

Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipec, Ecuador

Salomón Ramírez J.¹, Paúl Meza-Ramos, Mario Yáñez-Muñoz & Juan Reyes

División de Herpetología, Sección Vertebrados del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Rumipamba 341 y Av. de los Shyris, Quito. E-mail: ¹kp-7sz@hotmail.com

RESUMEN

En la Reserva Biológica Tapichalaca, se monitoreó las asociaciones interespecíficas de los anuros, se presenta su distribución, preferencias biológicas y ecológicas, además se indica los procesos de especiación que ocurren en un medio donde, los cambios climáticos y la actividad antrópica, tienen sus repercusiones sobre la distribución y abundancia específica.

Palabras clave.- Asociaciones interespecíficas, biológicas, ecológicas, Especiación, Distribución

ABSTRACT

In the Biological Reservation Tapichalaca, the associations interspecific that the anuran has presented and indicates their distribution, biological and ecological preferences also help to investigate as the speciation processes happens in a place where the climatic changes and the activity antropic have their repercussions about the distribution and abundance of the species.

Key words: associations interspecific, biological, ecological, speciation, distribution.

INTRODUCCIÓN

Los anfibios han sido reconocidos desde hace muchos años como un grupo muy apropiado para el estudio de la biogeografía (Darlington, 1957; citado en: Lynch & Suárez-Mayorga, 2002), esto permite confiar en que dicho patrón se repita (Lynch & Suárez-Mayorga, 2002). Tanto las formaciones geológicas como las vegetales inciden en las condiciones meteorológicas (Wolf, 1975); a demás influyen directamente en los patrones de diversidad, especialmente

sobre la herpetofauna indica los cambios e intercambios que ocurren en la composición y estructura de las especies a medida que aumenta la altitud y la temperatura (Lynch, 1999b; Catenazzi y Rodríguez, 2001; Lynch y Suárez-Mayorga, 2002; Rodríguez *et al.*, 2003; Rodríguez, 2004; Flores-Villela *et al.*, 2005; Yáñez-Muñoz, 2005; Cortez-Fernandez, 2006; Ramírez, 2008), siendo estos:

- A menor altitud, mayor riqueza de especies
- A mayor altitud, menor riqueza de especies
- A menor altitud, menor abundancia de individuos
- A mayor altitud, mayor abundancia de individuos
- A menor altitud, mayor temperatura
- A mayor altitud, menor temperatura.

El endemismo debido al aislamiento de las poblaciones de anfibios, producido por movimientos orogénicos que permitieron la formación de valles, resultando en una serie de comunidades, donde la riqueza varía gradualmente en cortas distancias (Lynch and Duellman, 1997; Cortez-Fernandez, 2006).

Lynch & Suárez-Mayorga (2002) identifican tres patrones de especiación en anuros:

1. El más común se da dentro de un mismo piso térmico
2. En caso de que esto no suceda, las especies ocupan pisos adyacentes
3. Cada grupo natural es endémico a uno de los pisos térmicos.

Dadas estas afirmaciones, es evidente que las especies responden a una asociación inter-específica, sobre la altitud, formación vegetal y el clima. El presente estudio tiene por objetivo analizar la presencia de especies únicas distribuidas a lo largo de cuatro gradientes altitudinales en la Reserva Biológica Tapichala (RBT), incluyendo sus relaciones ecológicas. Debido a que los cambios climáticos inciden en la distribución, riqueza y abundancia de anfibios (Pounds *et al.*, 2006; Bustamante, 2005), y puesto que las poblaciones típicamente fluctúan (Heyer, 1994; Lips, 2001; Angulo, 2006), los estudio sobre distribución y ecología se tornan necesarios.

METODOLOGÍA

Entre octubre del 2006 y octubre del 2007, se realizaron seis salidas de campo cada dos meses, con una duración de ocho días de trabajo efectivo. Se ubicaron cuatro gradientes altitudinales de 300 metros cada una, para lo cual se empleó dos días de muestreo efectivo por gradiente, aquí se situó ocho transectos de 100 x 3 m con una duración aproximada de una hora por transecto, utilizando la técnica de Relevamiento por Encuentro Visual (REV). Adicionalmente, para fortalecer el estudio se removió parches de 100 m² durante dos horas.

Para la determinación taxonómica de los especímenes colectados se utilizó bibliografía especializada (Peters y Orejas-Miranda, 1970; Lynch, 1979a; Lynch y Duellman, 1980; Duellman y Wild 1993; Duellman y Pramuk, 1999; Lynch, 1999a).

Además se comparó los especímenes con el material existente en la Colección de la División de Herpetología del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (DHMECN). Para analizar la asociación específica de las especies anuras a cada gradiente altitudinal, se utilizó el programa BioStat 5.0.

ÁREA DE ESTUDIO

RBT pertenece a la Fundación "Jocotoco", ubicada en la parte oriental de la cordillera de Sabanilla, sector del cerro Tapichalaca, Parroquia Valladolid, Cantón Palanda, Provincia de Zamora Chinchipe, aproximadamente en el km 75 de la vía Loja-Zumba, colinda con el Parque Nacional Podocarpus y el Parque Columbo-Yaturi. Las coordenadas en las que se encuentra la reserva son: 04°29'S; 79°08'W; en un rango altitudinal entre los 1800 a 3600 m. Tiene una superficie aproximada de 6000 ha. La temperatura (T) promedio es de 11 a 14 °C, mientras la humedad relativa (HR) es del 82,5% y la pluviosidad es de 2500 mm/anuales (Figura 1).

RBT se encuentra entre la región subhúmeda-subtropical con precipitaciones de 1000 a 1500 mm de Yangana y en la región húmedo-subtropical con precipitaciones de 1500 a 2000 mm de Valladolid; siendo ambas correspondientes al Bosque húmedo Pre-Montano con un promedio anual de temperatura entre los 18° C a 42° C (Cañadas, 1983). Según Valencia *et al.*, (1999) se encuentra en las formaciones naturales del Bosque siempreverde montano bajo, el Bosque de neblina montano y el Páramo arbustivo de la cordillera sur oriental de la sierra ecuatoriana.

Sitios de Muestreo

RBT1. Quebrada Honda (QH) 1850 - 2150 m.- Se ubica en las laderas altas de la cordillera sur oriental (Yáñez-Muñoz, 2005), en un rango altitudinal que va desde los 1850 a los 2150 m. Pertenece al régimen bioclimático húmedo temperado (Cañadas, 1983), a los pisos zoogeográficos Subtropical Oriental y Temperado (Albuja *et al.*, 1980). Corresponde a la formación vegetal de Bosque siempreverde montano bajo y al Bosque de neblina montano (Valencia *et al.*, 1999), cuya composición florística destaca a la familia Rubiaceae por mantener el primer lugar con cinco géneros, seguida por Lauraceae con cuatro, Clusiaceae, Melastomataceae y Moraceae con tres géneros y Cecropiaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae y Myrtaceae con dos. El género que se destaca con mayor número de especies a esta altitud es *Miconia*, con tres especies; mientras que ocho géneros están representados por dos especies y el resto únicamente por una (Aguirre, 2003), este hábitat presenta una topografía inclinada que desciende hacia el río Quebrada Honda, los árboles son de tamaño mediano (20 m de altura), el dosel es algo denso, el sotobosque es moderado con epifitas como bromelias y helechos.

RBT2. Cuerpos de Agua (CA) 2200 - 2500 m.- Ubicado en las laderas altas de la cordillera sur oriental (Yáñez-Muñoz, 2005), desde la estación hasta el límite de RBT, los cuerpos de agua bajan a lo largo de la carretera que va hacia Valladolid; con un rango altitudinal de 2200 a 2500 m. Corresponde al régimen bioclimático húmedo temperado (Cañadas, 1983), y al piso zoogeográfico temperado (Albuja *et al.*, 1980). Su formación vegetal es el Bosque de neblina montano (Valencia *et al.*, 1999), de vegetación mediana con árboles de 10 a 20 m, presenta inclinada topografía y abundantes epifitas (bromelias y helechos). La composición vegetal en este hábitat está representada por las familias Melastomataceae y Lauraceae; que ocupan el primer lugar con mayor número de géneros, cuatro y tres respectivamente, seguidas de cinco familias con dos especies y 14 familias con una especie. El género más numeroso en especies es *Oreopanax* con tres especies (Aguirre, 2003).

RBT3. Estación (Est) 2500 - 2800 m.- Se sitúa en las laderas altas de la cordillera sur oriental (Yáñez-Muñoz, 2005), su rango altitudinal es de 2500 a 2800 m. Pertenece al régimen bioclimático húmedo temperado (Cañadas, 1983), y al piso zoogeográfico Temperado (Albuja *et al.*, 1980). Pertenece a la formación vegetal del Bosque de neblina montano (Valencia *et al.*, 1999). La composición vegetal a los 2500 m está conformada por 23 familias, de las cuales Euphorbiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Myrtaceae están representadas por tres géneros, seis familias con dos géneros y las familias restantes (13) con un género. *Miconia* se destaca con cuatro especies, *Clethra* y *Weinmannia* con tres, *Clusia*, *Guarea*, *Myrsine* y *Ruagea* con dos especies (Aguirre, 2003). La topografía es inclinada, la altura de la vegetación es mediana (10 a 20 m), el sotobosque es moderado y se observa una gran cantidad de bromelias y helechos. El otro hábitat recorrido es la cumbre de la montaña conocido como el sendero de las antenas hasta los 2800 m de altura en donde se encuentra una composición vegetal formada por 16 familias cuatro de ellas (Asteraceae, Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae) están representadas por dos géneros y las restantes con un género. El género con mayor número de especies es *Miconia* (cautro), seguido por *Weinmannia* y *Myrsine* con tres. Cinco géneros están representados por dos especies y 12 géneros mantienen una especie (Aguirre, 2003), la topografía del sitio es inclinada con árboles medianos (10 a 20 m de alto), el sotobosque es denso con una gran cantidad de epifitas (bromelias, helechos, orquídeas, musgos y líquenes).

RBT4. Páramo (P) 3000 -3300 m.- Se ubica en las montañas de la cordillera sur oriental (Yáñez-Muñoz, 2005), desde los 3000 a los 3300m de altura. Su régimen bioclimático corresponde al Páramo (Cañadas, 1983), y su piso zoogeográfico es el Altoandino (Albuja *et al.*, 1980). Con una formación vegetal de Páramo arbustivo; aquí, la vegetación se caracteriza por arbustos, hierbas de varios tipos, abundantes plantas en roseta (como bromelias) y especialmente por plantas en almohadilla. Pequeñas plantas de los géneros

Polylepis y *Escallonia* pueden ocurrir en este ecosistema (Valencia *et al.*, 1999), la topografía del lugar es medianamente inclinada se encuentra en la cumbre de la cordillera Sabanilla.

OROGRAFÍA REGIONAL

El largo nudo de Sabanilla se prolonga en dirección SSO-NNE. De su vertiente occidental descienden de las cabeceras del Macará, del río Catamayo, estando separadas entre sí por la cordillera de Santa Rosa, que arranca del nudo al NNO y flanquea el valle de Piscobamba. Otras ramas salen en dirección opuesta, al SSE, entre los ríos Chinchipe (Valladolid), Numbala, Ayñayña, Loyola; y finalmente sigue la gran rama de la cordillera del Cóndor, que separa todo el sistema fluvial del Chinchipe del otro no menos grande del río Zamora.

Del nudo de Sabanilla salen al NO la cordillera de Santa Rosa, y al SE la cordillera del Cóndor. La primera es angosta, se abaja pronto y tiene ramas cortas e insignificantes; pero la segunda emite varios ramales largos hacia el NE entre los tributarios del río Zamora.

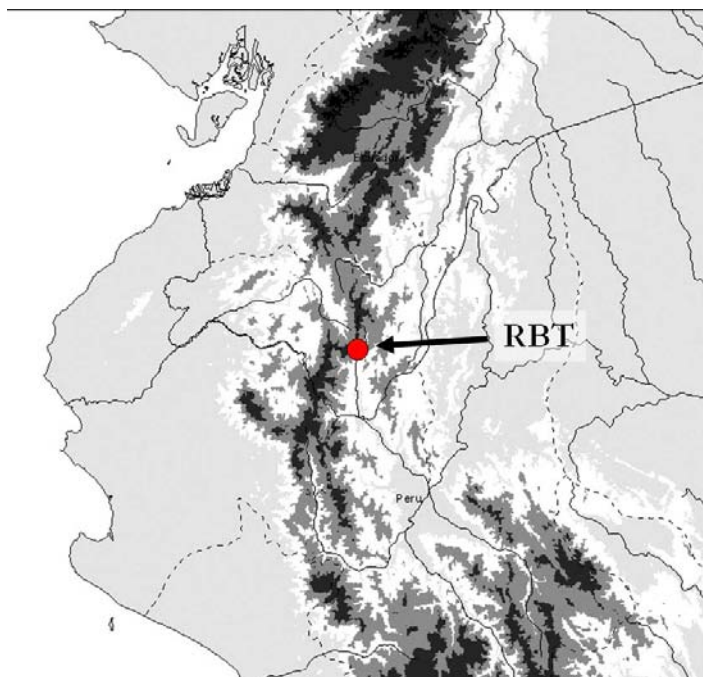


Figura 1. Localización de RBT en el Ecuador

EL río Chinchipe nace en el ángulo que forma la cordillera Real con la cordillera del Cóndor, sobre el nudo de Sabanilla. Al principio corre, con el nombre de río Valladolid de NNO al SSE, se reúne con el río Molina y dos leguas (9-11Km) más abajo recibe el primer tributario algo considerable que se llama río Palanda y desemboca entre los sitios de Santa Ana y Palanda. Del

mismo lado derecho entran los dos ríos pequeños de Cotoyacu y Yambanuma, y en seguida el más grande de Palanuma. Todos estos ríos corren en valles separados por las ramas de la cordillera Oriental.

Un poco más debajo de la boca del Palanuma entra del lado izquierdo el río Numbala, formado de varios ríos pequeños, que nacen como el río Valladolid, en el nudo Sabanilla y corren paralelos con él. Los principales son el río Quebrada Honda, el Ayñayña y el río Loyola, separados por sendas cordilleras longitudinales (Wolf, 1975).

RESULTADOS

RBT registró 309 individuos del orden Anura, pertenecientes a 27 especies, cuatro géneros y tres familias. Representa el 97% del total registrado según Ramírez (2008); en el que 13 especies (48,14%) de anuros presentan especificidad a determinado gradiente, mientras que una especie (3,7%) se distribuye en los cuatro gradientes.

El análisis clúster para la herpetofauna de cuatro gradientes altitudinales señala cómo se forman independientemente los ecosistemas y ensamblajes (Figura 2).

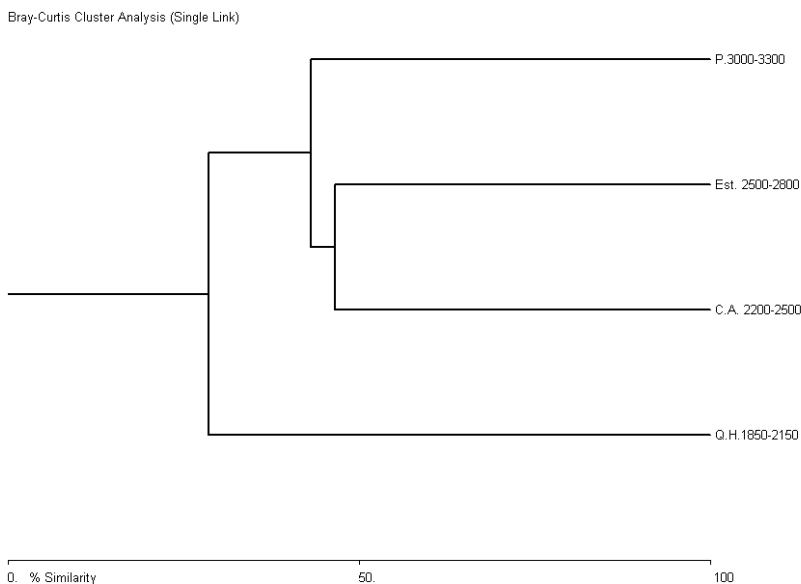


Figura 2. Clúster de similitud en cuatro gradientes altitudinales

Anfibios del páramo

En este gradiente altitudinal perteneciente al páramo se registró, entre 7 y 17 °C, mientras que HR fue de 62 a 98%; se determinó a la familia Strabomantidae como dominante en la riqueza anfibia paramuna, cuyo

número de especies coincide con lo sugerido por Lynch (1999). En RBT4 se registró a 10 especies de anuros (37,03% de anuros registrados). Los mismos que ocupan ochos sustratos; las bromelias son su micro hábitat preferido; hojas de arbusto, hojas de hierba, musgo y helechos, son sustratos de menor preferencia para los anuros de este gradiente. Mientras que en piedras, rama muerta y orquídea son sustratos de poca preferencia (Meza-Ramos *et al.*, 2008).

Las especies específicas registradas (4 = 14,81%) son: *Pristimantis* sp2, *Pristimantis* sp3, *Pristimantis* sp5 y *Lynchius* sp. Estas especies se asocian a plantas de forma arosetada y especialmente a bromelias como es el caso de *Pristimantis* sp2 y *Pristimantis* sp3. En el caso de *Pristimantis* sp5, se registró a todos sus individuos debajo de una planta en forma de roseta (5 = 1,61%), ubicada en el suelo; al igual que *Lynchius* sp fue registrado cerca de una pequeña laguna, debajo de musgo. Ambas especies a menos de 7 cm por debajo del suelo.

Cabe mencionar que *Pristimantis colodactylus* y *P. sp4* son especies registradas en otra y otras gradientes (respectivamente), sin embargo su abundancia es mayor en el páramo que en la zona montañosa. (25 = 8,09% y 16 = 5,17%)

Anfibios del bosque de neblina

El bosque de neblina (BN) que resguarda RBT, se ubica entre los 2200 a 2800 m, el cual ha sido dividido en dos gradientes; se caracteriza por su alta y bien distribuida lluvia, lo cual genera numerosos riachuelos que se tornan en largas chorreras para su gradiente inferior, sin embargo la riqueza registrada en BN es única, presentando especificidad las especies *Nymphargus cariticommatum*, *Pristimantis atratus*, *Pristimantis galdi*, *Pristimantis* sp7 y *Pristimantis spinosus* (5 = 18,51%). Aunque también es aquí donde ocurre el mayor intercambio entre especies de los gradientes adyacentes tanto superior como inferior (Lynch and Duellman, 1997; Lynch & Suárez-Mayorga, 2002; Flores-Villela, 2005; Meza-Ramos *et al.*, 2008; Ramírez, 2008). BN registró a T, entre 10 a 26°C y HR del 43 al 98%, registra casi totalmente (excepto *Nymphargus cariticommatum*) a ranas del género *Pristimantis*; resguarda un total (33,33%) de nueve especies únicas (adicionalmente, *Pristimantis spinosus*, *Pristimantis* sp7 y *Pristimantis galdi*). Cabe mencionar que la mayoría de individuos de *Pristimantis atratus* fueron encontrados al borde del carretero, mientras disminuía su presencia a medida que se adentraba en el bosque.

La RBT3 registró T, entre 11 a 26 °C y HR entre 34 a 98%. La familia Strabomantidae es dominante, siendo el género *Pristimantis* el que predomina sobre este gradiente. El cual presenta 16 especies (59,25%) que ocupan ocho sustratos, las bromelias y las hojas de los arbustos son los micro hábitats preferidos, las hojas de helecho constituyen otro sustrato importante en esta área de muestreo al igual que las hojas de las hierbas, piedras, hoja de palma, hojas de árbol y hojarasca, fueron poco preferidos por los pristinántidos de este gradiente (Meza-Ramos *et al.*, 2008). RBT3 presenta a *Pristimantis*

proserpens y *P. versicolor* (2 = 7,40%) como especies específicas al gradiente. Se asocian a la zona alta de BN, siendo las bromélias el micro hábitat hábitat preferido de estas dos especies. Es en este rango donde *Pristimantis galdi* alcanza su mayor abundancia (32 = 10,35%), a pesar que no es específico al gradiente, lo es para BN.

En RBT2 presentó T entre los 10 y 22°C y HR del 67 al 98%; se registró 11 especies (11 = 40,74%), las ranas *Pristimantis* (10 = 37,03%) ocupan seis sustratos, las hojas de helecho, hojas de arbusto y bromelias, son los micro hábitats de mayor preferencia, aunque contrariamente los helechos son el mayor recurso; hojas de hierba, piedras y musgo, son sustratos con menor preferencia para las especies de este gradiente (Meza-Ramos *et al.*, 2008). *Nymphargus caritocommatus* prefiere perchar en hojas de arbusto o helechos entre 150 a 200 cm de altura. Se asocia con la ecología reproductiva de centrolénidos la dependencia por cuerpos de aguas lóaticas en la actividad reproductiva; los centrolénidos requieren de quebradas, y no de charcos, para su reproducción; ovipositan sobre las hojas, en la vegetación de las quebradas (Lynch, 1998 citado en Arroyo *et al.*, 2003; Yáñez-Muñoz, com. per.); es una especie específica al gradiente, aunque no se haya podido capturar muchos individuos, probablemente debido a su preferencia de distribución vertical alta, los registro mediante cantos indicarían que es la especie más abundante en RBT2 (Ramírez obs. per.).

RBT2 registró a *Pristimantis petersorum* y *Pristimantis w-nigrum* (2 = 7,40%) como específicos en este rango. La abundancia en general de los *Pristimantis* de este gradiente es baja (37 = 11,97%) en comparación al resto de gradientes, simultáneamente el promedio de HR (87%) es mayor al resto de gradientes, probablemente esto sumado a la presencia de cuerpos de agua y fuertes lluvias, incida en la presencia y abundancia de pristinántidos. Contrariamente lo es para los centrolenidos.

Anfibios del bosque de neblina subtropical (bosque de transición)

RBT1 presenta nueve anuros (33,33%) distribuidos en una temperatura mas estable registrada entre los 14 y 21°C, HR con un rango de 59 a 98%; en RBT1, las ranas *Pristimantis* ocupan nueve sustratos, las hojas de los arbustos son los microhábitats preferidos, seguido de hojas de helecho, hierba y en la hojarasca del suelo; los otros sustratos (tronco vivo, rama muerta, hoja de palma y musgo) fueron poco preferidos por los pristinántidos (Meza-Ramos *et al.*, 2008).

Las especies específicas que resguarda este gradiente son (4 = 14,81%): en la parte mas baja del gradiente hallamos a *Osteocephalus verruciger*, *Pristimantis schultei* y *P. pecki*, mientras *Pristimantis. sp1* pertenece a la zona media del gradiente. *Osteocephalus verruciger* (individuo enfermo hallado en las piedras a la orilla del río Quebrada Honda durante la tarde) y *P. sp1* (hallado en la mañana saltando entre la hojarasca, presentaba la ausencia de un ojo) registraron un solo individuo.

Tabla 1. Lista de los anuros de RBT, registrados en trece meses de muestreo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR
Centrolenidae	<i>Nymphargus cariticommatus</i>	"rana de cristal"
Hylidae	<i>Osteocephalus verruciger</i>	"rana arborícola"
Strabomantidae	<i>Pristimantis atratus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis bromeliaceus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis colodactylus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis galdi</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis nephophilus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis orestes</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis pecki</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis petersorum</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis prolatus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis proserpens</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis rhodoplichus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis schultei</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.1	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.2	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.3	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.4	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.5	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.6	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.7	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.8	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis spinosus</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis versicolor</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis wiensi</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Pristimantis w-nigrum</i>	"rana o sapo"
Strabomantidae	<i>Lynchius</i> sp.	"rana o sapo"

Para demostrar si existe asociación específica de los anuros en cada gradiente altitudinal, se analizó mediante el cálculo de la prueba t de Student, confrontando la altitud con el número de especies específicas a cada gradiente. Obteniendo que $t_{0.05} = 9.7885$ es mayor al valor crítico $t_{0.05} = 3.182$ para tres grados de libertad, por lo tanto existe especificidad para cada gradiente altitudinal.

DISCUSIÓN

De las 27 especies de anuros registrados en la RBT, 13 (el 44,8% del total) presentan asociación específica a determinado gradiente, influido por el clima (temperatura y humedad relativa), formaciones naturales y la altitud (Duellman, 1979; Lynch, 1999b; Catenazzi y Rodríguez, 2001; Lynch y Suárez-Mayorga, 2002; Rodríguez, 2004). En la cual la familia Strobomantidae es la más dominante (excepto *Osteocephalus verruciger*, *Nymphargus cariticommatus* y

Lynchius sp.). Siendo notorio su limitado rango de distribución, especialmente en los gradientes superior e inferior.

Diversos trabajos han encontrado que, debido a sus características fisiológicas y etológicas, la riqueza, abundancia y distribución de anuros son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares; de igual forma para algunas especies simpátricas de una comunidad es importante cierto tipo de fisonomía vegetal y éste a su vez está correlacionado con el cuerpo y el tamaño del organismo, incluso el espacio del hábitat puede ser usado por otras especies con diferentes horas de actividad y estas a su vez habitan condicionadas por los efectos de la actividad humana (Meza-Ramos *et al.*, 2008; Ramírez, 2008; Cortez-Fernandez, 2006; García *et al.*, 2005; Venegas, 2005; Suárez-Badillo & Ramírez-Pinilla, 2004; Herrera *et al.* 2004; Arroyo *et al.* 2003; Contreras *et al.* 2001; Guerrero *et al.* 1999; Osorno-Muñoz, 1999; Lynch, 1999; Lynch, 1997 & Lynch, 1979b). Además se debe tomar en cuenta que cada grupo natural tiene un rango de tolerancia térmica, adaptación etológica y fisiológica (Herrera *et al.*, 2004). Así, si varias especies responden de forma similar frente a un factor ambiental limitante, es posible que dicho factor origine un patrón común de distribución para dichas especies (Guerrero *et al.*, 1999).

Este trabajo corrobora que las características específicas registradas en cada gradiente altitudinal (vegetación, lluvia, temperatura, humedad relativa y presencia de cuerpos de agua) limitan las fluctuaciones de distribución, abundancia y tamaño en las especies. Además se concluye que la preferencia del microhábitat, señala las asociaciones interespecíficas que estos anuros manifiestan; y ya que al menos existen dos especies específicas a cada gradiente, se aprecia cómo las ranas limitan sus requerimientos.

La mayor diversidad de anuros se encuentra en las áreas montañosas de la región andina tanto en Colombia, Ecuador y Perú (Lynch, 1997; Rodríguez, 2004; Yáñez-Muñoz, 2005), los movimientos orogénicos han producido valles rodeados por cordilleras, en donde las especies tienen áreas de distribución pequeña; es aquí donde se asemeja a un archipiélago de islas, ocurriendo un alto endemismo importante en el proceso de especiación (Lynch, 1997; Rodríguez, 2004).

Los reportes de Ramírez (2008), indican que el endemismo regional 52,6% es el más evidente; puesto que entre el norte de Perú (influenciado por la Depresión de Huancabamba) y el sur de los andes orientales del Ecuador (influenciado por el Abra de Zamora y el Nudo de Sabanilla) se concentra gran diversidad y endemismo por lo cual se recalca que es una ecoregión muy importante (Duellman & Wild, 1993; Venegas, 2005; Ramírez, 2008). Es aquí que se puede apreciar cómo esta ecoregión es limitada por el vulcanismo, formaciones vegetales y condición meteorológica. Asemejándose a una isla;

donde las especies se tornan importantes durante el proceso de especiación. Los patrones de especiación incluyen vicariantes en las tierras altas que tiene parientes en las tierras bajas, reemplazo latitudinal de especies hermanas en los Andes, y parientes transandinos (Lynch and Duellman, 1997).

En cuanto a su biogeografía (distribución de seres vivos en el tiempo y espacio) Morrone (2004) propone:

1. Cuando los factores climáticos y geográficos son favorables, los organismos están en estado de movilidad, por lo que expanden activamente su área de distribución geográfica de acuerdo con sus capacidades de dispersión o vagilidad, adquiriendo las especies su distribución ancestral o cosmopolitismo primitivo. Esta etapa corresponde al proceso de dispersión.
2. Cuando los organismos han ocupado todo el espacio geográfico o ecológico disponible, su distribución se estabiliza. Este periodo de inmovilidad permite el aislamiento espacial de las poblaciones en distintos sectores del área, mediante el surgimiento de barreras geográficas y la consecuente diferenciación de nuevas especies. Esta etapa corresponde al proceso de vicarianza.

En el caso de *Pristimantis prolatus*, este se distribuye a través de los cuatro gradientes altitudinales, presentando su mayor abundancia en R.B.T.1 y menor abundancia en R.B.T.4

Lynch (1979a) sugiere que los Eleutherodactylus (actualmente *Pristimantis*) son menos ágiles y más sensitivos a las barreras que los géneros *Atelopus*, *Gastrotheca* y *Telmatobius*, los cuales en general son de mayor tamaño y que además tienen restricciones en cuanto a los sitios de ovoposición por tener renacuajos acuáticos.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo forma parte complementaria del Informe final, emitido para Ecociencia, Fundación Jocotoco, Ministerio del Ambiente y el Programa de Becas de Investigación para la Conservación, con el tema: Estructura ecológica de una comunidad de ranas *Pristimantis* (Anura: Brachycephalidae) amenazadas, en las Laderas Altas de los Andes sur de Ecuador. Zamora Chinchipe. De igual manera al trabajo de tesis para optar al título de Licenciado en Ciencias Biológicas, tema: Patrones de diversidad en la Herpetofauna de cuatro gradientes altitudinales en la Reserva Biológica Tapichalaca. Agradecemos al Programa de Becas "Fernando Ortiz Crespo" de EcoCiencia y Conservación Internacional dirigida por Marco Albarracín por el financiamiento de esta investigación, a Marco Altamirano B., Carlos Carrera, Patricio Mena-Valenzuela, César Garzón y Rodrigo Arcos del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales por la revisión del diseño, comentarios y consejos al realizar esta investigación. A Nigel Simpson, Robert Ridgely, por el constante apoyo en las investigaciones realizadas, a Francisco Sornoza

presidente de la Fundación Jocotoco, a Pedro Álvarez y a los guardaparques de la Reserva Biológica Tapichalaca por el apoyo incondicional durante la fase de campo. A Gabriela Montoya del Ministerio del Ambiente por darnos el permiso de investigación (No. 018-IC-FAU-DNBAP/MA y No. 010 IC-FAU-DNBAPVS/MA). A Melina Rodríguez, Sania Ortega, María José Calderón, Mauricio Herrera, Miguel Urguilés, Stalin Cáceres y Andrés Laguna, egresados de la Universidad Central del Ecuador por su valiosa ayuda en la fase de campo y laboratorio. A David Veintimilla de la Universidad Técnica de Loja por su ayuda en la fase de campo. Finalmente queremos agradecer especialmente a Wladimir Carvajal por su ayuda incondicional en la identificación de los contenidos estomacales para conocer la dieta de nueve especies de *Pristimantis* de la Reserva Biológica Tapichalaca.

BIBLIOGRAFIA

- Albuja, L., M. Ibarra, J. Urgilés & R. Barriga.** 1980. *Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos*. Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Angulo A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds).** 2006. *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C.
- Arroyo, S., A. Jerez & M.P. Ramírez-Pinilla.** 2003. Anuros de un bosque de niebla de la Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 25(1): 153-167.
- Bustamante, M.R., S. Ron & L. Coloma** 2005. Cambios en la diversidad de siete comunidades de anuros en los Andes de Ecuador. *Biotrópica* 37(2): 180-189.
- Cañadas, L.** 1983. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. MAG-PRONAREG. Quito- Ecuador.
- Catenazzi, A. & L. Rodríguez.** 2001. Diversidad, Distribución y Abundancia de Anuros en la Parte Alta de la Reserva de Biosfera del Manu. Pp. 53-57. *En: Rodríguez, L. (Ed.). 2001. El Manu y otras Experiencias de Investigación y Manejo del bosque Neotropical*. IMBEMJESA. Perú.
- Coloma, L. A (ed).** 2005-2007. Anfibios de Ecuador. [en línea]. Ver. 2.0 (29 Octubre 2005). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. <http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/amphibiawebecc/anfibiosecuador/index.html>. Consulta: 21 de Enero del 2008.
- Contreras, M., I. Luna & J. Morrone.** 2001. *Conceptos Biogeográficos*. Elementos 41: 33-37.
- Cortez-Fernandez, C.** 2006. Variación altitudinal de la riqueza y abundancia relativa de los Anuros del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. *Ecología en Bolivia*, 41(1): 46-64.
- Crump, M.L. & N.J. Scott Jr.** 1994. Relevamiento por Encuentros Visuales. Pp 80-87. *En: Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C. y Foster, M. 2001. Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia. 1994, Smithsonian Institution Press.

- Duellman, W.E.** 1979. The Herpetofauna of the Andes: Patterns of Distribution, Origin, Differentiation, and Present Communities. Pp. 371-459. En: *The South American Herpetofauna: its origin, evolution, and dispersal*. Monogr. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas. 7:1-485.
- Duellman, W.E. & E.R. Wild.** 1993. *Anuran Amphibians from the Cordillera de Huancabamba, Northern Peru: Systematic, Ecology, and Biogeography*. Occasional Papers. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas. 157: 1-53.
- Duellman, W.E. & J.B. Pramuk.** 1999. *Frogs of the Genus Eleutherodactylus (Anura: Leptodactylidae) in the Andes of the Northern Peru*. Scientific Papers. Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas. 13: 1-78.
- Flores-Villela, O., L. Ochoa-Ochoa & C.E. Moreno.** 2005. Variación latitudinal y longitudinal de la riqueza de especies y la diversidad beta de la Herpetofauna Mexicana. Pp. 143-152. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Meliá (eds.) 2005. *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, grupo Diversitas & Conacyt, Zaragoza. IV + 242 pp.
- García, J.C., F. Castro & H. Cárdenas.** 2005. Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector La Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). *Caldasia* 27(2): 299-310.
- Guerrero J.C., R. Real, A. Antúnez & J.M. Vargas.** 1999. Asociaciones interespecíficas de los anfibios en los gradientes ambientales del sur de España. *Rev. Esp. Herp.* 13: 49-59.
- Hayek, L.C.** 1994. Diseño de Investigación para estudios Cuantitativos de Anfibios. Pp. 21-38. En: Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C. y Foster, M. 2001. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia. 1994, Smithsonian Institution Press.
- Herrera, A., L.A. Olaya & F. Castro.** 2004. Incidencia de la perturbación antrópica en la diversidad, la riqueza y la distribución de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque nublado del suroccidente colombiano. *Caldasia* 26(1): 265-274
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M. Foster.** 2001. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia. 1994, Smithsonian Institution Press.
- IUCN (Conservation International and Nature Serve).** 2004. Global Amphibian Assessment. <www.globalamphibians.org>. Consultado en 15 octubre 2004.
- Jaeger, R.G.** 1994. Muestreo por parches. Pp 102-104. En: Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C. y Foster, M. 2001. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia. 1994, Smithsonian Institution Press.

- Lips, K. R., J. K. Reaser, B. E. Young & R. Ibañez.** 2001. *Monitoreo de Anfibios en América Latina: Manual de Protocolos*. Herpetological Circular N° 30. Society for the study of Amphibians and Reptiles.
- Lynch, J.D.** 1979a. *Leptodactylid Frogs of the genus Eleutherodactylus From the Andes of Southern Ecuador*. Misc. Publ. Univ. Kansas. Mus. Nat. Hist. 66: 1-60.
- Lynch, J.D.** 1979b. The Amphibians of the Lowland Tropical Forest. Pp: 189-215. *En: Duellman, W.E. (ed.). 1979. The South American Herpetofauna: Its origin, evolution, and dispersal*. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Monogr. 7:1-485.
- Lynch, J.D.** 1999. Ranas pequeñas, la geometría de evolución, y la especiación en los Andes Colombianos. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23 (86): 143-159
- Lynch, J.D. & W.E. Duellman.** 1980. *The Eleutherodactylus of the Amazonian Slopes of the Ecuadorian Andes (Anura: Leptodactylidae)*. Misc. Publ. Univ. Kansas. Mus. Nat. Hist. 69: Pp. 1-86.
- Lynch, J.D. & W.E. Duellman.** 1997. *Frogs of the Genus Eleutherodactylus (Leptodactylidae) in Western Ecuador: Systematics, Ecology, and Biogeography*. Spec. Publ. Univ. Kansas. Mus. Nat. Hist. 23: 1-236
- Lynch, J.D., P.M. Ruiz-Carranza & M.C. Ardila-Robayo.** 1996. Biogeographic patterns of Colombian frog and toads. *Rev. Acad. Colomb. Cienc:* 21 (80): 237-248.
- Lynch, J.D. & A.M. Suárez-Mayorga.** 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24 (2): 471-480.
- Meza-Ramos, P., M. Yáñez-Muñoz, J.P. Reyes-Puig, & S. Ramírez.** 2008. Estructura Ecológica de una comunidad de ranas pristimantis (Anura: Brachycephalidae) amenazadas, en las laderas altas de los andes sur del Ecuador. Zamora Chinchipe. *Informe final* preparado para EcoCiencia, Fundación Jocotoco y Ministerio del Ambiente. Programa de Becas de Investigación para la Conservación (PBIC). Quito-Ecuador.
- Morrone, J.J.** 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Brasileira de Entomologia* 48(2): 149-162
- Osorno-Muñoz, M.** 1999. Evaluación del Efecto de Borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 13 (Suplemento especial): 347-356.
- Peters, J. A. & B. Orejas-Miranda.** 1970. *Catalogue of Neotropical Squamata: Part. II: Lizards, and Amphisbaenians*. Smithsonian Institution press. Washingto and London.
- Pounds, J.A., M. Bustamante, L.A. Coloma, J.A. Consuegra, M.P.L. Fogden, P.N. Foster, E. La Marca, K.L. Masters, A. Merino-Viteri, P. Puschenforf, S.R. Ron, G.A. Sánchez-Azofeifa, C.J. Still & B.F. Young.** 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature.* 439: 161-167.
- Ramírez, S.** 2008. *Patrones de diversidad en la herpetofauna de cuatro gradientes altitudinales en la Reserva Biológica Tapichalaca*. Zamora-Chinchipe.

- Ecuador. Tesis previa a la obtención del Título de Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador.
- Rodríguez, P., J. Soberón & H.T. Arita.** 2003. El Componente Beta de la Diversidad de mamíferos de México. *Acta Zool. Mex.* (n.s) 89:241-259.
- Rodríguez, L. O.** 2004. BIOSF_1: Diversidad Biologica de Alta Montanha y su Conservacion en Reservas de Biosfera. APECO. Lima-Perú. (en línea).
- Suárez-Badillo, H.A. & M.P. Ramírez-Pinilla.** 2004. *Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón (Santander, Colombia)*. *Caldasia* 26 (2): 395-416.
- Terán, F.** 1972. *Geografía del Ecuador*. Editorial CYMA. Quito - Ecuador.
- Uday, M.V. & Bussmann, R.** 2004. Distribución florística del bosque de neblina montano en la Reserva Tapichalaca, Cantón Palanda. Provincia de Zamora. *Lyonia* 7(1): 91-98.
- Valencia, R., C. Cerón, W. Palacios & R. Sierra.** 1999. Las formaciones naturales de la Sierra del Ecuador. Pp. 79-108. *En: R. Sierra (Ed.). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre / Global Environment Facility-Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Quito-Ecuador.*
- Venegas, P.** 2005. Herpetofauna del Bosque seco ecuatorial de Perú: Taxonomía, ecología y biogeografía. *Zonas Áridas*. 9: 9-26. Perú.
- Wolf, T.** 1975. *Geografía y Geología del Ecuador*. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito-Ecuador.
- Yáñez-Muñoz, M.** 2005. *Diversidad y Estructura de once comunidades de anfibios y reptiles en los Andes de Ecuador: Una proyección hacia los Patrones de Diversidad y Áreas prioritarias para la Conservación de la Herpetofauna Andina*. Tesis previa a la obtención del Título de Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador.