

EVALUACIÓN HERPETOFAUNÍSTICA EN DOS ZONAS DE TRANSICIÓN BOSQUE MONTANO-PÁRAMO EN LA ZONA ANDINA NORTE DE ECUADOR

Raquel BETANCOURT¹, Jorge VALENCIA², Patricio YÁNEZ³,
Emiliano RAMOS⁴ y Luzmila MANITIO⁵

¹ Zoóloga, Consultora Independiente.

² Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, Av. Amazonas 3008 y Rumipamba. Quito.

³ Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Iberoamericana del Ecuador.

E-mail: *apyanez@hotmail.com*

⁴ Guía Naturalista de Alaspungo. Nono, Quito-Ecuador. ⁵ Tenencia Política de Papallacta. Quijos-Ecuador

Resumen

Se evaluó la herpetofauna en dos zonas de transición entre bosques montanos altos y páramos a ambos lados de la cordillera de los Andes ubicadas en los sectores de Papallacta y Nono. Se registraron 13 especies en total, 5 para el área de Papallacta y 9 para Nono. La composición de la herpetofauna alberga una riqueza con una alta concentración de especies endémicas y amenazadas, se analizan algunos

aspectos ecológicos de la herpetofauna y se consideran áreas prioritarias para su conservación: los ecosistemas forestales nativos, especialmente aquellos asociados a cuerpos de agua.

Palabras clave: Zona de transición, bosque montano, páramo, herpetofauna, diversidad biológica, endemismo, estado de conservación.

1. Introducción

Los Andes Tropicales constituyen uno de los *hotspots* de mayor biodiversidad en el mundo, presentan una gran variedad de microhábitats y condiciones climáticas que han permitido la evolución de diversas formas de vida (Rodríguez *et al.* 2009). Las áreas andinas en el Ecuador son zonas de alta sensibilidad, constituyen ecosistemas únicos que están en peligro de desaparecer, gran parte de los bosques andinos en su transición hacia las áreas de páramo han sido deforestados y convertidos en sistemas agropastoriles (Mena y Medina 2001).

Los ecosistemas montanos de altura ubicados a cada lado de la cordillera de los Andes y las zonas de páramo albergan especies únicas de anfibios y reptiles, que debido a las barreras climáticas y geográficas no han colonizado otros lugares, esto se refleja en el alto nivel de endemismo local que existe en ciertas áreas andinas donde se ha registrado hasta un 76.2% de especies endémicas de anfibios (Coloma y Quiquango 2000-2004).

Durante los últimos 20 años se ha dado un fenómeno global de declinación de poblaciones de anfibios, en el Ecuador las áreas andinas han sido las de mayor sensibilidad ante

este fenómeno (Lips y Donnelly 2002, Ron *et al.* 2001–2004). Varias hipótesis se han propuesto para explicar este alarmante hecho, entre ellas están la destrucción y fragmentación de hábitats, la introducción de especies exóticas, las alteraciones climáticas, la presencia de contaminantes químicos en el ambiente, el desarrollo de enfermedades parasitarias (por ejemplo, la proliferación del hongo patógeno *Batrochytrium dendrobatidis* cuya infección es mortal ha sido reportado en varias especies de anfibios andinos), etc. (Alford y Richards 1999, Berger *et al.* 1998, Ron *et al.* 2003, Ron 2005).

Bajo este contexto, el presente estudio ejecutado por la Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, en coauspicio con el FAN-EcoFondo, dentro del proyecto de investigación: “Evaluación de la diversidad biológica de anfibios y reptiles en ambientes cercanos a siete Estaciones del OCP y utilización de estos grupos para la determinación de áreas prioritarias de conservación”, analizó dos zonas de transición entre bosques montanos altos y páramos a ambos lados de la cordillera de los Andes en los sectores de Papallacta y Nono, bajo la perspectiva de aportar criterios de conservación en base al conocimiento

de la composición herpetofaunística local considerando los niveles de diversidad, endemismo y estado de conservación, y generando infor-

mación básica sobre la ecología de las especies y determinando áreas prioritarias para su conservación.

2. Materiales y Métodos

Área de Estudio

El presente estudio se realizó en ambientes cercanos a dos Estaciones del OCP (Figura 1), la Estación Páramo (UTM: 17 M 822030/9958975; entre 2800 y 3120 msnm), sector Chalpi Chico cerca a Papallacta, Cantón Quijos, Provincia de Napo; y en ambientes cercanos a la Estación Chiquilpe (UTM: 17 M 767691/9995706; 2871-3400 msnm), sector Alaspungo cerca a Nono. Dm Quito, Provincia de Pichincha. Ambas zonas corresponden según Sierra (1999) a Bosque siempreverde montano alto que incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los

bosques montano altos y el páramo, y al piso zoogeográfico Templado y Altoandino (Albuja *et al.* 1980). Los ecosistemas más representativos en ambas zonas corresponden a áreas colinadas mayormente cubiertas por pastizales, con áreas arbustivas circundantes a esteros y quebradas, se mantienen además algunos remanentes de bosque nativo especialmente en áreas de difícil acceso, la mayor parte de ecosistemas naturales originales han sido afectados por la expansión de la frontera agrícola y ganadera.

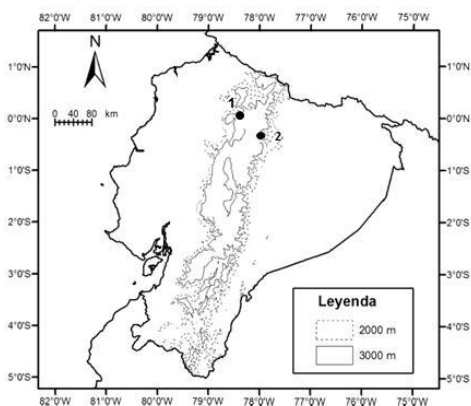


Figura No. 1. Localidades de estudio: 1. Área de la Estación Chiquilpe (Nono); y, 2. Área de la Estación Páramo (Papallacta)

Evaluamos ambos sitios en dos fases de colecta: durante cinco días en junio y cinco en noviembre en Páramo y durante cinco días en julio y cinco en diciembre de 2008 en Nono. En cada zona se establecieron 5 puntos de muestreo, ubi-

cados en áreas de pastizal y matorrales secundarios, bosque intervenido, bosque poco intervenido y ambientes asociados a cuerpos de agua (esteros, ríos y zonas pantanosas) (Tabla 1).

Tabla No. 1. Sitios de muestreo de la herpetofauna en las áreas de estudio

LOCALIDAD/ Sitio de Muestreo	Hábitat	Zona UTM	Coordenadas		Relieve
			X	Y	
PAPALLACTA					
Par-S1	Pastizal asociado a estero temporal	18 M	228627	9996706	Colinado
Par-S2	Sural (<i>Chusquea</i> spp.) en ribera del río Chalpi Chico, área turística Cascada del Duende	18 M	228208	9997296	Pendiente pronunciada
Par-S3	Arbustal en la ribera del Río Papallacta	18 M	228437	9998336	Plano
Par-S4	Bosque secundario juvenil	18 M	228724	9995290	Pendiente pronunciada
Par-S5	Arbustal y pastizal junto a estero Santa Rosa	18 M	227289	9996062	Pendiente moderada
LOCALIDAD/ Sitio de Muestreo	Hábitat	Zona UTM	Coordenadas		Relieve
			X	Y	
NONO					
Chi-S1	Arbustal y pastizal junto a estero temporal	17 M	819974	9957944	Colinado

Chi-S2	Sural (<i>Chusquea</i> spp.) y bosque secundario juvenil junto al estero Chaupiurco, sitio turístico.	17 M	821235 9959162	Pendiente pronunciada
Chi-S3	Bosque secundario maduro y sural junto al Río Moya, es parte de la Reserva Pacay	17 M	821862 9958719	Pendiente pronunciada
Chi-S4	Bosque secundario juvenil	17 M	821408 9958498	Pendiente pronunciada
Chi-S5	Arbustal junto a estero Murillo	17 M	821975 9959205	Plano

Métodos de muestreo

Utilizamos la metodología de Relevamientos por Encuentros Visuales (Crump y Scott 1994) la cual consiste en realizar recorridos aleatorios en cada sitio de muestreo registrando anfibios y reptiles durante tiempos preestablecidos de búsqueda. En cada uno de los 5 sitios de muestreo seleccionados tanto en Papallacta como en Nono se trabajó tres horas durante el día a partir de las 9h00 y cinco horas durante la noche a partir de las 19h00, con una réplica de muestreo en una época diferente del año. Se acumuló un esfuerzo de mues-

treo de 160 hrs/pers. para cada zona de estudio.

Adicionalmente realizamos registros auditivos por medio de la grabación de vocalizaciones de anuros (Zimmerman 1994) y colocamos cuatro trampas pit-fall en en ambas zonas (una trampa= 4 baldes de 16 litros enterrados, uno en el centro y tres alrededor, colocando barreras de 8 m. de plástico negro entre cada balde, los individuos quedan atrapados en los baldes debido a la superficie lisa de sus paredes que impide su escape (Corn 1994).

Colecciones e identificación

Todos los individuos registrados durante los muestreos, fueron capturados y transportados en bolsas plásticas y de tela hasta el campamento, donde se procedió a la identificación

taxonómica preliminar. Se tomaron datos morfométricos, biológicos y fotografías de cada espécimen y se registró información ecológica con respecto al microhábitat, actividad,

sustrato, en que fueron colectados. Los individuos identificados fueron posteriormente liberados cerca a su lugar de captura y aquellos que no se lograron identificar en el campo fueron preservados y transportados al laboratorio de la FHGO (Fundación Herpetológica Gustavo Orcés) en la ciudad de Quito. Dado el carácter del estudio las colecciones para museo fueron minimizadas al máximo.

Análisis de Datos

Se analizó la riqueza, abundancia, endemismo y algunos aspectos ecológicos de las especies registradas, representándolas por medio

de tablas y listados. La diversidad fue evaluada por medio del índice de diversidad de Shannon Wiener (calculado con base de log. nat.).

La identificación taxonómica formal se la realizó por medio de claves taxonómicas, uso de bibliografía técnica y a través de la comparación de los ejemplares con especímenes de referencia depositados en el Laboratorio de la Colección de Referencia de la FHGO en donde fueron depositados, un duplicado se envió al Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales.

3. Resultados y Discusión

Riqueza y Abundancia

Registramos un total de 13 especies con 255 individuos (doce especies de anfibios y un reptil). Cinco especies (solo anfibios) corresponden al área de la Estación Páramo (cerca a Papallacta) y nueve especies (ocho anfibios y un reptil) corresponden al área de la Estación Chiquilpe (cerca a Nono). El 86% de las especies registradas corresponden a ranitas del género *Pristimantis* (fa-

milia Strabomantidae) conocidas comúnmente como cutines, siendo la especie dominante *Pristimantis unistrigatus* ($P_i = 0.64$ ind/sp) (Figura 2), una ranita común en área intervenidas, ésta fue la única especie registrada en ambas zonas (Tabla 3). Se logró un esfuerzo de captura-registro de 3.9 ind/hr/per. en Papallacta y 2.5 ind/hr/per. en Nono.



Figura No. 2. “Tuilte”, *Pristimantis unistrigatus*, especie muy abundante, presente en pastizal y borde de bosque, registrada en Papallacta y Nono

Diversidad

El análisis de diversidad (Shannon-Wiener) para los diferentes sitios evaluados tanto en Papallacta como en Nono arroja resultados mayores para ecosistemas forestales intervenidos como son los bosques secundarios juveniles (Par-S4 y Chi-S4). En Nono las zonas de bosque secundario juvenil y maduro, los surales y arbustales asociados a cuerpos de agua presentan índices considerables de diversidad (Chi-S2, S3 y S5), el sitio Chi-S1 presenta el índice más bajo y corresponde a un área de pastizal (Tablas 1 y 2). En Papallacta, la mayoría de ambientes corresponden a zonas de surales y arbustales asociados a cuerpos de agua en medio de grandes áreas de pastizal, con niveles considera-

bles de intervención antrópica y poseen valores de diversidad de herpetofauna muy bajos (Par-S1, S2 y S3) y el sitio con menor diversidad fue el Par-S5, que corresponde a una zona de arbustal y pastizal (Tablas 1 y 2) con la dominancia absoluta de una especie (Tabla 3). De acuerdo a la interpretación de Magurran (1989), los valores de los índices de todos los sitios de muestreo reflejan una diversidad baja (valores inferiores a 1.5). En Nono, los valores del índice de diversidad son significativamente mayores a los de Papallacta dando mayor relevancia a los ambientes forestales nativos de tipo secundario y los surales asociados a esteros y ríos; lo cual fortalece la idea de conser-

var dichos ambientes. Algunos sitios como el Chi-S2, Chi-S3, Par-S2 son áreas con iniciativas de conservación local, sea como reservas comunitarias (Reserva Pacay de la

Comunidad Alaspungo: Chi-S3) o áreas para ecoturismo (Cascada de Chaupjurco: Chi-S2 y Cascada del Duende: Par-S2).

Tabla No. 2. Valores de los Índices de Diversidad de Shannon-Wiener para cada sitio de muestreo en Papallacta y Nono

PAPALLACTA			NONO		
Sitio	Hábitat	H'	Sitio	Hábitat	H'
Par-S1	Pastizal asociado a estero temporal	1.06	Chi-S1	Arbustal y pastizal junto a estero temporal	0.19
Par-S2	Sural en ribera del río Chalpi Chico	0.56	Chi-S2	Sural y bosque secundario juvenil junto al estero Chaupjurco.	1.18
Par-S3	Arbustal en la ribera del Río Papallacta	0.57	Chi-S3	Bosque secundario maduro y sural junto al Río Moya	1.05
Par-S4	Bosque secundario juvenil	1.38	Chi-S4	Bosque secundario juvenil	1.55
Par-S5	Arbustal y pastizal junto a estero Santa Rosa	0.14	Chi-S5	Arbustal junto a estero Murillo	1.39

Endemismo y estado de conservación

Los valores del índice de Shannon-Wiener reflejan una baja diversidad en ambas zonas, lo cual es característico de la herpetofauna de ecosistemas altoandinos, que en contraste, poseen niveles elevados de endemismo; en efecto, se registró un importante número de

especies endémicas y amenazadas de extinción. De acuerdo a Coloma (2005-2009) y al Global Amphibians Assessment (IUCN, 2009), siete especies son endémicas para los Andes ecuatorianos, entre ellas la rana marsupial *Gastrotheca pseustes* (Figura 3); *Pristimantis* sp. C,

registrado únicamente para el área del Distrito Metropolitano de Quito y *Pristimantis lividus* especie endémica del área de Papallacta. El

endemismo alcanza un nivel de 60% en Papallacta y de 44% en Nono.



Figura No. 3. “Rana marsupial”, *Gastrotheca pseustes*, especie presente en pastizales y ciénegas.

Siete especies se encuentran amenazadas, tres en categoría de En Peligro están en Papallacta; y una en categoría de En Peligro y tres en categoría de Vulnerable están en Nono (Tabla 3). La presencia de estas especies en los hábitats estudiados refleja la importancia de proteger dichos ambientes con el fin de salvaguardar a poblaciones de anfibios sensibles y amenazados.

Es evidente la preocupación de los pobladores locales sobre la disminución de las poblaciones de anfibios, tanto en Nono y Papallacta

era abundante hace algunos años la presencia de jambatos (*Atelopus* spp.) y sapos gualag (*Leptodactylus* spp.), actualmente ya no se registran dichas especies en varias localidades del país, y se los considera extintos. Este fenómeno conlleva a requerir esfuerzos investigativos que nos ayuden a entender mejor la dinámica poblacional de los anfibios en el tiempo y a sustentar científicamente las causas de su declinación y así poder establecer estrategias efectivas para su preservación.

Tabla No. 3: Evaluación de la Herpetofauna en el Área de Papallacta y Nono; aspectos ecológicos, endemismo y estado de conservación.

CLASE/Familia/Especie	No. ind.	Área de Estudio	Código del Sitio	Sitio de muestreo					MR	Endemismo	Categoría UICN
				S1	S2	S3	S4	S5			
ANFIBIOS											
Hemiphraridae											
<i>Gastrotheca pseustes</i>	4	Papallacta	Par	x		x	x		11	END	EN
Strabomantidae											
<i>Pristimantis apiculatus</i>	1	Nono	Chi			x			9	NEN	DD
<i>Pristimantis calcarulatus</i>	7	Nono	Chi			x			9	NEN	VU
<i>Pristimantis devillei</i>	7	Papallacta	Par	x		x	x		9	END	EN
<i>Pristimantis floridus</i>	15	Nono	Chi		x	x	x	x	9	END	VU
<i>Pristimantis leoni</i>	8	Papallacta	Par	x	x		x		9	NEN	LC
<i>Pristimantis lividus</i>	18	Papallacta	Par		x		x	x	9	END	EN
<i>Pristimantis truebae</i>	15	Nono	Chi		x			x	9	END	EN
<i>Pristimantis unistrigatus</i>	118	Papallacta	Par			x	x	x	9	NEN	LC
	46	Nono	Chi	x	x	x	x				
<i>Pristimantis vertebralis</i>	12	Nono	Chi	x	x		x	x	9	END	VU
<i>Pristimantis</i> sp. B	2	Nono	Chi				x	x	9	-	NE
<i>Pristimantis</i> sp. C	1	Nono	Chi				x		9	END	NE
REPTILES											
Tropiduridae											
<i>Stenocercus guentheri</i>	1	Nono	Chi					x	OV	NEN	NT

MR: Modos Reproductivos **11:** huevos se desarrollan en una bolsa en la espalda de la hembra, después de la eclosión, los renacuajos son depositados en un cuerpo de agua para completar su desarrollo; **9:** desarrollo directo de las ranas directamente desde huevo; **OV:** ovíparo. **Endemismo:** Endemismo para Ecuador. **END:** Endémica; **NEN:** No endémica. **Categoría UICN, EN:** En peligro; **VU:** Vulnerable; **NT:** Casi amenazada; **LC:** Preocupación menor; **DD:** Datos deficientes; **NE:** No evaluado

Aspectos Ecológicos

Siete especies se registraron únicamente en ecosistemas forestales nativos, que incluyen bosques secundarios y surales: *Pristimantis apiculatus*, *P. calcarulatus*, *P. floridus*, *P. truebae*, *P. sp. B* y *P. sp. C*, todas del área de Nono; tres especies están asociadas a áreas de pastizales y arbustales secundarios, *Gastrotheca pseustes* (en Papallacta), *Stenocercus guentheri* (en Nono) y *Pristimantis unistrigatus* (en Papallacta y Nono); y cuatro especies se encuentran tanto en ambientes forestales nativos como en áreas de pastizal, *Pristimantis devillei*, *P. lividus* y *P. leoni* en el área de Papallacta y *P. vertebralis* en Nono.

Los hábitos reproductivos de los anfibios están representados por dos estrategias reproductivas: las ranas del género *Pristimantis* tienen un desarrollo directo de sus crías depositando sus huevos en suelo del bosque, bajo la hojarasca, troncos o rocas; mientras que en la rana marsupial *Gastrotheca pseustes* los huevos se desarrollan en una bolsa en la espalda de la hembra, después de la eclosión, los renacuajos son depositados en un cuerpo de agua para completar su desarrollo. La lagartija *Stenocercus guentheri* (Figura 4) es ovípara y deposita sus huevos debajo de la vegetación (Tabla 3).



Figura No. 4. “Guagga común”, *Stenocercus guentheri*, especie presente en pastizales y áreas abiertas.

Las comunidades analizadas pertenecen a ecosistemas montañosos de altura hacia la vertiente oriental y occidental de los Andes ecuatorianos, que intergradan hacia los páramos. Se reportan ampliaciones de rangos altitudinales (Tabla 4) y se corrobora la ampliación de rangos de distribución geográfica para algunas especies, *Pristimantis floridus* reportada para los Andes centrales del Ecuador en la Provincia de Bolívar y *Pristimantis truebae*

previamente registrada en las provincias de Bolívar, Cañar y Cotopaxi ahora son reportadas en la estribación occidental de la cordillera de los Andes en el noroccidente de la provincia de Pichincha, estas especies han sido previamente registradas por Yáñez y Tobar (2008) en la Reserva Biológica Yanacocha en las estribaciones occidentales del volcán Guagua Pichincha.

Tabla No. 4. Lista de especies en que se registra ampliaciones de rangos altitudinales, gracias al presente estudio.

Especie	Rango previo (m)	Altitud registrada en el presente estudio
<i>Pristimantis apiculatus</i>	1750- 2120 (Lynch & Duellman, 1997)	3000 msnm.
<i>Pristimantis floridus</i>	700-2500 (Bustamante 2005)	2871-3042 msnm.
<i>Pristimantis leoni</i>	2590-2700m en estribación oriental (Lynch & Duellman, 1980)	3000-3120 msnm.

A pesar de que los ambientes analizados presentan en su mayoría un alto grado de intervención antrópica, algunos de los sitios de muestreo constituyen refugios para la conservación de la Herpetofauna a escala regional ya que reportan especies endémicas y amenazadas.

Incentivamos a las comunidades locales, mediante el conocimiento de la herpetofauna en sus áreas naturales, la conservación de dichos ambientes, especialmente aquellos asociadas a cuerpos de agua.

4. Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo Ambiental Nacional (FAN) y al Eco-Fondo a través de su programa de becas para la investigación y a la Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, por el apoyo financiero y logístico para el desarrollo de esta investigación. Al Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales en especial a Mario Yáñez por su apoyo en

la identificación de algunos especímenes de anfibios. A Santiago Maigua y Manuel Dueñas por su apoyo en el Laboratorio de Anfibios y Reptiles de la FHGO. A los supervisores de la Estaciones del OCP y a la gente de las comunidades locales que se interesaron e involucraron en el proyecto apoyándonos durante el trabajo de campo.

5. Literatura citada

- Albuja, L., M. Ibarra, J. Urgilés, R. Barriga. 1980. Estudio Preliminar de los Vertebrados ecuatorianos. Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Alford, R. y S. Richards. 1999. Global Amphibian Declines: A problem in applied ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 30: 133–165.
- Berger, L., R. Speare, P. Daszak, D. Green, A. Cunningham, C. Goggin, R. Slocumbe, M. Ragan, A. Hyatt, K. McDonald, H. Hines, K. Lips, G. Marantelli y H. Parkes. 1998. *Chytridiomycosis* causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 95, pp. 9031–9036
- Bustamante, M., S. Ron y L. Coloma. 2005. Cambios en la Diversidad en Siete Comunidades de Anuros en los Andes de Ecuador. *BIOTROPICA* 37(2): 180–189
- Coloma, L. (Ed.). 2005–2009. Anfibios de Ecuador. Versión 2.0 (Octubre 2005). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. En: <http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/amphibiawebec/anfibiosecuador/index.html>. Consulta: 1 junio 2009.
- Coloma, L. y A. Quiguango. 2000–2004. Anfibios de Ecuador: Lista de especies y distribución altitudinal, Versión 1.3 (2 Abril 2001). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. En: <http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/amphibiawebec/index.html>. Consulta: 1 junio 2009.
- Corn, P. 1994. Straight-Line drift fences and Pitfall Tramps. En: Heyer *et al.* (Eds). 1994. Measuring and Monitoring biological Diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Crump, M. y N. Scott. 1994. Visual Encounter Survey. En: Heyer *et al.* (Eds.). 1994. Measuring and Monitoring biological Diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2009.1. En: www.iucnredlist.org. Consulta 1 Junio 2009.
- Lips, K. y M. Donnelly. 2002. What the tropics can tell us about declining amphibian populations: Current patterns and future prospects. En: M. J. Lanoo (Ed.). North American amphibian; status and conservation, pp. 388–406. University of Chicago Press, Chicago, United States.

- Lynch, J. y W. Duellman. 1997. Frogs of Genus *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) in Western Ecuador: Systematic, Ecology and Biogeography. Spec. publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas 23: 1-236.
- Lynch, J. y W. Duellman. 1980. The *Eleutherodactylus* of the Amazonian Slopes of the Ecuadorian Andes (Anura: Leptodactylidae). Misc. Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas 69: 1-86.
- Magurran, A. 1989. Diversidad, Ecología y su Medición. Vedral. España
- Mena, P. y G. Medina. 2001: La biodiversidad de los páramos en el Ecuador. En: Mena Vásconez, P., G. Medina, y R. Hofstede (eds.), Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas: 27-52. Editorial Abya Yala. Quito.
- Rodríguez, J., P. Salaman, P. Jørgensen, T. Consiglio, E. Forno, A. Telesca, L. Suárez, F. Arjona, F. Rojas, R. Bensted-Smith y V. H. Inchausty. Tropical Andes. En: Conservación Internacional, 2009. Hotspots Revisited, Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. En: http://multimedia.conservation.org/cabs/online_pubs/hotspots2/TropicalAndes.html. Consulta: 1 junio 2009.
- Ron, S. 2005. Predicting the distribution of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the New World. Biotropica 37: 209–221.
- Ron, S., L. Coloma, A. Merino, J. Guayasamín y M. Bustamante. 2001–2004. Declinaciones de anfibios en el Ecuador. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Ron, S., W. Duellman, L. Coloma y M. Bustamante. 2003. Population decline of the jambato toad *Atelopus ignescens* (Anura: Bufonidae) in the Andes of Ecuador. J. Herpetol. 37: 116–126.
- Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco-Ciencia, Quito, Ecuador.
- Yáñez, M. y C. Tobar. 2008. Caracterización y composición de la herpetofauna en la Reserva Biológica Yanacocha, Prov. Pichincha. Ecuador. En: Yáñez, M. (Ed.). 2008. Caracterización y composición de la herpetofauna en las reservas de la Fundación Jocotoco. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Sección de Vertebrados División de Herpetología. Informe Técnico N° 31.
- Zimmermann, B. 1994. Audio strip transects. En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. Hayek, and M. S. Foster (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for amphibians, pp. 92–97. Smithsonian Institution Press, Washington, USA.