



Anfibios y Reptiles de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor

Authors: Guayasamin, Juan M., Tapia, Elicio, Aldás, Silvia, and Deichmann, Jessica

Source: Evaluación Ecológica Rápida de la Biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador: 56

Published By: Conservation International

URL: <https://doi.org/10.1896/054.058.0107>

BioOne Complete (complete.BioOne.org) is a full-text database of 200 subscribed and open-access titles in the biological, ecological, and environmental sciences published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Complete website, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/terms-of-use.

Usage of BioOne Complete content is strictly limited to personal, educational, and non - commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

BioOne sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

Capítulo 5

Anfibios y Reptiles de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor

Juan M. Guayasamin, Elicio Tapia, Silvia Aldás y Jessica Deichmann

RESUMEN

Se registraron 27 especies de anfibios y 17 de reptiles en la zona de los Tepuyes de la cuenca del Alto Nangaritza. Cuatro de las especies de anfibios (*Bolitoglossa* sp., *Dendrobates* sp., *Pristimantis minimus*, *Nymphargus* sp.), son nuevas para la ciencia. Una de las especies de reptiles encontrada en la zona fue descrita recientemente como *Enyalioides rubrigularis*. Se registra por primera vez para el Ecuador a la rana de cristal *Nymphargus chancas*. Además, se resalta el descubrimiento de una población saludable de ranas arlequines (*Atelopus* aff. *palmatus*), género de sapos muy amenazado en todo el Neotrópico. La conservación de los bosques de los tepuyes requiere una combinación de al menos tres factores importantes: la implementación de actividades económicamente viables y ecológicamente sustentables en la zona, la protección de los bosques remanentes y la planificación para maximizar la interconectividad de los mismos a través de programas de restauración ecológica en las zonas intervenidas, y la elaboración de estrategias de conservación dirigidos a ciertas especies como los sapos del género *Atelopus*, en donde se requiere crear zonas de acceso restringido para evitar que enfermedades potencialmente letales infecten sus poblaciones.

SUMMARY

Fieldwork at two sites in the Cordillera del Condor yielded 24 amphibian species and 17 species of reptiles. Four amphibians are new to science (*Bolitoglossa* sp., *Dendrobates* sp., *Pristimantis minimus*, *Nymphargus* sp.), and one reptile (*Enyalioides rubrigularis*) was recently described as a new species. We also note the first Ecuadorian record of the glassfrog *Nymphargus chancas*. An unexpected discovery was the finding of a healthy population of the harlequin frog *Atelopus* aff. *palmatus*, a species belonging to the highly endangered genus *Atelopus*, which has experienced extinctions across neotropic areas elsewhere on the continent. Conservation of montane ecosystems requires, at least, the following: implementation of economically viable and ecologically sustainable activities, protection of remnant forests, combined with programs to conserve corridors between them, by means of ecological restoration, and the development of conservation strategies directed towards endangered species such as *Atelopus* aff. *palmatus*. Additionally, it is critical to restrict human access to the areas where the *Atelopus* population was found, to reduce the probability of introducing fatal diseases such as chytridiomycosis.

INTRODUCCIÓN

La investigación y la conservación de la biodiversidad del planeta se encuentran en un momento crítico. Vivimos en una época que ha sido calificada como la sexta extinción masiva de biodiversidad en la Tierra. A diferencia de las anteriores, esta es la única extinción de magnitud que es atribuible, en gran medida, a una sola especie, *Homo sapiens*.

La gran presión, directa o indirecta, que el ser humano ejerce sobre los ecosistemas tiene varios frentes: destrucción y fragmentación de hábitats naturales, contaminación, cambio climático, introducción de especies exóticas y tráfico de especies. Entre los grupos afectados, posiblemente el que se encuentra en estado más crítico es el de los anfibios (anuros, salamandras y cecilidos). Estudios recientes han calculado que aproximadamente un tercio de las más de 6.500 especies de anfibios están en peligro de extinción (Wake y Vredenburg 2008, AmphibiaWeb 2009). Además, es probable que este número se incremente ya que la mayoría de anfibios tienen rangos de distribución pequeños, lo que los hace especialmente susceptibles a la extinción. Para complicar aún más el estado de conservación de los anfibios, se ha comprobado que la protección de hábitat, en muchos casos, no asegura su persistencia. Hace algo más de 10 años, de manera prácticamente simultánea, se reportó la presencia de una enfermedad denominada quitridiomycosis (causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*) que infectaba a anfibios en Costa Rica y Australia (Berger *et al.* 1998). Una vez identificado este patógeno, varios estudios se han enfocado en entender su distribución, ecología y origen (Berger *et al.* 1998, Lips *et al.* 2006). Se ha demostrado que la quitridiomycosis tiene efectos devastadores en muchas especies de anfibios (Berger *et al.* 1998, Lips *et al.* 2006, Wake y Vredenburg 2008). El vector original de la enfermedad parece haber sido el sapo acuático africano *Xenopus leavis* (Weldon *et al.* 2004), una especie común en el mercado internacional de mascotas. Por lo tanto, la hipótesis más probable al momento es que la quitridiomycosis, una enfermedad emergente recientemente introducida de manera accidental en casi todos los continentes, es la causante de una gran parte de las extinciones de anfibios observadas en las últimas tres décadas; al momento, la quitridiomycosis está implicada en la declinación o extinción de más de 200 especies de anfibios y representa la enfermedad que más amenaza a la biodiversidad (Wake y Vredenburg 2008). Otros factores que parecen contribuir en la extinción de anfibios son la destrucción del hábitat y el cambio climático (Blaustein y Belden 2003, Stuart *et al.* 2004, Pounds *et al.* 2006). El estado de conservación de los anfibios en el Ecuador se encaja perfectamente en el escenario descrito anteriormente. El 30% de las 480 especies reportadas en el país están amenazadas y carecemos información sobre el estatus del 29% de las especies (Ron *et al.* en prensa).

La situación de los reptiles, aunque no es tan crítica, también es preocupante. Los factores mencionados anteriormente que están produciendo la pérdida generalizada de especies (destrucción y fragmentación de hábitats naturales, contaminación, cambio climático, introducción de especies exóticas y tráfico de especies) afectan también a los reptiles. Además, recientemente se ha demostrado que las poblaciones de reptiles también han disminuido en zonas protegidas (Whitfield *et al.* 2007).

Por las razones expuestas, la investigación y conservación de los anfibios y reptiles en el Ecuador es urgente. En este contexto, el estudio de zonas poco exploradas, como la Cordillera del Cóndor, resulta particularmente relevante. La literatura relacionada a la herpetofauna de la Cordillera del Cóndor es bastante limitada. Así, los únicos artículos publicados de esta cordillera son los de Duellman y Simmons (1988), Duellman y Lynch (1988), y los resultados de los RAP efectuados en 1993 y 1994 por Ana Almendáriz, Robert Reynolds y Javier Icochea, publicados dentro del informe editado por Schulenberg y Awbrey (1997).

A continuación, presentamos los resultados de la salida realizada a los Tepuyes del Nangaritza, en la Cordillera del Cóndor, Ecuador. Resaltamos el descubrimiento de una población de *Ateolopus*, género amenazado en todo el neotrópico, y de al menos cuatro especies nuevas de anfibios y una de reptiles. También se resume la diversidad de la herpetofauna conocida hasta el momento.

MÉTODOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

Área de estudio

Este estudio se realizó en el Área de Conservación Los Tepuyes, ubicada en la Cordillera del Cóndor, Cantón Nangaritza, Provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador (Fig. 1). Los tepuyes ecuatorianos se encuentran en una zona de un clima subtropical muy húmedo. La pluviosidad anual varía entre 2000 a 3000 milímetros al año. La temperatura promedio es de 20–22°C, en un rango altitudinal entre los 950 y 1850 m. Los suelos de los tepuyes son extremadamente pobres y están compuestos, principalmente, por areniscas de grano medio a grueso y muy ricos en sílice. Los bosques que se encuentran en el tope de estas formaciones suelen ser chaparros, justamente como una adaptación a la escasa cantidad de nutrientes de los suelos. Las formaciones vegetales características que se han encontrado en la zona de estudio (Bosque Denso Piemontano, Bosque Denso Montano Bajo, Bosque Chaparro, Páramo Arbustivo Atípico) están descritas en los resultados del grupo de investigación de plantas del presente RAP (Jadán 2009). Las características generales de los dos sitios estudiados, así como la duración de cada muestra están resumidos en el Apéndice 4.1.

Métodos

En cada sitio, cuatro personas realizaron búsquedas en todos los hábitats reconocidos (Apéndice 4.1) y en áreas en donde normalmente se concentran los anfibios (riachuelos, pozas, áreas particularmente húmedas). Esta búsqueda se efectuó durante el día (entre 3–6 horas diarias) y la noche (4–6 horas por noche). Los ejemplares colectados fueron preservados siguiendo técnicas estándares en herpetología (Heyer *et al.*

1994, Simmons 2002). Adicionalmente, se preservaron raspados de la piel de los anfibios para evaluar la presencia/ ausencia de enfermedades (quitridiomycosis) siguiendo los protocolos especificados en Brem *et al.* (2007). Todos los ejemplares colectados se encuentran depositados en el Museo de Zoología de Vertebrados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (QCAZ). La taxonomía de los anfibios sigue, en general la propuesta de Frost *et al.* (2006); en particular, seguimos la taxonomía de Faivovich *et al.* (2005) para los hílidos, Grant *et al.* (2006) y Santos *et al.* (2009) para los dendrobátidos y Guayasamin *et al.* (2009) para los centrolénidos. La taxonomía de los reptiles sigue la propuesta presentada en Uetz (2009). El grado de amenaza de las especies a nivel global sigue la clasificación de la UICN (2009). En el Ecuador, el grado de amenaza sigue la clasificación de Ron *et al.* (en prensa) para los anfibios y Castillo *et al.* (2005) para los reptiles.

RESULTADOS

En total, se registraron 27 especies de anfibios (Apéndice 4.1) y 17 de reptiles (Apéndice 4.2) en la zona de los Tepuyes de la Cuenca del Alto Nangaritza, Cordillera del Cóndor. Cuatro de las especies de anfibios (*Bolitoglossa* sp., *Dendrobates* sp., *Pristimantis minimus*, *Nymphargus* sp.) y una de reptil (*Enyalioides rubrigularis*) son nuevas para la ciencia. Además, se registra por primera vez en el Ecuador a la rana de cristal *Nymphargus chancas*. A continuación presentamos los resultados separados por localidad:

Sitio 1 (elevación 1256–1430 m)

En este sitio, también conocido como Míazi Alto, se han reconocido 7 familias y 20 especies de anfibios (Apéndice 4.1), de las cuales una es una especie nueva descubierta y recientemente descrita (*Pristimantis minimus*; Terán-Valdez y Guayasamin, 2010) y cinco todavía no tienen identificaciones definitivas (*Pristimantis* sp. 1, *Pristimantis* sp. 2, *Ateopus* aff. *palmatus* y 2 especies del complejo *Hypsiboas calcarulatus/fasciatus*). Entre los reptiles, hemos registrado 4 familias y 8 especies (Apéndice 4.2). Una de las especies de reptiles resultó nueva y fue recientemente descrita (*Enyalioides rubrogularis*; Torres-Carvajal *et al.* 2009). Tanto como en los anfibios como en los reptiles, la mayoría de especies son características de la Amazonía y estribaciones amazónicas de los Andes.

Sitio 2 (elevación 1200–1850 m)

En esta localidad, se han identificado 5 familias y 12 especies de especies de anfibios (Apéndice 4.1) y 5 familias y 10 especies de reptiles (Apéndice 4.2). Entre los anfibios, dos especies parecen ser nuevas para la ciencia (*Dendrobates* sp., *Bolitoglossa* sp.). Además, se encontró una población aparentemente saludable de *Ateopus* cf. *palmatus*.

Comparaciones de diversidad

A pesar de que las comparaciones de diversidad de anfibios y reptiles entre los dos sitios muestreados se dificulta porque no se han identificado hasta el nivel de especie a todos los taxa encontrados, es útil reconocer, aunque sea a grandes rasgos, dos patrones generales:

- Diversidad: El Sitio 1 y el Sitio 2 tienen la misma diversidad de reptiles (9 especies), pero el Sitio 1 tiene una diversidad considerablemente más alta de anfibios que la del Sitio 2 (20 especies en el Sitio 1; 12 especies en el Sitio 2). La diferencia está relacionada a la ausencia en el Sitio 1 de las familias Hemiphractidae, Hylidae y Centrolenidae (Apéndice 4.1).
- Especies compartidas y especies únicas: Los sitios 1 y 2 comparten cinco especies de anfibios (*Allobates kingsbury*, *Syncope antenori*, *Pristimantis* cf. *peruvianus*, *Pristimantis diadematus*, *Pristimantis minimus*) y una de reptiles (*Ateopus* sp. 1). Es decir, cada tepuy tiene un alto número de especies únicas (Apéndices 4.1 y 4.2).

Especies relevantes

Sitio 1:

En este tepuy, se encontró una posible especie nueva de anfibio para la ciencia (*Pristimantis minimus*) y un nuevo registro para el Ecuador (*Nymphargus chancas*). También se reporta a *Oreobates simmonsii*, especie endémica de la Cordillera del Cóndor. Entre los reptiles, se resalta el descubrimiento de una nueva especie, *Enyalioides rubrigularis*, y también de la serpiente amenazada *Bothrocophias microphthalmus*.

Sitio 2:

Como un resultado inesperado y tremendamente importante para la conservación de anfibios en el Ecuador, en el Sitio 2 se observó una población aparentemente saludable de ranas arlequines (*Ateopus* cf. *palmatus*). Este género de anfibios ha sufrido drásticas declinaciones poblacionales y/o extinciones en todo el Neotrópico (La Marca *et al.* 2005). En el Ecuador, de las 21 especies registradas de *Ateopus*, la gran mayoría parece estar extinta. Al momento solo se conocen tres poblaciones relativamente estables en este grupo, una en el Parque Nacional Sangay, otra en los alrededores de Limón (actualmente amenazada por la construcción de la carretera Macas–General Leonidas Plaza) y la descubierta durante este estudio. Además, en este tepuy, se encontraron cuatro especies nuevas para la ciencia, tres anuros (*Pristimantis minimus*, *Dendrobates* sp., *Nymphargus* sp.) y una salamandra (*Bolitoglossa* sp.).

DISCUSIÓN

Comparaciones de diversidad

Resulta sorprendente el que dos sitios geográficamente cercanos (ca. 5,5 km en línea recta) presenten tan pocas especies compartidas de anfibios y reptiles (Apéndices 4.1 y 4.2). Consideramos que existen cuatro factores principales que influyen en que la diversidad de las comunidades estudiadas sean tan diferentes: biogeográficos, ecológicos, antropogénicos, metodológicos.

Los factores biogeográficos están relacionados con el efecto del valle del río Nangaritza en la distribución de las especies de anfibios y reptiles. La presencia de este valle tiene el potencial de limitar el movimiento de especies adaptadas a zonas altas del Sitio 1 hacia el Sitio 2 y viceversa. Ecológicamente, el Sitio 1 y el Sitio 2 tienen algunas diferencias conspicuas, como el rango altitudinal que cubren (Sitio 1 = 1.256–1430 m; Sitio 2 = 1.200–1.850 m), y otras menos obvias como la presencia de múltiples riachuelos de aguas negras y aguas blancas en el Sitio 1, y la de básicamente un único riachuelo de aguas negras en el Sitio 2. Estas diferencias explican la presencia, en el Sitio 2, de especies que parecen tener un origen andino (*Ateolopus* cf. *palmatius*, *Bolitoglossa* sp., *Pristimantis* sp. 1, *Pristimantis* sp. 2, *Dendrophidion* sp., *Riama* sp.). De igual manera, la ausencia de ranas de cristal del Sitio 2 puede explicarse, al menos en parte, por la carencia de riachuelos de aguas blancas.

El ser humano también ha tenido un impacto en la distribución de especies. Un área considerable del Sitio 1, especialmente alrededor del campamento, presentaba muestras de deforestación con fines ganaderos. En estas zonas, dominadas por gramíneas, se registraron especies oportunistas, principalmente hílidos (Apéndice 4.1), que no se encontraron en el Sitio 2, dominado por bosques primarios. Finalmente, no podemos decir que nuestros muestreos, de apenas una semana en cada tepuy, sean completos. Las curvas de acumulación de especies claramente indican que no se han encontrado todas las especies de anfibios y de reptiles (Figs. 5.1, 5.2); esto es particularmente cierto para los reptiles, los cuales, al poseer densidades relativamente bajas y no ser fácilmente detectables, son difíciles de encontrar. Sin duda, se encontrarán muchas más especies con muestreos más completos. Por esto, los resultados arriba discutidos seguramente tienen la limitación de no incluir a todas las especies de anfibios y reptiles que se encuentran en las áreas estudiadas.

Importancia regional y global de la Cordillera del Cóndor

Esta cordillera, al estar aislada fisiográficamente de la Cordillera Oriental de los Andes, presenta una serie de especies que no se encuentran en ningún otro lugar de la Tierra (Schulenberg y Awbrey 1997, Jost 2004). Algunos de los anfibios endémicos o casi endémicos al Cóndor son: *Pristimantis condor*, *Noblella lochites* (ambas especies también se encuentran en la Cordillera del Cutucú), *Hyloxalus mystax*,

Oreobates simmonsii. Adicionalmente, es muy probable que las especies nuevas de anfibios y reptiles reportadas en este trabajo (*Bolitoglossa* sp., *Dendrobates* sp., *Enyalioides* sp. 1, *Pristimantis minimus*, *Nymphargus* sp.) tengan una distribución restringida a la Cordillera del Cóndor.

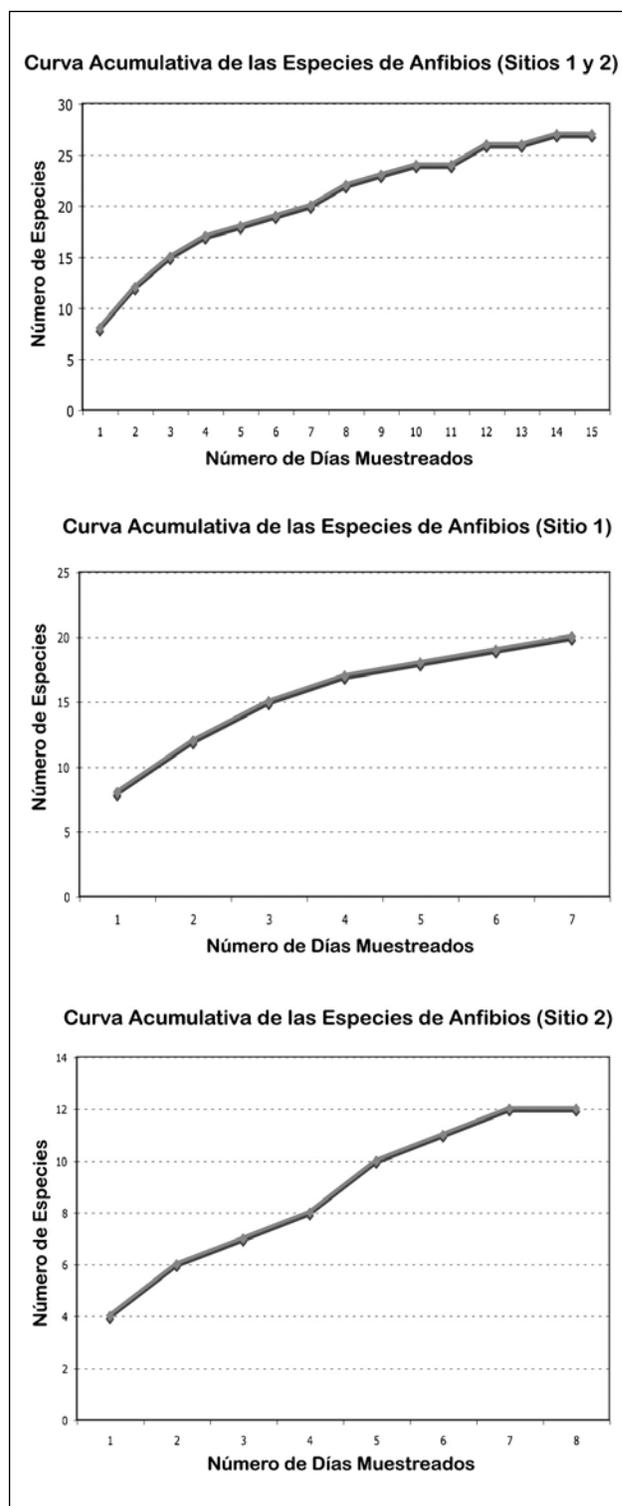


Figura 5.1. Curvas acumulativas anfibios

Conservación de especies amenazadas

La biodiversidad de la Cordillera del Cóndor solo puede ser conservada mediante la protección de sus ecosistemas, la creación de corredores biológicos y la regulación de las actividades humanas en la zona. A continuación presentamos recomendaciones generales y específicas, con énfasis en la protección de especies amenazadas.

RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Recomendaciones generales:

Los resultados del RAP sugieren que en los Tepuyes de la cuenca alta del Río Nangaritza habitan numerosas especies de plantas y animales de distribución restringida. Estos resultados, a pesar de provenir de un estudio relativamente corto (2 semanas), resaltan la importancia biológica de esta zona, y la necesidad de consolidar y promover su conservación. Como un ejemplo puntual, en el Sitio 2 se encontró una población saludable de sapos conocidos con el nombre común de ranas arlequines (género *Atelopus*). Este género, en todo el Neotrópico, ha sufrido declinaciones y extinciones masivas, y en el Ecuador apenas persisten tres poblaciones. El descubrimiento de la población en el Sitio 2 justifica la protección de esta área y la toma de medidas específicas adicionales (véase Recomendaciones específicas).

Claramente, las amenazas más directas para la conservación de la biodiversidad del área son (i) la expansión de la frontera agrícola y ganadera por parte de los habitantes locales y colonos, (ii) la extracción forestal y (iii) la explotación minera a pequeña y gran escala. Dadas estas amenazas, se considera que la conservación de los tepuyes solo será posible si se toman las siguientes acciones en el menor tiempo posible:

- Dado que los Tepuyes del Nangaritza se encuentran protegidos por la Asociación de Centros Shuar Tayunts y la Asociación de Trabajadores Autónomos San Miguel de las Orquídeas, se recomienda colaborar con estos grupos para asegurar la conservación del área, su diversidad y los beneficios directos (agua) o potenciales (ecoturismo) que estos proveen a las comunidades humanas aledañas. Como parte integral de este proceso, se debe finalizar la zonificación del área y proveer de títulos de propiedad a la Asociación de Centros Shuar Tayunts y la Asociación de Trabajadores Autónomos San Miguel de las Orquídeas. Simultáneamente, hay que delimitar claramente el área protegida, la misma que debería contener especialmente zonas intangibles, científicas y turísticas.
- El Ministerio del Ambiente del Ecuador, a través del Programa Socio Bosque, provee incentivos económicos a propietarios y comunidades (con títulos legalizados) que decidan conservar voluntariamente su bosque nativo. Las comunidades locales deben considerar la posibilidad de integrarse a este Programa y, de esta manera, aumentar sus recursos económicos. Estos recursos se podrían utilizar en actividades que benefician a toda la comunidad y promuevan la conservación de sus bosques. Socio Bosque es posiblemente la alternativa más viable a largo plazo para la conservación de los bosques, en caso de que actividades como el ecoturismo no sean económicamente rentables en la zona.

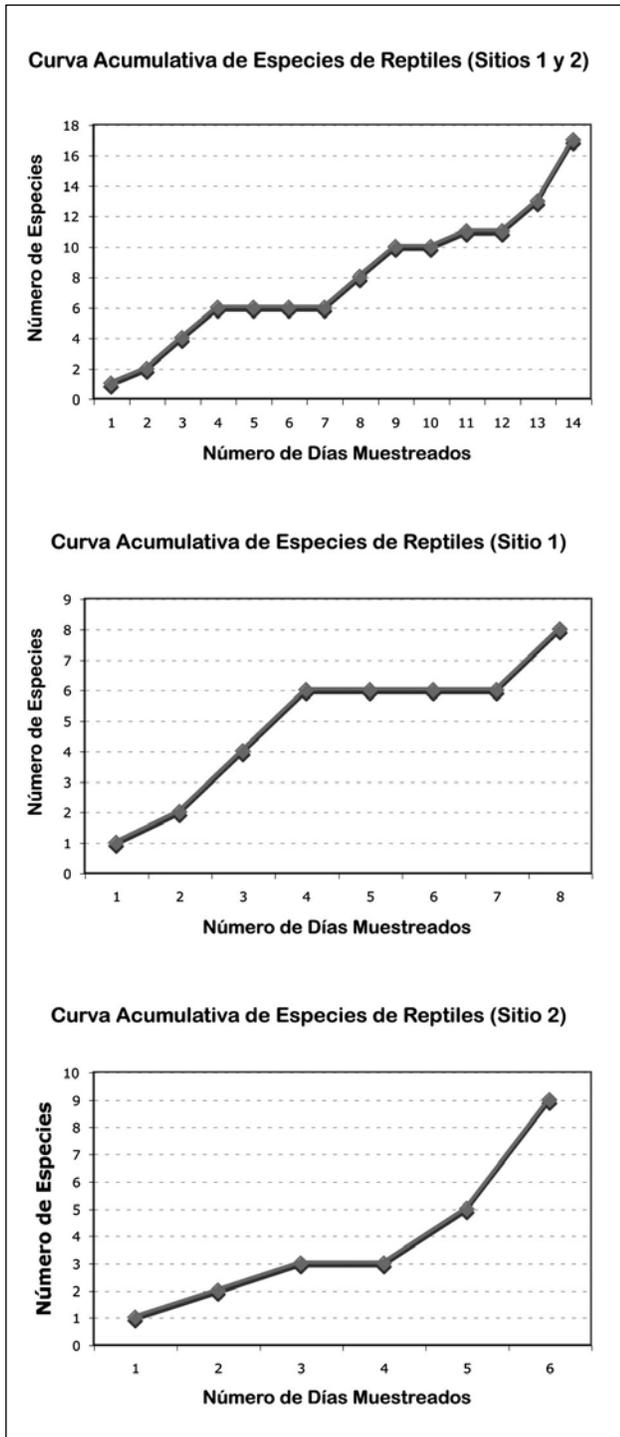


Figura 5.2. Curvas acumulativas reptiles

- Para evitar la explotación minera a nivel artesanal, la Comunidad de Las Orquídeas debe tener alternativas viables y estar organizada. El turismo podría ser una alternativa pero, se debería establecer si realmente es una actividad económicamente viable para los pobladores.
- Si el Estado ecuatoriano decide algún momento realizar concesiones mineras a nivel industrial, la comunidad debe exigir estudios de impacto ambiental y planes de mitigación que incluyan estudios interdisciplinarios (ej., biológicos, físico-químicos, geográficos, geológicos) que permitan desarrollar estrategias concretas que atenúen el impacto sobre especies endémicas y/o amenazadas y que, garanticen la persistencia de la diversidad biológica, así como la calidad de los servicios que provee el bosque (ej. agua).
- Prevemos que una eventual instauración de la minería industrial de gran escala (en particular a cielo abierto) en esta zona del país conllevaría serias consecuencias socio-ambientales. La colonización de nuevos frentes abiertos por carreteras de acceso a zonas mineras generará nuevas presiones sobre los bosques incluyendo, entre los principales efectos: mayores tasas de deforestación y extracción de recursos (ej. tráfico ilícito de biodiversidad, extracción selectiva de madera), la rápida expansión de nuevas fronteras agropecuarias hacia áreas ecológicamente sensibles, una potencial contaminación de cuerpos de agua y suelos, aparte de significativos impactos sociales, culturales y de salud en los pobladores locales. Los múltiples efectos negativos de la industria petrolera al norte del país son un reflejo del probable escenario minero en la Cordillera del Cóndor.
- La Asociación de Centros Shuar Tayunts y la Asociación de Trabajadores Autónomos San Miguel de las Orquídeas deben capacitarse y estar continuamente involucrados en el monitoreo de la conservación de los tepuyes.
- Se debe establecer sanciones claras para aquellas personas que transgredan la zona protegida.
- El conocimiento de la diversidad biológica de la zona de estudio sigue siendo incompleto, por lo que se recomienda realizar estudios más puntuales y de mayor duración.

Recomendaciones específicas:

- Dado que la gran mayoría de especies de anfibios y reptiles se encuentran en bosques prístinos, es fundamental mantener la vegetación natural existente y restaurar las zonas intervenidas.
- Para que las poblaciones de anfibios se mantengan saludables, es muy importante que los ríos y riachuelos estén

libres de contaminantes y rodeados por su vegetación nativa.

- En el Sitio 1, se encontraron y describieron una especie de reptil (*Enyalioides rubrigularis*; Torres *et al.*, 2009) y una de anfibios (*Pristimantis minimus*; Terán-Valdez y Guayasamin, 2010) que han sido recientemente descritas gracias, entre otros, al trabajo realizado durante este RAP. También se registra por primera vez para el Ecuador a la rana de cristal *Nymphagus chancas*. Esta especie solo se conocía de una localidad al nororiente del Perú. Por esta razón, el Sitio 1 es muy importante para el estudio y conservación de la herpetofauna. Además, la presencia de especies amenazadas como *Oreobates simmonsii* y *Bothrocophias microphthalmus*, justifica una protección efectiva a largo plazo.
- En el Sitio 2, el descubrimiento de una población de ranas arlequines (*Atelopus* sp.), con renacuajos y adultos aparentemente saludables, impone la toma de medidas particulares que se deberían ejecutar en el menor tiempo posible. Entre las más importantes tenemos:
 - o Restringir el acceso de personas (locales y turistas) al sitio para reducir la probabilidad de introducir enfermedades (ej. hongo quitrido) que pueden ser letales para las ranas arlequines
 - o Implementar un plan de investigación para establecer el estatus de la población de ranas arlequines y su viabilidad.
 - o Realizar búsquedas en las zonas aledañas para establecer si existen poblaciones adicionales de esta u otra especie de *Atelopus*.
- De igual manera, en el Sitio 2, se deberían tomar las medidas de conservación apropiadas (preservación del bosque, educación ambiental, asegurar la pureza del agua de los riachuelos, limitar el acceso de personas, prohibir la agricultura, minería y ganadería) para la conservación de las especies nuevas descubiertas (*Bolitoglossa* sp., *Dendrobates* sp., *Pristimantis minimus*).

LITERATURA CITADA

- AmphibiaWeb. 2009. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California. Disponible en: <http://amphibiaweb.org/> (Consulta: 29 Julio 2009).
- Berger, L., R. Speare, R. Daszak, D. E. Green, A. A. Cunningham, C. L. Goggin, R. Slocombe, M. A. Ragan, A. D. Hyatt, K. R. McDonald, H. B. Hines, K. R. Lips, G. Marantelli y H. Parkes. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforests of Australia and Central America.

- Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 95: 9031–9036.
- Blaustein, A. R. y L. K. Belden. 2003. Amphibian defenses against ultraviolet-B radiation. *Evolution and Development*, 5: 89–97.
- Brem, F., J. R. Mendelson III y K. R. Lips. 2007. Field-Sampling Protocol for *Batrachochytrium dendrobatidis* from Living Amphibians, using Alcohol Preserved Swabs. Versión 1.0 (18 Julio 2007). Disponible en: <http://www.amphibians.org>.
- Castillo, E. S. Aldás, M. Altamirano, F. Ayala, D. Cisneros, A. Endara, C. Márquez, M. Morales, F. Nogales, P. Salvador, M. L. Torres, J. Valencia, F. Villamarín, M. Yáñez y P. Zarate. 2005. Lista Roja de los Reptiles del Ecuador. Novum Millenium, Quito, Ecuador.
- Duellman, W. E., y J. E. Simmons. 1988. Two new species of dendrobatid frogs, genus *Colostethus*, from the Cordillera del Cóndor, Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia*, 140: 115–124.
- Duellman, W. E. y J. D. Lynch. 1988. Anuran amphibians from the cordillera de Cutucú, Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia*, 140:125–142.
- Faivovich, J., C. F. B. Haddad, P. C. A. Garcia, D. R. Frost, J. A. Campbell y 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. H. Bain, A. Haas, C. F. B. Haddad, R. O. De Sa, A. Channing, M. Wilkinson, S. C. Donnellan, C. J. Raxworthy, J. A. Campbell, B. L. Blotto, P. Moler, R. C. Drewes, R. A. Nussbaum, J. D. Lynch, D. M. Green y 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 y 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.
- Guayasamin, J. M., S. Castroviejo-Fisher, L. Trueb, J. Ayarzagüena, M. Rada y C. Vilà. 2009. *Phylogenetic systematics of glassfrogs* (Amphibia: Centrolenidae) and their sister taxon *Allophryne ruthveni*. *Zootaxa*, 2100:1–97.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. C. Hayek y M. S. Foster (Eds.). 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Jost, L. 2004. New Pleurothallid Orchids from the Cordillera del Condor of Ecuador. *Selbyana*, 25: 11–16.
- La Marca, E., K. R. Lips, S. Lötters, R. Puschendorf, R. Ibáñez, J. V. Rueda-Almonacid, R. Schulte, C. Marty, F. Castro, J. Manzanilla-Puppo, J. E. García-Pérez, F. Bolaños, G. Chaves, J. A. Pounds, E. Toral, & B. E. Young. 2005. Catastrophic Population Declines and Extinctions in Neotropical Harlequin Frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica*, 37(2): 190–201.
- Lips, K. R., F. Brem, R. Brenes, J. D. Reeve, R. A. Alford, J. Voyles, C. Carey, A. Pessier, L. Livo, y J. P. Collins. 2006. Infectious disease and global biodiversity loss: pathogens and enigmatic amphibian extinctions. *Proceedings of the National Academy of Science (USA)*, 103(9): 3165–3170.
- Pounds, J. A., M. R. Bustamante, L. A. Coloma, J. A. Consuegra, M. P. L. Fogden, P. N. Foster, E. La Marca, K. L. Masters, A. Merino-Viteri, R. Puschendorf, S. R. Ron, G. A. Sánchez-Azofeifa, C. J. Still y B. E. Young. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439: 161–167.
- Santos J. C., L. A. Coloma, K. Summers, J. P. Caldwell, R. Ree, y D. C. Cannatella. 2009. Amazonian amphibian diversity is primarily derived from late miocene Andean lineages. *PLoS Biol*, 7(3): e1000056 doi:10.1371/journal.pbio.1000056.
- Schulenberg, T.S. & K. Awbrey (editors). 1997. The Cordillera del Cóndor region of Ecuador and Peru: A biological assessment. *RAP Working Papers*, 7: 1–231.
- Simmons, J. E. 2002. *Herpetological Collecting and Collections Management*. Edic. Revisada. *SSAR Herpetological Circular*, 31, Shoreview, MN. 153 pp.
- Stuart, S. N., J. S. Chanson, N. A. Cox, B. E. Young, A. S. L. Rodrigues, D. L. Fischman y R. W. Waller. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306:1783–1786.
- Terán-Valdez, A. y J. M. Guayasamin. 2010. The smallest terrestrial vertebrate of Ecuador: A new frog of the genus *Pristimantis* (Amphibia: Strabomantidae) from the Cordillera del Cóndor. *Zootaxa*, 2447: 53–68.
- Torres-Carvajal, O., K. de Queiroz y R. Etheridge. 2009. A new species of iguanid lizard (Hoplocercinae, *Enyalioides*) from southern Ecuador with a key to eastern Ecuadorian *Enyalioides*. *Zookeys*, 27:59–71.
- Uetz, P. 2009. The Reptile Database. Disponible en: <http://www.reptile-database.org> (Consulta: 29 Julio 2009).
- IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. Disponible en: www.iucnredlist.org (Consulta: 29 Julio 2009).
- Wake, D. B., y V. T. Vredenburg. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 105: 11466–11473.
- Weldon, C., L. H. Du Preez, A. D. Hyatt, R. Muller, y R. Spears. 2004. Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerging Infectious Diseases*, 10: 2100–2105
- Whitfield, S. M., K. E. Bell, T. Philippi, M. Sasa, F. Bolaños, G. Chaves, J. M. Savage y M. A. Donnelly. 2007. Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 104: 8352–8356.