



## **DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LA COMPOSICIÓN HERPETOFAUNÍSTICA EN LOCALIDADES PANAMEÑAS IMPACTADAS POR QUITRIDIOMICOSIS**

**Luis Elizondo**

Programa de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad de Panamá, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado  
Email: elizondolui@gmail.com

### **RESUMEN**

Se presentan datos sobre la composición de comunidades de anfibios y reptiles en localidades del Parque Nacional Santa Fé (PNSF) y del Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera (PNGDOTH). Ambas áreas protegidas fueron impactadas respectivamente en el año 2002 y 2004 por la quitridiomycosis, una enfermedad exclusiva para los anfibios y causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*. Se realizaron muestreos en transectos, aplicando la técnica de encuentro visual de día y de noche. Los muestreos se hicieron en febrero de 2013 en el PNSF y en septiembre de 2012 en el PNGDOTH. En el PNSF se registran 56 anfibios de 12 especies y 43 reptiles de 11 especies. En el PNGDOTH 91 anfibios de 19 especies y 42 reptiles de 17 especies. Según el muestreo la diversidad de anfibios en ambas localidades, medida a través de índices ecológicos, es medianamente alta y sin dominancia de una especie. El arreglo de reptiles en la localidad del PNSF es poco diverso y con dominancia de un par de especies en comparación al arreglo en la localidad del PNGDOTH. Es necesario un esfuerzo de muestreo estandarizado en ambas localidades para mayor certeza comparativa. Muchas especies que se registran en este trabajo son valiosas para la conservación en Centroamérica y resaltan para mejorar la gestión de ambas áreas protegidas.

### **PALABRAS CLAVES**

Composición de especies, anfibios, reptiles, quitridiomycosis, bosque submontano, áreas protegidas.

# PRELIMINARY HERPETOFAUNISTIC COMPOSITION IN PANAMANIAN LOCALITIES IMPACTED BY CHYTRIDIOMYCOSIS

## ABSTRACT

Information on the composition of amphibian and reptile communities in localities of the Santa Fe National Park (PNSF) and the General of Division Omar Torrijos Herrera National Park (PNSF) is presented. Both protected areas were impacted respectively in 2002 and 2004 by chytridiomycosis, a disease exclusive to amphibians and caused by the fungi *Batrachochytrium dendrobatidis*. Transect sampling using the technique of visual encounter survey during day and night were used. In february 2013 in the PNSF and september 2012 in the PNGDOTH. In the PNSF I recorded 56 amphibians of 12 species and 43 reptiles of 11 species. In the PNGDOTH 91 amphibians of 19 species and 42 reptiles of 17 species. According to the sampling, the diversity of amphibians in both localities, measured through ecological indexes, is moderately high and without dominance of a species. The arrangement of reptiles in the locality of the PNSF has a lower diversity and with dominance of a pair of species in comparison to the arrangement in the locality of PNGDOTH. A standardized sampling effort is needed at both locations for increase comparative certainty. In this work are registered many species valuable for conservation in Central America and stand out in order to improve the management of both protected areas.

## KEYWORDS

Species composition, amphibians, reptiles, chytridiomycosis, submontane forest, protected areas.

## INTRODUCCIÓN

La quitridiomycosis, enfermedad específica para los anfibios y causada por el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*), es una de las amenazas que más fuerte impacta en los ecosistemas boscosos causando extinciones o cambios poblacionales en las comunidades de anfibios (Berger *et al.*, 2016; Fisher *et al.*, 2009). En Panamá los impactos por quitridiomycosis en los anfibios se detectaron inicialmente en la década de 1990 en la Reserva Forestal Fortuna en Chiriquí, luego continuó su expansión y efectos desastrosos en comunidades de anfibios en áreas protegidas y no protegidas en Veraguas, Coclé, Panamá y Colón, y recientemente el *Bd* fue

registrado en Darién (Brem & Lips 2008; Lips 1999; Lips *et al.*, 2006; Rebollar *et al.*, 2014; Rodríguez-Brenes *et al.*, 2016; Woodhams *et al.*, 2008).

Hoy día los anfibios son foco de conservación y la comprensión de sus comunidades, luego de la quitridiomycosis, es necesario para lograr medidas adecuadas de conservación tanto para los anfibios como sus hábitats (Beebee & Griffiths 2005). La comprensión de las comunidades de los reptiles también es importante porque existe la posibilidad que depredadores de anfibios, como las serpientes, sean afectados en el largo plazo en respuesta al déficit de sus presas (Beaupre & Douglas, 2009; Vitt & Caldwell, 2009). Además, algunos reptiles son potenciales vectores y hospederos del *Bd* (Kilburn *et al.*, 2011) y esto incrementa su importancia por su rol en la epidemiología de la enfermedad.

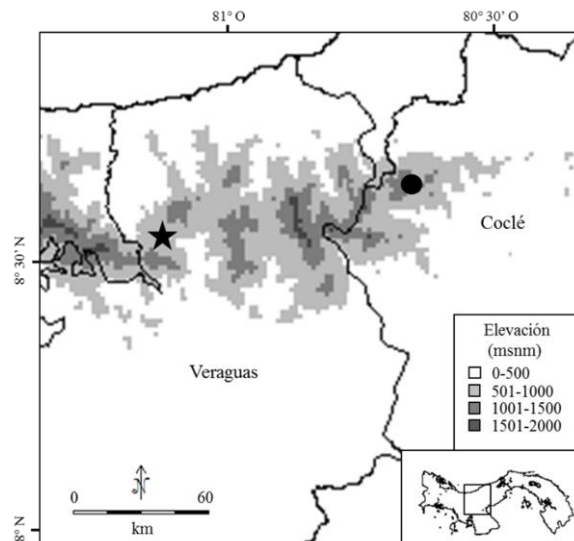
Aquí presento datos preliminares para describir la composición de comunidades de anfibios y reptiles en localidades específicas de dos áreas protegidas, Parque Nacional Santa Fé (PNSF) en la provincia de Veraguas y Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera (PNGDOTH) en la provincia de Coclé, cuyas poblaciones de anfibios fueron diezmadas por la quitridiomycosis entre el 2002 y el 2004 (Brem & Lips 2008; Lips *et al.*, 2006; Crawford *et al.*, 2010). Estos datos son importantes para conocer arreglos contemporáneos de especies de herpetofauna influenciados por amenazas a la biodiversidad y con potencial para mejorar las estrategias de conservación en el PNGDOTH y el PNSF.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de Estudio**

El PNSF está ubicado al Norte de Veraguas, Panamá (Figura 1) y posee una extensión de 72636 hectáreas, su punto más alto a 1964 msnm, temperatura ambiental anual entre 26 y 18 °C y una precipitación anual de 2000 mm<sup>3</sup> en la vertiente Pacífica y 5000 mm<sup>3</sup> en el Caribe. En cambio el PNGDOTH está ubicado al norte de la provincia de Coclé, Panamá (Figura 1), posee una extensión de 25275 hectáreas, su punto

más alto a 1314 msnm, temperatura ambiental anual entre 25 y 20 °C y una precipitación anual de 2000 mm<sup>3</sup> en la vertiente del Pacífico y 4000 mm<sup>3</sup> en el Caribe. Ambas áreas protegidas poseen zonas de vida similares que abarcan desde bosques húmedos submontanos en sus tierras más bajas y bosques nubosos en la cima de sus montañas. En el PNSF muestreé inmediaciones boscosas cerca del centro de visitantes del área protegida, sector Tercer Brazo del Río Mulaba, Cerro Cabeza de Toro, entre 6 y 10 km al noroeste del poblado de Santa Fé. Mientras, en el PNGDOTH el muestreo lo hice específicamente en El Copé en las inmediaciones de los senderos cuerpo de paz, los helechos, las ranas, y los monos, todos cerca del centro principal de visitantes. Lips *et al.* (2006) describen las características específicas de temperatura y precipitación para esta localidad. Las localidades muestreadas en ambas áreas protegidas están en la vertiente del Pacífico entre los 650 y 850 msnm y corresponden a bosques submontanos con influencia por nubes durante el día y la noche. Además, muchos de los árboles están cubiertos con plantas briófitas y epífitas, la hojarasca es abundante y húmeda, y también existen varias quebradas de agua lo que permite a la herpetofauna tener disponibilidad de varios microhábitats en el entorno.



**Fig. 1** Localización de los sitios de muestreo, el círculo negro denota la localidad en el PNGDOTH y la estrella negra la localidad en el PNSF donde fueron colocados los transectos.

### **Diseño de Muestreo y Colecta de Datos**

En ambas localidades ubiqué tres transectos de 400 m lineales. Uno de ellos a lo largo del suelo del bosque, otro en una quebrada, y otro que mezclara tanto el suelo del bosque como una quebrada. Esta metodología ha sido estandarizada en nuestro país para fines de monitoreo (Ibáñez 2014). Al PNSF lo visité en el mes de febrero de 2013 y el PNGDOH en septiembre de 2012. En cada visita invertí un día para muestrear cada transecto en aproximadamente cuatro horas en la mañana (entre 7:00 a.m. y 11:00 a.m.) y cuatro horas en la noche (entre 7:00 p.m. y 11:00 p.m.). Tres o dos personas me acompañaron en cada muestreo para hacer un esfuerzo de 69 horas/hombre en la localidad del PNSF y 108 horas/hombre en la localidad del PNGDOH. En cada muestreo identifiqué los ejemplares directamente en campo. Resalto que esta no es una comparación entre las dos localidades, es una descripción preliminar de la herpetofauna en cada una de ellas basada en muestreos específicos. Más adelante discuto la importancia de esta descripción para la conservación de la herpetofauna y de las áreas protegidas que visité.

### **Análisis de Datos**

Para la composición de especies me basé en la riqueza absoluta de especies. Además, para tener una idea cuantitativa de la comunidad en cada localidad, anoté las abundancias de cada especie registrada y cuantifiqué índices ecológicos de diversidad de Shannon-Wiener ( $H$ ), de dominancia de especies de Simpson ( $I-D$ ) y de homogeneidad distribucional de Pielou ( $J$ ) usando el programa estadístico PAST. También calculé la riqueza y abundancia relativa en función del esfuerzo de muestreo para cada localidad.

Por la problemática de conservación que atraviesan los anfibios y reptiles y la particularidad de muchas de estas especies para la conservación local y regional también usé el Valor de Vulnerabilidad Ambiental (VVA) y los criterios de amenaza contemplados en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El VVA sirve para identificar especies con altas probabilidades de sufrir cambios importantes de darse más perturbaciones naturales. Categoriza a las especies en base a

tres tipos de parámetros. Los primeros dos parámetros son para ambos grupos, anfibios y reptiles, y corresponden a la distribución geográfica regional y la distribución ecológica local; el tercer parámetro corresponde al tipo de modo reproductivo para anfibios y el grado de persecución humana para reptiles. Una vez evaluados los parámetros para cada especie, el VVA oscila entre 3 y 20. Existen rangos específicos para la herpetofauna de Panamá que corresponden a baja vulnerabilidad entre 3 y 8, mediana vulnerabilidad entre 9 y 11, y alta vulnerabilidad entre 12 y 20 (Jaramillo *et al.*, 2010). También rangos actualizados a nivel centroamericano que corresponden a baja vulnerabilidad entre 3 y 9, mediana vulnerabilidad entre 10 y 13 y alta vulnerabilidad entre 14 y 20 (Johnson *et al.*, 2015). Utilicé los rangos tanto a nivel local para Panamá como a nivel regional para Centroamérica.

Los criterios de la lista roja de especies amenazadas de la UICN corresponden desde especie no evaluada (NE), con datos deficientes (DD), de preocupación menor (LC), casi amenazada (NT), vulnerable (VU), en peligro (EN), en peligro crítico (CR), extinta en estado silvestre (EW) y extinta (EX). Para los anfibios en la localidad del PNGDOTH también incluí las categorías exclusivas para anfibios de esta localidad desarrolladas en Crawford *et al.* (2010) basados en la abundancia antes y después del impacto por quitridiomycosis. Estas categorías corresponden a especie con datos deficientes (DD), de preocupación menor (LC), declinada (De), en peligro crítico (Cr) y extirpada del sitio (Ex).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Riqueza y abundancia absoluta de especies**

En la localidad del PNSF registré 56 individuos de anfibios, todos anuros y agrupados en 12 especies (cuadro 1). Además, 43 individuos de reptiles, 40 lagartijas y tres serpientes, agrupados en 11 especies, nueve de lagartijas y dos de serpientes (cuadro 1). El PNSF cuenta con estudios relacionados a declinaciones por quitridiomycosis y con estudios enfocados específicamente para conocer la diversidad herpetológica de esta área protegida. El *Bd* fue detectado en el PNSF en diciembre de 2002 al encontrarse ranas muertas de la especie

*Atelopus varius* en una quebrada cercana a Quebrada Tigre, aproximadamente a unos 6 km al Norte de Santa Fé (Brem & Lips 2008). Los transectos que yo muestreé en el 2013 están al oeste de la comunidad de Santa Fé a una distancia lineal aproximada de 10 km al Suroeste de Quebrada Tigre. Asumiendo la rápida propagación del *Bd*, y dado que también fue detectado en un transecto en quebrada Mula a casi 30 km al Noroeste de las localidades que muestreé, es posible que las localidades evaluadas en este estudio también hayan sido impactadas por quitridiomycosis. Aunque estrictamente no hay evidencia sobre el estatus del *Bd* en los transectos que muestreé así que es muy difícil inferir sobre una posible comparación antes y después de la quitridiomycosis. Aun así, presento la información que recopilé sobre riqueza de especies antes, durante y después de las declinaciones en masa de anfibios por quitridiomycosis.

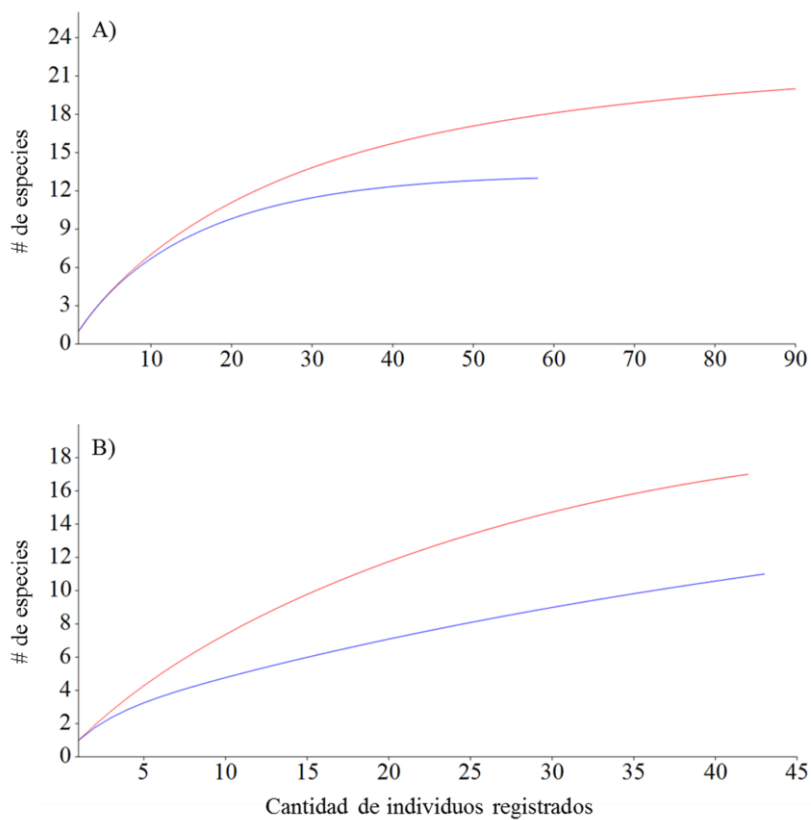
Antes de la quitridiomycosis existe un registro histórico de 60 especies de anfibios en las inmediaciones montañosas aledañas al poblado de Santa Fé. Esta cifra la obtuve analizando los listados de especies presentados para Cerro Narices y Cerro Anselma (28 especies, ver Martínez *et al.*, 1994), Cerro Tute y áreas adyacentes (27 especies, ver Martínez & Rodríguez 1992), Cerro Negro (24 especies, ver Carrizo 2010), un conjunto de especímenes colectados en 1977 y 1978 y que reposan en *University of Michigan Museum of Vertebrate Zoology* (21 especies, ver Brem & Lips 2008), evaluaciones pre-quitridiomycosis al Norte de Santa Fé y cerca de Cerro Narices, (24 especies, ver Brem & Lips 2008), y a la especie nueva para la ciencia *Craugastor evanescens* en cuya descripción designaron dos paratipos colectados en Quebrada Tigre en el año 2002 (Ryan *et al.*, 2010). Casi todas las especies que registré habían sido registradas también en el conjunto histórico de especies de anfibios para Santa Fé, a excepción de individuos de *Diasporus vocator* que los observé en el transecto terrestre y el más alejado de Santa Fé. El registro de anfibios en el PNSF luego de la quitridiomycosis, específicamente cerca al poblado de Santa Fé, también ha sido intenso. Actualmente hay registros de 41 especies de anfibios. Esta cifra la obtuve analizando las listas de especies registradas en Cerro Negro, Cerro Tute, Cerro Narices y una quebrada afluente del Río Mulabá (27 especies, ver Carrizo 2010),

Alto de Piedra (25 especies, ver Carrizo 2010 en donde analiza el trabajo de Aguilar & Pérez 2006), Cerro Mariposa (26 especies, ver Stadler 2010), evaluaciones luego de la detección de quitridiomycosis al Norte del poblado de Santa Fé (19 especies, Brem & Lips 2008), e incluyendo las dos especies nuevas para la ciencia que han sido descritas después del año 2005 en las inmediaciones boscosas aledañas a la localidad de Santa Fé (*Diasporus citrinobapheus* [Hertz *et al.*, 2012] y *Ecnomihyla veraguensis* [Batista *et al.*, 2015]). Con la excepción de *D. vocator*, todas las otras especies que registré en mis muestreos del 2013 también habían sido registradas luego del impacto del *Bd* en el área, así que podría incrementarse la cifra a 42 especies de anfibios persistiendo en las inmediaciones boscosas aledañas al poblado de Santa Fé después del impacto por quitridiomycosis.

El registro de reptiles del orden Squamata en las zonas montañosas aledañas al poblado de Santa Fé corresponde a 82 especies. Este dato lo obtuve analizando las listas de especies presentadas para Cerro Tute (36 especies, Martínez & Rodríguez 1992), en Cerros Narices y Anselma (28 especies, Martínez *et al.*, 1994), Cerro Negro (24 especies, ver Carrizo 2010), Alto de Piedra (24 especies, ver Carrizo 2010 en donde analiza el trabajo de Aguilar & Pérez 2006), Cerro Negro, Cerro Tute, Cerro Narices y una quebrada afluyente del Río Mulabá (30 especies, ver Carrizo 2010), Cerro Mariposa (28 especies, ver Stadler 2010), el trabajo de Lotzkat (2010) en Cerro Negro, Cerro Mariposa y Río Chilagre, el cual presenta un registro acumulativo de 62 especies, y la inclusión de la nueva especie de culebra *Sibon noalamina* (Lotzkat *et al.*, 2012) y la reciente consideración de resurrección para la lagartija *Anolis brooksi* (Poe & Ryan 2017). Yo solo registro 11 especies de reptiles del orden Squamata pero las diferencias relacionadas al esfuerzo de muestreo entre mi trabajo y los arriba expuestos necesitan considerarse. Yo acumulé 69 horas/hombre de muestreo durante tres días en un espacio puntual de la estación seca de 2013. En cambio, la inversión fue más de 45 días de muestreo en los Cerros Narices y Anselma (Martínez *et al.*, 1994), más de 60 días de muestreo en Cerro Tute y áreas adyacentes (Martínez & Rodríguez 1992), 40 días de muestreo en Cerro Mariposa (Stadler 2010), 55 días de muestreo en el trabajo de Carrizo (2010) en Cerro Negro, Cerro Tute, Cerro Narices y una quebrada afluyente del Río Mulabá, y 122



horas/hombre en más de 15 días en el trabajo de Lotzkat (2010) en Cerro Negro, Cerro Mariposa y Río Chilagre. Además todos estos trabajos abarcaron tanto la estación seca como la estación lluviosa, así que es necesario un muestreo estacional para alcanzar cifras de riqueza de reptiles del orden Squamata más altas para esta localidad. Gráficos de rarefacción de especies basados en la cantidad de individuos registrados sugieren la necesidad de invertir más esfuerzo de muestreo tanto para anfibios como reptiles, pero principalmente para los reptiles (figura 2A y 2B).



**Fig. 2** Curvas de acumulación de especies para anfibios (A) y reptiles (B) basadas en la cantidad de individuos registrados en los transectos establecidos en el PNGDOTH (línea roja) y en el PNSF (línea azul)

En la localidad del PNGDOTH (El Copé) registré 91 individuos de anfibios que corresponden a 90 anuros y una salamandra. Estos anfibios están agrupados en 19 especies, 18 anuros y una salamandra (cuadro 1). De reptiles registré 42 individuos, 34 son lagartijas y ocho son serpientes, y agrupados en 17 especies que corresponden a 10 de lagartijas (Suborden Sauria) y siete de serpientes (Suborden Serpentes) (cuadro 1).

Cuadro 1. Riqueza y abundancia absoluta (S) y (P) respectivamente, y riqueza y abundancia relativa en función del esfuerzo de muestreo (S') y (P') respectivamente, para anfibios y reptiles durante el muestreo en las localidades en el PNGDOTH y el PNSF.

| Taxa            | PNGDOTH |      |    |      | PNSF |      |    |      |
|-----------------|---------|------|----|------|------|------|----|------|
|                 | S       | S'   | P  | P'   | S    | S'   | P  | P'   |
| <b>Anfibios</b> | 19      | 0.17 | 91 | 0.84 | 12   | 0.17 | 56 | 0.81 |
| Ranas y Sapos   | 18      | 0.16 | 90 | 0.83 | 12   | 0.17 | 56 | 0.81 |
| Salamandras     | 1       | 0.01 | 1  | 0.01 | --   | --   | -- | --   |
| <b>Reptiles</b> | 17      | 0.15 | 42 | 0.38 | 11   | 0.15 | 43 | 0.62 |
| Lagartijas      | 10      | 0.09 | 34 | 0.31 | 9    | 0.13 | 40 | 0.57 |
| Serpientes      | 7       | 0.06 | 8  | 0.07 | 2    | 0.02 | 3  | 0.04 |

Para inicios del 2004, antes de la llegada del *Bd* al Copé, había un registro histórico de 68 especies de anfibios de las cuales 47 presentaron infecciones por el patógeno cuando fue detectado en septiembre de 2004 (Crawford *et al.*, 2010; Lips *et al.*, 2010). En esta cifra incluyo también a las tres especies de anfibios descritas como nuevas para la ciencia y cuyo material tipo fue colectado antes del impacto por el *Bd* (*Bolitoglossa copia* [Wake *et al.*, 2005], *C. evanescens* [Ryan *et al.*, 2010] e *Incilius karenlipsae* [Mendelson III & Mulcahy 2010]). Inmediatamente después de detectar el hongo patógeno las declinaciones de poblaciones resultaron en mortandad masiva extirpando al menos 31 especies por la enfermedad quitridiomycosis (Lips *et al.*, 2010). Durante la mortandad masiva a

finales de 2004 Lips *et al.* (2010) registraron 48 especies. En Crawford *et al.* (2010), haciendo una evaluación de diversidad ecológica y evolucionaria en la localidad de El Copé luego de la quitridiomycosis, y con un extensivo muestreo en 2006, 2007 y 2008, destacan que luego de la enfermedad solo eran detectables aproximadamente unas 38 especies dado que casi un 45% del total previo había sido extirpado. Durante mis muestreos en el 2012 registré cuatro especies de las consideradas extirpadas por Crawford *et al.* (2010) (ver adelante en subsección Especies Importantes) y esto hace un total de 42 especies detectables en El Copé. Esta cifra no incluye las tres especies nuevas mencionadas (*B. copia*, *C. evanesco* e *I. karenlipsae*) dado que no hay registros de las mismas luego del *Bd.*

Las 19 especies de anfibios que registro en El Copé es un dato puntual ocho años después de la mortandad masiva por quitridiomycosis y su efecto devastador en la comunidad de anfibios. Existen diferencias entre el esfuerzo de muestreo en este estudio y el trabajo de Lips *et al.* (2010) con más de 700 horas de muestreo y el de Crawford *et al.* (2010) con más de 200 horas de muestreo. Por lo tanto, las comparaciones son un poco limitadas así que mis datos de la cantidad de especies no pueden verse como un proceso continuo de pérdida de anfibiofauna en el largo plazo luego de la quitridiomycosis. Por el contrario, es alentador dada la cantidad de especies en solo tres días, en un mes muy cerca al punto temporal histórico en que ocurrieron las mortandades masivas en esta localidad, octubre a diciembre 2004, en cual en promedio se detectaron 22 especies por mes (Lips *et al.*, 2010). Además, algunas de las especies que registro, como veremos más adelante en la subsección Especies Importantes, habían sido consideradas como extirpadas y otras declinadas a nivel local en Crawford *et al.* (2010). La información sobre diversidad de reptiles en el PNGDOTH enfocada a la descripción de la comunidad es muy escasa. Pero el lector puede consultar los patrones de distribución geográfica presentados en Köhler (2011) para hacerse una idea de las vastas posibilidades sobre la ocurrencia de reptiles en esta área protegida. También junto a la descripción de nuevas especies (i.e. *Celestus adercus* [Savage *et al.*, 2008]), la ampliación distribucional de algunas especies de serpientes (i.e. *Tantilla alticola* [Myers *et al.*,

2013], *Trimetopon barbouri* [Ray *et al.*, 2013]), o la reciente resurrección de la lagartija *A. brooksi* (Poe & Ryan 2017). El análisis sobre la diversidad de reptiles en el PNGDOTH es un desafío actual para la comunidad científica de Panamá. Este trabajo es un paso preliminar para conocer parte de esta comunidad como veremos más adelante en las siguientes subsecciones.

En ambas localidades detecté anfibios y reptiles fuera de los transectos y no los consideré para los análisis. Estos corresponden a aproximadamente 15 individuos de *Smilisca phaeota* y una víbora “equis” *Bothrops asper* en los alrededores y cerca del centro de visitantes del PNSF, y cuatro *Incilius coniferus* y aproximadamente 25 *Leptodactylus fragilis* que vocalizaban en charcas temporales en el camino frente a la estación de visitantes del PNGDOTH. Estas especies las incluí solo como parte del registro de especies. Todas las especies registradas y la cantidad de individuos para cada una de ellas, tanto dentro como fuera de los transectos, están en los anexos 1 y 2.

### **Riqueza y abundancia relativa**

Las diferencias en la cantidad absoluta de especies de anfibios y reptiles, y la cantidad de individuos de anfibios podrían asociarse a la estacionalidad entre un muestreo y otro; ó, a diferencia anual dado que las localidades las muestreé en un período consecutivo pero de años diferentes, 2012 y 2013. Sin embargo, las cifras de riqueza y abundancia relativa basadas en el esfuerzo de muestreo son muy similares, 0.17 para riqueza de anfibios en ambas localidades, 0.81 y 0.84 para abundancia de anfibios en la localidad del PNSF y del PNGDOTH respectivamente, y 0.15 para riqueza de reptiles en ambas localidades (cuadro 1). Entonces esto nos ayuda a entender que las diferencias en cantidades absolutas también son producto de la necesidad de invertir más esfuerzo de muestreo (figura 2A y 2B). Algo para resaltar es que aunque se invirtió menos esfuerzo de muestreo en el PNSF, la abundancia absoluta de reptiles fue casi igual en ambas localidades (cuadro 1) y con una abundancia relativa mayor en la localidad en el PNSF (0.62 en contraste a 0.38 en PNGDOTH). Segregando los reptiles en lagartijas y serpientes hubo una alta abundancia relativa de lagartijas en el PNSF (0.57) en comparación a lo registrado en el PNGDOTH (0.31), y una ligera superioridad en la

abundancia relativa de serpientes en la localidad en el PNGDOTH (0.07 en contraste a 0.04 en PNSF) (cuadro 1), sugiriendo que la abundancia de serpientes podría limitar la abundancia de las lagartijas. No obstante, como ya mencioné, es necesario más esfuerzo de muestreo, estandarizado para ambas localidades y abarcando ambas estaciones, y con un diseño estadístico apropiado para dar robustez y certeza estadística a esta asunción.

### Índices Ecológicos

Los índices ecológicos, basados en el muestreo, sugieren que en la localidad muestreada en el PNSF los anfibios poseen una mediana diversidad ecológica, sin dominancia aparente de una especie y con una alta homogeneidad en la distribución de los individuos, mientras que los reptiles con una baja diversidad, un pequeño grado de 25% de dominancia de una o dos especies, las lagartijas *A. lemurinus* y *A. lionotus*, y casi un 30% de heterogeneidad en la distribución de los individuos (cuadro 2). En cambio, para la localidad en el PNGDOTH la herpetofauna es medianamente diversa, tanto para anfibios como para reptiles, sin grado aparente de dominancia por una especie y con un alto grado de homogeneidad distribucional (cuadro 2). Pero reitero que se necesita más esfuerzo de muestreo, y estandarizado entre las localidades, para obtener mayor certeza comparativa.

Cuadro 2. Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H$ ), de dominancia de Simpson ( $1-D$ ) y de homogeneidad distribucional de Pielou ( $J$ ) para anfibios y reptiles durante los muestreos en los transectos en cada localidad del PNGDOTH y el PNSF.

| Taxa            | PNGDOTH |       |      | PNSF |       |      |
|-----------------|---------|-------|------|------|-------|------|
|                 | $H$     | $1-D$ | $J$  | $H$  | $1-D$ | $J$  |
| <b>Anfibios</b> | 2.57    | 0.88  | 0.87 | 2.26 | 0.87  | 0.91 |
| <b>Reptiles</b> | 2.55    | 0.89  | 0.9  | 1.73 | 0.74  | 0.72 |

### **Especies Importantes**

En el PNSF registré especies como *Sachatamia albomaculata*, *Silverstoneia flotator*, *Lithobates warszewitschii*, *Pristimantis caryophyllaceus* y *P. cruentus* (Anexo 1) las cuales fueron impactadas previamente por la quitridiomycosis pero aún persisten en el entorno (Brem & Lips 2008). En el PNGDOTH, registré individuos de *Espadarana prosoblepon*, *S. albomaculata*, *Craugastor talamancae*, *S. flotator*, *Hyloscirtus colymba*, *P. cruentus*, *P. museosus*, y *Oedipina parvipes* (Anexo 1), de los cuales Lips *et al.* (2010) reportaron individuos muertos y con indicios de quitridiomycosis en el PNGDOTH. De todos los anfibios registrados *P. museosus* es una especie endémica nacional (Anexo 1). Entre los reptiles hay que considerar que registré potenciales hospederos de *Bd* como la culebra *Imantodes cenchoa*, y las lagartijas *Anolis humilis* y *A. lionotus* (Kilburn *et al.*, 2011). Estos tres reptiles los registré en las localidades de ambas áreas protegidas y *A. lionotus*, a pesar de solo registrarlo en las quebradas, fue el más abundante de todos los reptiles registrados (Anexo 2), así que deben ser considerados en estrategias de manejo de la quitridiomycosis. Algunos reptiles también son endémicos como el propio *A. lionotus* y *Echinosauria panamensis* registrado en PNGDOTH y PNSF, y la culebra *Geophis bellus* registrada en PNGDOTH (Anexo 2). Aunque *G. bellus* solo la registré en el PNGDOTH y anteriormente era conocida solo por el holotipo (Myers 2003) hoy sabemos que también está presente en el PNSF (Elizondo *et al.*, 2015).

Según el VVA para Panamá 13 especies de anfibios que registré, el 52% del total, son vulnerables a más perturbaciones ambientales. De estas, diez especies, el 40%, son medianamente vulnerables y tres, el 12%, son altamente vulnerables. Sorprendentemente cuando las especies son analizadas a nivel centroamericano las cifras incrementan sustancialmente a 21 especies, el 80%, con vulnerabilidad a cambios importantes de darse más perturbaciones de tipo natural. Ocho especies, el 30%, son medianamente vulnerables (*S. albomaculata*, *C. crassidigitus*, *C. fitzingeri*, *Agalychnis callidryas*, *H. colymba*, *S. phaeota*, *L. warszewitschii* y *P. ridens*). El incremento es por la consideración de 13 especies, el 50%, como de alta vulnerabilidad ambiental y corresponden a *C. noblei*, *C. talamancae*, *Colostethus*

*pratti*, *S. flotator*, *Diasporus diastema*, *D. vocator*, *P. caryophyllaceus*, *P. cerasinus*, *P. cruentus*, *P. gaigeae*, *P. museosus*, *P. pardalis* y *O. parvipes* (Anexo 1).

Nueve especies de los reptiles, el 39% del total registrado, tienen un grado de vulnerabilidad ambiental a más perturbaciones ambientales según los rangos establecidos para Panamá. Seis especies, el 26%, con un grado de mediana vulnerabilidad y tres especies, el 13%, con alto grado de vulnerabilidad. Al igual que los anfibios también existe un incremento de estas especies vulnerables cuando se analiza el registro a escala centroamericana. Del total registrado 19 especies, el 82%, son vulnerables a cambios poblacionales por perturbaciones naturales. Nueve especies de reptiles, 39% del total corresponden a especies de mediana vulnerabilidad y son *Corytophanes cristatus*, *Ptychoglossus plicatus*, *Enyalioides heterolepis*, *A. capito*, *Lepidoblepharis xanthostigma*, *Holcosus festivus*, *Dipsas temporalis*, un individuo del género *Geophis* que por su distribución la ubiqué como *G. hoffmani*, y la víbora *Bothrops asper*. Los reptiles de alta vulnerabilidad que registré en mi muestreo corresponden a 10 especies, 43% del total registrado, y son *E. panamensis*, *Loxopholis southi* (= *Leposoma*), *A. humilis*, *A. insignis*, *A. limifrons*, *A. lionotus*, *H. leptophrys*, *D. articulata*, *G. bellus* y *Sibon argus* (Anexo 2). En relación a los criterios de UICN la rana *H. colymba* está en peligro crítico, *P. museosus* está “en peligro”, y *P. caryophyllaceus* y *P. pardalis* están “casi amenazadas” (Anexo 1). Ningún reptil de los que registré está en alguna categoría de amenaza de la lista roja de UICN (Anexo 2). Sin embargo, esto podría cambiar próximamente ya que la actualización de la lista roja para los reptiles a nivel mundial y para Panamá aún está en proceso. Pero hago mención de la culebra endémica *G. bellus* que en la versión previa de la lista roja era catalogada como “vulnerable”.

En su evaluación sobre diversidad e historia evolucionaria de anfibios antes y después de la quitridiomycosis, localidad PNGDOTH, Crawford *et al.* (2010) agruparon a las especies en categorías de declinación según sus registros de diversidad. Especies como *E. prosoblepon*, *S. flotator*, *P. cerasinus*, y *P. cruentus* fueron categorizadas como especies que sufrieron declinación; y otras

como *S. albomaculata* y *H. colymba* fueron categorizadas en “estado crítico”. Llama la atención que de *H. colymba*, registré un macho y una hembra en interacciones como reproductivas y hasta un metamorfo en una de las quebradas en los transectos del PNGDOTH, lo que indica que esta especie todavía logra reproducirse. Lo aliciente es el registro de las especies *C. pratti*, *P. gaigeae*, *P. ridens* y *Oedipina parvipes* en el Copé (Anexo 1), y que habían sido considerados como extirpadas de dicha localidad por Crawford *et al.* (2010). El registro de estas especies es un aliciente de conservación. En otras localidades tropicales algunas poblaciones de anfibios se han recuperado luego de la quitridiomycosis e incluso re-expandido su distribución más allá de su ámbito distribucional histórico (Newell *et al.*, 2013; Scheele *et al.*, 2014).

Esta información, tanto de anfibios como de reptiles, sugiere que ambas áreas protegidas albergan diversidad de herpetofauna importante no solo para Panamá sino también a nivel centroamericano. La investigación sobre la herpetofauna en ambas áreas protegidas requiere mayor esfuerzo para determinar patrones demográficos e interacciones ecológicas contemporáneas bajo la amenaza aún de la quitridiomycosis y entonces reforzar las medidas actuales de conservación para los anfibios y los reptiles y estas áreas protegidas.

## CONCLUSIÓN

Los datos preliminares que muestro sobre composición de especies de herpetofauna es una muestra de que en algunas localidades de ambas áreas protegidas, PNGDOTH y PNSF, aún persisten ensamblajes de herpetofauna con componentes de importancia local y regional luego de la quitridiomycosis como *C. noblei*, *S. albomaculata*, *S. flotator*, *H. colymba*, *P. gaigeae*, *P. museosus* y *O. parvipes* en el caso de los anfibios, y de *E. heterolepis*, *D. temporalis*, *E. panamensis*, *A. lionotus*, *G. bellus* y *S. argus* en el caso de reptiles. Preliminarmente estos ensamblajes de especies no muestran grados fuertes de dominancia, y la combinación de riqueza y abundancia indica que poseen buenos grados de diversidad. Estos datos aportan información importante para mejorar la conservación de la herpetofauna en el



PNSF y PNGDOTH. Sin embargo, la investigación de ambos grupos, anfibios y reptiles, debe ser más intensa en ambas localidades abarcando múltiples aspectos sean demográficos, ecológicos, fisiológicos, conductuales y continuar con las evaluaciones epidemiológicas del *Bd* para mejorar continuamente la gestión de la herpetofauna y sus hábitats en estas áreas protegidas.

### **AGRADECIMIENTOS**

Al CBMAP II del Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) (antes Autoridad Nacional del Ambiente), Contrato de Préstamo No. BIRF 7439-PAN y del Acuerdo de Donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) No. GEF TF 056628, por el apoyo logístico y financiero a través del Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica. A los biólogos Yostin Añino y Alberto García, y el conjunto de guardaparques de MiAmbiente en PNGDOTH y PNSF por su ayuda y asistencia en campo.

### **REFERENCIAS**

Aguilar, D., & J. Pérez. 2006. Variación Poblacional de Anfibios y Reptiles en la Localidad de Alto de Piedra, Santa Fé, Provincia de Veraguas. Tesis no publicada. Centro Regional Universitario de Veraguas, Universidad de Panamá. Santiago, Veraguas, Panamá. 112 pp.

Batista, A., A. Hertz, K. Mebert, G. Koehler, S. Lotzkat, M. Ponce, & M. Vesely. 2014. Two new fringe-limbed frogs of the genus *Ecnomiohyla* (Anura: Hylidae) from Panama. *Zootaxa* 3826(3): 449-474.

Beaupre, S., & L. Douglas. 2009. Snake populations as indicators of ecosystem health. Pp: 244-261, en: S. Mullin y R. Seigel (eds). *Snakes: Applied Ecology and Conservation*. Cornell University Press. 373 pp.

Beebee, T., & R. Griffiths. 2005. The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology?. *Biol. Conser.* 125(3): 271-285.

Berger, L., A. A. Roberts, J. Voyles, J. E. Longcore, K. A. Murray, & L. F. Skerratt. 2016. History and recent progress on chytridiomycosis in amphibians. *Fungal. Ecol.* 19: 89-99.

Brem, F., & K. Lips. 2008. *Batrachochytrium dendrobatidis* infection patterns among Panamanian amphibian species, habitats and elevations during epizootic and enzootic stages. *Dis. Aquat. Organ.* 81(3): 189-202.

Carrizo, A. 2010. Riqueza y Abundancia de la Herpetofauna de la Cuenca Alta del Río Santa María, Santa Fé, Veraguas. Tesis no publicada. Universidad Autónoma de Chiriquí. Chiriquí, Panamá. 123 pp.

Crawford, A. J., K. Lips, & E. Bermingham. 2010. Epidemic disease decimates amphibian abundance, species diversity, and evolutionary history in the highlands of central Panama. *P. Nat. Acad. Sci. USA* 107(31): 13777-13782.

Elizondo, L., A. Sosa-Bartuano, P. Ruback, & J. Ray. 2015. Range extension and natural history observations of a rare Panamanian snake, *Geophis bellus* Myers, 2003 (Colubridae: Dipsadinae). *Check List* 11(4): 1675.

Fisher, M. C., T. Garner, & S. Walker. 2009. Global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and amphibian chytridiomycosis in space, time, and host. *Annu. Rev. Microbiol.* 63: 291-310.

Hertz, A., F. Hauenschild, S. Lotzkat, & G. Köhler. 2012. A new golden frog species of the genus *Diasporus* (Amphibia, Eleutherodactylidae) from the Cordillera Central, western Panama. *ZooKeys* 196: 23-46.

Ibañez R. 2014. Anfibios y Reptiles. Pp 104-118. En: Puerta-Piñero C., Gullison R.E., Condit R.S. Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá (versión en Español). DOI <http://dx.doi.org/10.5479/si.ctfs.0001>.

Jaramillo, C., L. Wilson, R. Ibáñez, & F. Jaramillo. 2010. The Herpetofauna of Panama: Distribution and Conservation Status. In: L. Wilson, J. Townsend & J. Jhonson (Eds). Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles. pp. 605-671. Eagle Mountain Publishing. Utah, USA.

Johnson, J. D., V. Mata-Silva, & L. D. Wilson. 2015. A conservation reassessment of the Central American herpetofauna based on the EVS measure. *Amphib. Reptile Conserv.* 9(2): 1–94.

Kilburn, V., R. Ibáñez, O. Sanjur, E. Bermingham, J. Suraci, & D. Green. 2010. Ubiquity of the pathogenic chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*, in anuran communities in Panama. *EcoHealth* 7(4): 537-548.

Kilburn, V., R. Ibáñez, & D. Green. 2011. Reptiles as potential vectors and hosts of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in Panama. *Dis. Aquat. Organ.* 97(2): 127-134.

Lips, K. 1999. Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama. *Conserv. Biol.* 13(1): 117–125.

Lips, K., F. Brem, R. Brenes, J. Reeve, R. Alford, J. Voyles, C. Carey, L. Livo, A. Pessier, & J. Collins. 2006. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 103(9): 3165-3170.

Lotzkat, S. 2010. Diversity, taxonomy, and biogeography of the reptiles inhabiting the highlands of the Cordillera Central (Serranía de Talamanca and Serranía de Tabasará) in western Panama. Tesis Doctoral, Goethe-Universität. Frankfurt, Alemania. 931 pp.

Lotzkat, S., A. Hertz, & G. Koehler. 2012. A new species of *Sibon* (Squamata: Colubroidea: Dipsadidae) from the Cordillera Central of western Panama, with comments on other species of the genus in the area. *Zootaxa* 3485(1): 26-40.

- Martínez, V., & A. Rodríguez. 1992. Del primer inventario en “Cerro Tute”. Amphibia: Caudata y Anura. Reptilia: Squamata. Sauria y Serpentes. *Scientia (Panamá)* 7: 29-53.
- Martínez, V., N. Pimentel, & A. Hurdaneta. 1994. Diversidad herpetofaunística en los Cerros “Narices” y “La Anselma”, Provincia de Veraguas. Distrito de Santa Fé. *Scientia (Panamá)* 9: 59-79.
- Mendelson III, & D. Mulcahy. 2010. A new species of toad (Bufonidae: *Incilius*) from central Panama. *Zootaxa* 2396: 61-68.
- Myers, C. 2003. Rare snakes—five new species from eastern Panama: reviews of northern *Atractus* and southern *Geophis* (Colubridae: Dipsadinae). *American Museum Novitates* 3391: 1-47.
- Myers, E., S. Ruane, K. Knight, J. Knight, & J. Ray. 2013. Distribution record of *Tantilla alticola* Boulenger, 1903 (Squamata: Colubridae) in Coclé Province, Republic of Panama. *Check List* 9(1): 151-152.
- Newell, D., R. Goldingay, & L. Brooks. 2013. Population recovery following decline in an endangered stream-breeding frog (*Mixophyes fleayi*) from subtropical Australia. *PLoS One* 8(3): e58559.
- Poe, S., & M. Ryan. 2017. Description of two new species similar to *Anolis insignis* (Squamata: Iguanidae) and resurrection of *Anolis* (Diaphoranolis) *brooksi*. *Amphib. Reptile Conserv.* 11(2): 1-16(e141).
- Ray, J., K. DeCero, P. Ruback, J. Wedow, & J. Knight. 2013. Geographic distribution notes on *Trimetopon barbouri* Dunn 1930 from western Panama. *Check List* 9(6): 1573-1575.
- Rebollar, E., M. Hughey, R. Harris, R. Domangue, D. Medina, R. Ibáñez, & L. Belden. 2014. The lethal fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* is present in lowland tropical forests of far eastern Panama. *PloS One* 9: e95484.

Ryan, M., J. Savage, K. Lips, & J. Giermakowski. 2010. A new species of the *Craugastor rugulosus* series (Anura: Craugastoridae) from west-central Panama. *Copeia* 2010(3): 405-409.

Savage, J., K. Lips, & R. Ibáñez. 2008. A new species of *Celestus* from west-central Panama, with consideration of the status of the genera of the Anguinae: Diploglossinae (Squamata). *Rev. Biol. Trop.* 56(2): 845-859.

Scheele, B., F. Guarino, W. Osborne, D. Hunter, L. Skerratt, & D. Driscoll. 2014. Decline and re-expansion of an amphibian with high prevalence of chytrid fungus. *Biol. Conserv.* 170: 86-91.

Stadler, L. 2010. Diversität, Taxonomie und Zoogeographie der Herpetofauna der Umgebung von Alto de Piedra (Veraguas, Panama). Tesis no publicada. Justus-Liebig-Universität Gießen. Hessen, Alemania. 290 pp.

Vitt, L., & J. Caldwell. 2009. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Third Edition. Academic Press, Elsevier. 697 pp.

Wake, D., J. Hanken, & R. Ibáñez. 2005. A new species of big black *Bolitoglossa* (Amphibia: Caudata) from central Panama. *Copeia* 2005(2): 223-226.

Whiles, M., K. Lips, C. Pringle, S. Kilham, R. Bixby, R. Brenes, S. Connelly, J. Colon-Gaud, M. Hunte-Brown, A. Huryn, C. Montgomery, & S. Peterson. 2006. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Front. Ecol. Environ.* 4(1): 27-34.

Woodhams, D. C., V. L. Kilburn, L. K. Reinert, J. Voyles, D. Medina, R. Ibáñez, A. Hyatt, D. Boyle, J. Pask, D. Green, & L. A. Rollins-Smith. 2008. Chytridiomycosis and amphibian population declines continue to spread eastward in Panama. *EcoHealth* 5: 268-274.

Anexo 1. Listado de anfibios, y su cantidad de individuos, registrados en las localidades muestreadas en el PNGDOTH y el PNSF, y sus aspectos de conservación relacionados a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el método del valor de vulnerabilidad ambiental (VVA) para Panamá (Jaramillo *et al.*, 2010) y para Centroamérica (Johnson *et al.*, 2015), y valores locales para El Copé basado en Crawford *et al.*, 2010. Especies registradas fuera de los transectos tienen sus abundancias con un guión anterior al número. Especies con asterisco son endémicas nacionales.

| TAXA                            | PNGDOTH         | PNSF            | Aspectos de Conservación |                        |      |                               |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------|-------------------------------|
|                                 | # de individuos | # de individuos | VVA<br>(Panamá)          | VVA<br>(Centroamérica) | UICN | Crawford <i>et al.</i> , 2010 |
| <b>ORDEN ANURA</b>              |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <b>Familia Bufonidae</b>        |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Incilius coniferus</i>       | -4              | --              | 6                        | 8                      | LC   | LC                            |
| <i>Rhinella horribilis</i>      | 2               | 2               | 5                        | 3                      | LC   | DD-LC                         |
| <b>Familia Centrolenidae</b>    |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Espadarana prosoblepon</i>   | 4               | --              | 7                        | 9                      | LC   | De                            |
| <i>Sachatamia albomaculata</i>  | 3               | 4               | 8                        | 12                     | LC   | Cr                            |
| <b>Familia Craugastoridae</b>   |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Craugastor crassidigitus</i> | 5               | 3               | 9                        | 12                     | LC   |                               |
| <i>C. fitzingeri</i>            | 6               | 5               | 8                        | 12                     | LC   | LC                            |
| <i>C. noblei</i>                | 2               | --              | 9                        | 16                     | LC   | DD                            |
| <i>C. talamancae</i>            | 1               | --              | 9                        | 17                     | LC   | LC                            |

| TAXA                                | PNGDOTH         | PNSF            | Aspectos de Conservación |                        |      |                               |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------|-------------------------------|
|                                     | # de individuos | # de individuos | VVA<br>(Panamá)          | VVA<br>(Centroamérica) | UICN | Crawford <i>et al.</i> , 2010 |
| <b>Familia Dendrobatidae</b>        |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Colostethus pratti</i>           | 7               | --              | 9                        | 15                     | LC   | Ex                            |
| <i>Silverstoneia flotator</i>       | 6               | 4               | 12                       | 16                     | LC   | De                            |
| <b>Familia Eleutherodactylidae</b>  |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Diasporus diastema</i>           | 25              | 6               | 7                        | 15                     | LC   | LC                            |
| <i>Diasporus vocator</i>            | 7               | 15              | 10                       | 15                     | LC   | ?                             |
| <b>Familia Hylidae</b>              |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Agalychnis callidryas</i>        | --              | 1               | 7                        | 11                     | LC   | DD-LC                         |
| <i>Hyloscirtus colymba</i>          | 3               |                 | 10                       | 13                     | CR   | Cr                            |
| <i>Smilisca phaeota</i>             | --              | -15             | 5                        | 11                     | LC   | LC                            |
| <b>Familia Leptodactylidae</b>      |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Leptodactylus fragilis</i>       | -25             | --              | 6                        | 5                      | LC   | DD-LC                         |
| <b>Familia Ranidae</b>              |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Lithobates warszewitschii</i>    | --              | 6               | 6                        | 10                     | LC   | Ex                            |
| <b>Familia Strabomantidae</b>       |                 |                 |                          |                        |      |                               |
| <i>Pristimantis caryophyllaceus</i> | --              | 3               | 8                        | 15                     | NT   | LC                            |
| <i>P. cerasinus</i>                 | 3               | --              | 9                        | 16                     | LC   | De                            |
| <i>P. cruentus</i>                  | 5               | 5               | 8                        | 14                     | LC   | De                            |

Anexo 1 (Continuación)

Anexo 1 Continuación)

| TAXA                          | PNGDOTH<br># de individuos | PNSF<br># de individuos | Aspectos de Conservación |                        |      |                               |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------|-------------------------------|
|                               |                            |                         | VVA<br>(Panamá)          | VVA<br>(Centroamérica) | UICN | Crawford <i>et al.</i> , 2010 |
| <i>P. gaigeae</i>             | 2                          | --                      | 9                        | 16                     | LC   | Ex                            |
| <i>P. museosus</i> *          | 1                          | --                      | 13                       | 17                     | EN   | LC                            |
| <i>P. pardalis</i>            | 3                          | --                      | 12                       | 17                     | NT   | LC                            |
| <i>P. ridens</i>              | 5                          | 2                       | 9                        | 12                     | LC   | Ex                            |
| <b>ORDEN CAUDATA</b>          |                            |                         |                          |                        |      |                               |
| <b>Familia Plethodontidae</b> |                            |                         |                          |                        |      |                               |
| <i>Oedipina parvipes</i>      | 1                          | --                      | 9                        | 15                     | LC   | Ex                            |
| <b>TOTAL</b>                  | 91                         | 56                      |                          |                        |      |                               |

VVA (Panamá): de 3 a 8 baja vulnerabilidad ambiental; de 9 a 11 mediana vulnerabilidad ambiental; de 12 a 20 alta vulnerabilidad ambiental.

VVA (Centroamérica): de 3 a 9 baja vulnerabilidad ambiental; de 10 a 13 mediana vulnerabilidad ambiental; de 14 a 20 alta vulnerabilidad ambiental.

UICN y Crawford *et al.* 2010: LC= “preocupación menor”, EN= “en peligro”, NT= “casi amenazada”, De= “declinada”, Ex= “extirpada”, Cr= “en estado crítico”, DD= “datos deficientes”. Ver sección Metodología (Análisis de Datos) para conocer mejor sobre estos rangos y categorías.



Anexo 2. Listado de reptiles, y su cantidad de individuos, registrados en las localidades muestreadas en el PNGDOTH y el PNSF, y sus aspectos de conservación relacionados a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el método regional del valor de vulnerabilidad ambiental (VVA). Especies registradas fuera de los transectos tienen sus abundancias con un guión anterior al número. Especies con asterisco son endémicas nacionales.

| TAXA                            | PNGDOTH         | PNSF            | Aspectos de Conservación |                        |      |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------|
|                                 | # de individuos | # de individuos | VVA<br>(Panamá)          | VVA<br>(Centroamérica) | UICN |
| <b>ORDEN SQUAMATA</b>           |                 |                 |                          |                        |      |
| <b>SUB ORDEN SAURIA</b>         |                 |                 |                          |                        |      |
| <b>Familia Corytophanidae</b>   |                 |                 |                          |                        |      |
| <i>Corytophanes cristatus</i>   | 2               | 1               | 8                        | 10                     | LC   |
| <b>Familia Gymnophthalmidae</b> |                 |                 |                          |                        |      |
| <i>Echinosauria panamensis*</i> | 5               | 1               | 11                       | 14                     | NE   |
| <i>Leposoma southi</i>          | 2               | --              | 8                        | 14                     | LC   |
| <i>Ptychoglossus plicatus</i>   | 2               | --              | 8                        | 11                     | LC   |
| <b>Familia Hoplocercidae</b>    |                 |                 |                          |                        |      |
| <i>Enyalioides heterolepis</i>  | 3               | --              | 8                        | 13                     | LC   |
| <b>Familia Polychrotidae</b>    |                 |                 |                          |                        |      |
| <i>Anolis capito</i>            | --              | 1               | 8                        | 11                     | NE   |
| <i>A. humilis</i>               | 2               | 3               | 11                       | 14                     | NE   |
| <i>A. insignis</i>              | --              | 1               | 11                       | 14                     | NE   |

Anexo 2 (continuación)

| TAXA                                | PNGDOTH<br># de individuos | PNSF<br># de individuos | Aspectos de Conservación |                        | UICN |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------|
|                                     |                            |                         | VVA<br>(Panamá)          | VVA<br>(Centroamérica) |      |
| <i>A. lemurinus</i>                 | 4                          | 15                      | 8                        | 7                      | NE   |
| <i>A. limifrons</i>                 | --                         | 2                       | 8                        | 15                     | NE   |
| <i>A. lionotus</i> *                | 10                         | 15                      | 12                       | 14                     | LC   |
| <b>Familia Sphaerodactylidae</b>    |                            |                         |                          |                        |      |
| <i>Lepidoblepharis xanthostigma</i> | 2                          | --                      | 8                        | 13                     | LC   |
| <b>Familia Teiidae</b>              |                            |                         |                          |                        |      |
| <i>Holcosus festivus</i>            | 2                          | --                      | 8                        | 10                     | LC   |
| <i>H. leptophrys</i>                | --                         | 1                       | 11                       | 16                     | LC   |
| <b>SUB ORDEN SERPENTES</b>          |                            |                         |                          |                        |      |
| <b>Familia Colubridae</b>           |                            |                         |                          |                        |      |
| <i>Dipsas articulata</i>            | 1                          | --                      | 10                       | 15                     | LC   |
| <i>D. temporalis</i>                | 2                          | --                      | 8                        | 13                     | LC   |
| <i>Geophis bellus</i> *             | 1                          | --                      | 13                       | 16                     | DD   |
| <i>Geophis sp. (aff. hoffmani)</i>  | 1                          | --                      | 7                        | 12                     | NE   |
| <i>Imantodes cenchoa</i>            | 1                          | 2                       | 6                        | 6                      | NE   |

Anexo 2 (continuación)

| TAXA                     | PNGDOTH | PNSF | Aspectos de Conservación |                 |              |
|--------------------------|---------|------|--------------------------|-----------------|--------------|
|                          |         |      | # de individuos          | # de individuos | VVA (Panamá) |
| <i>Oxybelis aeneus</i>   | --      | 1    | 8                        | 5               | NE           |
| <i>Sibon argus</i>       | 1       |      | 12                       | 16              | LC           |
| <i>S. nebulatus</i>      | 1       |      | 8                        | 5               | NE           |
| <b>Familia Viperidae</b> |         |      |                          |                 |              |
| <i>Bothrops asper</i>    | --      | -1   | 9                        | 10              | NE           |
| <b>TOTAL</b>             | 42      | 43   |                          |                 |              |

VVA (Panamá): de 3 a 8 baja vulnerabilidad ambiental; de 9 a 11 mediana vulnerabilidad ambiental; de 12 a 20 alta vulnerabilidad ambiental.

VVA (Centroamérica): de 3 a 9 baja vulnerabilidad ambiental; de 10 a 13 mediana vulnerabilidad ambiental; de 14 a 20 alta vulnerabilidad ambiental.

UICN: LC= “preocupación menor”, VU= “vulnerable”, DD= “datos insuficientes”. Ver sección Metodología (Análisis de Datos) para conocer mejor sobre estos rangos y categorías.

*Recibido 22 de abril del 2016, aceptado 25 de octubre de 2017.*