ciprés mezclada con vegetación natural, pastizales para ganadería y áreas de cultivos, con algunos cuerpos de agua.

Teniendo en cuenta la comunidad vegetal cambiante a medida que se asciende en el gradiente altitudinal y cuyo porte disminuye (Rangel-Ch. 1995, Rangel-Ch. *et al.* 1997, Rangel-Ch. *et al.* 1999), los tipos de vegetación o hábitats que se trabajaron fueron: pajonales-frailejonales-rosetales (P-F-R) donde predomina el estrato rasante y comúnmente se encuentra vegetación de herbáceas dominada por macollas-gramíneas, rosetales de especies de *Puya* spp. y especies de *Espeletia* spp., matorrales (M) vegetación dominada por arbustos con predominio de elementos leñosos y alturas de menos de 5 m, chuscales (Ch) dominada completamente por *Chusquea tessellata* presente en turberas o bordes de lagunas, bosques achaparrados (Bach) conformada por elementos leñosos con alturas de 8-10 m, cultivos forestales (cf) donde se encuentran eucaliptos, pinos, cipreses y retamo, finalmente áreas de cultivo (C) de papa (*Solanum tuberosum*), zanahoria (*Daucus carota*) y arveja (*Pisum sativum*).

Métodos

Se efectuaron seis salidas, de dos días cada una, entre los meses de marzo a junio de 2009 (época de lluvias). Cada día se efectuaron recorridos por dos investigadores de 1000 m de longitud y 12 horas de trabajo (4h durante la mañana, 4h durante la tarde y 4h en la noche), para un esfuerzo de muestreo de 288 horas / hombre durante todo el estudio.

La búsqueda de anfibios y reptiles se efectuó por medio de caminatas libres aleatorizadas con la técnica de encuentros visuales (Crump y Scott 1994). La captura de los individuos se realizó durante las caminatas diurnas y nocturnas explorando dentro de los diferentes sitios todos los microhábitats disponibles (bajo-sobre rocas, troncos caídos, borde de quebrada, bajo-sobre colchones de hepáticas, macollas, bajo-entre-sobre necromasa de frailejón y puya, troncos de árboles y arbustos, sobre el suelo cubierto por hojarasca o desnudo, entre vegetación rasante, dentro de pozos y quebradas, entre otros), donde puede o no estar presente la herpetofauna y explorando hasta un metro a cada lado de la ruta recorrida (Heyer *et al.* 1994, Angulo *et al.* 2006), además de registrar y contar los machos de anuros que cantaban en la noche en las rutas recorridas y el hábito, definido como el sitio donde desarrolla su actividad o en su defecto donde se les encontró activos o en reposo. Para evitar sobrestimar la abundancia dentro de una misma salida, los individuos capturados fueron removidos temporalmente en bolsas de tela y liberados al final de la jornada diaria de estudio para no recapturarlos a lo largo del muestreo.

La identificación de los especímenes capturados, se realizó *in situ* o con fotos tomadas en el sitio con la ayuda de claves taxonómicas especializadas para cada grupo: anfibios (Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Lynch y Rengifo 2001, Rueda *et al.* 2005) y reptiles (Ayala 1986, Torres-Carvajal 2007 a y b, Ayala y Castro sin publicar); y comparaciones con la colección de anfibios y reptiles del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

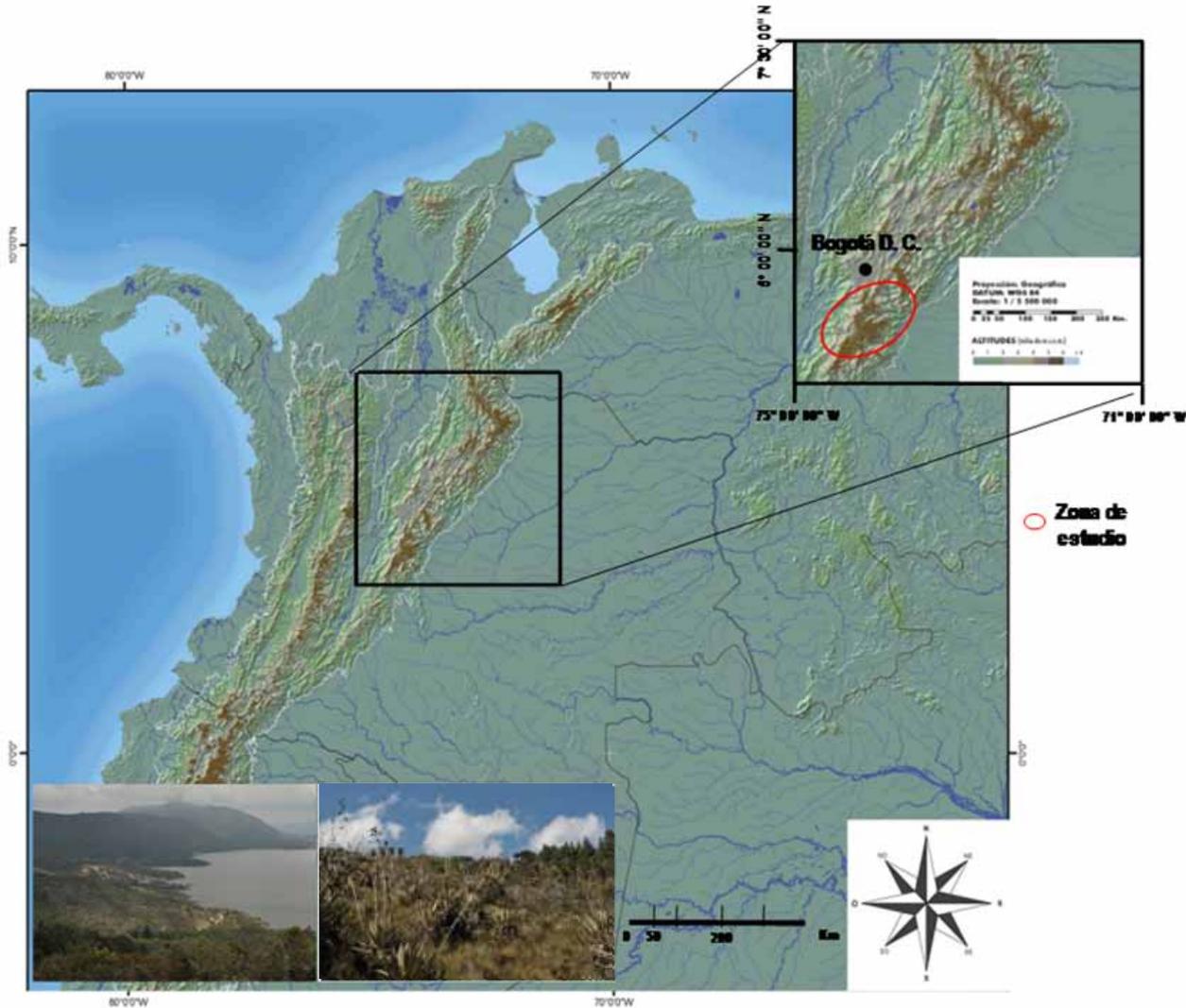


FIG.1. Mapa y fotos de algunos hábitats donde se muestran los sitios de muestreo de anfibios y reptiles para las zonas de subpáramo y páramo del suroriente de la sabana de Bogotá. Imagen tomada y modificada de Global GIS Database - Atlas of Central and South America (NatureServe2001).

Map and photos of some habitats that shows the sampling highlands sites for amphibians and reptiles in the southeast of the Bogota savanna. Image taken and modified of Global GIS Database - Atlas of Central and South America (NatureServe 2001).

Análisis de datos

Con el fin de tener una aproximación al número de especies que se puede encontrar en el páramo a nivel general, se construyó la curva de acumulación de especies (Colwell y Coddington 1994) a partir de los estimadores de riqueza no paramétricos Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap, usados cuando no se asume homogeneidad ambiental en las muestras (distintos hábitats) (Magurran y McGill 2011). Con los valores máximos calculados de riqueza, se determinó el porcentaje de representatividad del estudio (Soberón y Llorente 1993). Todos los estimadores se corrieron con 999 permutaciones, se calcularon las especies raras: únicas (singletons) y duplicadas (doubletons), para determinar si se redujeron a medida que el muestreo avanzó; estas pruebas se realizaron mediante el programa EstimateSWin 7.5.0 (Colwell 2005).

Se contrastaron la abundancia y el número de especies para establecer si cambiaba entre tipos de vegetación por medio de una prueba de Kruskal-Wallis y contraste a posteriori de Mann-Whitney

para determinar los grupos que generaban la diferencia (Sokal y Rolf 1985, Blair y Doan 2009).

Para establecer la similitud entre tipos de vegetación se realizó un análisis de agrupamiento empleando una matriz de abundancia de las especies encontradas en cada hábitat y el coeficiente de similitud de Morisita (Legendre y Legendre 1998, Zar 1998, Magurran y McGill 2011). Para esta prueba se utilizó el programa PAST3x-2013 (Hammer *et al.* 2001).

Adicionalmente se realizó una comparación nominal y porcentual de la lista de las especies de anfibios y reptiles registradas en este trabajo frente a los inventarios de otros estudios que incluyen la Cordillera Oriental, como: listas de la fauna de anfibios y su distribución en el bioma Páramo (Ardila y Acosta 2000), taxonomía y distribución de algunas especies de anuros del género *Atelopus* (Rueda-Almonacid *et al.* 2005) y salamandras del género *Bolitoglossa* (Acosta-Galvis y Gutiérrez-Lamus 2012), caracterización de las especies de anfibios en el

TABLA 1. Sitios de muestreo pertenecientes a la vereda Santa Bárbara, localidad de Usme, zona rural al sur-oriental de la ciudad de Bogotá D.C., departamento de Cundinamarca, Colombia.

TABLE 1. Sampling sites belonging to the village of Santa Barbara, Usme, rural area south-east of the city of Bogota D.C., department of Cundinamarca, Colombia.

PUNTO	Coordenadas (datum WGS 84)	UBICACIÓN DEL PUNTO
1	74° 08' 33.69" W, 4° 24' 13.21" N 74° 08' 40.31" W, 4° 24' 22.36" N	Área de Restauración Santa Bárbara (ARSB)
2	74° 10' 39.39" W, 4° 22' 27.03" N 74° 09' 15.21" W, 4° 23' 48.79" N	Parque Ecológico Distrital de Montaña La Regadera -Chisacá y La Regadera (PEMR)
3	74° 06' 48.83" W, 4° 24' 32.49" N	Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Aguadita-La Regadera (AFDAR)
4	74° 06' 56.68" W, 4° 22' 37.05" N 74° 06' 44.77" W, 4° 22' 48.99" N	Área Forestal Distrital Subpáramo La Regadera (AFDSR)
5	74° 06' 48.50" W, 4° 22' 34.22" N 74° 06' 28.62" W, 4° 22' 19.79" N 74° 06' 28.59" W, 4° 22' 32.23" N 74° 07' 43.77" W, 4° 22' 30.96" N	Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Piedra Gorda (AFDPG)
6	74° 06' 36.41" W, 4° 22' 34.22" N 74° 06' 30.89" W, 4° 22' 19.79" N 74° 06' 25.31" W, 4° 22' 32.23" N 74° 06' 43.41" W, 4° 22' 30.96" N	Área Forestal Distrital Páramo Los Salitres (AFDPS)

transecto Sumapaz (Suárez-M. y Lynch 2008), una nueva especie de *Dendropsophus* (Hylidae) en la Cordillera Oriental (Guarnizo *et al.* 2012), listas de la fauna de reptiles y su distribución en el bioma Páramo (Castaño-Mora *et al.* 2000 a y b), caracterización de las especies de reptiles en el transecto Sumapaz (Hernández 2008), taxonomía, distribución e identificación de las serpientes de Colombia (Pérez-Santos y Moreno 1988), lagartos del Páramo y Subpáramo de Chingaza (Hoyos 1992), abundancia y respuesta a la fragmentación de lagartijas de alta montaña de la sabana de Bogotá (Moreno-Arias *et al.* 2010), anotaciones ecológicas sobre la especie *Anolis heterodermus* (antes *Phenacosaurus*, Miyata 1983), taxonomía y distribución de algunas especies de lagartijas del género *Stenocercus* (Torres-Carvajal 2007 a y b, Cortés-Suárez 2011), taxonomía y distribución de algunas especies de serpientes del género *Atractus* (Passos y Lynch 2010), ecología de poblaciones de la especie *Anolis heterodermus* (Moreno-Arias y Urbina-Cardona 2012), primeros estudios de la herpetofauna de Bogotá (Dunn 1944), guía de identificación de los anfibios y reptiles de la Sabana de Bogotá (Lynch y Rengifo 2001), caracterización de la herpetofauna del municipio de Soacha (Ariza *et al.* 2010), caracterización de los anfibios y reptiles de la Reserva forestal protectora bosque oriental Bogotá (Rueda-Almonacid *et al.* 2007), listas de la fauna de anfibios y su distribución en Colombia (Ruiz-C. *et al.* 1996, Acosta-Galvis 2000, Frost 2013), listas de la fauna de reptiles y su distribución en Colombia (Ayala 1986, Sánchez-C.

et al. 1995, Uezt y Hošek 2014); todo con el fin de hacer una comparación con lo que se conoce para la región y para todo el país. Adicionalmente, se registró el grado de amenaza a nivel local y global (Rueda-Almonacid *et al.* 2004, Castaño-Mora 2002, IUCN 2012).

RESULTADOS

Riqueza total

Para la clase Amphibia se registraron 257 individuos distribuidos en siete especies repartidas en dos órdenes (Anura y Caudata) y cuatro familias (Craugastoridae, Dendrobatidae, Hylidae y Plethodontidae) (Tabla 2). Para la clase Reptilia, se registraron 65 individuos de tres especies distribuidas en un orden (Squamata) y tres familias (Dactyloidae, Gymnophthalmidae y Tropiduridae) (Tabla 2).

Las familias con mayor número de especies fueron Craugastoridae con tres e Hylidae con dos, las demás familias solo cuentan con una sola (Tabla 2). El mayor número de individuos lo presentaron las ranas *Pristimantis nericus* (132) y *Dendropsophus labialis* (54), y los lagartos *Anadia bogotensis* (29) y *Stenocercus trachycephalus* (26) (Fig.2). El género que presentó el mayor número de especies fue *Pristimantis* (Craugastoridae) con tres (Fig.2).

Estimación de la riqueza general

Según los estimadores de riqueza Bootstrap, Jackknife 1 y 2, la representatividad del muestreo de anfibios y reptiles alcanza una asíntota; el número de especies observadas se estabiliza y se asemeja al comportamiento de las curvas Jackknife 1, 2 y Bootstrap

TABLA 2. Taxones, hábito y número de individuos observados y/o registrados de anfibios y reptiles presentes en las diferentes localidades de alta montaña a los alrededores de la Sabana de Bogotá.**TABLE 2.** Taxa, habit and number of individuals observed and / or reported for amphibians and reptiles present in different high mountain locations around the Sabana de Bogotá.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	HÁBITO	IUCN / Col	ARSB	PEMR	AFDAR	AFDSR	AFDPG	AFDPS	TOTAL
Reptilia	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis heterodermus</i> ^a	Ar-T	NE / NE	1	1	2	1	3	2	10
		Gymnophthalmidae	<i>Anadia bogotensis</i> ^b	T	NE / NE	1	5	5	3	4	17	29
		Tropiduridae	<i>Stenocercus trachycephalus</i> ^b	T	NE / NE	7	5	3	2	6	3	26
Amphibia	Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis bogotensis</i> ^b	T	LC / --	4	1	2	1	0	1	9
			<i>Pristimantis elegans</i> ^b	T	VU / --	5	8	1	8	1	3	26
			<i>Pristimantis nervicus</i> ^b	T	LC / --	20	21	10	38	18	25	132
		Dendrobatidae	<i>Hyloxalus subpunctatus</i> ^b	T	LC / --	0	2	3	12	2	3	22
		Hylidae	<i>Dendropsophus labialis</i> ^b	Ac-T	LC / --	16	8	8	15	2	5	54
			<i>Hyloscirtus bogotensis</i> ^b	Ac-T	LC / --	0	0	0	0	(5*)	1 (3*)	1 (8*)
	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa adspersa</i> ^b	T	LC / --	0	0	0	0	3	2	5
TOTAL						54	51	34	80	44	59	322**

^a: Especie endémica, ^b: Especie casi endémica; Ar: Arborícola, T: Terrestre, Ac: Acuático; IUCN / Col: Categoría de amenaza IUCN 2012 / Categoría de amenaza en Colombia, NE: No evaluada, --: Ninguna, DD: Datos deficientes, LC: Preocupación menor, VU: Vulnerable; * Renacuajos, ** Incluye los ocho renacuajos de *Hyloscirtusbogotensis* en la suma total de individuos. ARSB: Área de Restauración Santa Bárbara, PEMR: Parque Ecológico Distrital de Montaña La Regadera (Chisaca y La Regadera), AFDAR: Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Aguadita-La Regadera, AFDSR: Área Forestal Distrital Subpáramo La Regadera, AFDPG: Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Piedra Gorda, AFDPS: Área Forestal Distrital Páramo Los Salitres.

(Fig.3). En la medida en que avanzó el muestreo, las especies únicas (singletons) y duplicadas (doubletons), mostraron una clara reducción en número, lo cual prueba una buena eficiencia del muestreo en toda la zona (Fig.3).

Riqueza de los diferentes hábitats

Por las localidades, la que mostró el mayor número de especies fue el Área Forestal Distrital Páramo Los Salitres (AFDPS) con diez, seguida por Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Piedra Gorda (AFDPG) con nueve, mientras que el Parque Ecológico Distrital de Montaña La Regadera (Chisaca y La Regadera) (PEMR), el Área Forestal Distrital Corredor de Restauración Aguadita-La Regadera (AFDAR), el Área Forestal Distrital Subpáramo La Regadera (AFDSR) cuentan cada una con ocho y finalmente Área de Restauración Santa Bárbara (ARSB) con siete (Tabla 2). En cuanto a la abundancia, el mayor número de individuos se registró en AFDSR, mientras que ARSB fue la que presentó el menor número de especímenes (Tabla 2).

En cuanto a los hábitats, en los pajonales - frailejonales - rosetales (P-F-R) se registraron todas las especies y casi el 42% de los individuos, los matorrales (M) y los Chuscales (Ch) cuentan con siete y seis especies respectivamente y con el 18% y 20% de individuos respectivamente, los bosques achaparrados (Bach) contaron con cuatro especies y el 9% de especímenes, mientras que los cultivos forestales (Cf) y las áreas de cultivo (C) registraron

tres especies cada uno y el 6% y 4 % de los individuos (Tabla 3).

Los hábitats exhibieron diferencias estadísticamente significativas entre tipos de vegetación y la abundancia, y el número de especies de anfibios y reptiles ($H(5,31); 0.05=20.8; P=0.0012$); los pajonales - frailejonales - rosetales resultaron ser el hábitat que influyó en que la diferencia estadística entre los índices fuera significativa frente a los demás hábitats (Tabla 4).

Se observó que se formaron tres grupos de hábitats similares, en cuanto a la diversidad de anfibios y reptiles que presentó cada hábitat (similitud >50%) (Fig. 4): el grupo más similar lo conformaron Cf y C, seguido por M y Bach y el menos parecido fue P-F-R y Ch, además estos dos últimos hábitats presentan una menor semejanza con los dos anteriores grupos.

Uso de hábitat, distribución y grado de amenaza

La mayoría de especies de anfibios y reptiles registrados son terrestres, un solo lagarto es arborícola (*A. heterodermus*) y las especies de la familia Hylidae se registraron más relacionadas con ambientes acuáticos (Tabla 2).

Todas las especies de anfibios y casi todos los reptiles son endémicas para el país, exceptuando en reptiles el lagarto *Anolis heterodermus* que se encuentra adicionalmente en el norte de Ecuador (Torres-Carvajal *et al.* 2010); ningún reptil está evaluado por la UICN (Tabla 2) y solo una rana, *Pristimantis elegans*, se encuentra como Vulnerable (VU) según la UICN. Ninguna de las

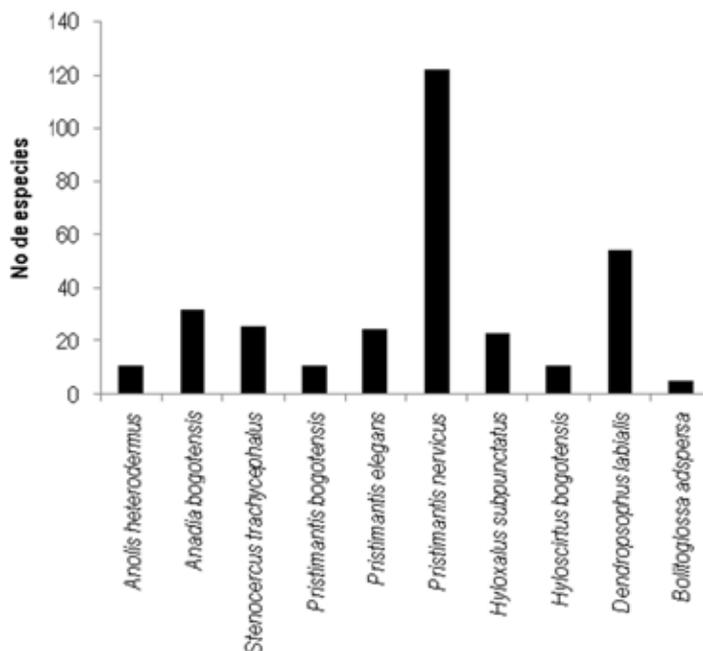


FIG.2. Número de individuos por especies de anfibios y reptiles en toda el área de estudio.
Number of individuals per species of amphibians and reptiles throughout the study area.

especies de anfibios o reptiles registrados se encuentra en las listas de amenaza en Colombia (Tabla 2).

Especies probables para el área de estudio

De acuerdo con la revisión de la literatura, podrían estar presentes en los páramos del suroriente de Bogotá D.C. seis especies de reptiles (cuatro saurios y dos serpientes) y 13 especies de anfibios (12 anuros y una salamandra), debido a que se han registrado en localidades pertenecientes al páramo de Sumapaz zona geográficamente cercana al área de estudio y en altitudes entre los 2800-4200 m (Tabla 5).

En el área de estudio, los reptiles representaron el 100% de los órdenes, el 75% de las familias, el 50% de los géneros y el 50% de las especies que potencialmente se pueden encontrar en el área de estudio (Dunn 1944, Miyata 1983, Ayala 1986, Hoyos 1992, Sánchez-C. *et al.* 1995, Castaño-Mora *et al.* 2000 a y b, Lynch y Rengifo 2001, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Torres-Carvajal 2007 a y b, Hernández 2008, Ariza *et al.* 2010, Moreno-Arias *et al.* 2010, Passos y Lynch 2010, Cortés-Suárez 2011, Moreno-Arias y Urbina-Cardona 2012, Uetz y Hošek 2014), mientras que los anfibios mostraron el 100% de los órdenes, el 67% de las familias, el 62.5% de los géneros y el 54% de las especies que se pueden presentar en los páramos del suroriente de Bogotá D.C. (Dunn 1944, Ruiz-C. *et al.* 1996, Acosta-Galvis 2000, Ardila y Acosta 2000, Lynch y Rengifo 2001, Rueda-Almonacid *et al.* 2005, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Suárez-M. y Lynch 2008, Ariza *et al.* 2010, Acosta-Galvis y Gutiérrez-Lamus 2012, Guarnizo *et al.* 2012, Frost 2013). Al comparar el número de especies con lo registrado en los estudios

en los alrededores de la sabana de Bogotá, los anfibios son los más ricos; sin embargo, en géneros y familias, los anfibios cuentan con una menor representatividad frente a los reptiles (Tabla 5).

DISCUSIÓN

En las regiones altas (2800-4200 m) del suroriente de la sabana de Bogotá, como es frecuente en las zonas de alta montaña de Colombia, la fauna de anfibios está más diversificada, la fisiología térmica de este grupo presenta mayor flexibilidad frente a los reptiles (Lynch 1997, Ardila y Acosta 2000, Navas 2003). Por familias la más rica en todos los sitios fue Craugastoridae (Amphibia), lo cual concuerda con los patrones que el país presenta tanto para tierras altas, como para todas las zonas de Colombia (Lynch y Suárez-Mayorga 2002, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Suárez-Mayorga y Lynch 2008).

Las tierras altas de la Cordillera Oriental albergan la más alta diversidad de especies de herpetofauna en relación con las demás zonas altas del país (Moreno-Arias y Medina-Rangel 2007, Suárez-Mayorga y Lynch 2008); además de que más del 98% de todos los anfibios y reptiles de los páramos colombianos son de distribución exclusiva para el país (endémicos) (Sánchez *et al.* 1995, Castaño-Mora *et al.* 2000, Frost 2013), y en el presente estudio casi toda la herpetofauna registrada es endémica para Colombia, haciendo del área de estudio una zona importante para conservación de especies únicas para la fauna colombiana.

El muestreo presenta una representación buena de la comunidad de anfibios y reptiles en toda el área de estudio, ya que muchas de las especies que se registraron son comunes en

el área y seguramente en una buena extensión del Complejo de Páramos de Sumapaz, área con la cual todos los sitios están muy relacionados. Si se compara con otros estudios cercanos al área, como el realizado por Rueda-Almonacid *et al.* (2007), el presente estudio registró menos especies y menos de la mitad de individuos, pero presentó semejanzas en la diversidad de especies de anfibios y reptiles; sin embargo, hay que tener en cuenta que en el estudio realizado por Rueda-Almonacid *et al.* (2007) se empleó un mayor periodo de muestreo, varias técnicas de muestreo y se trabajó en dos épocas climáticas distintas, que seguramente favorecen una mayor riqueza y abundancia de especies.

Al comparar lo que se encontró en este estudio con lo registrado en la literatura para los subpáramos y páramos del suroriente de Bogotá D.C., para los reptiles se halló el 50% de las especies potenciales, solo un lagarto *Riama striata* y las dos serpientes no fueron observadas en ninguna de las áreas de estudio. Posiblemente la ausencia de registros de ofidios se deba a que tienden a ser componentes poco comunes dentro de diferentes estudios (Urbina-Cardona y Reynoso 2005, Moreno-Arias y Medina-Rangel 2007, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Moreno-Arias *et al.* 2008), ya que las serpientes tienden a presentar menor abundancia por tener tamaños poblacionales bajos, hábitos crípticos, etología e historia natural evasiva, por lo cual son poco perceptibles a los encuentros visuales en estudios tradicionales (Vitt y Vangilder 1983, Ruigiero y Luiselli 1995), lo cual hace difícil su estudio en campo (Urbina-Cardona *et al.* 2008).

Para los anfibios se encontró el 54% de las especies que se podrían esperar para los subpáramos y páramos del suroriente de

Bogotá D.C., cinco ranas no fueron encontradas en la zona debido posiblemente a sus requerimientos de hábitats muy conservados, tal es el caso de los *Atelopus* spp. y *Centrolene buckleyi* quienes han sufrido la depredación de sus posturas en quebradas por la introducción indiscriminada de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) a las zonas altas de Colombia (Rueda-Almonacid *et al.* 2004, Rueda-Almonacid *et al.* 2005), mientras *Hyloxalus edwardsi* es una especie que requiere de cavernas profundas, oscuras y con fuentes permanentes de aguas torrentosas, hábitat poco común en las áreas de muestreo (Rueda-Almonacid *et al.* 2004). Adicionalmente, no se tienen en cuenta especies como *Atractus werneri* que en algunos estudios se ha incluido en el área de la Sabana de Bogotá, sin embargo no se incluye en la lista ya que Passos y Lynch (2010) establecen que no sobrepasa los 2000 m de altura en el país.

El páramo Los Salitres presentó la mayor diversidad de especies influenciada seguramente por la conservación a la que ha sido sometida hace más de 30 años por parte de la Empresa de Acueducto de la ciudad de Bogotá y su proximidad al páramo de Sumapaz, que dada su extensión seguramente alimenta mucha de la diversidad de especies en zonas aledañas; este sitio merece una atención especial, cuenta con una fauna de anfibios y reptiles mucho mayor, más compleja y completa en comparación a los otros sitios; adicional a esto la fauna anfibia es mucho mayor por evidencia de distintos cantos, esto requiere de un mayor tiempo y esfuerzo de muestreo en la zona para poder llegar a aproximarnos mejor a la verdadera riqueza y composición de la zona.

Piedra Gorda, la segunda área más diversa dentro del estudio, presenta una conectividad con el páramo Los Salitres, en conjunto las demás áreas presentan todas las especies en común con

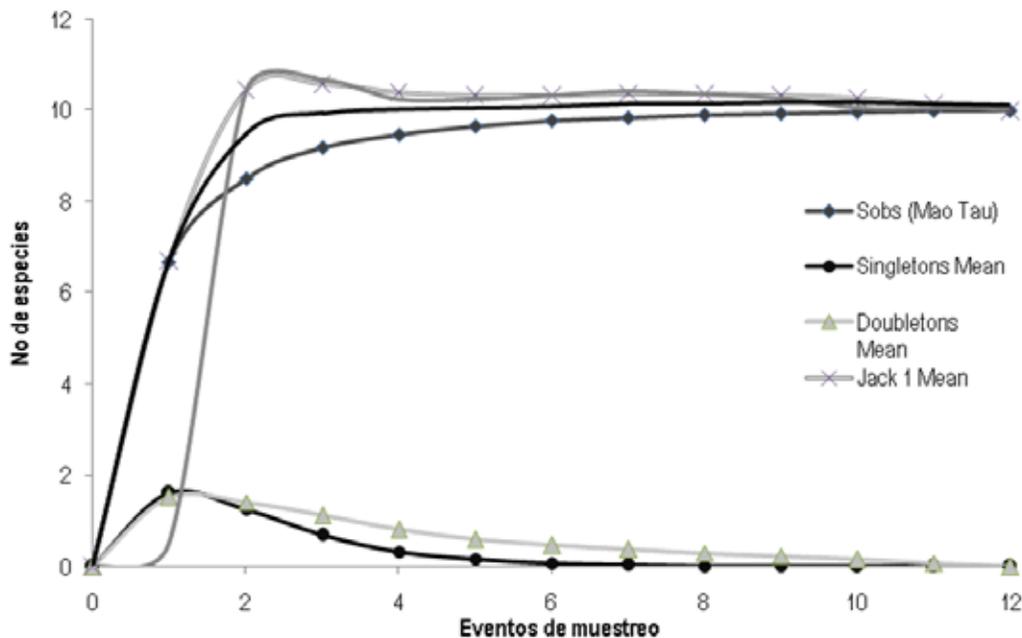


FIG.3. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles durante el periodo de estudio en el área de estudio.
Species' accumulation curve of amphibians and reptiles during the study period in the study area.

TABLA 3. Número de individuos observados y/o registrados por especie de anfibios y reptiles presentes en las diferentes localidades de alta montaña en los alrededores de la Sabana de Bogotá.

TABLE 3. Number of individuals observed and / or reported for amphibians and reptiles' species present in different high mountain locations around the Sabana de Bogotá.

Especies	HÁBITATS						TOTAL
	P-F-R	Ch	M	Bach	Cf	C	
<i>Anolis heterodermus</i>	4	1	4	1	0	0	10
<i>Anadia bogotensis</i>	20	1	7	0	0	1	29
<i>Stenocercus trachycephalus</i>	21	0	3	2	0	0	26
<i>Pristimantis bogotensis</i>	5	0	2	0	2	0	9
<i>Pristimantis elegans</i>	9	0	7	8	2	0	26
<i>Pristimantis nericus</i>	35	18	32	19	16	12	132
<i>Hyloxalus subpunctatus</i>	5	13	4	0	0	0	22
<i>Dendropsophus labialis</i>	22	31	0	0	0	1	54
<i>Hyloscirtus bogotensis</i>	9	0	0	0	0	0	9
<i>Bolitoglossa adspersa</i>	5	0	0	0	0	0	5
TOTAL	135	64	59	30	20	14	322

P-F-R: pajonales - frailejonales – rosetales, M: matorrales, Ch: chuscales, Bach: bosques achaparrados, Cf: cultivos forestales, C: áreas de cultivo.

estas zonas, lo que demuestra como lo afirman algunos autores un continuo biogeográfico en la zona (Suárez-Mayorga y Lynch 2008). Seguramente la fragmentación por cultivos y pastos para ganadería ha disminuido el flujo de especies a otras áreas que evidencian la ausencia de algunas comunes en el área que si se registraron en zonas más conservadas.

La Aguadita presenta una diversidad intermedia con elementos que se presentan en las áreas mejor conservadas, las mismas especies de reptiles que en los demás sitios; mientras que cinco especies de anfibios, seguramente la ausencia de *Hyloscirtus bogotensis* y *Bolitoglossa adspersa* se da por la cercanía de grandes extensiones de cultivos de papa (*S. tuberosum*) y zanahoria (*D. carota*), además de una fuerte contaminación en algunos sitios por parte del ejército, quien deposita las basuras provenientes de las raciones de campaña de los soldados en sitios húmedos del sector lo que seguramente deteriora los ambientes y restringe la presencia de estas especies, que son más exigentes en cuanto a calidad de sus hábitats acuáticos y humedad que son los de su predilección y mayor uso (Ruiz-C. y Lynch 1982).

El subparamo La Regadera sufre el mismo inconveniente que La Aguadita, en cuanto a la contaminación producida por el ejército, limita la abundancia y riqueza de algunas especies en este sitio que fue menor a la encontrada en lugares más conservados y muy parecidos a la de lugares más intervenidos.

Santa Bárbara presenta un menor número de especies comparada con las demás áreas y solo las especies más tolerantes a la transformación, como *Pristimantis nericus* y *Dendropsophus*

labialis, están bien representadas en número de individuos. Seguramente las amplias áreas de siembra de cultivos, con una fuerte roza y dispersión de agroquímicos, han afectado el desarrollo de muchas de las especies de anfibios y algunos reptiles, quienes seguramente aprovechan los espacios y ecotonos entre los pajonales y los cultivos para subsistir.

El parque ecológico La Regadera, al igual que Santa Bárbara, presenta un menor número de especies; seguramente las amplias áreas sembradas de especies exóticas y la agricultura han limitado la distribución local de las especies. Algunos reptiles, como es el caso de *Stenocercus trachycephalus*, aprovechan los espacios y ecotonos entre los pajonales y los bordes de los cultivos forestales de pino – ciprés-eucalipto para desarrollar algunas de sus actividades, sin embargo sus poblaciones están siendo afectadas porque los sitios que pueden aprovechar para ocultarse, termorregular y reproducirse han sido fuertemente alterados (Navas 2003).

Los anfibios usaron una mayor proporción de hábitats en relación a los reptiles; por ejemplo, las ranas de la familia Craugastoridae presentan desarrollo directo, esto les permite utilizar una mayor gama de recursos a lo largo de su desarrollo y etapas de subsistencia; dentro de las ranas, *Pristimantis nericus* presentó la mayor cantidad de individuos y fueron las más generalistas, ya que usaron la más alta gama de recursos estructurales en todas las áreas, lo que concuerda con la ecología y comportamiento registrado para otras zonas altas alrededor de Bogotá (Lynch y Rengifo 2001). Para los reptiles, *Stenocercus trachycephalus* presentó la mayor amplitud en cuanto al uso de hábitat y junto a *Anadia bogotensis* también fueron

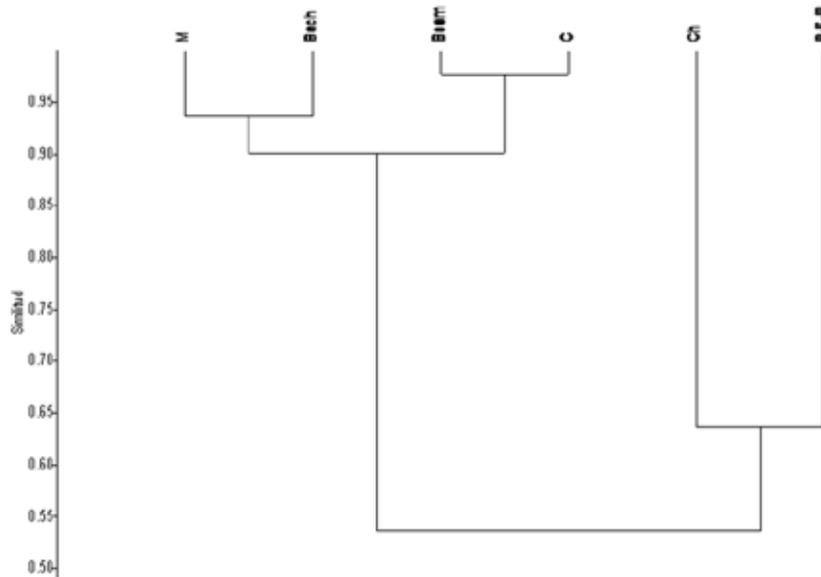


FIG.4. Dendrograma de similitud que muestra la semejanza de acuerdo a las especies y abundancia de anfibios y reptiles entre los diferentes hábitats del área de estudio (P-F-R: pajonales - frailejonales - rosetales, M: matorrales, Ch: chuscales, Bach: bosques achaparrados, Cf: cultivos forestales, C: áreas de cultivo).

Similarity cluster showing the similarity according to the species and abundance of amphibians and reptiles from the different habitats of the study area.

especies abundantes en todas las áreas de estudio; sin embargo, en comparación con los anfibios, las limitaciones en su ecología térmica y la necesidad de termorregular comportamentalmente limitan en mayor grado su presencia en diferentes ambientes (Navas 2006, Lynch y Rengifo 2001).

Los recursos en general más utilizados fueron los pajonales–frailejonales–rosetales y matorrales para todas las áreas, sitios

donde estuvo ausente cualquier tipo de vegetación (desde rasante a arbustiva), casi no fueron utilizadas por las especies encontradas, seguramente no ofrecen ventajas en ninguno de los aspectos ecológicos y consecución de recursos; aunque muchas de las especies de reptiles de alta montaña son heliotérmicas, no necesariamente les favorece ambientes totalmente abiertos, requiriendo de vegetación de bajo a mediano porte para termorregular y poder lograr desarrollar sus actividades diarias; mientras los anfibios requieren de una estructura vegetal que les confiera una humedad relativa alta que disminuya su pérdida de agua, dada la alta permeabilidad de su piel al medio externo.

Las turberas, pantanos, lagunas son usados por las diferentes especies principalmente para la cópula, postura y desarrollo de individuos jóvenes especialmente de la familia Hylidae, las salamandras (Plethodontidae) que buscan sitios muy húmedos para el desarrollo de sus crías, y la lagartija *Anadia bogotensis*, que elige estos sitios para la postura de sus huevos; mientras que los individuos de la familia Dendrobatidae presenta cuidado parental de sus crías y posturas principalmente en quiches (Bromeliaceae); entre tanto, las especies de la familia Craugastoridae presentan desarrollo directo -estrategia que los favorece en ambientes de alta irradiación solar y fuertes fluctuaciones de temperatura (Navas 1999). Este tipo de hábitats también son importantes como fuentes de alimentación, son ambientes lóticos que favorecen el desarrollo de especies como *Hyloscirtus bogotensis* que requiere de aguas muy oxigenadas para su desarrollo y forrajeo, y pueden permitir la presencia de especies más sensibles a la transformación como *Atelopus* spp. y *Centrolene buckleyi* que no fueron registrados posiblemente por las razones ya mencionadas antes; además de

TABLA 4. Prueba de Kruskal-Wallis y contraste a posteriori de Mann-Whitney (MW) para evaluar la significancia de los contrastes entre hábitats de la abundancia y el número de especies de anfibios y reptiles. Sobre la diagonal valor de P / bajo la diagonal valor de MW. (P-F-R: pajonales - frailejonales - rosetales, M: matorrales, Ch: chuscales, Bach: bosques achaparrados, Cf: cultivos forestales, C: áreas de cultivo).

TABLE 4. Kruskal-Wallis test and contrast Mann-Whitney (MW) a posteriori to assess the significance of the contrasts between habitats abundance and number of species of amphibians and reptiles. Upon the diagonal value of P / below the diagonal MWvalue.

	P-F-R	Ch	M	Bach	Cf	C
P-F-R	█	0.0296	0.0167	0.0024	0.0008	0.0008
Ch	0.4436	█	0.4816	0.6484	0.3931	0.2651
M	0.2501	1	█	0.2042	0.0625	0.0523
Bach	0.0365	1	1	█	0.6892	0.5634
Cf	0.0114	1	0.938	1	█	0.852
C	0.0114	1	0.784	1	1	█

TABLA 5. Especies de anfibios y reptiles para las zonas de subpáramo y páramo del suroriente de la sabana de Bogotá, según los registros de literatura.
TABLE 5. Species of amphibians and reptiles present on the highlands of the Southeastern part of the Sabana de Bogotá, according to literature reports.

CLASE	ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Reptilia*	Squamata	Sauria	Dactyloidae	<i>Anolis heterodermus</i>
			Gymnophthalmidae	<i>Anadia bogotensis</i> <i>Riama striata</i>
			Tropiduridae	<i>Stenocercus trachycephalus</i>
		Serpente	Dipsadidae	<i>Atractus crassicaudatus</i> <i>Erythrolamprus epinephelus</i>
Amphibia*	Anura		Bufonidae	<i>Atelopus lozanoi</i> <i>Atelopus mandingues</i> <i>Atelopus muisca</i>
			Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>
			Craugastoridae	<i>Pristimantis affinis</i> <i>Pristimantis bogotensis</i> <i>Pristimantis elegans</i> <i>Pristimantis nervicus</i>
			Dendrobatidae	<i>Hyloxalus edwardsi</i> <i>Hyloxalus subpunctatus</i>
			Hylidae	<i>Dendropsophus labialis</i> <i>Dendropsophus luddeckei</i> <i>Hyloscirtus bogotensis</i>
			Caudata	Plethodontidae

*Las referencias de literatura de donde se extrajo finalmente la lista se especifican en la parte final de la metodología, subsección análisis de datos.

ser hábitats que retienen y regulan la alta humedad ambiental de la zona que, de forma indirecta, es fundamental para la subsistencia de todas las especies de anfibios.

A pesar de la fuerte transformación de algunas de las áreas como Santa Bárbara y el parque ecológico La Regadera, que presentan grandes extensiones de vegetación foránea en comparación con los demás sitios, la herpetofauna se ha adaptado a estas condiciones para aprovechar los recursos espaciales que allí se le ofrece; sin embargo, las densidades en general son mucho menores a la de sitios con un mayor componente de vegetación nativa, seguramente aunque este tipo de vegetación foránea influye cambios en las condiciones macro y micro climáticas que permiten solo la permanencia de pocas especies con amplio espectro de tolerancia (Gardner *et al.* 2007). Dos ranas *Pristimantis nervicus* y *Pristimantis elegans* y un lagarto *S. trachycephalus* usaron plantaciones forestales de pino-ciprés-eucaliptos; esta última rana

y *P. bogotensis* emplearon matorrales de retamo espinoso y solo una especie, *P. nervicus*, utilizó sitios cultivados para desarrollar su actividad; seguramente estos hábitats ofrecen algunos recursos para la subsistencia de esas especies.

Todas las especies de anfibios encontradas en las diferentes áreas de estudio tienen algún grado de amenaza según las listas de especies amenazadas de la UICN (UICN 2013), mientras los reptiles no presentan ningún tipo de estudio para Colombia y los datos son deficientes para inferir el grado de amenaza en el cual se encuentran hoy día. Teniendo en cuenta esto, la herpetofauna se enfrenta a la pérdida del hábitat como principal amenaza; por ser organismos ectotermos con bajos rangos de acción, el impacto de la destrucción del hábitat genera fuertes procesos de extinción local que pueden desencadenar en pérdida de especies. Los reptiles generan temor y repulsión -en especial las serpientes, lo cual genera muerte de individuos, impacto que en Colombia no

ha sido documentado realmente. Todo esto hace necesario una concientización y estrategias educativas que junto a planes de conservación permitirán la subsistencia y permanencia del grupo tan amenazado hoy día en la alta montaña colombiana.

También hay que tener en cuenta la influencia deletérea de los herbicidas que se aplican a los cultivos de papa (*S. tuberosum*), arveja (*P. sativum*) y zanahoria (*D. carota*), y la destrucción-transformación asociada a los mismos en la herpetofauna, aspecto que influye en el desarrollo principalmente de los huevos, renacuajos y las crías de las diferentes especies, disminuyendo el potencial reproductivo (*fitness*), reduciendo la tolerancia y permanencia en dichos espacios, entre otros aspectos negativos de la actividad agrícola (Rueda-Almonacid *et al.* 2004, Castaño-Mora 2001). Del mismo modo, la ganadería extensiva en la región transforma y altera muchos de los hábitats utilizados por la herpetofauna y reduce espacios vitales para la supervivencia y estabilidad de anfibios y reptiles en las distintas áreas de estudio (Rangel-Ch. *et al.* 2009).

Finalmente para concluir, los páramos Los Salitres y Piedra Gorda son las áreas que presentan la mayor cantidad de componentes herpetofaunísticos, todo esto proporcional al estado de conservación en que se encuentran, la alta conexión que presentan y la proximidad al páramo de Sumapaz que seguramente aporta una gran cantidad de elementos a la diversidad de las comunidades, poblaciones y metapoblaciones de anfibios y reptiles que se encuentran en el estudio. La recuperación de estas áreas presentaría el menor costo ya que simplemente el recuperar una porción de tierras adentro y aumentar los corredores de conexión entre los sitios permitirá que fluyan, se perpetúen y aumenten los elementos bióticos dentro de las mismas.

Santa Bárbara y el parque de montaña La Regadera presentan la riqueza y abundancia más baja entre las seis áreas estudiadas, la transformación de la tierra, introducción de especies foráneas y la ganadería han influido en la fauna de reptiles y anfibios. Recuperar estas zonas implica un alto gasto, ya que se necesita restaurar la vegetación nativa, crear corredores de conexión y flujo para la fauna y mantener en buen estado estas áreas recuperadas entre la matriz de cultivos.

Las especies de anfibios encontradas en las diferentes áreas de estudio tienen algún grado de amenaza, mientras que los reptiles no presentan ningún tipo de estudio para Colombia y los datos son deficientes para inferir el grado de amenaza en el cual se encuentran hoy día. Teniendo en cuenta esto, y que todas las especies son endémicas para el país, se hace necesario desarrollar estrategias de conservación agresivas e inmediatas que permitan en el menor tiempo posible proteger, crear conciencia y educar para garantizar la preservación del grupo en la alta montaña colombiana.

Los pajonales – frailejonales – rosetales y matorrales para todas las áreas son importantes para el desarrollo de las actividades diarias de las distintas especies, mientras que los sitios ausentes de cualquier tipo de vegetación (desde rasante a arbustiva), no se utilizaron por ninguna de las especies, parecen no ofrecer ventajas en ninguno de los aspectos ecológicos. Las turberas, pantanos, lagunas y quebradas son importantes para la copula, postura y desarrollo de individuos jóvenes de varias especies, como fuentes

de alimentación, desarrollo y forrajeo

Aumentar la conectividad entre los diferentes elementos del paisaje dentro de las zonas de estudio y la conexión entre las distintas áreas es la clave para la conservación de la fauna en la región, lo cual permitirá un flujo y recambio constante de los elementos herpetofaunísticos y mantendrá al máximo la diversidad poblacional y genética de las distintas especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la corporación UT Rastrojo a Escala Humana y la Secretaria de Medio Ambiente por la financiación y logística del trabajo de campo, a la comunidad de la vereda Santa Bárbara de la localidad de Usme por su apoyo en las labores de campo. A los evaluadores anónimos por sus sugerencias al manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Galvis, A. 2000.** Ranas, salamandras y cecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3):289-319.
- Acosta-Galvis, A.R. 2013.** Lista de los Anfibios de Colombia. Versión 02.2013.0. Electronic Database www.batrachia.com. Consultada el 25 julio 2013.
- Acosta-Galvis, A. R. y D.L. Gutiérrez-Lamus. 2012.** A new species of salamander (*Bolitoglossa*: Plethodontidae) from the Cordillera Oriental of the Colombian Andes. *Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo*, 52:201-218.
- Ariza, W. J. Carvajal y A. Hernández. 2010.** Soacha Biodiversa. Alcaldía Municipal de Soacha y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 180 pp.
- Angulo, A., E. La Marca, J.V. Rodríguez y J.V. Rueda. 2006.** Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. *Conservación Internacional-Serie de guías tropicales de campo 4*. Bogotá D.C. Colombia. 299 pp.
- Ardila-Robayo, M. C. y R. Acosta-Galvis. 2000.** Anfibios. Pp. 619-630. *En* J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III La región de vida paramuna*. Bogotá D.C. 902 pp.
- Arellano-P., H. y J. O. Rangel-Ch. 2007.** Caracterización ecológica, oferta ambiental, uso del suelo, transformación y zonificación ambiental. Pp. 347-374. *En* J. O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad biótica VIII: La Serranía del Perijá, Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR. 708 pp.
- Ayala, S. 1986.** Saurios de Colombia, lista actualizada y distribución de ejemplares colombianos en los museos. *Caldasia* 15:71-75.
- Ayala, S. y F. Castro. Sin publicar.** Lagartos de Colombia. 580 pp.
- Blair, C. y T. M. Doan. 2009.** Patterns of Community structure and microhabitat usage in Peruvian *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae). *Copeia*, 2009 (2):302-313.
- Calvachi, B. 2002.** La biodiversidad Bogotana. *Revista La Tadeo*, 67:89-98.
- Castaño-Mora, O.V, E. Hernández y G. Cárdenas. 2000a.** Reptiles. Pp. 614-618. *En* J. O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III La región de vida paramuna*. Bogotá D.C. 902 pp.

- Castaño-Mora, O.V., G. Cárdenas y E. Hernández. 2000b.** Herpetofauna reptiliana en el bioma páramo. Pp. 58-62. *En* B. Bermúdez, D. Bernal y H. Vélez. (eds.). Paramos y bosques de niebla. IV conferencia latinoamericana de paramos y bosques altoandinos. Málaga, Santander, Colombia. 196 pp.
- Castaño-Mora, O. V. 2002.** Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá, Colombia. 160 pp.
- Coloma, L.A., W.E. Duellman, A. Almendáriz, S.R. Ron, A. Terán-Valdez y J.M. Guayasamin. 2010.** Five new (extinct?) species of *Atelopus* (Anura: Bufonidae) from Andean Colombia, Ecuador, and Peru. *Zootaxa* 2574:1-54.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994.** Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society, serie B*, 345:101-118.
- Colwell, R. K. 2005.** EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's guide and application. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs. Version 7.5. Electronic information. <http://purl.oclc.org/estimates>. Consultada el 25 julio 2013.
- Cortés-Suárez, J.E. 2011.** *Stenocercus trachycephalus* Duméril, 1851 (Squamata: Sauria: Tropiduridae) in a disturbed area in Villa de Leyva, Boyacá. *Herpetology Notes*, 4: 391-393.
- Crump, M.L. y N.Y. Scott. 1994.** Visual Encounter Surveys. Pp. 84-91. *In* W. Heyer, M.A. Donnelley, R.A. McDiarmid, L.C. Hayek y M.C. Foster (eds.) *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution. USA, pp. 84-92.
- Dunn, E.R. 1944.** Herpetology of the Bogotá Area. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6:68- 81.
- Frost, D.R. 2013.** Amphibian Species of the World 5.3: an Online Reference. Version 5.6 (Julio 2013). Electronic Database. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. Consultada el 25 julio 2013.
- Gardner, T. A., M. A. Ribeiro-Junior, J. Barlow, T.C.S. Ávila-Pires, M. S. Hoogmoed y C. A. Pérez. 2007.** The value of primary, secondary, and plantation forests for a Neotropical herpetofauna. *Conservation Biology* 21(3):775-787.
- Guarnizo, C. E., C. Escallón, D.C. Cannatellay A. Amézquita. 2012.** Congruence between acoustic traits and genealogical history reveals a new species of *Dendropsophus* (Anura: Hylidae) in the high Andes of Colombia. *Herpetologica*, 68:523-540.
- Hammer, O., D.T.A. Harper y P.D. Ryan. 2001.** Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1):1-9. Past version 3x-2013. Consultado 1 mayo 2013.
- Hernández, E.J. 2008.** Los reptiles de la región del transecto Sumapaz. Pp. 289-310. *En* T. Van der Hammen (ed.) *La cordillera Oriental colombiana. Transecto Sumapaz. Studies on Tropical Andean Ecosystems. Volumen 7.* J. Cramer in der Gebr. BorntraegerVerlagsbuchhandlung. Berlin-Stuttgart 2008.
- Heyer, W., M.A. Donnelley, R.A. McDiarmid, L.C. Hayek y M.C. Foster. (eds.). 1994.** *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution. USA. 349 pp.
- Hoyos, J. M. 1992.** Saurios del páramo y subpáramo del Parque Nacional Natural Chingaza. *Cuadernos Divulgativos Universidad Javeriana* 33:1-12.
- IUCN. 2013.** IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013. Electronic Database. <http://www.iucnredlist.org>. Consultada el 29 octubre 2013
- Jellinek, S., D.A. Driscoll y J.B. Kirkpatrick. 2004.** Environmental and Vegetation Variables have a Greater Influence than Habitat Fragmentation in Structuring Lizard Communities in Remnant Urban Bushland. *Austral Ecology* 29:294-304.
- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI, e IIAP. 2007.** Ecosistemas continentales, costeros y Marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C. 285 pp.
- Legendre, P. y L. Legendre. 1998.** *Numerical Ecology*, 2nd ed. Inglesa. Elsevier. 853 pp.
- Lynch, J.D. 1997.** Origins of the high Andean herpetological fauna. Pp. 478-499. *In* F. Vuilleumier y M. Monasterio (eds.). *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, Oxford. 671 pp.
- Lynch, J.D. y J.M. Renjifo. 2001.** *Guía de los anfibios y reptiles de Bogotá y sus alrededores*. Impresol Ediciones Ltda. Bogotá. 78 pp.
- Lynch, J.D. y M.A. Suárez-Mayorga. 2002.** Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24(2):471-480.
- Magurran, A.E. y B.J. McGill (eds.). 2011.** *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*. Oxford University Press. 345 pp.
- Miyata, K. 1983.** Notes on *Phenacosaurus heterodermus* in the Sabana de Bogotá, Colombia. *Journal of Herpetology* 17:102-105.
- Moreno-Arias, R.A. y G.F. Medina-Rangel. 2007.** Herpetofauna de la Serranía del Perijá, Colombia. Pp. 193-201. *En* J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica V: La alta montaña de la Serranía del Perijá, Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia- CORPOCESAR. 472 pp.
- Moreno-Arias, R.A., G.F. Medina-Rangel, O.V. Castaño-Mora y J.E. Carvajal-Cogollo. 2009.** Herpetofauna de la Serranía del Perijá, Colombia. Pp. 449-470. *En* J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad biótica VIII: La Serranía del Perijá, Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia- CORPOCESAR. 708 pp.

- Moreno-Arias, R.A. y J.N. Urbina-Cardona. 2012.** Population Dynamics of the Andean Lizard *Anolis heterodermus*: Fast-slow Demographic Strategies in Fragmented Scrubland Landscapes. *Biotropica* 45(2):253-261.
- Moreno-Arias, R.A., J.O. Rangel-Ch, S. Quintero-Corzo y G. Cárdenas-Arévalo. 2010.** Abundancia de lagartijas en la alta montaña de la Sabana de Bogotá y su relación con los cambios de origen antrópico. Pp. 543-553. *En* J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad biótica X: Cambio global (natural) y climático (antrópico) en el Páramo colombiano. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. 556 pp.
- NatureServe. 2001.** Global GIS Database - Atlas of Central and South America, National Imagery and Mapping Agency, <http://www.gis.wr.usgs.gov/globalgis>; HydroSHEDS, <http://www.worldwildlife.org/hydrosheds>. Consultada el 10 noviembre 2013.
- Navas, C.A. 1999.** Biodiversidad de Anfibios y Reptiles en el Páramos: Una visión Eco-fisiológica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial):265-474.
- Navas, C.A. 2003.** Herpetological diversity along Andean gradients: links with physiological ecology and evolutionary physiology. *Comparative Biochemistry and Physiology* 133:469-485.
- Navas, C.A., J.M. Carvajalino-Fernández, L.P. Saboya-Acosta, L.A. Rueda-Solano y M.A. Carvajalino-Fernández. 2013.** The body temperature of active amphibians along a tropical elevation gradient: patterns of mean and variance and inference from environmental data. *Functional Ecology*, doi: 10.1111/1365-2435.12106.
- Passos, P. y J.D. Lynch. 2010.** Revision of *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from Middle and Upper Magdalena Drainage of Colombia. *Herpetological Monographs* 24(1):149-173.
- Pérez-Santos, C. y A.G. Moreno. 1988.** Ofidios de Colombia. Monografía VI. Museo Regionale di Scienza Naturali Torino. 517 pp.
- Pough, F. H. 1980.** The Advantages of Ectothermy of Tetrapods. *American Naturalist* 115:92-112.
- Rangel-Ch., J.O., S.P. Cortes y T. Van Der Hammen. 1999.** Matorrales y bosques de los Cerros occidentales de Chía, sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 24 (91):201-204.
- Rangel-Ch., J.O. 1995.** Colombia Diversidad Biótica I. Tipos de Vegetación de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 42 pp.
- Rangel-Ch., J.O., P. Lowy-C. y M. Aguilar. 1997.** Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-IDEAM. Bogotá D. C. 436 pp.
- Rangel-Ch., J.O. 2000.** Amenazas sobre la flora, la vegetación y los ecosistemas de Colombia. *Pérez-Arbelaeza* 5(11): 20-29.
- Rangel-Ch., J.O. 2002.** Biodiversidad en la región del páramo: Con especial referencia a Colombia. Congreso Mundial de Páramos: Memorias Tomo I. 240 pp.
- Rangel-Ch., J.O. 2007.** Biodiversidad de Colombia. *Palimpsesto* 5:292-304.
- Rangel-Ch. J.O., J.E. Carvajal-Cogollo, J. Cortés-Duque y O. Rivera-Díaz. 2009.** Amenazas para la biota (vegetación, fauna, flora, ecosistemas) de la serranía del Perijá. Pp. 661-676. *En* J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica VIII: La Serranía del Perijá, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia- CORPOCESAR. 708 pp.
- Redford, K.H. 1997.** A Floresta Vazia. Pp. 1-22. *En* C. Valladares-Padua, R.E. Bodmer y L. Cullen Jr. (eds.). Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil. Sociedade Civil Mamirauá. Belen, PA. 269 pp.
- Rueda-Almonacid, J.V., J.D. Lynch y A. Amézquita (eds.). 2004.** Libro Rojo de Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.
- Rueda-Almonacid, J.V., J.V. Rodríguez, E. La Marca, S. Lötters, T. Kahn y A. Angulo. 2005.** Ranas Arlequines. Conservación Internacional, Colombia. 158pp.
- Rueda-Almonacid, J.V., M. Rada, J.N. Urbina-Cardona, Á.A. Velásquez y J.E. Gualdrón-Duarte. 2007.** Anfibios y Reptiles. Pp 31-100. *En* Conservación Internacional (ed.). Reserva forestal protectora bosque oriental Bogotá. Conservación Internacional-CAR, Convenio # 00529 de 28 de diciembre de 2007. 133 pp.
- Rueda-Solano, L.A. y F. Vargas-Salinas. 2010.** Amphibia, Anura, Strabomantidae, *Geobatrachus walkeri* (Ruthven, 1915): Altitudinal extension and new habitat, Colombia. *Checklist* 6 (3):454-455.
- Rugiero, L. y L. Luiselli. 1995.** Food habits of the snake *Coluber viridiflavus* in relation to prey availability. *Amphibia-Reptilia* 16:407-411.
- Ruiz-C., P.M., M.C. Ardila-R. y J.D. Lynch. 1996.** Lista actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20 (77):365-415.
- Ruiz-C., P. y J.D. Lynch. 1982.** Dos nuevas especies de *Hyla* (Amphibia: Anura) de Colombia, con aportes al conocimiento de *Hyla bogotensis*. *Caldasia* 13(64):647-671.
- Sánchez-C, H., O. Castaño-Mora y G. Cárdenas-A. 1995.** Diversidad de los Reptiles en Colombia. Pp. 277-325. *En* J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia, Diversidad Biótica I. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Colombia. 442 pp.
- Secretaría Distrital de Planeación, Secretaría Distrital de Ambiente, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Secretaría Distrital de Hábitat y Universidad Distrital. 2010.** Diagnóstico de las áreas rurales de Bogotá, D.C. Convenio Interadministrativo de Cooperación 017 de 2009 y 234 de 2009, suscrito entre la Secretaría Distrital de Planeación, Secretaría Distrital de Ambiente, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Secretaría Distrital de Hábitat y Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Bogotá D.C. 722 pp.
- Soberón, J. M. y J. Llorente. 1993.** The use of species accumulation

- functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480–488.
- Sokal, R.R. y F.J. Rolf. 1985.** *Biometry*. 3ra edition. W.H. Freeman and Company, New York. 888 pp.
- Suárez-Mayorga, A. y J.D. Lynch. 2008.** Anfibios de la región del transecto Sumapaz. Pp. 311-326. *En* T. Van der Hammen (ed.). La cordillera Oriental colombiana. Transecto Sumapaz. *Studies on Tropical Andean Ecosystems*. Volumen 7. J. Cramer in der Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Berlin-Stuttgart 2008.
- Torres-Carvajal, O. 2007a.** A new species of iguanian lizard (Iguania: *Stenocercus*) from the Andes of Colombia. *Copeia* 2007(1):56-61.
- Torres-Carvajal, O. 2007b.** A taxonomic revision of South American *Stenocercus* (Squamata: Iguania) lizards. *Herpetological Monographs* 21:76–178.
- Torres-Carvajal, O., F. Ayala y A. Carvajal-Campos. 2010.** Reptilia, Squamata, Iguanidae, *Anolis heterodermus* Duméril, 1851: Distribution extension, first record for Ecuador and notes on color variation. *Check List* 6(1):189-190.
- Uetz, P. y J. Hošek (eds.). 2014.** The Reptile Database. Version 2014. Electronic Database. <http://www.reptile-database.org>. Consultada el 25 junio 2014.
- Urbina-Cardona, J.N. y V.H. Reynoso. 2005.** Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México. Pp. 191-207. *En* G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds). *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Monografías Tercer Milenio vol.4, S.E.A., Zaragoza, España. 241 pp.
- Urbina-Cardona, J.N., M.C. Londoño-Murcia y D.G. García-Ávila. 2008.** Dinámica espacio-temporal en la diversidad de especies de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural isla Gorgona, pacífico colombiano. *Caldasia* 30(2):479-493.
- Vitt, L.J. y L.D. Vangilder. 1983.** Ecology of a snake community in north-eastern Brazil. *Amphibia- Reptilia* 4:273-296.
- Zug, G.R., L.J. Vitt y J.P. Caldwell. 2001.** *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press. New York. 630 pp.