

# Estado poblacional de una de rana nodriza (Anura: Dendrobatidae: *Hyloxalus delatorreae*), críticamente amenazada, en los Andes Norte de Ecuador

Mario H. Yáñez-Muñoz<sup>1,2</sup>, Paúl Meza-Ramos<sup>1,2</sup>, Marco  
Altamirano B.<sup>1,2</sup> & Carlos Castro M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> División de Herpetología, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Rumipamba 341 y Av. de los Shyris, Casilla postal: 17-07-8976. Quito - Ecuador. E-mail: mayamu@hotmail.com.

<sup>2</sup> Programa de Becas de Investigación para la Conservación (PBIC), Ecociencia - Conservación Internacional

<sup>3</sup> Comunidad de Morán-Cabañas Las Orquideas. Calle Quiroga y Montúfar 08-61. El Ángel - Ecuador.

---

## RESUMEN

Se estudió el estado poblacional de *Hyloxalus delatorreae*, la cual forma parte de las cinco ranas nodrizas críticamente amenazadas en el Ecuador. El tamaño poblacional estimado mediante el modelo de Schumacher y Eschmeyer es menor a los 52 individuos. Los resultados a nivel de dinámica permiten observar patrones de actividad mayores durante los meses de mayor pluviosidad entre diciembre y mayo y épocas reproductivas entre febrero hasta junio. Se determinó la presencia del hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* en una de las muestras histológicas analizadas. Las inspecciones a localidades históricas no registraron la presencia de la especie. *Hyloxalus delatorreae* estaría categorizada en Peligro Crítico (CR) bajo los criterios A1abce, B1a(i,ii,iii,iv). Es necesario desarrollar acciones de conservación a nivel local, regional y nacional que proporcionen continuidad al monitoreo de la especie y principalmente aseguren la conservación de los ecosistemas en la localidad de Morán.

**Palabras Claves.-** *Hyloxalus delatorreae*, estado poblacional, especie críticamente amenazada, Andes norte de Ecuador.

## ABSTRACT

We study the population state of *Hyloxalus delatorreae*, which is part of the five frogs critically threatened in the Ecuador. The population size estimate according to the Schumacher and Eschmeyer pattern is smaller to the 52 individuals. The results at dynamical level allow to observ patterns of more activity during the months of more raining between December and May and reproductive times among February until June. The presence of the pathogen

*Batrachochytrium dendrobatidis* was determined in one of the histological samples analyzed. The inspections to historical localities didn't record the presence of the specie. *Hyloxalus delatorreae* would be categorized in Critical Endanger (CR) under the criteria A1abce, B1a(i,ii,iii,iv). It is necessary to develop conservation actions at local, regional and national level that provide continuity to the monitoring of the specie and mainly assure the conservation of the ecosystems in the locality of Morán.

**Key words:** *Hyloxalus delatorreae*, Population State, Critically threatened Species, north Andes of Ecuador.

ISSN 1390-3004

Recibido: 01-03-2010

Aceptado: 30-06-2010

## INTRODUCCIÓN

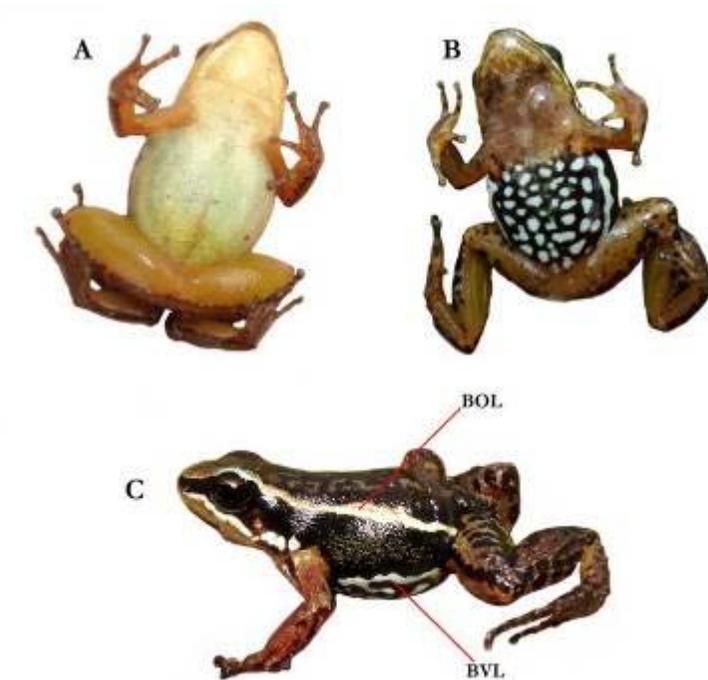
Los humanos están alterando el clima del planeta, derivando en la transformación de los ecosistemas, en enfermedades epidemiológicas, destrucción de hábitats y resultando en la extinción de muchas especies (Baillie *et al.*, 2004; Pounds *et al.*, 2006). La Evaluación Global de los Anfibios (Global Amphibian Assessment GAA) reveló que cerca de 427 especies de estos vertebrados están críticamente amenazados y 122 están posiblemente extintas (IUCN *et al.*, 2004), una cifra que es considerablemente más alta que otros vertebrados como aves y mamíferos. En América Latina (la región más rica de anfibios del mundo) dos de cada cinco especies están amenazadas de extinción alcanzando el 78.9% de las especies críticamente amenazadas (Young *et al.*, 2004). En Ecuador el 37% de su fauna anfibia está amenazada de extinción, con un número de 32 especies catalogadas como En Peligro Crítico de extinción (CR), de las cuales el 15% corresponden a ranas nodrizas de la familia Dendrobatidae (IUCN *et al.*, 2004). *Hyloxalus delatorreae* (Coloma, 1995), es una de las cinco especies de ranas nodrizas CR y la que menor rango de distribución geográfica (184 km<sup>2</sup>) (Coloma *et al.*, 2004), en relación a las otras especies de *Hyloxalus* en CR, cuyo rango promedio es de 3 568,9 km<sup>2</sup>. Después de la evaluación del componente herpetofaunístico en tres bosques húmedos de la provincia del Carchi, con el fin de contribuir al conocimiento sobre la composición, estructura y estado de conservación de los anfibios en las localidades de estudio, se determinó el hallazgo de una población de ranas nodrizas de la especie *Hyloxalus delatorreae* en los Bosques Húmedos Temperados de la localidad de Morán (Yáñez-Muñoz, 2005). El Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) a través de su División de Herpetología asumió el reto de diseñar y ejecutar el “Programa de Monitoreo y Conservación de la rana endémica de la Provincia del Carchi, *Hyloxalus delatorreae*”, cuya primera fase comprende la Evaluación y Estimación poblacional de este anfibio. Se planteó determinar la composición, estructura y fluctuación espacio temporal de la población, así como estimar su tamaño y densidad. Lo que nos permitiría determinar el estado de conservación actual de *Hyloxalus delatorreae* y establecer parámetros y temporadas óptimas que permitan medir a largo plazo, cambios en el tamaño de la población.

**Reseña histórica de *Hyloxalus delatorreae* (Coloma, 1995).**- *Hyloxalus delatorreae* probablemente fue conocida como *Colostethus* lados manchados de acuerdo con Rivero (1990), el cual se basa en la revisión de Edwards (1974) citando la localidad de Tulcán a 3 000 m de altura, en la provincia del Carchi, Ecuador. En dicha publicación se discute la distribución de la especie, entre los Andes Norte de Ecuador y el sur de Colombia sin citar el material ecuatoriano o los posibles registros colombianos. Posteriormente Rivero & Almendáriz (1991), reconocen a esta especie como *Colostethus* abdomen manchado citando la misma localidad. Estos cambios en la nomenclatura se deben a posibles errores en la traducción del latín: *speccacoeliacus*, nombre preliminar, asignado por Edwards (1974).

Similar tratamiento es la localidad mencionada por Rivero (1990) y Rivero & Almendáriz (1991), la cual no necesariamente corresponde a la localidad exacta de colección. Posteriormente Coloma (1995) nombra la especie *Colostethus delatorreae* en honor a Stella de la Torre.

Durante los tres últimos años las investigaciones dirigidas al entendimiento sobre la clasificación y relaciones filogenéticas de la clase Anfibia, han originado un sin número de cambios en la nomenclatura taxonómico (Frost *et al.* 2006; Faivovich *et al.* 2005). El género *Colostethus* tradicionalmente fue asignado a la subfamilia Colostethinae, pero revisión sistemática de la familia Dendrobatidae separó cerca del 76% de las especies que conformaban el género a *Hyloxalus*, con su respectiva subfamilia, Hyloxalinae (Grant *et al.* 2006).

*Hyloxalus delatorreae* fue descrito bajo las siguientes características: longitud rostro-cloacal en los machos, 17,5 - 20,8 mm.; hembras 19,3 - 20,5 mm., dedos de los pies no presentan membrana; su dorso no posee banda dorsolateral, es evidente la banda oblicuolateral que se extiende desde el ojo a la región inguinal y la presencia de línea ventrolateral. Su color en vida es: dorso gris oscuro o castaño pálido con una banda lateral oblicua crema-dorada; banda labial crema amarillenta; flancos cafés; superficies posteriores de los muslos amarillo con café o con marcas cafés oscuras; garganta crema amarillenta; esta especie presenta dimorfismo sexual: los machos presentan el vientre con un mosaico de negro con puntos blancos (Fig. 1A); las hembras presentan flancos negros con marcas grises, vientre crema amarillento (Fig. 1B); banda ventrolateral blanca, interrumpida en los machos (Fig. 1C) superficies posteriores de los miembros teñidos de naranja. En juveniles el vientre es blanco, algunos machos presentan dos puntos discretos en la base del pecho, en otros los puntos están incorporados dentro del patrón marmoreado del abdomen (Coloma, 1995). *Hyloxalus delatorreae* es comparado con *H. maquipucuna*, sin embargo esta última presenta banda dorsolateral completa (ausente en *H. delatorreae*). Puede resultar similar a *H. pulchellus*; no obstante, ésta no presenta la banda ventrolateral (Coloma, 1995).



**Figura 1.** Patrones de coloración en *Hyloxalus delatorreae*: A. Vista ventral en hembras, patrón crema amarillento; B. Vista ventral en machos, patrón marmoreado; C. Vista de perfil: BOL= Banda oblicuo lateral y BVL: Banda ventrolateral (presente en machos y hembras).

Los datos sobre la ecología de *Hyloxalus delatorreae* en la descripción original de la especie se restringen a observaciones sobre sus datos de captura y a las formaciones ecológicas de las localidades tipo.

*Hyloxalus delatorreae* fue categorizado por Coloma *et al.* (2004), CR bajo los criterios B2ab (iii,iv,v) C2a(ii), estableciendo que su área que ocupación es menor 100 km<sup>2</sup>, la cual está severamente fragmentada y la calidad del hábitat está en continua disminución. Adicionalmente la población estimada o inferida es menor a 250 individuos. *H. delatorreae* no se encuentra en ninguna de las 26 áreas protegidas de Ecuador (Coloma *et al.*, 2004).

## MÉTODOS

**Área de estudio.-** La comunidad de Morán (00°46'28"N, 78°06'14"W; alt. 2 700 - 3 000m) se ubica cerca del límite noroccidental de Ecuador; es parte del cantón Espejo en la Provincia del Carchi, encontrándose a 21 km de la ciudad de El Ángel (Fig. 2). Pertenece a la región fisiográfica de los Andes Norte de Ecuador (Duellman, 1979; Lynch & Duellman, 1997). De acuerdo con la clasificación preliminar herpetogeográfica para los Andes de Ecuador (Yáñez-Muñoz, 2005), se encuentra en la región de Laderas Altas de la Cordillera Occidental de los Andes Norte ecuatorianos. La comunidad se asienta en la cuenca del Río Morán, rodeado por dos ramales montañosos que lo conectan

con el ecosistema de páramo noroccidente de la Reserva Ecológica El Ángel (Fig. 2). La fisiografía abrupta, influenciada por la cuenca de este río, forma un cañón, denominado por los pobladores locales El Cañón de Morán (Fig. 3A), el cual divide drásticamente la planicie del ecosistema de páramo con los ecosistemas de Bosque Montano Alto y de Bosque de Neblina, en una distancia menor a 5 km.



**Figura 2.** Ubicación Geográfica de la comunidad de Morán en el Ecuador.

**Formaciones vegetales y régimen bioclimático.**- Tres formaciones vegetales acorde con la clasificación preliminar de Sierra (1999) se agrupan en la comunidad de Morán:

*Páramo de Frailejón* (alt. 3 500-3 800 m), se ubica en los límites superiores de los ramales montañosos que encierran el río Morán.

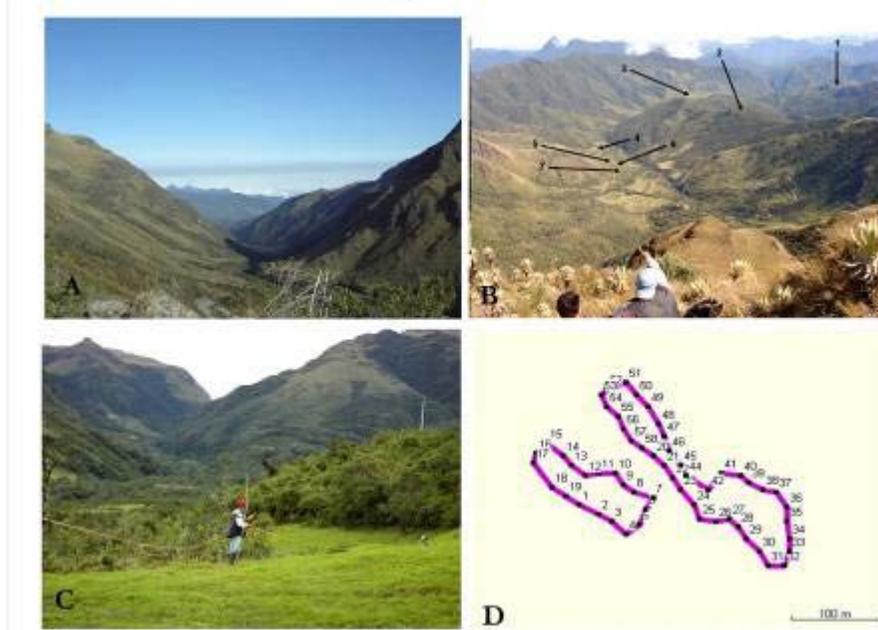
*Bosque Montano Alto* (alt. 3 100-3 500 m), se ubica en las laderas altas y cerros en la cuenca del río Morán.

*Bosque de Neblina* (alt. 2 700-3 000 m), se ubica en una planicie de las laderas bajas, de los ramales montañosos de la cuenca del Morán.

Los regímenes bioclimáticos corresponden a Lluvioso Templado (Sierra, 1999) y Húmedo Subtemplado (Lynch & Duellman, 1997).

**Composición general de la flora y fauna del Cañón de Morán.**- El Cañón de Morán debido a su fisiografía abrupta comprende dos formaciones ecosistémicas, plenamente diferenciadas. El ecosistema de páramo se encuentra compuesto principalmente por especies como frailejones (*Espeletia* sp.), pajonal (*Callamagrostris* sp.) y achupallas (*Puya* sp.); entre la fauna, las poblaciones de cóndores (*Vultur gryphus*) están muy bien representadas y se han reportado cerca de 12 especies de mamíferos, que incluyen 3 especies amenazadas y cuatro especies endémicas de roedores (Moreno, com. pers.). El

ecosistema de Bosque montano presenta estructura vegetal compuesta de árboles en promedio los 10 m de altura, salvo algunos árboles emergentes de guandera (*Clusia*), *Turpinia occidentales*, *Hediosmun cuatrecazanum* que sobrepasan los 20 m de altura. En las zonas que se encuentra regenerándose el bosque, es muy común los surales (*Chusquea* sp.) En estos bosques los musgos, las orquídeas, bromelias y otras epifitas son abundantes sobre los árboles, tales como: *Epidendrum*, *Stelis*, *Tillandsia*, *Guzmania*, *Elaphoglossum muscosum*, *Anthurium*. En esta área se han registrado más de una veintena de mamíferos 6 de las cuales son endémicas y una está amenazada (Moreno, com. pers). La herpetofauna que compone el cañón esta compuesta por más de treinta especies, las cuales incluyen especies nuevas anuros de los géneros *Atelopus* y *Pristimantis*, así como saurios *Pholidobolus* (Yáñez-Muñoz, 2005; Yáñez-Muñoz & Altamirano, 2005).



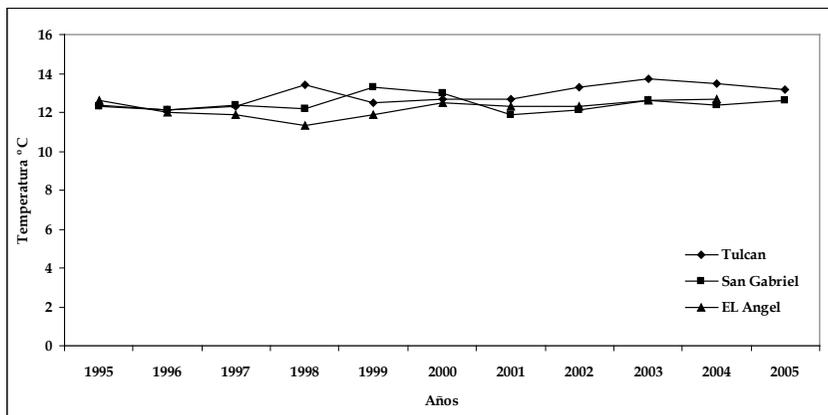
**Figura 3.** Área de estudio: A) Vista superior del Cañón de Morán, B) Vista panorámica de sitios visitados (los números correspondientes se ubican en la tabla 1), C) Hábitat de *Hyloxalus delatorreae*, D) Área delimitada de muestreo.

**Aspectos demográficos.-** La comunidad de Morán está compuesta por 12 familias con un número total de 50 habitantes, los cuales obtienen sus medios económicos a través de la producción lechera, la cual es vendida a los productores ganaderos del Carchi; su principal fuente de alimentación está basado en el cultivo de hortalizas y crianza porcina y avícola. Otra de las fuentes de ingreso a la comunidad constituye el ecoturismo. Actualmente la comunidad se encuentra impulsando el desarrollo de un corredor ecológico entre Morán y el bosque de Golondrinas, que integra un área aproximada de 20 km.

**Datos climatológicos en la región.-** Los datos meteorológicos de la provincia del Carchi fueron registrados en tres estaciones; la primera se encuentra en el aeropuerto de la Ciudad de Tulcán a 2 690 m s.n.m. la segunda esta en la ciudad de San Gabriel a 2 800 m s.n.m., estas dos estaciones contaban con los datos de temperatura y pluviosidad desde 1995 hasta el 2005, no se obtuvieron datos de la humedad. La última estación es la del Instituto Superior Alfonso Herrera en la ciudad de El Ángel a 3 000 m s.n.m. esta se encontraba a 21 km en línea recta a la Comunidad de Morán y solo se pudo obtener datos desde el 1995 hasta el 2004.

*Temperatura:* La temperatura promedio en la provincia del Carchi es de 12,15 °C; con una mínima de 11,3 °C en la ciudad de El Ángel y una máxima de 13,7 °C en la ciudad de Tulcán (Fig. 4).

*Pluviosidad:* La pluviosidad promedio en la provincia del Carchi es de 66,4 mm/año; con una mínima de 32,3 ml/año en la ciudad de El Ángel y una máxima de 112,1 ml/año en la ciudad de San Gabriel, a diferencia de la temperatura donde no se nota que exista una fluctuación bien definida. La pluviosidad en 1999 presenta un pico alto en las tres estaciones para luego descender bruscamente durante el 2001 y volver a ascender en el último año (Fig. 5).



**Figura 4.** Temperatura anual en tres estaciones Meteorológicas de la Provincia del Carchi (Tulcán, San Gabriel y El Ángel).

**Trabajo de campo.-** El trabajo de campo fue ejecutado en el último cuatrimestre del 2005 hasta mediados 2006. Durante el mes de septiembre de 2005, en un período de 4 días, se validó las técnicas a utilizarse en este estudio, así como el reconocimientos del área y potenciales sitios con poblaciones de *Hyloxalus delatorrae*. En octubre y diciembre de 2005 y febrero, abril, junio y agosto de 2006, en períodos de 10 días se levantó las evaluaciones herpetológicas en las cuales se rastreó los cantos de *Hyloxalus delatorrae* y se colectaron de forma manual todos aquellos individuos observados.

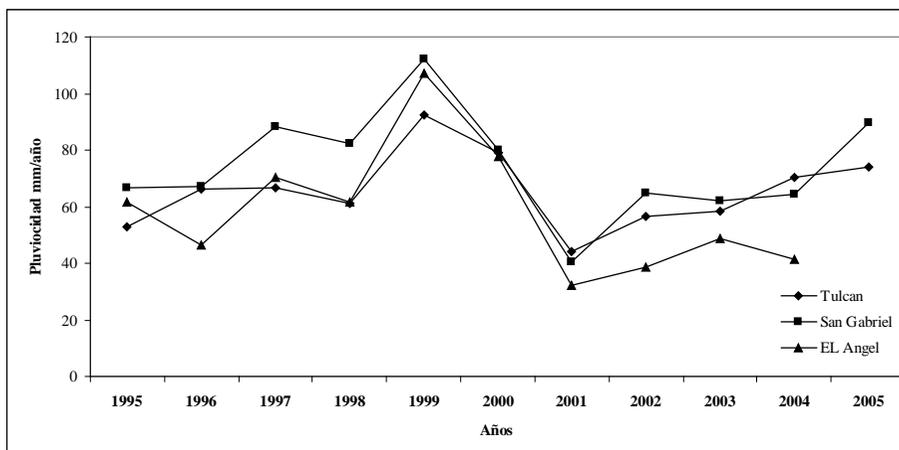


Figura 5. Pluviosidad anual en los últimos 10 años en la provincia del Carchi (Tulcán, San Gabriel y El Ángel).

Tabla 1. Sitios visitados en el cañón de Morán para registros de presencia-ausencia de *Hyloxalus delatorreae*

Nombre Localidad	Coordenadas	Altitud	Presencia de <i>H. delatorreae</i>	Características
El Plata	17 N 828836 91178	2 400 m	No	Localidad cerca e histórica de <i>H. delatorreae</i> . Comprende zonas de cultivo el Río El Plata y muy pocos remanentes de bosque
Cotinga	17 N 827990 87545	2 879 m	No	Bosque montano cubierto principalmente por vegetación secundaria. Comprende los ramales montañosos del norte del Cañón de Morán
La Cortadera	17 N 826353 89611	2 507 m	No	Poblado que comprende zonas de cultivo y pocos remanentes boscosos. Se ubica en las estribaciones de la ladera sur del Cañón de Morán
La Curva	17 N 827710 85923	2 770 m	No	Pantano ubicado a pocos km del poblado de Morán cubierto principalmente por pastos y poca vegetación arbustiva.
Pantano de Olivia	17 N 827963 85708	2764 m	Si	Pantano dentro del poblado de Morán, con remanentes significativos de vegetación arbustiva, forma parte del drenaje del río Morán
La Escuela	17 N 828277 85599	2761 m	No	Pantano dentro del poblado de Morán, con pequeños remanentes significativos de vegetación arbustiva, forma parte del drenaje del río Morán
El Placer	17 N 828987 84896	2912 m	No	Pantano dentro del poblado de Morán, sector el Placer, compuesto de vegetación de pastizal

**Delimitación del área de muestreo.-** Se realizaron inspecciones a lo largo de 22 km cubriendo la distribución propuesta para *H. delatorreae* por Coloma *et al.* (2004). Se identificó siete áreas potenciales de ocupación de la especie en estudio (Fig. 3B), una de ellas en las cercanías a la localidad tipo; sin embargo tan solo fue registrada en una (Tabla 1), la misma que cubre una superficie aproximada de 5 ha y comprende un pantano rodeado por un remanente de chaparral que cubre los drenajes que alimentan el Río Morán. Encerramos con una piola de color naranja el área y delimitamos 58 puntos GPS separados cada 25 m (Fig. 3C). Posteriormente trazamos un transecto en zigzag con una extensión de 1 100 m el cual cubría toda el área de muestreo, dividiéndolo en dos subtransectos de 550 m.

**Registro y marcaje de individuos.-** Para nuestra investigación obtuvimos dos tipos de registros:

*Registros auditivos:* fueron obtenidos a través de grabaciones en cintas magnetofónicas realizadas en una grabadora con micrófono unidireccional, tomando datos de hora, temperatura ambiental, humedad relativa y nubosidad, tres veces por hora.

*Registros de captura:* los especímenes capturados fueron medidos con un calibrador de 0,01 de precisión para obtener su longitud rostro-cloacal (LRC), registrando datos ambientales como temperatura ambiental, humedad relativa con un termohidrómetro y la nubosidad fue estimada en una escala de 1 a 7. Otros datos adicionales como hora de captura, sexo, distancia hacia el sitio original de captura, distancia en relación a cuerpos de agua.

Para la identificación de los individuos colectados, se utilizaron las manchas corporales que son de forma y coloración únicas para cada individuo, éste tipo de identificación ha sido probado en estudios poblacionales de especies en peligro crítico como ranas arlequines (*Atelopus*) y en otros vertebrados mayores como osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y ballenas jorobadas (*Megaptera novaengeliae*), donde se han ocupado manchas distintivas en el vientre, cara o aletas respectivamente (González, com. pers.; Castellanos *et al.*, 2004; Salazar, com. pers.). En nuestro caso tomamos la banda ventrolateral y manchas alrededor del tímpano en el lado derecho de cada espécimen (Fig. 6). Cada marca fue fotografiada con una cámara digital a la cual se le asignó un código único (nombre-mancha), los mismos que fueron tabulados en una base de datos. Esta técnica de identificación permitió remplazar el marcaje de ectomización o amputación de falanges para disminuir potenciales riesgos en la mortandad de la población (Donnelly, 1994). Los individuos capturados fueron liberados, inmediatamente después de su registro en el mismo sitio de captura.

**Técnicas de muestreo y diseño de la investigación.-** Para la evaluación y estimación del tamaño poblacional de *Hyloxalus delatorreae*, aplicamos 4 técnicas modificadas de Heyer *et al.* (1994) y Lips *et al.* (2001), que permiten estimar el tamaño poblacional, la actividad y fenología reproductiva de las especies (Tabla 2).



**Figura 6.** Identificación de individuos de *Hyloxalus delatorreae*, basados en diseños de manchas del tímpano y bandas ventrolaterales. En el lado derecho se exhibe las variaciones de las marcas.

**Tabla 2.** Diseño implementado para el estudio de evaluación y estimación de la población de *Hyloxalus delatorreae* en el bosque húmedo de Morán.

Técnica	Nº transectos o cuadrantes	Nº días	Resultado esperado
<b>Inspecciones por Encuentros visuales</b>	2 transectos	2	Actividad, comportamiento y asociación a hábitats
<b>Cuadrantes puntuales de 1X1</b>	56 cuadrantes en dos transectos	3	Densidad, estimación del tamaño poblacional, Captura-recaptura
<b>Transectos de Bandas Auditivas</b>	2 transectos	3	Actividad diaria y estacional de canto, Nº Machos vocalizando y territorios
<b>Inspecciones</b>	sitios de apareamiento	1	Huevos, Larvas y Parejas amplexadas

**Tabla 3.** Diseño de la metodología de bandas auditivas:  
Nº de intervalos de tiempo cubiertos en cada transecto.

<b>Día</b>	<b>Período</b>	<b>Transecto 1</b>	<b>Descanso</b>	<b>Transecto 2</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6:00-7:00</b>	7:00-8:00 10:00-	8:00-9:00
	<b>2</b>	9:00-10:00	11:00 13:00-	11:00-12:00
	<b>3</b>	12:00-13:00	14:00 16:00-	14:00-15:00
	<b>4</b>	15:00-16:00	17:00	<b>17:00-18:00</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7:00-8:00</b>	8:00-9:00 11:00-	9:00-10:00
	<b>2</b>	10:00-11:00	12:00 14:00-	12:00-13:00
	<b>3</b>	13:00-14:00	15:00 17:00-	15:00-16:00
	<b>4</b>	<b>16:00-17:00</b>	18:00	--
<b>3</b>	<b>1</b>	8:00-9:00	7:00-8:00 10:00-	<b>6:00-7:00</b>
	<b>2</b>	11:00-12:00	11:00 13:00-	9:00-10:00
	<b>3</b>	14:00-15:00	14:00 16:00-	12:00-13:00
	<b>4</b>	<b>17:00-18:00</b>	17:00	15:00-16:00

Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

1) *Inspección por encuentros visuales* (Crump & Scott, 1994): permitió medir la asociación de hábitats y la actividad de la especie, estableciendo 2 transectos de 550 m de largo por 2 metros de área de búsqueda, los cuales fueron recorridos durante 2 días de búsqueda 3 veces por día.

2) *Muestreo por cuadrantes puntuales* (Jeager & Inger, 1994): sirvió para cuantificar la abundancia, territorialidad y puntos de congregaciones, a través de muestreos puntuales de 1 x 1 m, cada 25 metros en los transectos delimitados, acumulando 56 cuadrantes muestreados, los cuales fueron inspeccionados durante 3 días.

3) *Inspecciones de sitios de apareamiento* (Lips et al., 2001): consistió en buscar huevos, renacuajos y parejas de ranas en amplexo que se encuentran en charcas, arroyos y otros cuerpos de agua, dándonos información de la actividad reproductiva y fenológica, fueron realizados en períodos de 1 día.

4) *Transectos de bandas auditivas* (Zimmerman, 1994): para ésta metodología se necesitó cubrir 12 intervalos de 60 minutos entre las 6 y 18 horas; para lo cual en tres días, acumulamos cuatro intervalos diarios de muestreo por transecto separados por dos horas (Tabla 4). Para el primer día de muestreo se inició a las 6:00 en el transecto 1 finalizando el período de muestreo a las 18:00 en el transecto 2 (Tabla 3), cada transecto fue muestreado cada dos horas, separada por un intervalo de descanso de 60 minutos, acumulando cuatro intervalos de tiempo diferentes en el día para los dos transectos muestreados. En el día 2, se inició una hora más tarde para cubrir cuatro intervalos de tiempo no cubiertos en el día 1 y finalmente en el día 3 se inició a las 6:00 en el transecto

2 para finalizar a las 18:00 en el transecto 1 cubriendo de esta forma los cuatro intervalos de tiempo restantes. Con esta técnica logramos cuantificar el número de individuos vocalizando en una hora por cada transecto, obteniendo finalmente la actividad diaria de canto de la especie; el número de machos y sus territorios.

**Tabla 4.** Diseño de la metodología de bandas auditivas:  
N° de intervalos cubiertos por día de muestreo.

Intervalos	Días Muestreados por transecto		
	día 1	día 2	día 3
6:00-7:00	1		
7:00-8:00		1	
8:00-9:00			1
9:00-10:00	1		
10:00-11:00		1	
11:00-12:00			1
12:00-13:00	1		
13:00-14:00		1	
14:00-15:00			1
15:00-16:00	1		
16:00-17:00		1	
17:00-18:00			1
<b>Intervalos acumulados por día</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

**Técnicas para análisis de patógenos.-** Adicionalmente para detectar la presencia de patógenos se analizaron 5 especímenes preservados por cortes histológicos; 11 muestras de *swab* fueron obtenidas por preparaciones húmedas a través de raspados de piel con hisopos de algodón, las cuales se analizaron por PCR. Estas muestras incluyeron colecciones antiguas provenientes de otras localidades y colecciones actuales obtenidas durante el muestreo.

## RESULTADOS

Durante las evaluaciones realizadas a lo largo de seis ocasiones, se obtuvo un total de 284 registros, de los cuales el 54% de individuos fueron capturados, 40% correspondieron a machos vocalizando y el 6% a recapturas (Tabla 5).

### Dinámica de la población

*Estructura:* La población de acuerdo al sexo y edad relativa de individuos formados, está estructurada por un 50% de machos, la otra mitad la componen los juveniles y las hembras que alcanzaron proporciones de 0,25 y 0,20 individuos respectivamente (Fig. 7A); en el caso de los individuos

subadultos tan solo representaron menos del 10% de la población. En relación a los individuos en estado larvario y metamórfico, el 61% corresponden a larvas de renacuajos en estado II (larvas con patas traseras), seguidos con una proporción de 0,31 ind. de estado I (larvas sin patas traseras); en contraste con individuos metamórficos (larvas con cuatro extremidades) que no alcanzaron el 10% de los registros de captura (Fig. 7B). Registramos dos individuos que presentaban mal formaciones en sus extremidades, uno con su pata delantera y dígitos manuales en forma de muñón y otro cuya extremidad posterior derecha carecía completamente de su parte distal.

**Tabla 5.** Registros de *Hyloxalus delatorreeae* durante seis muestreos entre los años 2005-2006.

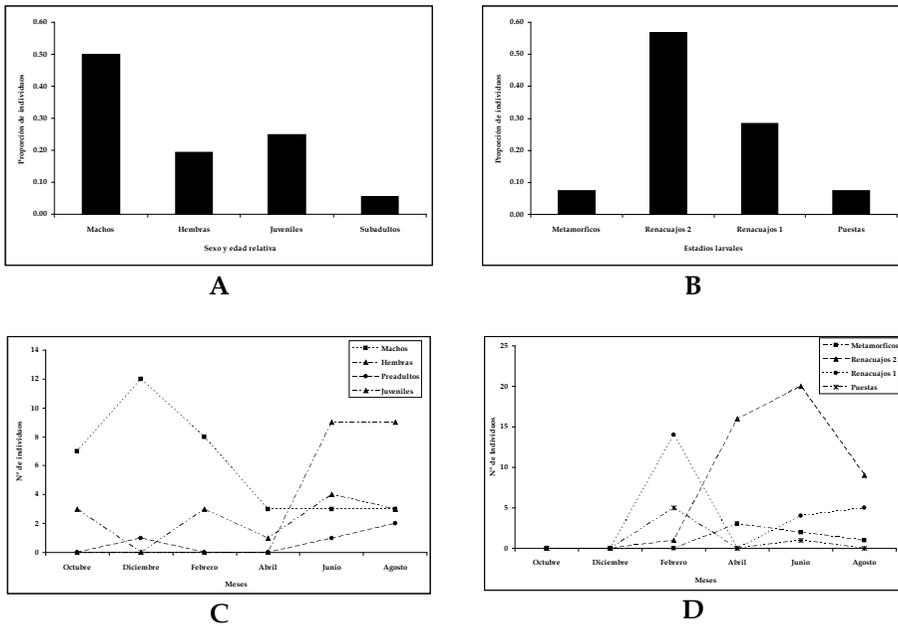
Tipo de registro	Información*	O	D	F	A	J	Ag	Total
Capturas	Formados	10	13	11	4	17	17	72
	Larvas y Metamórficos	0	0	20	19	27	15	81
Vocalizaciones	Machos vocalizando	22	16	19	30	15	13	115
Marcaje-recaptura	Recapturados	0	3	5	1	3	4	16
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>55</b>	<b>54</b>	<b>62</b>	<b>49</b>	<b>284</b>

\*=Número de individuos, O= octubre, D= diciembre, F= febrero, A= abril, J= junio, Ag= agosto

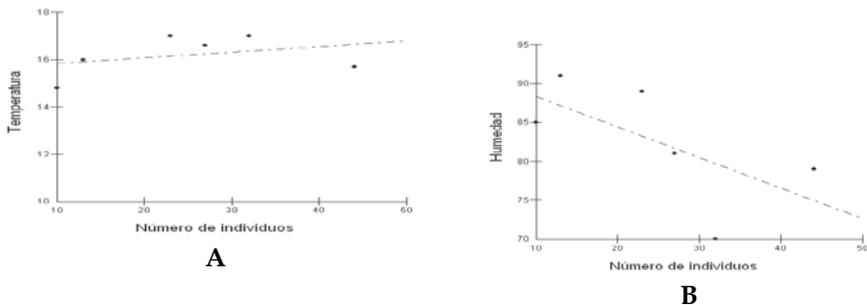
*Fluctuaciones de la población:* La población de *Hyloxalus delatorreeae* mostró variaciones a lo largo de los seis muestreos, comprendidos en un promedio de 25,5 ind./muestreo (4 - 17, n=153). Los adultos machos mostraron altas proporciones de captura entre los últimos meses del año 2005 hasta la mitad del primer trimestre del 2006, siendo diciembre el mes con mayor registro de individuos (Fig. 7C); a partir de del segundo hasta el tercer trimestre del 2006 los registros de machos disminuyeron a menos de la mitad de individuos capturados. Las hembras adultas fueron registradas en un número muy bajo durante el muestreo y alcanzaron un pico máximo de registro en el mes de junio donde su proporción de individuos fue mayor al de los machos (Fig. 7C). Para los juveniles su presencia fue nula durante los muestreos realizados hasta abril del 2006, incrementando ampliamente el número registros en el mes de junio manteniéndose hasta agosto (Fig. 7C) siendo el grupo más muestreado durante este estudio. La presencia de subadultos fue poco representativa y no superaron durante todo los muestreos más de 3 individuos (Fig. 7C).

*Análisis estadístico:* Aplicando la prueba de  $X^2$ , se observa que existe diferencias significativas en la proporción de las diferentes categorías de la población tanto en edades relativas y estado larvario ya que el valor encontrado 85,1 es mayor al valor crítico ( $X^2= 67,9$ , gl= 6,  $p= 0.0001$ ). De la misma forma las diferencias entre la abundancia total de individuos y los meses de muestreo entre el 2005 y 2006, también es significativa ( $X^2= 93,5$ , gl=

5,  $p= 0.0001$ ). Al correlacionar el número de individuos capturados con la temperatura y humedad ambiental se observa que las tendencias son atípicas entre las variables y que podrían ser poco congruentes. Por un lado existe una tendencia de correlación positiva, más no significativa, entre la temperatura y el número de individuos capturados ( $r= 0.346$ ,  $p= 0.5006$ ) (Fig. 8A). En contraste la humedad, presenta una correlación negativa ( $r = -0.64$ ,  $p= 0.1655$ ) con los individuos capturados (Fig. 8B).



**Figura 7.** Estructura poblacional de *Hyloxalus delatorreae* basado en el número de individuos capturados durante los años 2005-5006: A) Datos para individuos formados, B) Datos para larvas y Metamórficos, C) Fluctuaciones de individuos formados en seis meses de muestreo, D) Fluctuaciones de larvas y metamórficos en seis meses de muestreo.



**Figura 8.** Correlación entre el número de individuos de *Hyloxalus delatorreae* con la temperatura y humedad ambiental durante los años 2005-5006: A) Temperatura vs. número de individuos, B) Humedad vs. número de individuos.

**Fenología reproductiva:** Se determinó durante la febrero hasta agosto indicios reproductivos de *Hyloxalus delatorreeae*, evidenciados a través larvas y puestas de huevos. Las puestas de huevos fueron registradas entre los meses de febrero y junio, mientras que los renacuajos de tipo I alcanzaron un pico máximo de 15 individuos en el mes de febrero y en agosto con un máximo de 5 individuos (Fig. 7D). Los renacuajos de tipo II fueron registrados entre febrero y agosto alcanzando su máximo de individuos en junio con 20 individuos (Fig. 7D). Los individuos metamórficos fueron bajos en registros durante los muestreos realizados y se observaron a partir del mes de abril hasta agosto, sin sobrepasar los cinco individuos (Fig. 7 D). No registramos mal formaciones en los renacuajos.

**Territorios y congregaciones:** Basados en los registros de capturas y vocalizaciones en la primera fase, se ha delimitado un total de 17 territorios de *Hyloxalus delatorreeae* en las 5 ha estudiadas, de los cuales 8 constituyen congregaciones de individuos compuestas entre dos y cinco miembros. Las congregaciones compuestas por cinco miembros contienen dentro su grupo por lo menos a una hembra. Tan solo en tres de las ocho congregaciones fueron registradas puestas y larvas de la especie.

**Estimación del tamaño y densidad Poblacional.-** Los registros basados en la captura de especímenes permitieron identificar un total de 33 individuos, de los cuales se recapturó el 49 %. Los muestreos cumplieron con los siguientes preceptos: 1) las muestras son representativa de la población, 2) las manchas son permanentes y están correctamente registradas, 3) los animales liberados se distribuyen aleatoriamente en la población y 4) las manchas no afectan la probabilidad de recaptura. Se utilizó el método de Shumacher y Eschmeyer (Krebs, 1989) para estimar el tamaño de la población en base de varias muestras (Tabla 8), obteniendo un estimador de 52 individuos para la población estudiada. Los cálculos de densidad poblacional mostraron una proporción de 0,63 ind m<sup>-2</sup> en individuos formados y 0,07 ind m<sup>-2</sup> en larvas y metamórficos.

**Tabla 6.** Valores del estimador de Petersen para la población de *Hyloxalus delatorreeae* obtenidos en tres muestreos: Valores con negrilla número de individuos capturados y marcados; Valores en itálicas tamaños poblacionales calculados; Valores en tipo de letra normal, número de recapturas por muestreo.

Muestreos	Octubre	Diciembre	Febrero-Marzo
<b>Octubre</b>	<b>9</b>	29	33
<b>Diciembre</b>	3	<b>12</b>	22
<b>Febrero-Marzo</b>	2	5	<b>10</b>

**Uso de hábitas, microhábitas y comportamiento.-**

**Área de ocupación de *Hyloxalus delatorreeae*:** De los sitios evaluados con potenciales características ecológicas para asumir la presencia-ausencia de la especie en estudio, tan solo en un hábitat fue registrada, el cual comprende un pantano lacustre cuya vegetación está representada por algunos arbustos

como *Tiborchina mollis*, *Galium hyporcarpium* y *Baccharis latifolia*, en su mayoría existen hierbas *Paepalanthus pilosus*, *Calceolaria* cf. *utricularioids* y *Pilea* sp. gran parte el pantano se encuentra invadido de el pasto (*Bromus* sp.) el cual es una especie introducida en todo el Ecuador y sirve de alimento para el ganado Bovino. En la zona del pantano el pasto va reemplazando a las especies nativas y forma una especie de alfombra por encima de las áreas anegadas secándolo poco a poco. También se observo helechos (*Thelepteris* sp.) y falsos helechos (*Equisetum bogotensis*). La especie más importante es *Gunnera* cf. *pilosa* la cual cubre las zonas de drenaje del pantano. En los potreros existen parches de chaparro, representados por algunas especies: *Galium* sp, *Rubus adenotrichos*, *Piper barbatum*, *Tiborchina mollis*, *Aristeguietia* sp. entre otras; la especie más abundante en esta zona fue *Chusquea* sp. En el chaparro los musgos, líquenes, bromelias y otras epifitas son comunes, entre las especies encontramos: *Epidendrum* sp., *Usnea* sp., *Tillandsia* sp., *Guzmania* sp., *Guzmania* cf. *complanata*

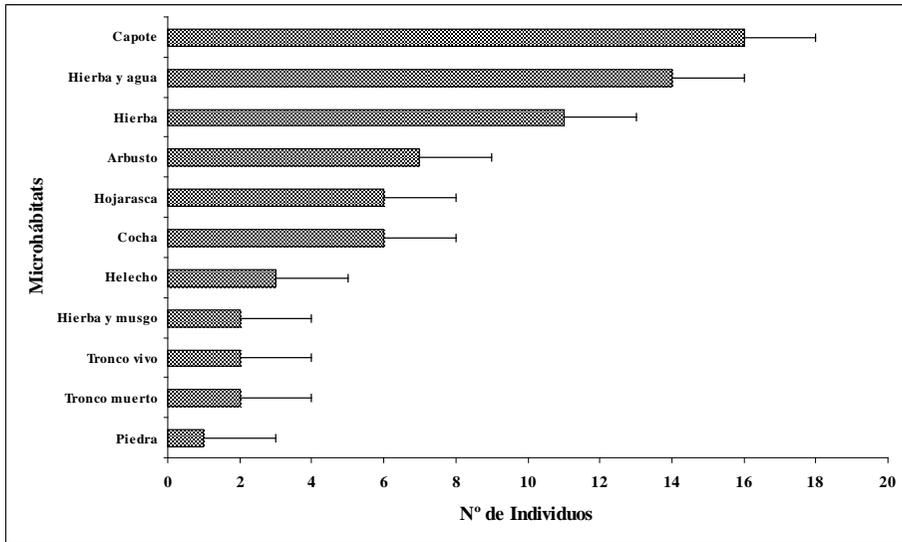
**Tabla 7.** Valores del estimador de triple captura para la población de *Hyloxalus delatorreae* obtenidos en tres muestreos: r= número de individuos capturados por cada muestra; n= número de individuos capturados por muestra; m21= individuos marcados en la muestra 1 y capturados en la muestra 2; M31= individuos marcados en la muestra 1 y no recapturados en el día 2; m32= individuos marcados en la muestra 1 y 2; N= tamaño poblacional estimado para cada muestra;  $\hat{\phi}$ = Supervivencia;  $\hat{g}$ = Ganancia.

$r^1= 9$	$m= 3$	$n_1=9$	$N1=10,63$
$r^2= 12$	$m= 0$	$n_2 =12$	$N1=10,64$
$r^3= 13$	$m= 5$	$n_3=10$	$N1=10,65$
$\hat{\phi}= 33$			
$\hat{g}= 64$			

**Tabla 8.** Datos aplicados para el estimador de Schumacher y Eschmeyer para el tamaño poblacional de *Hyloxalus delatorreae*.

Muestra	Nº de capturas Ct	Nº de Recapturas Rt	Nº de Marcas Recientes	Nº de marcas antes del muestreo Mt
1	8	0	8	0
2	11	3	8	8
3	10	5	5	16
4	3	1	2	21
5	9	3	6	23
6	8	4	4	29
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>16</b>	<b>33</b>	<b>29</b>
N=	51,8			
<b>Varianza</b>	<b>0,168414991</b>			
<b>Error standard</b>	<b>0,003236692</b>			

*Microhábitat*: La población de *H. delatorreeae* estudiada fue registrada en siete tipos diferentes de microhábitats (Fig. 9), los más utilizados para realizar sus actividades fueron, la vegetación herbácea compuesta por hojas de la planta conocida como paraguas de duende, capote o Sarapanga (*Gunnera cf. pilosa*) dentro del pantano, otro microhábitat ocupado por *H. delatorreeae* fue la hojarasca en la base de arbustos y árboles asociada con musgo y caballo chupa (*Equisetum* sp.) en los límites del pantano (Fig. 9).



**Figura 9.-** Microhábitats utilizados por *Hyloxalus delatorreeae*.

*Comportamiento*: Se registró cuatro tipos de actividades realizadas por *Hyloxalus delatorreeae* cuatro, entre las cuales la actividad de canto fue la preferida por los machos; función utilizada para defender sus territorios, llamar a las hembras en la época de apareamiento o como advertencia en los momentos de peligro. En el caso de las hembras la mayoría de ellas fueron encontradas moviéndose cerca de los sitios donde los machos cantaban y en una ocasión se encontró a una hembra transportando 13 renacuajos en su espalda. *Hyloxalus delatorreeae* es una especie que utiliza la estrategia de crípsis cromática para pasar desapercibido ante sus depredadores, generalmente su coloración oscura permite asociarse con los diferentes tipos de sustrato que ocupa. En el caso de sentirse acosado esta especie recurre a escapar introduciéndose dentro de la vegetación o también puede optar por el comportamiento de tanatosis (fingir su muerte).

**Actividad de canto**

*Actividad diaria*: Durante los seis meses de muestreo se registraron 115 vocalizaciones de machos, el mes de octubre presenta el máximo número de cantos con 22 individuos y el mes de agosto fue el que presentó menor cantidad de vocalizaciones 14 (Fig. 10).

Durante octubre las vocalizaciones iniciaron a las 6:00 de la mañana con un individuo vocalizando, registrando el pico más alto de 11 a 12:00 horas con 22 individuos, para luego descender abruptamente a las 16:00 horas sin individuos vocalizando (Fig. 10A). Para el mes de diciembre la actividad de canto inició a las 6:00 de la mañana con dos individuos vocalizando, esta se incrementa paulatinamente hasta las 11:00 con 17 individuos, luego descendiendo para terminar a las 14:00 con dos individuos vocalizando (Fig. 10B). En febrero fue el mes las vocalizaciones tuvieron una duración a lo largo de todo el día, empezando a las 6:00 de la mañana con un individuo, llegando a un pico máximo de 19 individuos a las 10:00 de la mañana, manteniéndose entre 18 y 16 machos entre las 11:00 y 14:00 horas, luego desciende hasta terminar a las 18:00 con un solo individuo cantando (Fig. 10C). Durante abril la curva de actividad de canto fue irregular, la actividad empezó a las 6:00 con un solo individuo vocalizando, luego ascendiendo a un máximo de 18 machos cantando entre las 9 a 10:00; posteriormente se observó un pequeño descenso de 10 a 11:00 (15 machos), para luego incrementar a 16 individuos de 11 a 12:00, descendiendo hasta las 14:00 donde hasta las 17:00 donde solo se escucho dos individuos (Fig. 10D). Para junio la actividad decanto disminuyó, inició a partir de las 7:00 con cuatro individuos, llegando a un pico máximo de 15 machos vocalizando entre las 10 y 11:00, luego la actividad cesó paulatinamente hasta las 16:00 donde solo se escucho a dos individuos (Fig. 11E). En el último mes de muestreo, agosto, fue el mes que menor actividad presentó, iniciando a las 6:00 con un solo individuo cantando, el pico máximo es a las 9:00 con 14, para luego descender gradualmente de 17 a 18:00 con dos individuos activos (Fig. 10F).

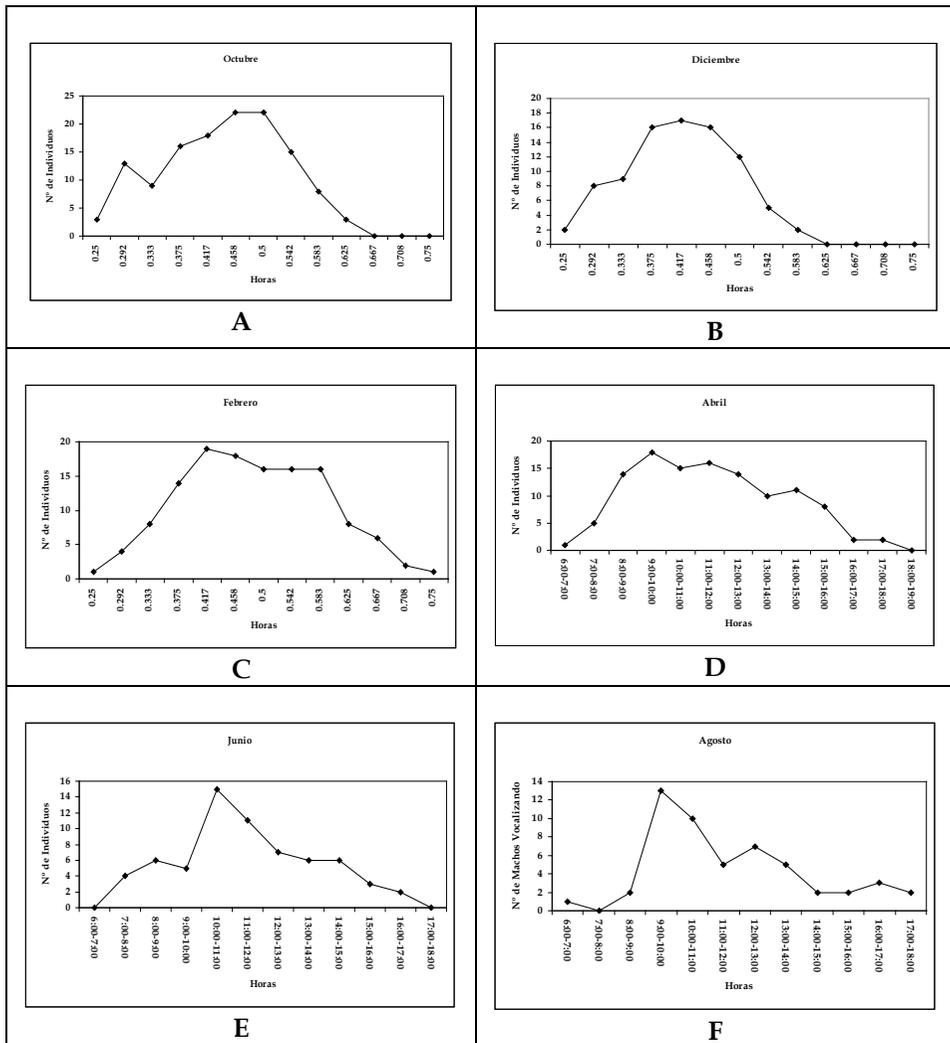
Los valores de machos vocalizando en los seis intervalos de horas de muestreo diario evidencian diferencias significativas, expresadas a través de la prueba Chi-cuadrado donde el valor calculado 52,13 es mayor al valor crítico  $X^2_{0,005} = 28\ 300$ .

*Actividad de canto estacional:* Se observó que existe diferencias entre las dos estaciones climáticas, la actividad de canto es más dominante en la época lluviosa, el pico máximo ocurre de 9 a 12:00 en donde cantan de 48 a 51 individuos, las vocalizaciones de los machos empezaron a las seis de la mañana y duraron hasta el anochecer 18:00 (cuatro individuos), esto puede ocurrir porque en esta estación es la época donde se reproducen, ya que se observó machos junto a las hembras y la mayoría de las puestas fueron observadas en esta época. En la estación menos lluviosa la actividad de canto disminuyó, el pico máximo fue entre las 10 a 11:00 horas con 43 individuos activos, iniciando a las seis de la mañana y hasta las 18:00 con dos individuos activos (Fig. 11). La diferencia entre el número de machos vocalizando entre los dos períodos estacionales es significativo ( $X^2 = 30,27$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.0001$ ).

## DISCUSIÓN

**Estructura y dinámica poblacional.-** La estructura poblacional de *H. delatorrae* muestra una composición donde la proporción de sexos es 2:1, lo

cual podría haber estado influenciado por las técnicas aplicadas; sin embargo al tratarse de una población relictual y cerrada es muy factible que la migración y reclutamiento de hembras con otras poblaciones sea nulo. La baja proporción de hembras podría estar causando efectos de erosión genética en la población los cuales han sido evidenciados en mal formaciones registradas en individuos capturados durante los muestreos realizados y por el bajo porcentaje de individuos metamorfoseados encontrados (10%).



**Figura 10.** Actividad de canto por horas de *Hyloxalus delatorreae* en seis meses de muestreo durante los años 2005-2006.

Esto podría significar que primero deben existir factores intrínsecos o extrínsecos que limitan el número de larvas que pueden llegar a metamorfosearse y segundo que de mantenerse la proporción de sexos de 2:1 en los individuos metamorfoseados, el número de hembras que puedan

convertirse en individuos formados es muy bajo. Esto a su vez podría demostrar porque la población está declinando no solo en su rango de distribución sino también el número y tamaño poblacional.

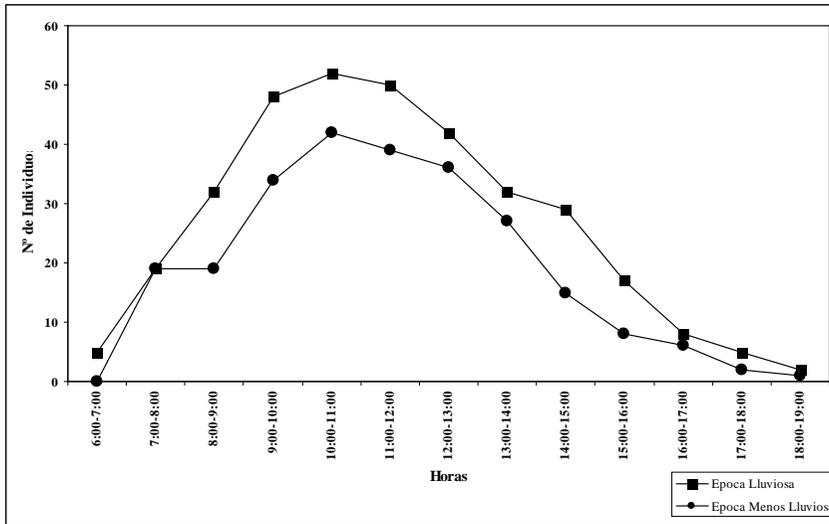


Figura 11. Actividad de canto estacional de *Hyloxalus delatorrae* en la comunidad de Morán.

Los datos sobre la estructura poblacional también se sustentan con la distribución espacial de la especie, donde la mayoría de congregaciones registradas muestran composiciones mayoritariamente de machos en relación de tres a uno y con territorios aislados de machos solitarios.

Las fluctuaciones poblacionales mostraron que existen diferencias entre las categorías de edades relativas y estadíos de larvas a lo largo de los meses de muestreo, lo cual permite inferir en el comportamiento reproductivo de la especie una duración de seis meses. El ciclo iniciaría con el apareamiento en el mes de diciembre donde los machos alcanzan un pico máximo de individuos activos, posiblemente para la búsqueda de hembras; seguidas por las puestas de huevos y desarrollo larvario que se darían mayoritariamente entre los meses de enero y febrero. Estos datos coinciden con un mayor número de renacuajos de fase I y con un alto patrón de actividad de canto a lo largo del día, el cual indicaría el cuidado parental de la especie. El desarrollo de larvas de fase II hasta juveniles se daría en un período de cuatro meses hasta junio donde el número de individuos de estas categorías se incrementan notablemente sobre las otras de edad relativa y estadío larvario.

**Distribución espacial y uso del hábitat.-** *Hyloxalus delatorrae* muestra una alta especificidad en la selección de su hábitat y microhábitat; a pesar de realizar inspecciones en diferentes hábitat con composiciones ecológicas similares, tan solo uno proporcionó las cualidades necesarias para la presencia de la especie, aunque esté intervenido. El área, alberga remanentes de vegetación pionera y secundaria que cubre y rodea las áreas anegadas que

lo caracterizan. Usualmente individuos formados, así como larvas y metamórficos de *H. delatorreae* fueron registrados en microhábitats asociados a vegetación en los márgenes de drenajes y pantanos cubiertos por *Gunnera* cf. *pilosa*, los cuales espacialmente corresponden a los 17 territorios y 8 congregaciones delimitadas. Los sitios de puesta de huevos y renacuajos también se restringieron a este tipo de microhábitats ubicándose en tres de las ocho congregaciones. De esta forma se asume que *H. delatorreae* está estrechamente asociado en los drenajes del ecosistema lótico los cuales desembocan en la cuenca del río Morán. Coloma (1995) menciona que esta especie fue capturada debajo de rocas a lo largo de ríos, esta información también coincide con datos de colecciones de campo realizadas por D. Wechsler en 1988 (Base de datos MECN) en una localidad cercana. Sin embargo nuestros registros no han sido obtenidos en cuerpos de agua permanentes y están restringidos a cuerpos lóticos parcialmente drenados

**Patrones de actividad.-** Tanto la actividad diaria como la estacional usando el canto como la variable de análisis, demuestran un patrón de actividad unimodal comenzando la actividad a las 6:00 h con un pico entre las 9:00-12:00 h con una disminución progresiva en la emisión de cantos que termina entre las 18:00-19:00 h, esto en la estación lluviosa. La actividad de canto en la estación menos lluviosa comienza a las 8:00 h con un pico entre las 10:00-11:00 h con una disminución progresiva que termina entre las 18:00 y 19:00 h.

Los patrones unimodales de actividad de canto demuestran una clara correlación con la humedad y precipitación presente en cada estación climática. Los coeficientes de correlación demuestran una significancia positiva entre humedad y número de individuos.

Estas condiciones climáticas demuestran que ciertos comportamientos que están estrechamente asociados con la fisiología y ecología de los individuos (defensa de territorio, cantos nupciales, cantos de alerta) tienen bases adaptativas.

**Estado de conservación.-** *Hyloxalus delatorreae* fue descrita formalmente hace tan solo 11 años, con un área de distribución confusa. La información proporcionada por IUCN *et al.* (2004) en el Global Amphibians Assessment para la especie es imprecisa, ya que los datos no son congruentes al citar una distribución menor a 10 km<sup>2</sup> al momento de categorizarla En Peligro (EN) utilizando el criterio de distribución sustentado en el subcriterio B2 y luego mencionar un área de ocurrencia de 184 km<sup>2</sup> en el mapa de distribución. De la misma forma bajo el mismo subcriterio B2 se cita que la especie es conocida de tan solo una localidad, sin embargo con la descripción original de la especie (Coloma, 1995) y notas de ampliación de distribución, esta especie ha sido reportada por lo menos en 8 localidades, una de ellas mencionada en Coloma (1995, 2005), correspondería al páramo de El Ángel; por lo tanto la distribución real de *H. delatorreae* correspondería a 89.04 km<sup>2</sup> con una sola metapoblación en 0,9 km<sup>2</sup>.

De acuerdo a los valores obtenidos con el estimador poblacional de Shumacher & Eschmeyer el tamaño población de *H. delatorreae* comprende a 52 individuos un número menor a la información proporcionada en el 2003 (Coloma *et al.* (2004). Considerando que la ficha elaborada para el Global Amphibian Assessment cita que la especie no ha sido registrada en sus localidades históricas, además de que Ron *et al.* (2001) también hace mención de que esta especie fue vista por última vez en 1995, es muy posible que haya desaparecido en las ocho localidades conocidas. De la misma forma la población registrada en Morán presenta usos de hábitat y microhábitats diferentes a los reportados por Coloma (1995) y Wechler (Base de datos MECN) los cuales estuvieron asociados a ecosistemas riparios; lo cual implicaría su desaparición en este tipo de hábitat y una adaptación a ambientes lóticos.

Estos criterios a nivel de distribución y tamaño poblacional derivarían en cambio de los subcriterios B2ab(iii,iv,v) C2a(ii), por los criterios A1abce, B1a(i,ii,iii,iv), E,D, lo que implicaría una disminución en el tamaño poblacional, reducción en el área de distribución y metapoblaciones reducidas a números inferiores a 50 individuos.

De acuerdo con las análisis de muestras de tejido y de muestras húmedas se determinó la presencia del hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* en una de las 11 muestras analizadas. Es interesante notar que las muestras (2) que corresponden a la década de los ochenta no registran la presencia del patógeno.

**Implicaciones para su conservación.-** *Hyloxalus delatorreae* es un especie fuertemente críptica asociada a comportamientos criptozoicos para relacionar su crisis-cromática con los sustratos utilizados. Estas características dificultan la visualización y captura de la especie. Consideramos que la aplicación de técnicas conjuntas basadas en muestreos por cuadrantes, conteos auditivos y e inspección a sitios de apareamiento, muestran efectividad para el registro de la especie puesto que se obtuvo proporciones similares de capturas y conteos auditivos, los mismos que deben ser aplicados simultáneamente en períodos no menores a 9 días de trabajo efectivo. Se sugiere que para realizar inspecciones de larvas, adultos y conteos auditivos se necesita por lo menos en cuatro replicas en los meses comprendidos entre febrero y junio, y octubre y diciembre. Dichos intervalos permitirán registrar individuos en diferentes etapas fenológicas. Los conteos auditivos deben ser realizados desde las 9:00 hasta las 15:00 durante la época lluviosa y de preferencia en el primer trimestre del año. Inicialmente probamos con tres tipos de estimadores poblacionales para los datos de la primera fase de análisis de datos, los cuales incluyeron el estimador de Petersen con la modificación de Baley (Donnelly & Guyer, 1994) obteniendo estimaciones de la población con valores comprendidos entre 22 y 33 individuos (Tabla 6); el modelo de triple captura (Donnelly & Guyer, 1994) que proporcionó valores

estimativos para cada muestreo, variaron entre 9 y 11 individuos, dichos valores son similares al número de individuos marcados y liberados en cada muestra tomada (Tabla 7), adicionalmente este modelo permite estimar índices de ganancia y supervivencia, los cuales alcanzaron valores de 0,64 y 0,33 respectivamente.

Este estudio demuestra que el estado poblacional de la rana *Hyloxalus delatorrae* es altamente crítico, su área de ocupación está reducida a menos de un kilómetro cuadrado y a tan solo una metapoblación compuesta por menos de 52 individuos y con mayor proporción de machos *vs.* hembras. La especie muestra especificidad y fidelidad al hábitat donde se desarrolla el cual requiere sistemas lóticos drenados, cubiertos de vegetación pionera y secundaria. La población podría colapsar por cruces de individuos de la misma población (asumiendo las mal formaciones en adultos y juveniles registradas) y en una epidemia de chytridiomicosis en un período menor a 10 años. Es necesario desarrollar un plan monitoreo, bajo los parámetros establecidos, en un plazo mínimo de 5 años, que permita evaluar disminuciones, incremento de mal formaciones y de individuos infectados por *Batrachochytrium dendrobatidis*. Paralelamente deberían realizarse traslocaciones de hembras entre territorios o congregaciones para disminuir la posibilidad pérdida del acervo génico de la población. Por lo tanto se debería también realizar estudios genéticos y moleculares para determinar el grado de variabilidad genética de la metapoblación. La población seguramente ha pasado por un cuello de botella lo cual se podría sustentarse en la escasa variabilidad genética que presenta actualmente esta población, asumiendo las mal formaciones en adultos y juveniles registradas y complementándose con una epidemia de chytridiomicosis en un período menor a 10 años. No hay que olvidar que los cuellos de botella aceleran la deriva genética y la evolución de las especies que los experimentan de forma considerable ya que se produce una selección intensiva de determinados caracteres que pasan a ser mayoritarios y dominantes en los individuos supervivientes mientras que otros menos favorables se reducen o desaparecen por completo, lo que tendría serios impactos en la capacidad de adaptación de la especie ante cambios bruscos en el ecosistema o en sus hábitats. No obstante es muy indispensable desarrollar e impulsar acciones de conservación a nivel local, regional y nacional que aseguren la conservación de los ecosistemas en el Cañón de Morán. Estas acciones deben comprender desde la zonificación del área hasta la creación y gestión del corredor Socavones – Golondrinas el cual integraría y ampliaría el área de protección de la Reserva Ecológica El Ángel. Es importante aprovechar la disponibilidad de la comunidad para la capacitación sobre temas de agroecología, ecoturismo y sensibilización ambiental, los cuales fortalecerán la relación entre la comunidad y el ambiente. La problemática de *H. delatorrae* es tan solo un indicador desde lo que hace diez años el Cañón del Morán está experimentando; en la región ya han desaparecido siete especies, que incluyen una especie de ave, cinco de anfibios y una etnia conocida por los pobladores locales como los criollos. Si los gobiernos locales y nacionales no se involucran e invierten en la

biodiversidad de la provincia del Carchi y particularmente en Morán, es muy factible que desaparezcan los remanentes más grandes de vegetación, en laderas altas de las estribaciones occidentales en los Andes norte de Ecuador; lo que seguramente derivará en la extinción significativo de la diversidad biológica.

## CONCLUSIONES

La capacidad de reproducción de IJS de los aislamientos CC01 y H01T en larvas del cuarto instar de *T. solanivora* no está relacionado con el peso y depende del número de IJS que penetran e infectan al hospedero.

La capacidad de penetración de los IJS de los aislamientos CC01 y H01T decrece a medida que se aumenta la profundidad tanto en sustrato arena y suelos de textura franco y franco arenoso.

La virulencia y sobrevivencia de los IJS se restringe cuando la humedad relativa es inferior al 15% y profundidades mayores de 5 cm, cuyo comportamiento depende de la especie, sustrato y tipo de hospedero.

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este estudio no hubiera sido posible sin el apoyo de varias instituciones. El apoyo financiero fue recibido gracias a la confianza de EcoCiencia, Conservación Internacional y La embajada de Los Países Bajos, a través de la Iniciativa de Especies Amenazadas "Fernando Ortiz Crespo", del Programa de Becas de Investigación para la Conservación (PBIC) bajo la coordinación de M. Albarracín. El Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales impulsó y asesoró el proyecto a través de su dirección ejecutiva y técnica, con la colaboración de C. Carrera y P. Mena-Valenzuela. Agradecemos especialmente a A. Blasco y C. Proaño, por su desinteresada ayuda en la preparación y análisis de muestras de tejido en el Laboratorio de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. La colaboración y generosidad de la comunidad de Morán y El Plata nos deja en completa deuda con ellos, especialmente por la ayuda y las atenciones recibidas de la Familia Castro-Muñoz. M. L. Meza nos apoyó y recogió durante nuestras estadías en la ciudad de El Ángel. C. C. Martínez apoyó al proyecto con el equipo de grabaciones. La colaboración durante el trabajo de campo de F. Ortiz-G., R. Betancourt y B. Purtschert, facilitó nuestra labor. El Ministerio del Ambiente facilitó la obtención del permiso N° 010 IC-FAU-DNBAPVS/MA. A nuestras familias por el aguante a lo largo de este viaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart (Eds.). 2004. *IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom .
- Cañadas-Cruz, L. 1983. *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. MAG-PRONAREG. Quito-Ecuador.

- Castellanos, A., M. Altamirano B. & G. Tapian** 2004. Ecología y comportamiento de los osos andinos resintroducidos en la Reserva Biológica Maquipucuna, Ecuador. Implicaciones en conservación. *Politécnica* 26 (1) *Biología* 6: 54-82.
- Coloma, L.** 1995. Ecuadorian frogs of the genus *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae). *Misc. Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas* 87: 1-72.
- Coloma, L.A. (Ed.)**. 2005. 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/amphibiawebeec/anfibiosecuador/index.html> Consulta: Diciembre 2005.
- Coloma, L.A., S. Ron & M. Yáñez-Muñoz.** 2004. *Colostethus delatorreae*. In: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. Web site: [www.redlist.org](http://www.redlist.org). Consultado Diciembre 2004.
- Crump, M. L. & N.J. Scott.** 1994. Visual Encounter Survey. Pp: 84-92 In: Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, and M. S. Foster (Eds). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Duellman, W.** 1979. Herpetofauna of Andes. In: Duellman, W. (Ed.) *South American Herpetofauna: Its origin evolution, and dispersal*. Monograph 7. The Museum Natural History. The University of Kansas. Lawrence - Kansas.
- Donnelly, M.A. & C. Guyer** 1994. Estimating population size. In: Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M. S. Foster (Eds). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Edwards, S.R.** 1974. *A phonetic analisis of the genus Colostethus (Anura: Dendrobatidae)*. Ph. D. Dissertation. Laurence: Univ. Kansas.
- Faivovich, J., C.F.B. Haddad, P.C.A. Garcia, D.R. Frost J.A. Campbell & W.C. Wheeler.** 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 294: 1-240.
- Frost, D.R., T. Grant, J. Faivovich, R. Bain, A. Haas, C.F.B. Haddad, R.O. de Sá, S.C. Donnellan, C.J. Raxworthy, M. Wilkinson, A. Channing, J.A. Campbell, B.L. Blotto, P. Moler, R.C. Drewes, R.A. Nussbaum, J.D. Lynch, D. Green, & W.C. Wheeler.** 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 297: 1-370.
- Grant, T., D. R. Frost, J. P. Caldwell, R. Gagliardo, C. F. B. Haddad, P. J. R. Kok, D. B. Means, B. P. Noonan, W. E. Schargel & W.C. Wheeler.** 2006. Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 299: 1-262.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M.S. Foster (Eds).** 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard*

- methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- IUCN, Conservation International and NatureServe.** 2004. Global Amphibian Assessment. [www.globalamphibians.org](http://www.globalamphibians.org). Consultado: Octubre 2004.
- Jeager, R.G. & R.F. Inger.** 1994. Quadrat Sampling. Pp. 97-102 In: Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M.S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington & London.
- Krebs, C.J.** 1989. *Ecological methodology*. Harper & Rosh, Publishers, New York.
- Lips, K.R., J.K. Rehacer, B.E. Young & R. Ibáñez.** 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. & W.E. Duellman.** 1997. Frogs of genus *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) in Western Ecuador: Systematic, ecology and biogeography. *Spec. Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas* 23: 1-236.
- Pounds, J.L., M.R. Bustamante, L.A. Coloma, J.A. Consuegra, M.P.L. Fogden, P.N. Foster, E. La Marca, L. Masters, A. Merino-Viteri, R. Puschendorf, S.R. Ron, G.A. Sánchez-Azofeifa, C.J. Still & B.E. Young.** 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439:161-167.
- Rivero, J.A.** (1990). Sobre las relaciones de las especies del género *Colostethus* (Amphibia:Dendrobatidae). *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle* 48(129): 3-32.
- Rivero, J.A. & A. Almendáriz.** 1991. La identificación de los *Colostethus* (Amphibia, Dendrobatidae) de Ecuador. *Politécnica*. 16(2): 99-152.
- Ron, S.R., L.A. Coloma, A. Merino-Viteri, J.M. Guayasamín, Y.M. Bustamante.** 2001. Declinaciones de anfibios del Ecuador. (en línea). (23 noviembre 2001). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Consulta: Enero 2006).
- 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.
- Yáñez-Muñoz, M.** 2005. *Diversidad y estructura de once comunidades de Anfibios y Reptiles en los Andes de Ecuador*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Central del Ecuador. Quito.
- Yáñez-Muñoz, M. & M. Altamirano B.** 2005. Jambato del Carchi o Pastuso. *Atelopus* sp. 14. Pp: 150 In: Rueda-A., J. V., J. V. Rodríguez-M., E. La Marca, S. Lötters, T. Kahn, A. Angulo (Eds.). *Ranas arlequines*. Serie Libretas de Campo N° 5. Conservación Internacional.
- Yáñez-Muñoz, M. & P. Meza-Ramos.** 2006. Generando información para conservar a *Colostethus delatorrae* (Anura: Dendrobatidae): Una especie de rana nodriza críticamente amenazada en los Andes ecuatorianos. *Boletín Especies Amenazadas UICN* 6:1-3.
- Young, B.E., S.N. Stuart, J.S. Chanson, N.A. Cox & T.M. Boucher.** 2004. *Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios del Nuevo Mundo*. Nature Serve, Arlington. Virginia.

**Zimmerman, B.L.** 1994. Audio Strip Transects. Pp: 92-97 *In:* Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, and M. S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.