

Anfibios de un bosque seco tropical: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador

P. Székely^{1,2,*}, D. Székely^{1,3}, D. Armijos-Ojeda², A. Jara-Guerrero², D. Cogălniceanu^{1,4}

(1) Ovidius University Constanța, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, Aleea Universității, nr. 1, corp B, 900470, Constanța, Romania.

(2) Universidad Técnica Particular de Loja, Sección de Ecología y Sistemática, Departamento de Ciencias Naturales, San Cayetano Alto, calle Marcelino Champagnat s/n, Loja, Ecuador.

(3) Laboratory of Fish and Amphibian Ethology, Behavioural Biology Unit, University of Liège, 22 Quai van Beneden, 4020, Liège, Belgium.

(4) Universidad Nacional de Loja, CITIAB, Ciudadela Universitaria, La Argelia, EC 110101, Loja, Ecuador.

* Autor de correspondencia: D. Armijos-Ojeda [diegoanfios@hotmail.com]

> Recibido el 13 de marzo de 2016 - Aceptado el 06 de julio de 2016

Székely, P., Székely, D., Armijos-Ojeda, D., Jara-Guerrero, A., Cogălniceanu, D. 2016. Anfibios de un bosque seco tropical: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. *Ecosistemas* 25(2): 24-34. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-2.04

La Reserva Ecológica Arenillas (REA) está ubicada al sur-oeste del Ecuador, en el límite con el Perú. Pertenece a la Región de Endemismo Tumbesina y es uno de los últimos remanentes de bosque seco tropical por debajo de los 100 m s.n.m. El clima está caracterizado por una estación lluviosa que se extiende de enero a mayo y una estación seca que va de junio a diciembre. Son pocos los estudios que han sido realizados hasta ahora para conocer los anfibios en la reserva. Durante un período de doce meses, entre 2014 y 2016, se determinó la distribución de los anfibios en la REA, mediante el uso de técnicas de observación directa, grabación de cantos y trampas de caída. Nueve especies pertenecientes a cinco familias fueron registradas, la mayoría de individuos fueron encontrados sólo durante la temporada de lluvias. A diferencia de la estructura de las comunidades de anfibios habitual para los trópicos con una gran riqueza específica pero pocos individuos, la REA se caracteriza por un bajo número de especies con un número muy elevado de individuos. Junto con especies típicas de la región Tumbesina, es decir, especies adaptadas a ambientes secos, en la reserva existen también especies cosmopolitas que se encuentran por lo general en las selvas tropicales.

Palabras clave: región tumbesina; inventario; distribución de anfibios; anuros

Székely, P., Székely, D., Armijos-Ojeda, D., Jara-Guerrero, A., Cogălniceanu, D. 2016. Amphibians from a tropical dry forest: Arenillas Ecological Reserve, Ecuador. *Ecosistemas* 25(2): 24-34. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-2.04

Arenillas Ecological Reserve (Reserva Ecológica Arenillas - REA) is located in southwestern Ecuador, close to the Peruvian border, and belongs to the Tumbesian Endemism Region and is one of the last remnants of tropical dry forests at altitudes below 100 m a.s.l. Climate is characterized by a rainy season extending from January to May and a dry season extending from June to December. Few studies on the amphibians from the reserve have been made so far. Over a period of twelve months, from 2014 to 2016, we investigated the distribution of amphibians in the REA using regular visual and acoustic survey techniques as well as pitfall traps. Nine species belonging to five families were inventoried, most of them active only during the rainy season. At odds with the usual tropical amphibian communities structure with high species richness but low number of individuals, REA is characterized by a low number of species with a very high number of individuals. Along with species typical for the Tumbesian region, i.e. species specially adapted to dry environments, in the reserve occur also widespread species which are encountered usually in rain forests

Key words: tumbesian region; inventory; amphibian distribution; anuran

Introducción

El Convenio sobre la Diversidad Biológica establece en su artículo 7 la necesidad de identificar los componentes de la diversidad biológica importante para la conservación y el uso sostenible, la identificación y seguimiento de los procesos y actividades con impacto negativo y la creación de bases de datos con los resultados. El Neotrópico tiene una alta diversidad de especies de anfibios, que alberga casi la mitad del número de especies conocidas (Bolaños et al. 2008), pero nuestro conocimiento de la fauna es insuficiente (Duellman 1999). Casi una cuarta parte de todas las especies conocidas se han descrito en la última década, con una tasa anual de 150-200 nuevas especies descritas (Catenazzi 2015). Ecuador tiene la más alta densidad de especies por superficie del mundo, y es el tercer país en número de especies (después de Colombia y Brasil), con 42.5% de las especies endémicas (Ron et al. 2016a).

A pesar de la gran riqueza específica, los anfibios son el grupo con mayor riesgo de los vertebrados a nivel global, con un tercio de las especies ecuatorianas amenazadas (Ron et al. 2016a).

La región Tumbesina es una de las áreas de endemismo más importantes en el mundo (hotspot), pero al mismo tiempo una de las más amenazadas por el incremento de las actividades de agricultura y ganadería intensivas (Best y Kessler 1995). Una buena parte de este punto caliente de biodiversidad se encuentra a lo largo de la costa ecuatoriana y en el suroccidente del país, haciendo frontera con Perú, en los bosques secos Pacífico Ecuatoriales (Espinosa et al. 2012, 2016). Esta zona al igual que todo el conjunto de la región tumbesina sufre altísimas tasas de deforestación, estando los pocos remanentes de vegetación bien conservada en áreas protegidas. La Reserva Ecológica Arenillas (REA) es uno de los últimos remanentes de bosque seco neotropical a una altitud menor a 100 m s.n.m. Respecto a la ubicación biogeográfica, la REA se encuentra ubicada en

el piso zoogeográfico Tropical Sur-Occidental, que en el Ecuador cubre una extensión de 68 815 km², de los cuales solo el 4.42 % se encuentra protegido por varios espacios considerados dentro del Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas y solo el 0.19 % protegido por la REA. En total para el piso zoogeográfico se reportan 14 especies de anfibios (Albuja et al. 2012).

El único estudio en cuanto a la comunidad de anfibios en la REA es un inventario corto realizado en el 2007 para el plan de manejo de la reserva (Ochoa et al. 2009). En ese trabajo se reportaron solo seis especies de anfibios (de cuatro familias) y 12 especies de reptiles, y no se proporcionó información sobre la distribución de estas especies en la reserva. De lo que se conoce, no existe información sobre la ecología de las comunidades de anfibios de este piso altitudinal.

Teniendo en cuenta la importancia de este bosque y las graves amenazas pendientes, se realizó un inventario de la diversidad y abundancia relativa de los anfibios de la REA para promover un mejor manejo de esta área protegida.

Materiales y métodos

Área de estudio

La Reserva Ecológica Arenillas, 03°34'S; 80°08'E, se encuentra en el cantón Arenillas, provincia El Oro, al sur-occidente de Ecuador (Fig. 1). La altitud varía desde 0 a 100 m s.n.m. A lo largo de este gradiente altitudinal la vegetación cambia desde manglares en las zonas más bajas, pasando por espinar litoral, matorral seco de tierras bajas, hasta bosque seco deciduo en las zonas más altas de la reserva (Sierra 1999).

La REA ha estado protegida de actividades extractivas por casi 60 años, debido a que se constituyó como una reserva militar, aunque fue incluida en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas recién en el 2001 y designada como un Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) en 2005. Actualmente la REA tiene una extensión de 13 170 hectáreas.

El clima se caracteriza por una estación lluviosa que se extiende de enero a mayo y una estación seca de junio a diciembre, lo que influye en la presencia de una cobertura vegetal decidua (Fig. 2). La precipitación media anual es de 667 mm, con un máximo en marzo (127 mm) y un mínimo de aproximadamente 0.8 mm durante los meses secos. La temperatura media anual es de 25° C (Espinoza et al. 2016).



Figura 2. Variación de la vegetación entre el periodo de lluvias, plantas con hojas (A) y la época seca, plantas sin hojas (B) en la Reserva Ecológica Arenillas (REA). Fotografía tomada en el mismo lugar en invierno (A) y verano (B).

Figure 2. Vegetation dynamics between the rainy season, plants with leaves (A) and the dry season, leafless plants (B) in Arenillas Ecological Reserve (REA). Picture taken in the same place in winter (A) and summer (B).

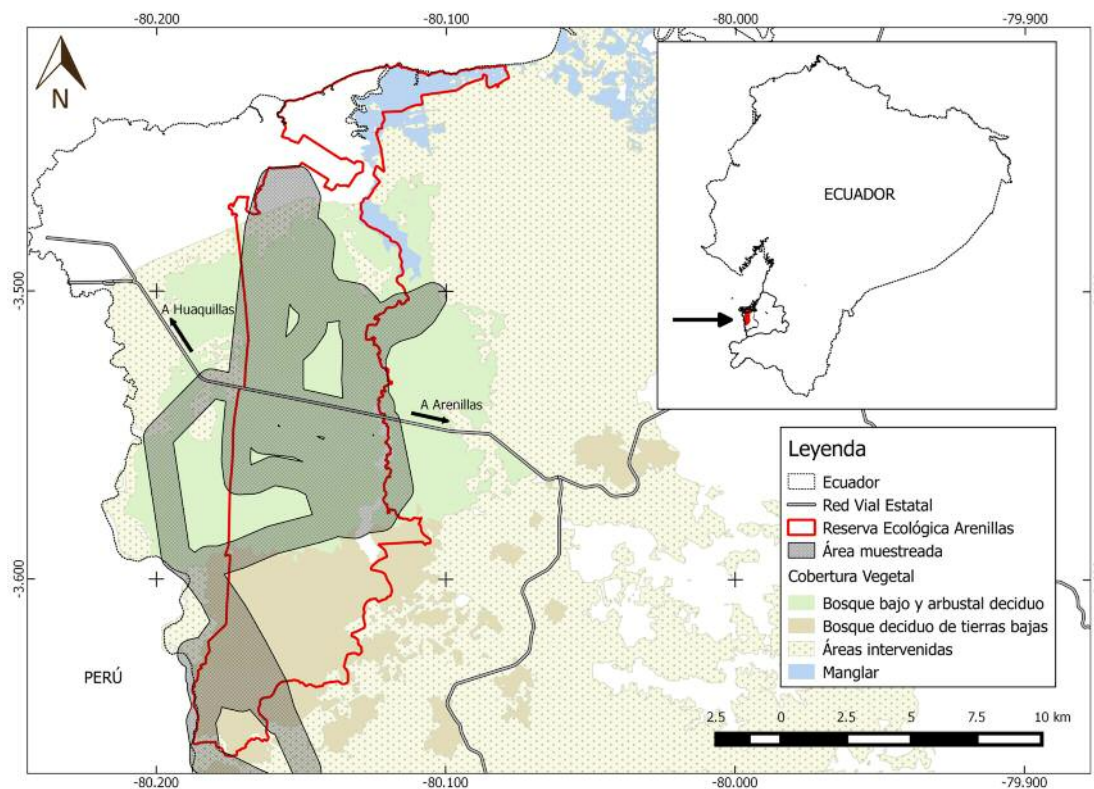


Figura 1. Ubicación de la Reserva Ecológica Arenillas (REA) en el Ecuador y cobertura vegetal del área. Las zonas en blanco dentro de la Reserva, corresponden a zonas que por restricciones militares en frontera no se dispone de información.

Figure 1. Location of the Arenillas Ecological Reserve (REA) in Ecuador and the vegetation cover of the area. The white areas in the reserve correspond to areas close to the border, with military restrictions, and for which information is not available.

Métodos de muestreo

El inventario se llevó a cabo por un período de doce meses, entre 2014 y 2016, usando técnicas regulares de registro visual, acústico y trampas de caída. Los principales métodos de muestreo utilizados fueron el registro por encuentros visuales (VES, Visual Encounter Survey) y acústico (AES, Acoustic Encounter Survey) (Heyer et al. 1994). Para complementar el método de registro de cantos, se utilizó el procedimiento conocido como “playback”, que consistió en el registro de anuros machos de cada especie, mediante el uso de cantos ya conocidos, únicos de cada especie. Estos métodos proponen que en un área o hábitat se realicen búsquedas sistemáticas en un período de tiempo definido (Corn y Bury 1990).

Debido a la simplicidad de los métodos, tanto VES como AES se utilizan con frecuencia para la evaluación rápida de áreas grandes (Rödel y Ernst 2004). Ambas técnicas se usaron para determinar la riqueza de especies del área y la composición de las especies del ensamble local (Crump y Scott 1994). Debido a que el tamaño poblacional de las especies encontradas, resultó demasiado grande para permitir una correcta estimación de abundancia relativa, y con el fin de evitar subestimar o sobreestimar el tamaño de la población, hemos preferido utilizar una escala de abundancia baja, media y alta. Para esta escala se consideró el porcentaje de encuentro de individuos de una especie durante los muestreos realizados en la época lluviosa, considerándose una abundancia baja, cuando la especie fue registrada en menos del 20 % de los casos, media cuando la especie fue registrada entre un 20 y 60 %, y alta, cuando la especie fue encontrada en más del 60 % de los casos.

Para complementar los métodos VES y AES, se utilizaron tres trampas de caída con cercas de desvío. Las trampas de caída (Gibbons y Semlitsch 1981) consistieron en la colocación de cuatro cubos para agua (20 l), uno en el centro y tres en los márgenes. Entre los cubos se instalaron cercas de desvío o vallas hechas de gasa negra de plástico (0.5 m de altura, 4 m de largo), y grapadas verticalmente sobre estacas metálicas. Las trampas fueron revisadas dos veces por día durante el período de muestreo. Los individuos encontrados fueron identificados, fotografiados y liberados al siguiente día. Entre los periodos de muestreo los cubos fueron cubiertos con tapas para evitar la caída y muerte de animales.

Los muestreos mediante los tres métodos, se llevaron a cabo durante la estación seca y lluviosa, pero las actividades se intensificaron en la estación de lluvias (diciembre a marzo), cuando se produce la actividad de reproducción y los anfibios son muy activos y más fáciles de detectar.

Las especies registradas fueron identificadas mediante la revisión de la información Disponible en la página AmphibiaWebEcuador (Ron et al. 2016a) y utilizando las guías disponibles (Duellman

2001; Heyer y Peters 1971). Para el estado de conservación de las especies se utilizó la Lista Roja nacional propuesta por Ron et al. (2016a) y la Lista Roja de la UICN (2016).

Para los mapas de distribución dentro de la reserva, elaborados para cada especie, se consideró el punto GPS tomado para cada uno de los individuos encontrados. Éstos fueron tomados con el datum WGS84 y colocados luego en el programa QGIS 2.12.1. Sobre cada punto o registro se hizo un buffer con una distancia de 1 km la cual se propuso considerando el rango que pueda moverse un individuo en base a las observaciones de campo.

Vale la pena mencionar que algunos registros considerados para los mapas, se obtuvieron en zonas alrededor de la reserva, ya que al moverse entre diferentes zonas, los caminos a veces salen de los bordes y se consideró oportuno incluir estos registros con fines de brindar mayor información a los encargados de la administración de la reserva.

Para representar la distribución espacial de los registros de todas las especies dentro de la reserva, se utilizó una grilla con cuadrantes de 1 x 1 km, en el programa QGIS 2.12.1 utilizando además una escala de colores entre naranja y rojo para representar el número de especies presentes en cada cuadrícula. Esto permite observar la coexistencia de especies diferentes dentro de la reserva.

Resultados

En total se encontraron nueve especies de anuros de las 14 registradas para la zona biogeográfica de la REA (Tabla 1). De estas nueve especies una pertenece a la familia Bufonidae, una a Ceratophryidae, una a Dendrobatidae, tres a la familia Hylidae y tres a Leptodactylidae. De éstas una especie se considera vulnerable, una casi amenazada y las otras como preocupación menor, según la lista roja de la UICN (Tabla 1). Otras cinco especies reportadas también a nivel nacional para el mismo piso zoogeográfico y que no se encontraron en la REA son *Epipedobates machalilla*, *Engypstomus guayaco*, *Engypstomus montubio*, *Lithobates bwana* y *Pristimantis achatinus*.

En cuanto a los patrones de coexistencia de anfibios dentro de la reserva, se encontraron especies de anfibios en el 35 % de las cuadrículas muestreadas (Fig. 3).

El mayor número de especies encontradas por cuadrícula es ocho, que representa el 2.9 % de todas las cuadrículas ocupadas por al menos una especie. La mayor cantidad de cuadrículas fueron ocupadas con una o dos especies, 23.5 % en cada caso (Fig. 4). La mayoría de las especies de anfibios de la REA coexisten en algunos cuadrantes. En el caso de *Epipedobates anthonyi* fue registrada en un solo espacio de la cuadrícula en el cual solo comparte el área con *Leptodactylus labrosus*.

Tabla 1. Las especies de anfibios de la Reserva Ecológica Arenillas (REA), su abundancia estimada y estado de conservación.

Table 1. The amphibian species of Arenillas Ecological Reserve (REA), their estimated abundance and conservation status.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia estimada	Lista Roja UICN	Lista Roja Nacional
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	media	Preocupación menor	Preocupación menor
Ceratophryidae	<i>Ceratophrys stolzmanni</i>	Sapo bocón del Pacífico	alta	Vulnerable	Vulnerable
Dendrobatidae	<i>Epipedobates anthonyi</i>	Rana nodriza de la epibatidina	baja	Casi amenazada	Preocupación menor
Hylidae	<i>Scinax quinquefasciatus</i>	Rana de lluvia polizona	media	Preocupación menor	Preocupación menor
Hylidae	<i>Trachycephalus jordani</i>	Rana de casco de Jordan	alta	Preocupación menor	Preocupación menor
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana lechera	alta	Preocupación menor	Preocupación menor
Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulatus</i>	Rana bullanguera de pústulas	media	Preocupación menor	Preocupación menor
Leptodactylidae	<i>Engystomops randi</i>	Rana túngara de Rand	media	Preocupación menor	Preocupación menor
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus labrosus</i>	Rana terrestre labiosa	alta	Preocupación menor	Preocupación menor

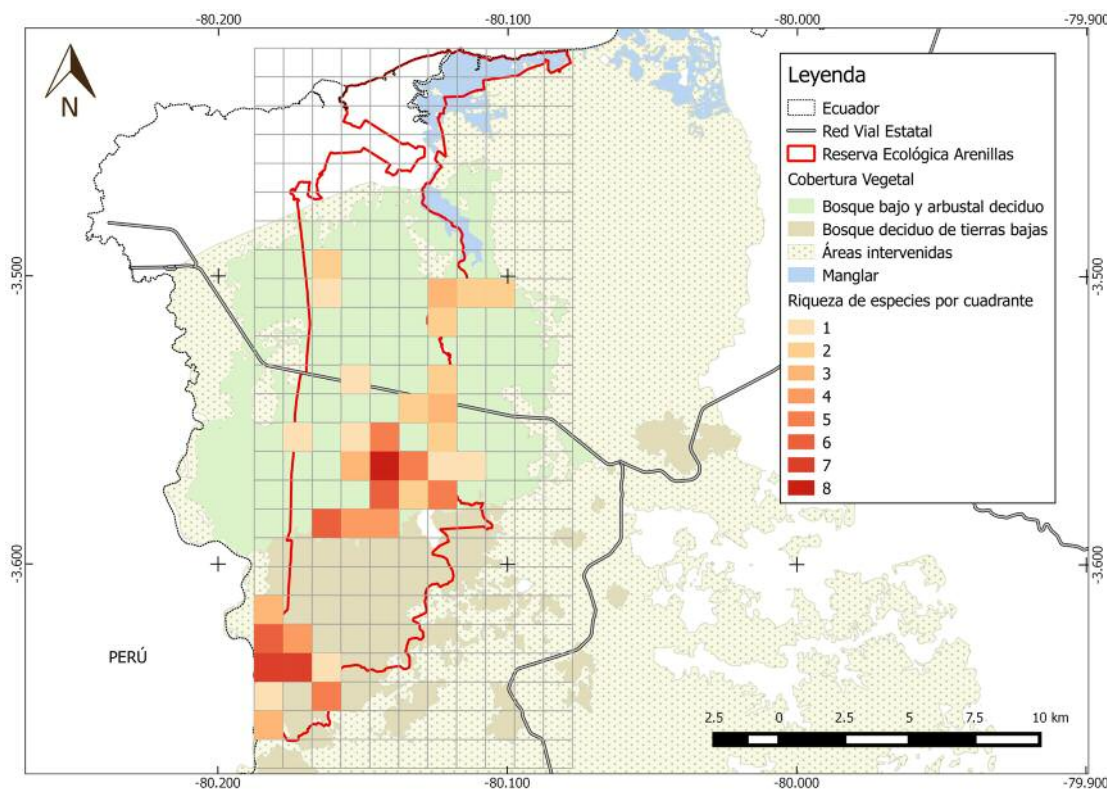


Figura 3. Número de especies de anfibios registradas por cada cuadrante de 1 x 1 km.

Figure 3. Number of amphibian species recorded in each 1 x 1 km grid.

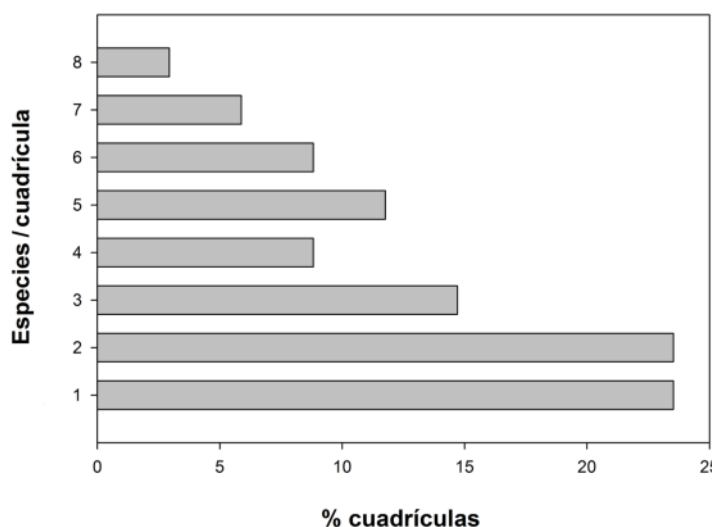


Figura 4. Número de especies de anfibios registradas en relación al porcentaje de cuadrículas ocupadas. Las cuadrículas se refieren al número de cuadrados donde se registraron anfibios.

Figure 4. Number of amphibian species recorded in relation to percentage of occupied grids. Grids refer to the number of squares where amphibians were recorded.

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina* (Linnaeus 1758) - Sapo de la caña (Fig. 5).

Es una especie ampliamente distribuida, desde el sur de Texas (USA) hasta el sur de Bolivia y Brasil en Sudamérica. Fue también introducida en islas del Caribe, Australia y Pacífico donde se proliferó exitosamente. Es el anfibio ecuatoriano que habita en el mayor número de regiones naturales (solo se encuentra ausente en los páramos), lo cual sugiere una amplia tolerancia ambiental. Es nocturna y terrestre, generalmente habita en áreas abiertas, naturales o antrópicas incluyendo zonas agrícolas, potreros, jardines, caminos y carreteras (Toft y Duellman 1979, Coloma et al. 2016a).

En la REA es una especie común (Fig. 5), que prefiere los hábitats antropogénicos en los que se puede encontrar en números grandes. Esta especie es activa también durante la estación seca, y se concentra alrededor de las fuentes de agua artificiales.

Familia Ceratophryidae

- *Ceratophrys stolzmanni* (Steindachner 1882) - Sapo bocón del Pacífico (Fig. 6).

Esta especie habita solamente en los ecosistemas de matorral seco y bosque deciduo de la costa del Pacífico. Es una especie considerada madriguera (escava en el suelo y se entierra) y endémica del bosque seco de la región Tumbesina de Ecuador y Perú (Ortiz 2016).

En la REA es una especie abundante (Fig. 6), que prefiere los hábitats mejor conservados, con bosque. Está activo sólo durante la estación lluviosa, y pasa el resto del año enterrado. En experimentos en el laboratorio se entierra hasta 135 cm (Székely, D. datos sin publicar). Es un criador explosivo, sus eventos reproductivos están provocados por lluvias torrenciales. Para la puesta de huevos utiliza hábitats acuáticos temporales, que varían en la persistencia y calidad, donde la desecación constituye un factor importante de riesgo de mortalidad. Como una adaptación para estas condiciones, la metamorfosis de los renacuajos puede ser muy rápida, incluso en periodos cortos de 15 días (datos sin publicar).

Familia Dendrobatidae

- *Epipedobates anthonyi* (Noble 1921) - Rana nodriza de la epibatidina (Fig. 7).

Esta especie se encuentra en altitudes que oscilan entre los 150 y 1800 m s.n.m. Se encuentra al oeste de los Andes, en el suroeste de Ecuador y noroeste de Perú (Coloma et al. 2016b). Es una especie diurna que habita en la hojarasca de bosques densos, claros de bosque, riachuelos, cultivos de cacao y banano, y zonas alteradas. Los machos emiten cantos que consisten en secuencias cortas de trinos, y defienden territorios pequeños con sitios favorables para la ovoposición. El macho humedece los huevos y los

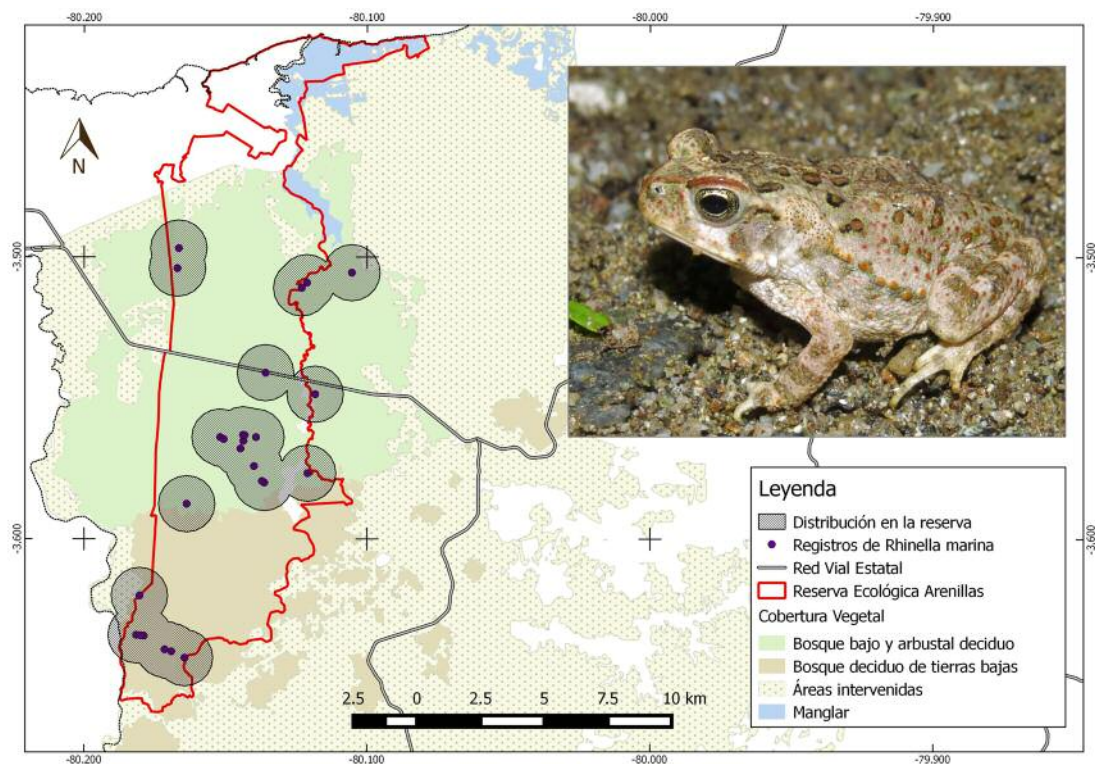


Figura 5. Fotografía y distribución de *Rhinella marina* (Sapo de la caña) en la REA y áreas alrededor.

Figure 5. Photography and distribution of *Rhinella marina* (Cane Toad) in REA and surrounding area.

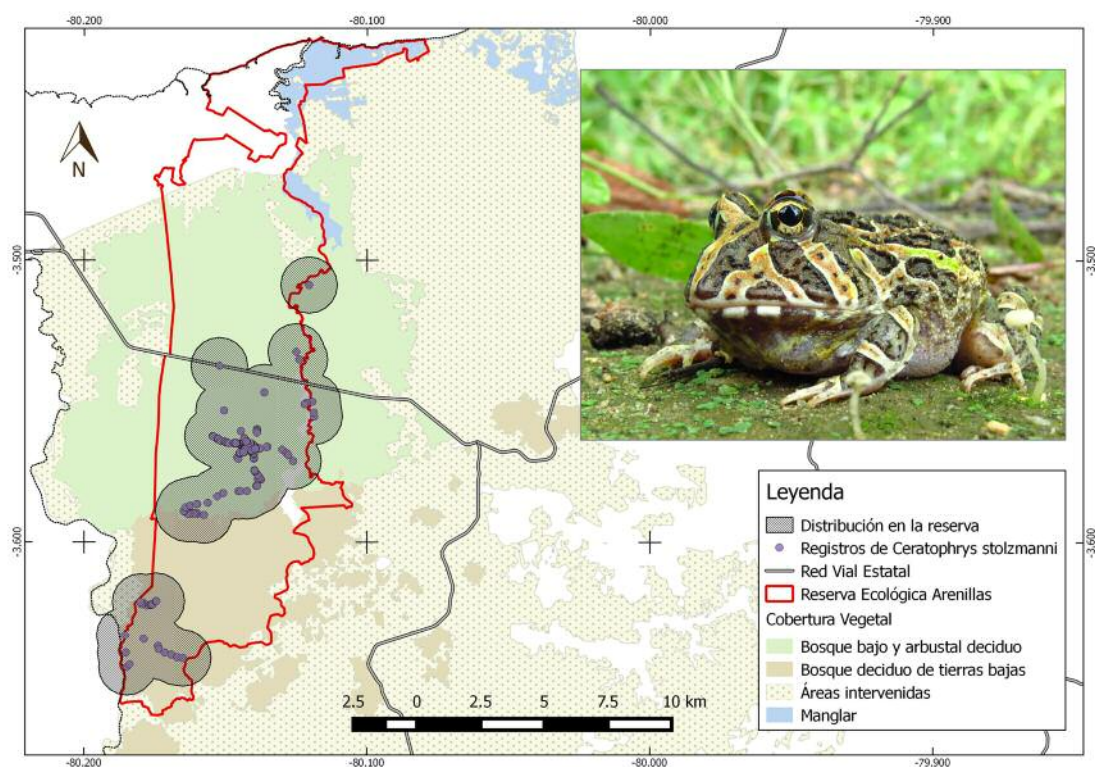


Figura 6. Fotografía y distribución de *Ceratophrys stolzmanni* (Sapo bocón del Pacífico) en la REA y áreas alrededor.

Figure 6. Photography and distribution of *Ceratophrys stolzmanni* (Pacific Horned Frog) in REA and surrounding area.

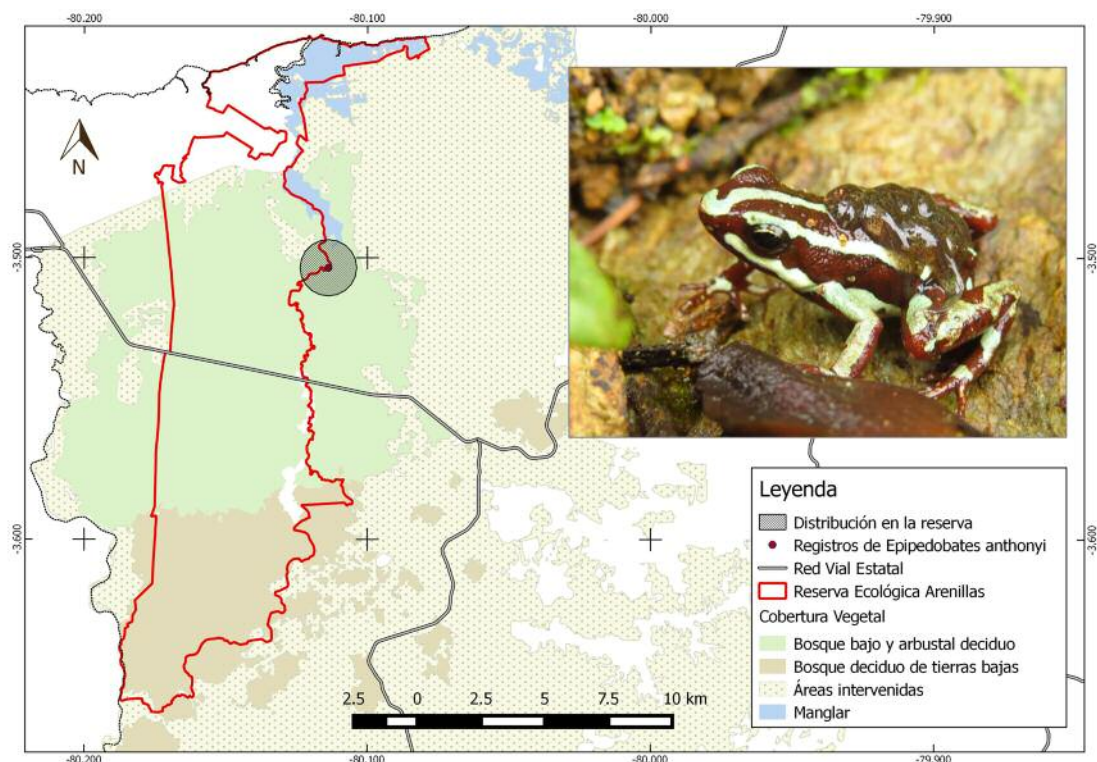


Figura 7. Fotografía y distribución de *Epipedobates anthonyi* (Rana nodriza de la epibatidina) en la REA y áreas alrededor.

Figure 7. Photography and distribution of *Epipedobates anthonyi* (Anthony's poison arrow frog) in REA and surrounding area.

cuida constantemente. Después de un tiempo de desarrollo el macho transporta los renacuajos hasta por cuatro días antes de depositarlos en uno o más cuerpos de agua (Coloma et al. 2016b).

En la REA es una especie poco común (Fig. 7). Fue registrada sólo en la parte norte de la reserva, en el manglar, donde puede encontrar humedad durante todo el año.

Familia Hylidae

- ***Scinax quinquemaculatus*** (Fowler 1913) - Rana de lluvia polizona (Fig. 8).

Esta especie ocurre a altitudes entre 20 - 500 m y se encuentra en las tierras bajas del pacífico de Colombia y Ecuador (Frost 2016), principalmente en áreas disturbadas. Los machos cantan desde zonas de bambú, herbazales, plantaciones de plátano, cacao y arrozales inundados (Duellman 1971; Read y Ron 2016a).

En la REA es una especie común (Fig. 8), que está activa sólo durante la estación lluviosa. Se reproduce abundantemente en los pantanos temporales de la reserva donde los machos llaman desde la vegetación circundante.

- ***Trachycephalus jordani*** (Stejneger y Test 1891) - Rana de casco de Jordan (Fig. 9).

Esta especie se encuentra distribuida de 0 a 1000 m s.n.m., en las tierras bajas del Pacífico de Sudamérica desde Colombia meridional a través de Ecuador hasta el norte de Perú (Frost 2016). Es una rana arbórea de los bosques húmedos y secos de las tierras bajas y piemontanas. También habita en áreas disturbadas. Vive en bromélias y agujeros en troncos de los árboles. Se reproduce en cuerpos de agua lénticos (Read y Ron 2016b).

En la REA es una especie abundante (Fig. 9), que prefiere los hábitats mejor conservados, en bosques con árboles más grandes. Está activa principalmente durante la estación lluviosa, pero podría encontrarse durante períodos más largos de tiempo, probablemente usando el agua acumulada en los agujeros de los árboles (datos sin publicar). Durante la época reproductiva la reunión de individuos es espectacular, con miles de individuos que se reproducen en las charcas temporales más grandes de la reserva.

- ***Trachycephalus typhonius*** (Linnaeus 1758) - Rana lechera (Fig. 10).

Es una especie ampliamente distribuida, desde América Central hacia el norte de Argentina. Es arbórea y ocupa hábitats diversos; bosques secos y húmedos y áreas abiertas artificiales como plantaciones e incluso viviendas humanas. Se reproduce explosivamente al principio de la estación lluviosa, después de lluvias fuertes. Durante la época seca se los ha encontrado en bromélias, huecos de árboles, bajo la corteza de árboles y en la base de hojas de plantas de banano (Duellman 2001). Su nombre común, "rana lechera", se debe a que al ser perturbadas producen una secreción blanca, espesa y pegajosa que tiene propiedades tóxicas y puede producir ardor e inflamación si entra en contacto con los ojos o mucosas de la nariz o boca (Ron y Read 2016b).

En la REA es una especie abundante (Fig. 10), que prefiere los hábitats mejor conservados, en bosques con árboles más grandes. Está activa sólo durante la estación lluviosa. De manera similar a *Trachycephalus jordani*, durante la época reproductiva puede reunir una gran cantidad de individuos en los criaderos.

Familia Leptodactylidae

- ***Engystomops pustulatus*** (Shreve 1941) - Rana bullanguera de pústulas (Fig. 11).

Esta especie se encuentra a altitudes entre 0 y 325 m s.n.m., en el centro y sur del Ecuador. Es una de las pocas especies de anfibios en Ecuador cuya distribución incluye el matorral seco de la Costa. Puede ser abundante durante la época lluviosa en áreas de hábitat modificado por actividades humanas. Las parejas en amplexus construyen nidos de espuma en el agua (Ron y Read 2016a).

En la REA es una especie común (Fig. 11), que se encuentra tanto en hábitats perturbados y en bosques. Está activo sólo durante la estación lluviosa, al ser una de las primeras especies que se reproducen en la reserva. Las pequeñas charcas temporales formadas por las carreteras son suficientes para iniciar la reproducción de esta especie con un nido de espuma que puede ofrecer protección para los renacuajos de desecación por periodos cortos entre las lluvias.

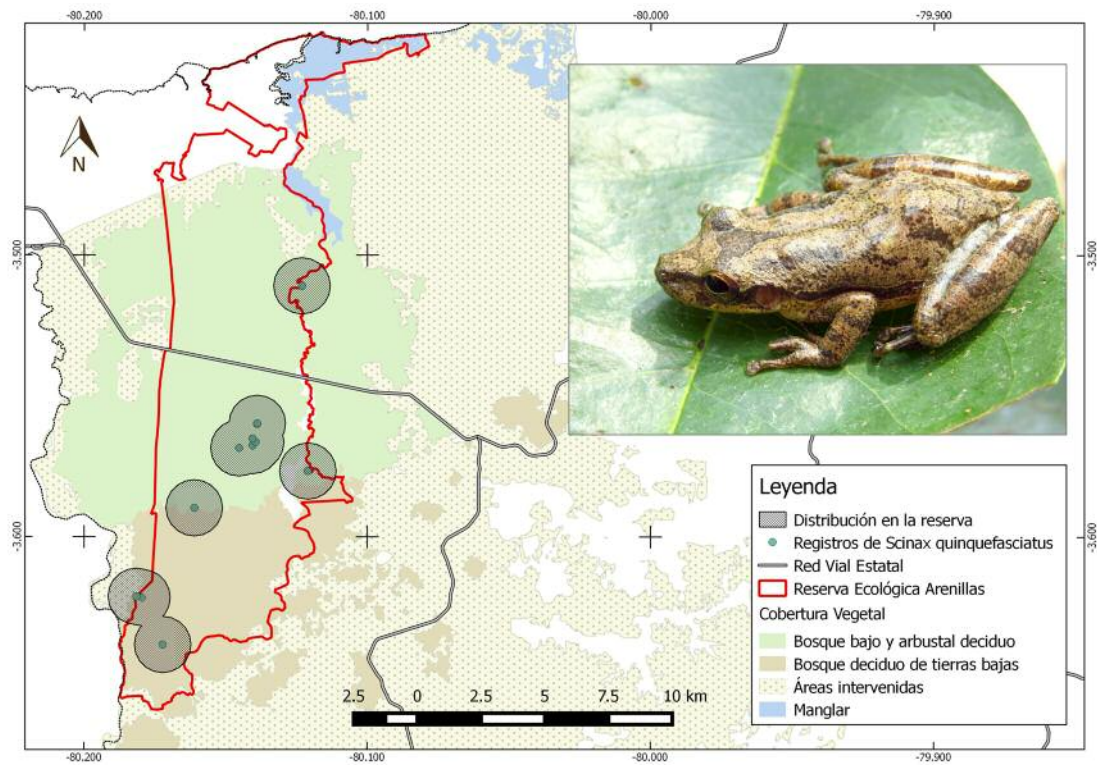


Figura 8. Fotografía y distribución de *Scinax quinquefasciatus* (Rana de lluvia polizona) en la REA y áreas alrededor.

Figure 8. Photography and distribution of *Scinax quinquefasciatus* (Fowler's Snouted Treefrog) in REA and surrounding area.

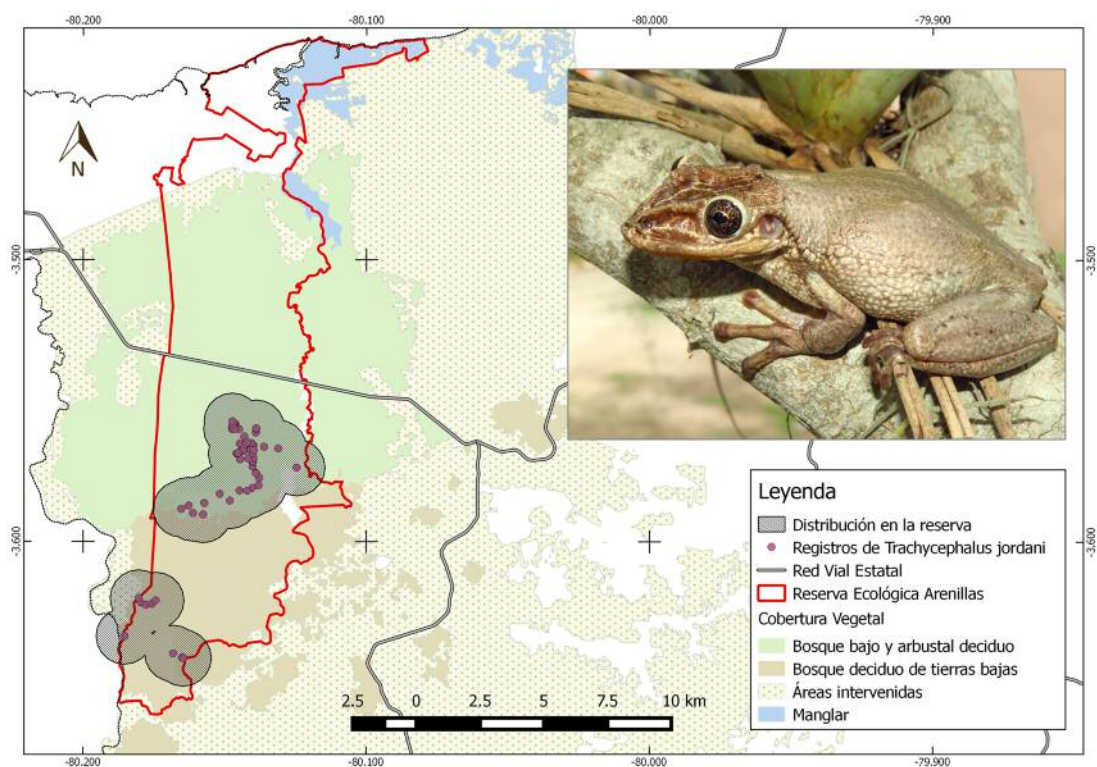


Figura 9. Fotografía y distribución de *Trachycephalus jordani* (Rana de casco de Jordan) en la REA y áreas alrededor.

Figure 9. Photography and distribution of *Trachycephalus jordani* (Jordan's Casque-headed Treefrog) in REA and surrounding area.

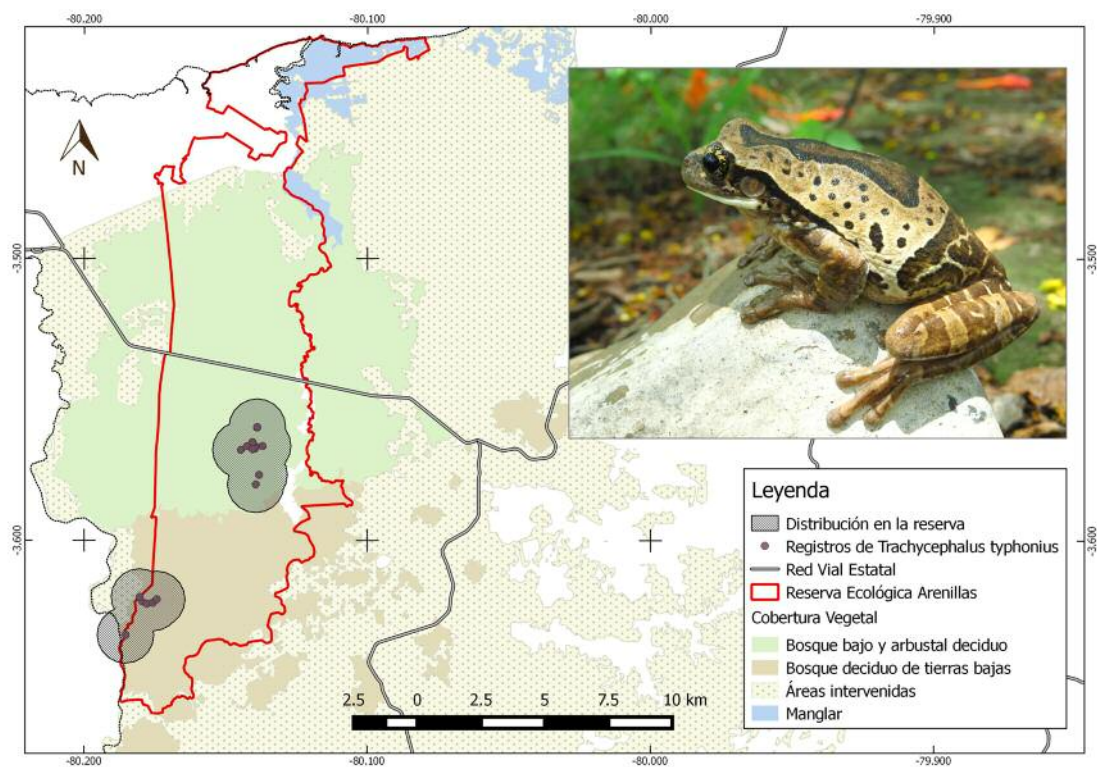


Figura 10. Fotografía y distribución de *Trachycephalus typhonius* (Rana lechera) en la REA y áreas alrededor.

Figure 10. Photography and distribution of *Trachycephalus typhonius* (Milky Treefrog) in REA and surrounding area.

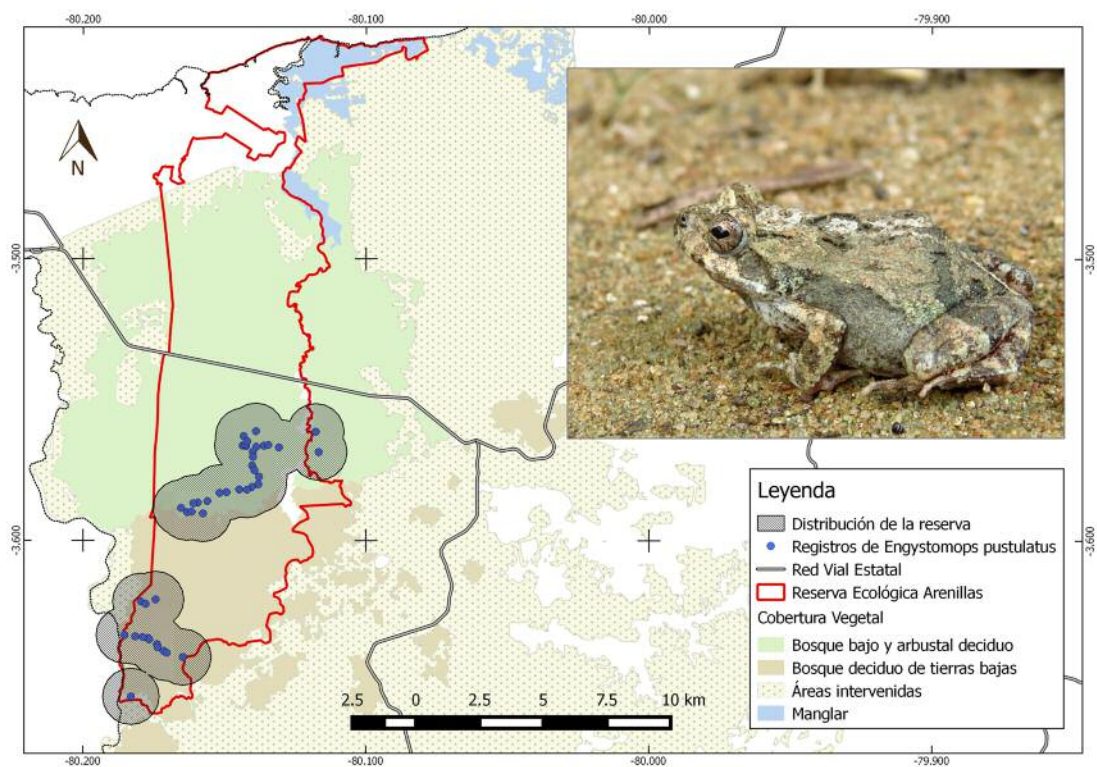


Figura 11. Fotografía y distribución de *Engystomops pustulatus* (Rana bullanguera de pústulas) en la REA y áreas alrededor.

Figure 11. Photography and distribution of *Engystomops pustulatus* (Guayaquil Túngara Frog) in REA and surrounding area.

- ***Engystomops randi*** (Ron, Cannatella y Coloma 2004) - Rana túngara de Rand (Fig. 12).

Esta especie ocurre a altitudes entre 0 y 150 m s.n.m., en el sur del Ecuador y las provincias de Guayas y El Oro. La especie se encuentra en tierras bajas en bosques caducifolios, semi caducifolios y perennifolios de la costa. Las parejas en amplexus construyen nidos de espuma en el agua (Coloma y Ron 2016).

En REA es una especie común (Fig. 12), aunque no tan común como *Engystomops pustulatus*. Se encuentra tanto en hábitats perturbados y en bosques. Está activa sólo durante la estación lluviosa. Contrario a *E. pustulatus* esta especie prefiere charcas temporales más grandes para su reproducción (datos sin publicar).

- ***Leptodactylus labrosus*** (Jiménez de la Espada 1875) - Rana terrestre labiosa (Fig. 13).

Se distribuye en tierras bajas al oeste de los Andes de Ecuador y Perú, desde la región Costa central del Ecuador hasta el litoral central de Perú (Frost 2016). Habita en matorral seco, bosque decido tropical y bosque lluvioso tropical. Está restringida al suelo en microhábitats húmedos, como el margen de riachuelos o pozas. Es más común en bosques secundarios y áreas abiertas muy disturbadas como márgenes de carreteras, potreros y campos agrícolas (Cisneros-Heredia 2006, Ron et al. 2016b).

En la REA es una especie abundante (Fig. 13), ampliamente distribuida, que se encuentra tanto en hábitats perturbados y en bosques. Está activa sólo durante la estación lluviosa. Es una de las primeras especies que comienzan a reproducirse con los machos cantando bajo la tierra, desde madrigueras, y siguen llamando durante toda la estación lluviosa (datos sin publicar).

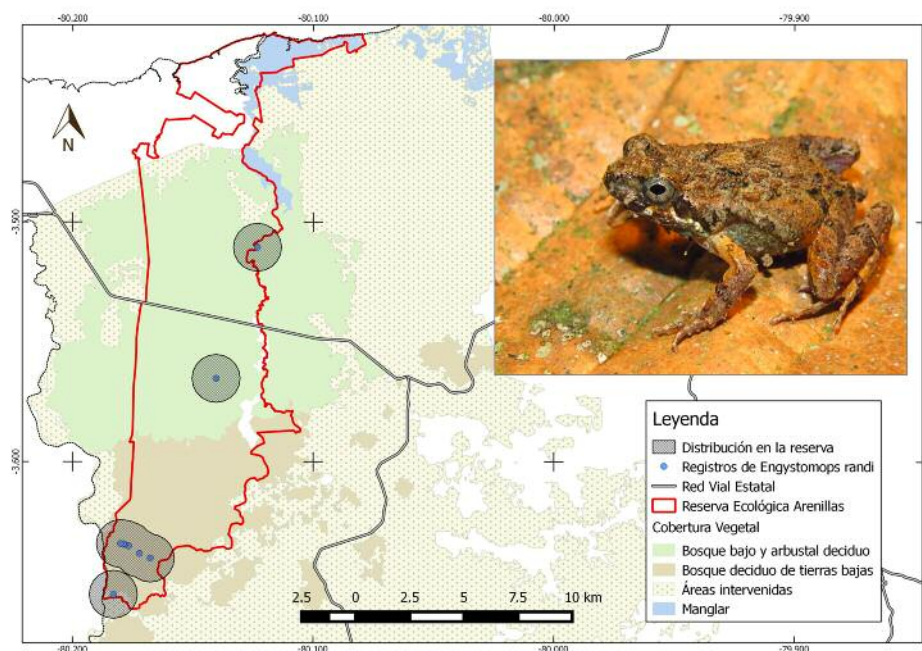


Figura 12. Fotografía y distribución de *Engystomops randi* (Rana túngara de Rand) en la REA y áreas alrededor.

Figure 12. Photography and distribution of *Engystomops randi* (Randi's Túngara Frog) in REA and surrounding area.

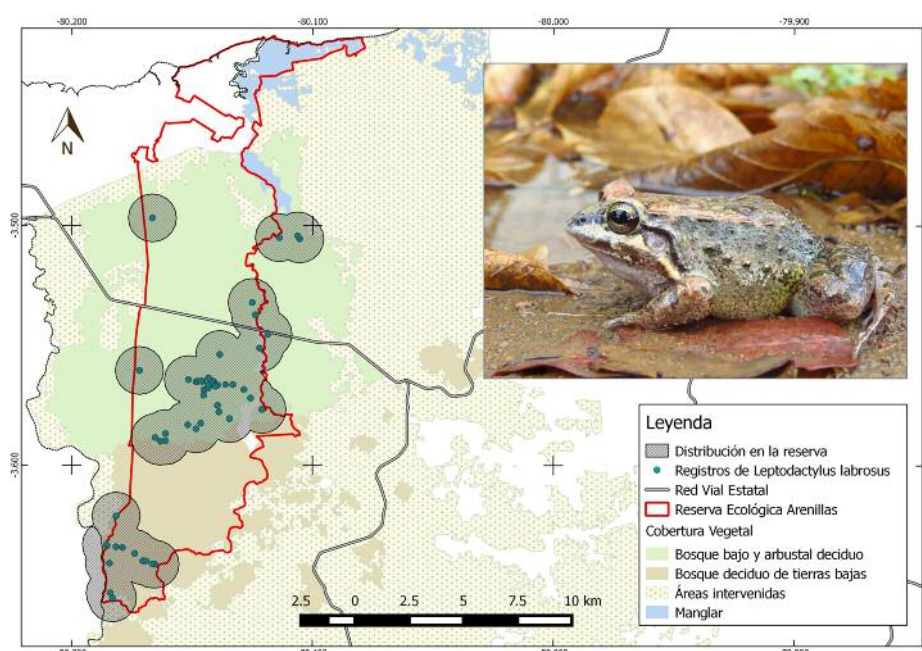


Figura 13. Fotografía y distribución de *Leptodactylus labrosus* (Rana terrestre labiosa) en la REA y áreas alrededor.

Figure 13. Photography and distribution of *Leptodactylus labrosus* (Pimocha White-lipped Frog) in REA and surrounding area.

Discusión

Anteriormente, se han reportado seis especies de anfibios para la REA (Ochoa et al. 2009), y todas ellas fueron encontradas en el presente trabajo, incrementándose en la lista *Epipedobates anthonyi*, *Scinax quinquifasciatus* y *Engystomops pustulatus*. La lista de especies de la REA posiblemente ahora es completa, la probabilidad de que se registren otras especies de anfibios en la reserva es baja. La única excepción posible es la presencia de *Smilisca phaeota* o rana bueyera, debido a que encontramos esta especie de rana arbórea cerca de un río a cinco kilómetros del límite sur de la reserva y posiblemente esté presente en la reserva también. Sin embargo, la carencia de cuerpos permanentes de agua dulce dentro de la reserva dificulta seriamente su presencia.

La mayoría de individuos fueron encontrados sólo durante la temporada de lluvias. Los anfibios pierden agua por evaporación más rápido que otros vertebrados terrestres, desarrollando diferentes adaptaciones para hacer frente a los rigores de climas extremos. Por lo tanto, pocos anfibios viven en las zonas áridas y por lo general estas especies presentan adaptaciones fisiológicas específicas que les permiten sobrevivir en este ambiente (McClanahan et al. 1994). El Neotrópico tiene la mayor diversidad de especies de anfibios del mundo, pero a pesar de esto hay muy pocas especies adaptadas a ambientes secos.

Respecto a la superposición de nicho de las especies existentes, no se dispone de información suficiente para realizar estos análisis, sin embargo, nuestros resultados sugieren que no existe alguna especie que no se solape con al menos otra especie. Todas las especies de anfibios de la REA han sido observadas coexistiendo con otras en una misma cuadrícula, lo cual probablemente se deba a que la principal limitación de los anfibios de la reserva es la falta de agua y no la competencia. Para poder determinar con mayor detalle el solapamiento de nicho de las diferentes especies será necesario que en futuros trabajos se incluya una evaluación de los microhábitats ocupados y no ocupados, estudios poblacionales, levantamiento a detalle de la cobertura vegetal, caracterización hídrica y meteorológica de la reserva, entre los temas prioritarios.

A la vista de la representación gráfica, mediante el uso de la cuadrícula para observar la coexistencia, podemos sugerir que la mayor parte de especies tienden a concentrarse en áreas donde la cobertura vegetal corresponde al bosque de tierras bajas o en zonas de transición del tipo de vegetación. No se ha observado algún patrón de coexistencia en función de las diferentes familias de anfibios existentes. Se observa también que mientras más cercanía hay hacia la zona de manglar la riqueza de anfibios va disminuyendo.

Con sus duras condiciones climáticas durante de la estación seca, la REA puede acoger sólo un número pequeño de especies de anfibios, en comparación con la estructura típica de una comunidad de anfibios tropicales, en la cual hay una riqueza específica alta, pero pocos individuos. Sin embargo, la característica más interesante de la estructura de la composición de especies de esta área protegida es que de las nueve especies observadas, solo el sapo bocón del pacífico (*Ceratophrys stolzmanni*) es una especie exclusiva de zonas áridas, que se encuentra solamente en el bosque seco de la región Tumbesina, lo cual es importante considerar para la conservación de esta especie. Todas las otras especies se encuentran también en bosques húmedos de diferentes alturas y estructuras.

Aún así, las especies que viven en la REA han desarrollado estrategias que les permiten sobrevivir en este ambiente extremo. Ya sea concentrándose en áreas donde pueden encontrar agua durante todo el año (*Epipedobates anthonyi*, *Rhinella marina*), en madrigueras (*Ceratophrys stolzmanni*, *Engystomops pustulatus*, *E. randi* y *Leptodactylus labrosus*), o son capaces de sobrevivir por adaptaciones fisiológicas que les permiten reducir la pérdida de agua o aprovechar el agua almacenada en huecos de los árboles (*Scinax quinquifasciatus*, *Trachycephalus jordani* y *T. typhonius*).

Desde el punto de vista de la conservación, la REA tiene un rol importante para las poblaciones de anfibios, ya que alberga 9 de las 14 especies de anfibios conocidas para del piso zoogeográfico Tropical Sur-Occidental, a pesar de que su área representa tan solo el 0.19 % de los 68 815 km² de este piso zoogeográfico (Albuja et al. 2012). De las especies conocidas para el piso zoogeográfico, las cinco no registradas son: *Epipedobates machalilla*, *Engystomus guayaco*, *Engystomus montubio*, *Lithobates bwana* y *Pristimantis achatinus*. De éstos, considerando su distribución, solamente *Lithobates bwana* y *Pristimantis achatinus* podrían estar presentes en la reserva pero probablemente la sequía excesiva durante el periodo seco, es la principal razón para su ausencia. Esto, ya que por su biología necesitan tener disponibilidad de humedad y agua dulce todo el año, lo cual si sucede en otras áreas de la región Tumbesina, pero no en la REA. Las otras tres especies son distribuidas en zonas con mayor humedad en el norte de la costa ecuatoriana (Ron et al. 2016a) y, a pesar de estar dentro del mismo piso zoogeográfico, están muy separadas geográficamente como para ser encontradas aquí también.

Desde un punto de vista de conservación, la REA es valiosa puesto que en tan solo el 0.19% del área correspondiente al piso tropical sur occidental se registra el 64.3% de especies de anfibios descritas para esta zona biogeográfica. Adicionalmente la REA es importante para la conservación del Sapo bocón del Pacífico. Esta especie categorizada como vulnerable, es la más amenazada de las 12 especies actualmente reconocidas de la familia Ceratophryidae en el mundo, y la REA tiene probablemente una de las mayores y más saludables poblaciones en Ecuador.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Ecuador, a través del Programa Prometeo, y por el proyecto Proy-CCNN-1054 de la Universidad Técnica Particular de Loja. Damos las gracias a la editora de la revista Ecosistemas y a los revisores designados por sus importantes sugerencias. La fase de campo fue posible gracias a la ayuda del personal del Ministerio del Ambiente. Agradecemos especialmente a los guardaparques de la REA por su amistad y ayuda durante los muestreos. El trabajo se realizó con el permiso MAE-DNB-CM-2015-0016 otorgado por el Ministerio del Ambiente.

Referencias

- Albuja, L., Almendárez, A., Barriga, R., Montalvo, L.D., Cáceres, F., Román, J.L. 2012. *Fauna de Vertebrados del Ecuador*. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Best, B.J., Kessler, M. 1995. *Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru*. – BirdLife International, Cambridge, Reino Unido.
- Bolaños, F. Castro, C. Cortez, I. De la Riva, T. Grant, B. Hedges, R. et al. 2008. Amphibians of the Neotropical realm. En: Stuart, S.N., Hoffmann, M., Chanson, J.S., Cox, R.J., Berridge, N.A., Ramani, P., Young, B.E. *Threatened Amphibians of the World*, pp. 92-99. Lynx Edicions, Barcelona, España; IUCN, Gland, Suiza; and Conservation International, Arlington, Virginia, Estados Unidos.
- Catenazzi, A. 2015. State of the World's Amphibians. *Annual Review of Environment and Resources* 40: 91–119.
- Cisneros-Heredia, D.F. 2006. Distribution and ecology of the western Ecuador frog *Leptodactylus labrosus* (Amphibia: Anura, Leptodactylidae). *Zoological Research* 27: 225-234.
- Coloma, L.A., Ortiz, D.A., Frenkel, C., Ron, S.R. 2016a. *Rhinella marina*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A. y Nicolalde, D.A. 2016. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2016.0*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1160>.
- Coloma, L.A., Frenkel, C., Ron, S.R. 2016b. *Epipedobates anthonyi*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. 2016. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2016.0*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1263>.

- Coloma, L.A., Ron, S.R. 2016. *Engystomops randi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T57273A11613164. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57273A11613164.en>.
- Corn, P.S., Bury, R.B. 1990. *Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. General Technical Report*. PNW-GTR-256, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC. Estados Unidos.
- Crump, M.L., Scott, N.J. Jr. 1994. Visual encounter surveys. En: Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.-A.C., M.S. Foster, (eds.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*, pp. 84–92. Smithsonian Institution Press, Washington y Londres, Estados Unidos y Reino Unido. 364 pp.
- Duellman, W.E. 1971. The identities of some Ecuadorian Hylid frogs. *Herpetologica* 27: 212-227.
- Duellman, W.E. 1999. Distribution patterns of Amphibians in South America. En: *Patterns of Distribution of Amphibians. A global perspective*, pp. 255-328. Johns Hopkins University Press. Baltimore, MD, Estados Unidos.
- Duellman, W.E. 2001. *Hylid Frogs of Middle America*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York, Estados Unidos.
- Espinosa, C.I., de la Cruz, M., L. Luzuriaga, A., Escudero, A. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 21:167-179.
- Espinosa, C.I., De la Cruz, M., Jara-Guerrero, A., Guzmán, E., Escudero, A. 2016. The effects of individual tree species on species diversity in a tropical dry forest change throughout ontogeny. *Ecography* 39: 329–337.
- Frost, R. 2016. *Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6*. American Museum of Natural History, New York, Estados Unidos. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Gibbons, J.W., Semlitsch, R.D. 1981. Terrestrial drift fences with pitfall traps: An effective technique for quantitative sampling of animal populations. *Brimleyana* 1981:1-16.
- Heyer, W.R., Peters, J.A. 1971. The frog genus *Leptodactylus* in Ecuador. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 84(19): 163-170.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.A.C., Foster, M.S. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity – Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution, Washington, DC. Estados Unidos. 364 pp.
- McClanahan, L. L., Ruibal, R., Shoemaker, V. H. 1994. Frogs and toads in deserts. *Scientific American* 270(3): 82-88.
- Ochoa, D., Valle, D., Ordóñez-Delgado, L., Flores, D., Palacios, D. 2009. *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)*. Conservación Internacional Ecuador. Fundación Ecológica Arcoiris. Loja, Ecuador. 140 pp.
- Ortiz, D.A. 2016. *Ceratophrys stolzmanni*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. (eds.). *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1216>.
- Read, M., Ron, S.R. 2016a. *Scinax quinquefasciatus*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. (eds.). *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1346>.
- Read, M., Ron, S.R. 2016b. *Trachycephalus jordani*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. (eds.). *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1354>.
- Rödel, M.O., Ernst, R. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica* 10:1-14.
- Ron, S.R., Read, M. 2016a. *Engystomops pustulatus*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. (eds.). *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1503>.
- Ron, S.R., Read, M. 2016b. *Trachycephalus typhonius*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. (eds.). *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1356>.
- Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. 2016a. *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/Anfibios/AnfibiosEcuador/Default.aspx>.
- Ron, S.R., Varela-Jaramillo, A., Read, M. 2016b. *Leptodactylus labrosus*. En: Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A., Nicolalde, D.A. (eds.). *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1511>.
- Sierra, R. (Ed.). 1999. *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. – Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito. Ecuador.
- Toft, C.A., Duellman, W.E. 1979. Anurans of the lower Río Lullapichis, Amazonian Peru: a preliminary analysis of community structure. *Herpetologic*, 35:71-77.
- IUCN 2016. *Red List of Threatened Species*. [consulta: 01 marzo 2016]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>.