



RIQUEZA, DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ANFIBIOS EN EL BOSQUE NUBOSO DE CERRO AZUL, SECTOR ALTO CHAGRÉS, PARQUE NACIONAL CHAGRÉS, PANAMÁ

Ángel Sosa¹ y Jorge Guerrel^{1,2}

¹Sociedad Mastozoológica de Panamá, Apartado 0835-00680, Panamá, República de Panamá, e-mail: angelsosa1983@yahoo.com

²Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 0843-03092, Balboa, Ancón Panamá, República de Panamá.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el estado de conservación del bosque nuboso de Cerro Azul, considerando la riqueza de especies de anfibios existentes. El muestreo se realizó por un periodo de seis meses, desde febrero de 2009 hasta julio del mismo año. Los muestreos fueron llevados a cabo mediante la técnica de búsqueda por transectos, realizando incursiones diurnas y nocturnas a lo largo de fuentes naturales de agua (ríos y quebradas), ubicadas en los tres sitios que fueron seleccionados para monitorear. La abundancia registrada de anfibios fue de 661 individuos, agrupados en dos órdenes (Anura y Caudata), 9 familias, 15 géneros y 26 especies. Se obtuvo una riqueza de 26 especies de anfibios, la cual presentó un patrón estacional, siendo los meses con menor precipitación los que aportaron el mayor número de especies. El área de Cerro Azul presentó el mayor índice de diversidad durante el período de transición, entre la estación seca y la estación lluviosa. Al aplicar el análisis de viabilidad ecológica (AVE) se determinó que el estado de conservación del bosque nuboso para Cerro Azul, basado en la riqueza de especies de anfibios, se encuentra en una condición de Pobre. Los rangos de abundancia indicaron que más de la mitad de las especies de anfibios registradas (62%) disminuyeron su abundancia desde el último inventario realizado hace 15 años.

PALABRAS CLAVES

Anfibios, Bosque Nuboso, Análisis de Viabilidad Ecológica, Estado de Conservación y Riqueza de Especies.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the conservation status of the cloud forest of Cerro Azul, considering the wealth of prevailing amphibian species. Sampling was done over a period of six months, from February 2009 until July of that year. Samplings were carried out using transect as search technique day and night raiding along natural water sources (rivers and streams), located at the three sites were selected for monitoring. Amphibian abundance was 661 individuals, subdivided into two orders (Anura and Caudata), 9 families, 15 genera and 26 species. A richness of 26 species of amphibians was obtained, which showed a seasonal pattern, with the months with lower precipitation those with the greatest number of species. The Cerro Azul area had the highest diversity index during the transition period between the dry season and the rainy season. Applying ecological feasibility analysis (AVE) it was determined that the state of conservation of Cerro Azul cloud forest, based on species richness of amphibians, is in a poor condition. Abundance ranges indicated that more than half of all amphibian species recorded (62%) decreased their abundance since the last inventory made 15 years ago.

KEYWORDS

Amphibians, Cloud Forest, Ecological Viability Status and Species Richness.

INTRODUCCIÓN

En el mundo existen pocas regiones que mantienen tanta diversidad biológica en un área tan pequeña como lo es el Istmo de Panamá, en donde están representados con un 4% los anfibios y reptiles del mundo (Rand & Myers, 1990). En la actualidad se reportan 199 especies de anfibios para Panamá (Jaramillo *et al.*, 2010), de las cuales 62 especies habitan en los bosques nubosos del Alto Chagres (Samudio *et al.*, 2008). En particular, 56 especies han sido reportadas en 10 sitios en el área montañosa de Cerro Azul – Cerro Jefe (Ibáñez *et al.*, 1999a) en el Alto Chagres.

Rand & Myers (1990) señalan que los anfibios de montaña, al igual que los de tierras bajas, son una mezcla de especies de Centro y Suramérica, pero con más endemismo. Un ejemplo de esto son los bosques nubosos del Alto Chagres, que conservan una buena representación de la fauna herpetológica endémica del país (Ibáñez, 2001).

Este grupo de animales amerita una atención especial dada la crítica disminución en sus poblaciones (Lips, 1999). Dicha situación es

preocupante, ya que los anfibios podrían ser bioindicadores de cambios ambientales, principalmente debido a las características de su piel e historia de vida (Ibáñez *et al.*, 1999b).

El propósito de este estudio es contribuir con información sobre las poblaciones de anfibios, al monitoreo de anfibios de los bosques nubosos del Alto Chagres, llevado a cabo por la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) dentro del Proyecto de Monitoreo de la Biodiversidad del Alto Chagres. El indicador para el monitoreo de los anfibios del bosque nuboso es el número de especies de anfibios asociados a las quebradas o riachuelos y al bosque en este ecosistema montano. Este es un indicador del estado de conservación tanto de los anfibios como de estos bosques a elevaciones iguales o mayores a 650 msnm (Candanedo & Samudio, 2005).

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en la región del Alto Chagres, específicamente en el área de Cerro Azul. El Alto Chagres se localiza hacia la vertiente del Caribe panameño ocupando parte de las provincias de Panamá y Colón y de la Comarca Kuna Yala. Está conformado por tres áreas protegidas a saber; los Parques Nacionales Chagres y Portobelo y el Área Silvestre Corregimiento Narganá No. 1, ocupando una superficie aproximada de 155.020 km². El área de Cerro Azul, se localiza dentro del Parque Nacional Chagres, encontrándose a una altura de 665 msnm, está ubicado en la zona de vida llamada bosque pluvial premontano, según la clasificación de Holdridge (Departamento de Cartografía del Catastro Rural 1970), su precipitación promedio anual varía entre 2500 y 3500 mm en las elevaciones más altas y la temperatura promedio de 20 °C. Se caracteriza por presentar un bosque secundario relativamente joven, siendo un área que en la actualidad se encuentra sumamente perturbada debido a diversas actividades antrópicas, tales como producción avícola y proyectos de uso residencial.

Colecta, Identificación y Toma de Datos

Los muestreos fueron realizados entre los meses de febrero y julio de 2009, mediante el recorrido de transectos localizados en cada uno de los sitios de muestreos (1 transecto/sitio). Se escogieron tres sitios de muestreo localizados en el bosque nuboso de Cerro Azul, región del Alto Chagres, los cuales son: Río Indio (Sitio 1, inicio 9.20361° N 79.39745° W; final 9.20388° N 79.39606° W), Quebrada Sin Nombre N° 1 que se encuentra cruzando el Río Indio (Sitio 2, inicio 9.20228° N 79.39863° W; final 9.20345° N 79.39982° W) y Quebrada Sin Nombre N° 2 ubicada detrás de La estación de ANAM de Cerro Azul (Sitio 3, inicio 9.20087° N 79.39848° W; final 9.20062° N 79.39691° W). Dichos transectos tenían una longitud aproximada de 200 metros cada uno, estando ubicados a una altura entre los 600 y 700 msnm. Los registros de las coordenadas geográficas (WGS 84, NAD 27) y de las alturas de los sitios de muestreos fueron determinados mediante el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS). Cabe mencionar que, todos los transectos que se emplearon en este trabajo, son utilizados por la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) para el Monitoreo de Anfibios del Alto Chagres.

En cada muestreo participaron dos observadores, quienes registraron todos los individuos observados y escuchados de las especies presentes en un área aproximada de un metro de ancho, a lo largo de los 200 metros del transecto localizado en cada sitio de muestreo. Las observaciones se realizaron durante el día de 8:00 a.m. a 10:00 a.m. y en la noche de 7:00 p.m. a 9:00 p.m.

Se le tomaron fotografías a los ejemplares y se capturó un individuo por especie, los cuales fueron depositados en el Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá. Esta entrega, se realizó con la finalidad de documentar las especies registradas, lo cual, según Heyer *et al.* 1994, es sumamente importante para dar credibilidad a estudios sobre biodiversidad e inventarios biológicos como el presente. Los ejemplares que no pudieron ser identificados en campo, fueron capturados para su posterior identificación en los laboratorios de la Escuela de Biología, Universidad de Panamá.

Análisis de la Información

Se utilizó la clasificación taxonómica para anfibios de Jaramillo *et al.* (2010), siendo esta la revisión más actualizada a nivel mundial de este grupo taxonómico en Panamá.

Los índices que se obtuvieron fueron el de Riqueza de Especies (S), Diversidad de Shannon-Wiener (H'), Equidad de Pielou (J') y el de Abundancia Relativa; empleando los programas estadísticos *BioEstat* y *Past*.

Los rangos de abundancia de las especies registradas fueron determinados de acuerdo a las categorías establecidas por Rand & Myers (1990): Común = se pueden encontrar muchos individuos; Usual = se pueden encontrar buscando en el hábitat y en la estación del año apropiados; Infrecuente = impredecible y Rara = raramente se observa.

El análisis de viabilidad ecológica (AVE), empleado para determinar el estado de conservación del bosque nuboso de Cerro Azul, se calculó tomando como indicador el número de especies de anfibios presentes/gira. Los rangos de estado de conservación del bosque nuboso se categorizaron empleando el método propuesto por Candanedo & Samudio (2005) de la siguiente forma: Pobre = ≤ 17 especies; Regular = 18-22 especies; Bueno = 23-26 especies y Muy Bueno = ≥ 27 especies.

Se empleo el coeficiente de correlación de Pearson, para establecer si existe o no correlación entre la riqueza de especies de anfibios y la precipitación lluviosa, utilizando el programa estadístico *BioEstat*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esfuerzo de Muestreo

El esfuerzo total de muestreo para el área de Cerro Azul durante el período de muestreo fue de 236.84 horas/persona, dividido en 119.68 horas/persona de esfuerzo diurno y 117.16 horas/persona de esfuerzo nocturno. El esfuerzo de muestreo realizado fue mayor al obtenido en dos años por el monitoreo de anfibios del bosque nuboso del Alto

Chagres realizado por la Sociedad Mastozoológica de Panamá en Cerro Azul (Samudio *et al.*, 2008).

Riqueza de Especies y Diversidad Taxonómica

A partir de los muestreos realizados durante seis meses (febrero a julio), se encontró para el área de Cerro Azul, un total de 26 especies de anfibios (incluyendo las especies registradas por canto, *Cochranella granulosa* y *Nelsonophryne aterrima*), agrupadas en 15 géneros, nueve familias y dos órdenes (Cuadro 1). Esta riqueza representa el 45% de las especies de anfibios reportados para esta área (Ibáñez *et al.*, 1994). La riqueza de anfibios asociados a hábitats de quebradas y ríos obtenida es similar a la reportada en los trabajos de Jaramillo & Ibáñez (1997a, 1997b, 1997c) durante el monitoreo de la Cuenca del Canal, en los cuales se indica la presencia de 25, 26 y 35 especies de anfibios para los sectores de Quebrada Las Pavas, Cerro Brewster y Cerro Bruja, respectivamente.

Se registró para Cerro Azul la especie *Diasporus quidditus*, la cual no había sido listada anteriormente en Cerro azul, y que formaba parte del complejo de especies denominado Grupo Diastema, reportado por Ibáñez *et al.* (1999a) para Cerro Azul, identificando la especie como *Diasporus diastema*. Lynch (2001) describe y separa la especie *Diasporus quidditus* del Grupo Diastema, cuyo rango de distribución va desde el área Central y Este de Panamá hasta el Oeste de Colombia.

Scinax rubra, es otra especie que es observada por primera vez en Cerro Azul, la cual era considerada como ausente en el complejo montañoso Cerro Jefe - Cerro Azul por Ibáñez *et al.* (1994; 1999a). Este nuevo registro puede ser debido a un mayor esfuerzo de muestreo en comparación a investigaciones pasadas o que en años anteriores esta especie no estaba presente en el área y se está desplazando a mayores altitudes en busca de mejores condiciones ambientales, comportamiento este que puede estar influenciado por causas naturales o por el cambio climático (Pounds *et al.*, 1999; Parmesan & Yohe 2003).

Cuadro 1. Riqueza de especies y abundancia relativa de las especies de anfibios en el bosque nuboso de Cerro Azul, febrero – julio 2009.

Taxa	Especies	Nº de individuos	Abundancia relativa (%)	Rango de Abundancia
ANURA				
Bufonidae				
	<i>Chaunus marinus</i>	4	0.61	Infrecuente
	<i>Rhaebo haematiticus</i>	1	0.15	Rara
	<i>Rhinella alata</i>	1	0.15	Rara
Centrolenidae				
	<i>Cochranella euknemos</i>	3	0.45	Infrecuente
	<i>Cochranella granulosa</i>	13	1.97	Infrecuente
	<i>Espadarana prosoblepon</i>	19	2.87	Usual
	<i>Hyalinobatrachium colymbiphylum</i>	24	3.63	Usual
	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	3	0.45	Infrecuente
	<i>Sachatamia albomaculata</i>	43	6.51	Común
Craugastoridae				
	<i>Craugastor crassidigitus</i>	11	1.66	Infrecuente
	<i>Craugastor fitzingeri</i>	22	3.33	Usual
Dendrobatidae				
	<i>Colostethus panamensis</i>	1	0.15	Rara
	<i>Colostethus pratti</i>	116	17.55	Común
	<i>Silverstoneia flotator</i>	29	4.39	Usual
	<i>Silverstoneia nubicola</i>	16	2.42	Usual
Eleutherodactylidae				
	<i>Diasporus diastema</i>	65	9.83	Común
	<i>Diasporus quidditus</i>	1	0.15	Rara
	<i>Diasporus vocator</i>	182	27.53	Común
Hylidae				
	<i>Scinax rubra</i>	1	0.15	Rara
Microhylidae				
	<i>Nelsonophryne aterrima</i>	6	0.91	Infrecuente
Strabomantidae				
	<i>Pristimantis cerasinus</i>	1	0.15	Rara
	<i>Pristimantis cruentus</i>	78	11.8	Común
	<i>Pristimantis gaigei</i>	7	1.06	Infrecuente
	<i>Pristimantis ridens</i>	8	1.21	Infrecuente
	<i>Pristimantis taeniatus</i>	4	0.61	Infrecuente
CAUDATA				
Plethodontidae				
	<i>Oedipina parvipes</i>	2	0.31	Infrecuente
Total		661	100	
Ordenes: 2	Familias: 9	Géneros: 15 y Especies: 26		

La rana *Nelsonophryne aterrima*, por ser un animal fosorio, nunca fue observada directamente, sin embargo su presencia en los transectos pudo ser confirmada con la ayuda de grabaciones de su canto. Savage (2002) señala que el canto de *Nelsonophryne aterrima* es desconocido, pero se especula que probablemente tiene un llamado de advertencia.

Se observó una especie de salamandra (*Oedipina parvipes*), una de las tres especies reportadas para esta área por Ibáñez *et al.* (1999a). Este grupo de anfibios es difícil de observar en campo al igual que las cecilias (Orden Apoda), porque la mayor parte del tiempo están enterradas en la hojarasca, el humus o el suelo (Savage, 2002) (Cuadro 1).

El número de especies por familias es similar a los obtenidos por Ibáñez *et al.* (1994; 1999a), aunque este estudio no incluyó transectos en todos los hábitats disponibles. La diferencia más notable en la riqueza de especies por familia se observó en la familia Hylidae, donde Ibáñez *et al.* (1994; 1999a) reportan quince especies en Cerro Azul, comparado con una especie (*Scinax rubra*), reportada en este muestreo. Los miembros de esta familia generalmente prefieren cuerpos de agua lénticos para su reproducción, tales como charcos, lagunas y pantanos, hábitats que están ausentes en los sitios de estudio (Duellman & Trueb, 1994).

La familia Centrolenidae obtuvo una riqueza alta de especies en los tres sitios de estudio y Cerro Azul, debido a que los hábitats que se seleccionaron para los transectos son los preferidos por esta familia para depositar sus huevos, ya sea sobre las plantas, rocas u otro sustrato al lado o arriba de los mismos (Kubicki, 2007). Las observaciones de Duellman & Burrowes (1989), señalan que la mayor diversidad de centrolénidos se da en los bosques montañosos.

Tendencia de la Riqueza de Especies

A través de los muestreos realizados en la primera mitad del año 2009, la tendencia en cuanto a la riqueza de especies de anfibios en el área de estudio de Cerro Azul fue en aumento. Desde siete especies registradas durante el mes de febrero hasta alcanzar un total de 26 especies de anfibios en julio de 2009 (Figura 1). Igual situación ocurrió en los sitios de muestreos, en donde la riqueza de especies registrada al inicio de los muestreos, fue incrementándose a través de los meses de

monitoreo producto de la acumulación de nuevas especies. La curva de acumulación de especies para Cerro Azul probablemente no esté completa, ya que Myers (1972) señala que para un inventario de herpetofauna, el esfuerzo debe hacerse en cada una de las regiones fisiográficas y de vegetación más importante y en partes diferentes de cualquier gradiente climático.

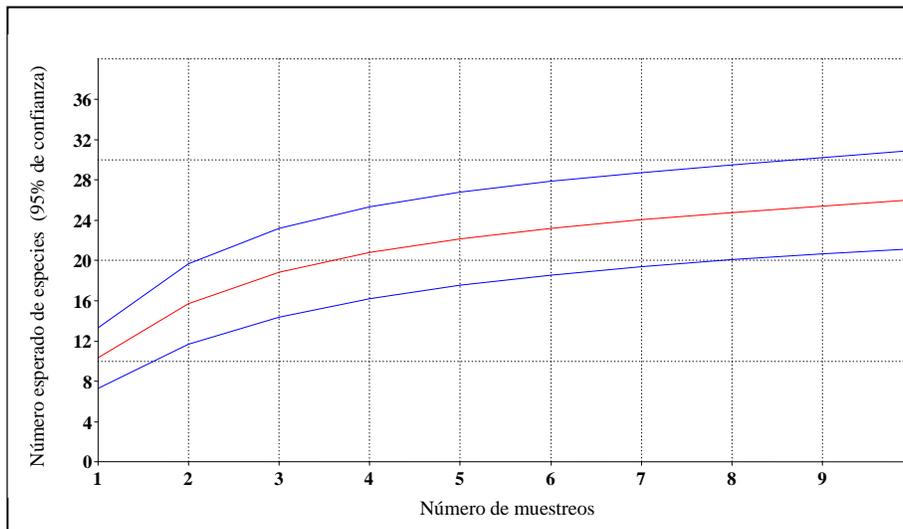


Fig.1. Curva de acumulación de especies de la riqueza observada y la riqueza estimada (95% de confianza), período febrero – julio de 2009 en el bosque nuboso de Cerro Azul y los tres sitios de estudio.

Diversidad

Para determinar la diversidad en los sitios de muestreos, se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual no sólo toma en cuenta el número de especies, sino también la abundancia relativa de cada una de las especies incluidas en el análisis. Como resultado, se obtuvo que los mayores índices de diversidad fueron reportados para los sitios Río Indio y Quebrada Sin Nombre N° 2, con valores muy similares de $H'=2.35$ y $H'=2.12$ respectivamente. Cabe mencionar que, la mayor homogeneidad con relación a la distribución de los individuos entre las especies, también la presentaron Río Indio con un índice de equitatividad de $J'=0.85$ y Quebrada Sin Nombre N° 2, la cual reportó una equitatividad de $J'=0.69$ (Cuadro 2).

En el área de estudio Cerro Azul se obtuvo, durante la estación seca un índice de diversidad de $H' = 1.72$, en el período de transición este índice aumento notablemente ($H' = 2.51$) y en la estación lluviosa disminuyó ($H' = 1.95$) (Cuadro 4). Igual situación se presentó para los tres sitios muestreados, donde Río Indio alcanzó los mayores índices de diversidad durante los tres períodos de muestreo (Cuadro 3).

Cuadro 2. Valores de diversidad y equitatividad de las especies de anfibios en los sitios de muestreo, periodo de febrero a julio de 2009.

Sítios de Muestreo	H'	J'	Riqueza de Spp.
Río Indio	2.35	0.85	17
Quebrada Sin Nombre N° 1	1.74	0.57	21
Quebrada Sin Nombre N° 2	2.12	0.69	21
Cerro Azul	2.35	0.72	26

Cuadro 3. Índices de diversidad y equitatividad de las especies de anfibios durante la estación seca, transición y estación lluviosa del año 2009.

		Río Indio	Qda. Sin Nombre N° 1	Qda. Sin Nombre N° 2	Cerro Azul
Estación seca	H'	1.87	1.16	1.52	1.72
	J'	0.85	0.48	0.61	0.63
	Abundancia	41	174	110	309
	Riqueza	9	11	12	15
Transición	H'	2.11	2.07	2.31	2.51
	J'	0.88	0.73	0.80	0.80
	Abundancia	54	144	112	297
	Riqueza	11	17	18	23
Estación Lluviosa	H'	1.38	0.95	1.56	1.95
	J'	1	0.86	0.96	0.81
	Abundancia	4	5	6	28
	Riqueza	4	3	5	11

Los tres sitios de estudio y el área de Cerro Azul, presentan índices de diversidad (Cuadros 2 y 3), similares a los reportados por el Monitoreo del Alto Chagres en Cerro Azul durante los años 2007 y 2008 (Samudio *et al.* 2008).

Abundancia

Para las 26 especies identificadas se registró un total de 661 individuos. Las especies más abundantes fueron *Diasporus vocator* con 27.53% (182 individuos), *Colostethus pratti* con 17.55% (116 individuos), *Pristimantis cruentus* con 11.8% (78 individuos), *Diasporus diastema* con 9.83% (65 individuos), *Sachatamia albomaculata* con 6.51% (43 individuos), *Silverstoneia flotator* con 4.39% (29 individuos), *Hyalinobatrachium colymbiphylum* con 3.53% (24 individuos) y *Craugastor fitzingeri* con 3.32% (22 individuos) (Cuadro 1).

En total, 10 especies (38%) fueron catalogadas como usuales o comunes para el área de estudio (Cuadro 1). Las especies que resultaron con menor abundancia o más raras fueron: *Rhinella alata*, *Rhaebo haematiticus*, *Colostethus panamensis*, *Diasporus quidditus*, *Scinax rubra* y *Pristimantis cerasinus* con un individuo cada una (Cuadro 1).

Comparando los rangos de abundancia obtenidos en este muestreo con el inventario de Ibáñez *et al.* (1994), podemos afirmar que más de la mitad (62%) de las especies de anfibios disminuyeron su abundancia, un 15% se mantiene igual, 11.5% aumentaron y finalmente otro 11.5% son nuevos registros (Cuadro 1).

Es importante señalar que algunas especies; como por ejemplo *Chaunus marinus* y *Diasporus quidditus* fueron consideradas raras o infrecuentes durante el muestreo, aunque en otros hábitats resultarían ser más abundantes. Peachmann *et al.* (1991) y Peachmann & Wilbur (1994), señalan que entre dos muestreos una disminución de abundancia no necesariamente es una indicación de declinación poblacional a largo plazo. Esto puede deberse a que bajo condiciones normales el tamaño de las poblaciones de anfibios puede fluctuar.

Las especies que obtuvieron una mayor abundancia de individuos: *Diasporus vocator*, *Colostethus pratti*, *Pristimantis cruentus*, *Diasporus diastema*, *Sachatamia albomaculata*, *Silverstoneia flotator*, *Hyalinobatrachium colymbiphylum* y *Craugastor fitzingeri* (Cuadro 1), son igualmente las especies reportadas por Ibáñez *et al.* (1994) y Samudio *et al.* (2008) como algunas de las especies más abundantes en Cerro Azul.

Las familias Eleutherodactylidae y Dendrobatidae, que obtuvieron el mayor número de individuos, son las mismas reportadas por Ibáñez *et al.* (1994) y Samudio *et al.* (2008) como las de mayor abundancia en el área de estudio.

Las observaciones en campo indican que las poblaciones de anfibios de Cerro Azul están en buen estado, pero probablemente esta condición no se mantendrá por mucho tiempo, debido a que el hongo quitrido ya está presente en algunos de los bosques nubosos del Parque Nacional Chagres (Ibáñez, 2009). No obstante, la ausencia de reportes sobre la presencia del hongo quitrido en las poblaciones de anfibios de Cerro Azul, no permite afirmar si estos cambios en la abundancia de individuos son el resultado de una declinación de las poblaciones debido a este patógeno o a factores antropogénicos.

Estado de Conservación del Bosque Nuboso y Análisis de Viabilidad Ecológica

El estado de conservación del bosque nuboso de Cerro Azul y los tres sitios de estudio basado en la riqueza de especies de anfibios durante el año 2009 fue calificado como “Pobre”, siendo igual al obtenido por el Monitoreo de Anfibios del Alto Chagres en Cerro Azul durante los años 2007 y 2008 (Samudio *et al.*, 2008) (Cuadro 4). Es importante señalar que es necesario emplear información de más indicadores como abejas de las orquídeas, murciélagos e insectos acuáticos, entre otros; para determinar el estado de conservación del bosque nuboso de Cerro Azul.

Cuadro 4. Análisis de viabilidad ecológica de los sitios de muestreo y el área de estudio utilizando el número de especies de anfibios presente/gira.

Mes	Río Indio	Quebrada Sin Nombre N° 1	Quebrada Sin Nombre N° 2	Cerro Azul
Febrero	6	5	3	9
Marzo I	3	6	6	10
Marzo II	7	10	1	14
Abril	7	9	12	15
Mayo I	5	6	6	8
Mayo II	4	5	7	9
Junio I	6	2	8	10
Junio II	2	5	5	11
Julio I	2	3	3	6
Julio II	5	3	5	10
Promedio de especies por gira	5	5	5	10
	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10

N = número total de giras

Cambio Estacional en la Riqueza de Especies (S)

Allmon (1991) y Arzabe (1999), afirman que generalmente hay una relación directa entre el número y/o abundancia de anfibios observados y la precipitación, sin embargo en este estudio se obtuvo una correlación negativa ($r = -0.70$, $p = 0.02$), entre la precipitación y la riqueza de especies (Cuadro 5). Durante la estación seca varias especies de anfibios están asociadas a los márgenes de arroyos para mantener su humedad corporal. Sin embargo, algunas especies como *Diasporus diastema* y *Diasporus vocator*, se internan en el bosque cuando inicia la estación lluviosa (Ibáñez, 1999).

Cuadro 5. Variación mensual del número de individuos, riqueza de especies y precipitación.

Mes	Nº de individuos	Riqueza de especies (S)	Precipitación promedio diaria (mm)
febrero	66	9	4.25
marzo I	116	9	4.12
marzo II	145	14	0
Abril	180	15	0.5
mayo I	41	8	28.2
mayo II	35	9	14.25
junio I	29	10	21.28
junio II	19	11	1.3
julio I	14	6	22.2
julio II	16	10	13.65

CONCLUSIONES

El estado de conservación del bosque nuboso basado en la riqueza de especies de anfibios para los tres sitios de estudio y Cerro Azul en el año 2009 presenta una condición “Pobre”, manteniéndose igual a la calificación obtenida para Cerro Azul en los dos años anteriores (2007 y 2008).

Los valores del Análisis de Viabilidad Ecológica y de los índices de diversidad son poco comparables, ya que el primero solo emplea la riqueza de especies y requiere implementarse con otros indicadores. Los índices de diversidad utilizan un conjunto de valores, como la riqueza y distribución de abundancia de las especies. Esto explica la diferencia entre el valor “Pobre” para el estado de conservación del bosque nuboso y los altos índices de diversidad de anfibios en Cerro Azul.

La riqueza de anfibios asociados a hábitats de quebradas y ríos obtenida en este estudio fue de 26 especies. Se considera que el listado de anfibios de Cerro Azul no está completo, ya que no se incluyeron transectos en todas las regiones fisiográficas y de vegetación. Sin embargo, las especies más conspicuas asociadas a quebradas y ríos fueron encontradas.

Los tres sitios de estudio y el área de Cerro Azul, mantienen altos índices de diversidad, siendo el periodo de transición el que obtuvo los valores más altos. El alto grado de heterogeneidad en la composición de especies de esta área permite que la diversidad sea alta.

Contrastando los índices de diversidad obtenidos en la comunidad de anfibios en Cerro Azul con los obtenidos en otras áreas de características ecológicas similares en la región (Bustamante *et al.*, 2005; Cadavid *et al.*, 2005), se observa que valores altos en índices de diversidad como Shanon Wiener son frecuentes en comunidades de anfibios en bosques nubosos del Neotrópico.

Los rangos de abundancia obtenidos en este muestreo al compararse con el trabajo de Ibáñez *et al.* (1994) demuestran que más de la mitad (62%) de las especies de anfibios disminuyeron su abundancia, un 15% se mantiene igual, 11.5% son nuevos registros y 11.5% aumentaron. No obstante, no se determinó si estos cambios en la abundancia son debidos a factores naturales o a factores humanos.

La abundancia de individuos fue mayor durante la estación seca y el período de transición de estación seca a estación lluviosa, siguiendo el patrón observado en las poblaciones de anfibios de tierras bajas (Isla de Barro Colorado) y en el bosque nuboso (Carretera de Llano Cartí) en Panamá. La actividad antropogénica en los transectos no muestra un efecto notable en la composición de especies.

Las 26 especies de anfibios muestran uniformidad en la cantidad de individuos con índices de diversidad (H') altos. Sin embargo, los índices de diversidad proporcionan un panorama sesgado de lo que ocurre, porque no es posible apreciar si hay una disminución de individuos en las poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Chagres-Fundación NATURA, Fundación Parque Nacional Chagres y The Nature Conservancy-Panamá por donar a SOMASPA el fondo usado en este estudio. A Rogelio Samudio y Roberto Ibáñez, por sus consejos y recomendaciones. Al personal del Parque Nacional Chagres en la Subse de Cerro Azul, en especial a José Madrid.

REFERENCIAS

Bustamante, M., S. Ron & L. Coloma. 2005. Cambios en la diversidad de siete comunidades de anuros en los Andes de Ecuador. *Biotropica* 37(2):180-189.

Cadavid, J., C. Roman-Valencia & A. Gómez. 2005. Composición y estructura de anfibios anuros en un transecto altitudinal de los Andes Centrales de Colombia. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, 7(2): 103-118.

Candanedo, I. & R. Samudio Jr. 2005. Construyendo un Mecanismo para Medir el Éxito de la Conservación en el Alto Chagres. Panamá. 80 pp.

Departamento de Cartografía del Catastro Rural, Reforma Agraria. 1970. Mapa Ecológico de Panamá. Dirección de Cartografía del Ministerio de Obras Públicas de Panamá.

Duellman, W. & P. Burrowes. 1989. New Species of Frogs, *Centrolenella*, from Pacific versant of Ecuador and Southern Colombia. *Occas. Pap. Mus. Nat. Hist.*, University of Kansas. 132:1-14.

Duellman, W. & L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Heyer, W., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek & M. Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Ibáñez, R., F. Arosemena, F. Solís & C. Jaramillo. 1994. Anfibios y Reptiles de la Serranía Piedras-Pacora, Parque Nacional Chagres. *Scientia (Panamá)* 9(1):17-31.

Ibáñez, R., S. Aguilar, A. Sanjur, R. Martínez, R. Condit, R. Stallard, S. Heckadon, & S. Lao. 1999a. Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal. *Reporte Anual Técnico*. Unites States Agency for International Development. Autoridad Nacional del Ambiente (Panama) and Smithsonian Tropical Research Institute. Panama City, Panamá.

Ibáñez, R., S. Rand & C. Jaramillo. 1999b. Los Anfibios del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y Áreas Adyacentes/ The Amphibians of Barro Colorado Nature Monument, Soberanía National Park and Adjacent Areas. Editorial Mizrachi & Pujol, Panamá.

Ibáñez, R. 2001. Anfibios del Área Central de Panamá, pp. 150-157. En: Heckadon-Moreno, S. (Ed), Panamá: Puente Biológico. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Panamá.

Ibáñez, R. 2009. En el Parque Nacional Chagres Expedición de Rescate de Anfibios descubre el Hongo Quítrido en Ranas de Panamá. En: Comunicado de Prensa. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI).

Jaramillo, C. & R. Ibáñez. 1997a. Anfibios y Reptiles. En: Informe Final del Inventario de Vertebrados Terrestres: Quebrada Las Pavas, Parque Nacional Chagres, 5-14 marzo 1997. Informe Final: Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal de Panamá (PMCC), USAID-ANAM-STRI, Panamá. P. 3-13.

Jaramillo, C. & R. Ibáñez. 1997b. Anfibios y Reptiles. En: Informe Final del Inventario de Vertebrados Terrestres: Cerro Brewster, Parque Nacional Chagres, 18-27 febrero 1997. Informe Final: Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal de Panamá (PMCC), USAID-ANAM-STRI, Panamá. P. 2-15.

Jaramillo, C. & R. Ibáñez. 1997c. Anfibios y Reptiles. En: Informe Final del Inventario de Vertebrados Terrestres: Cerro Bruja, Parque Nacional Chagres, 21-30 febrero 1997. Informe Final: Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal de Panamá (PMCC), USAID-ANAM-STRI, Panamá. P. 2-15.

Jaramillo, C., L. Wilson, R. Ibáñez & F. Jaramillo. 2010. The Herpetofauna of Panama: Distribution and Conservation Status. En: Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles. Eagle Mountain Publications, L. C., Utah. 812 pp.

Kubicki, B. 2007. Ranas de vidrio de Costa Rica / Glass frogs of Costa Rica. Santo Domingo de Heredia, C.R., Editorial INBio. 299 pp.

Larry, W., J. Townsed & J. Johnson. 2010. Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles. Eagle Mountain Publications. 812 pp.

Lips, K. 1999. Mass Mortality and Population Declines of Anurans at an Upland Site in Western Panama. *Conservation Biology*. 13 (1): 117-125.

Lynch, J. 2001. Three New Rainfrogs of the *Eleutherodactylus diastema* Group from Colombia and Panama. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 25, 287–297.

Myers, C. 1972. The Status of Herpetology in Panama. In Jones, M. L., editor. The Panamic Biota: Some Observations Prior to a Sea-level Canal. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 2:199–209.

Parmesan, C. & G. Yohe. 2003. A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems. *Nature* 421: 37-42.

Pechmann, J., D. Scott, R. Semlitsch, J. Caldwell, L. Vitt & J. Gibbons. 1991. Declining Amphibian Populations: The Problem of Separating Human Impacts from Natural Fluctuations. *Science*, 253:892-895.

Pechmann, J. & H. Wilbur. 1994. Putting Declining Amphibian Populations in Perspective: Natural Fluctuations and Human Impacts. *Herpetologica*, 50:65-84.

Pounds, M., P. Fogden & J. Campbell. 1999. Biological Response to Climate Change on a Tropical Mountain. *Nature* 398: 611-615.

Rand, S. & C. Myers. 1990. The Herpetofauna of Barro Colorado Island, Panama: An Ecological Summary. pp. 386-409.

Samudio, R., A. Sosa & R. Samudio Jr. 2008. Estado de Conservación del Bosque Nuboso en la Región del Alto Chagres Basado en la

Diversidad de Anfibios. En: Productos del Proyecto: Construyendo un Mecanismo para Medir el Éxito de la Conservación en el Alto Chagres. 63-104 pp. Informe No Publicado.

Savage, J. 1973. The Geographic Distribution of Frogs: Patterns and Predictions. pp. 352 – 445. In: J. Vial, editor. Evolutionary Biology of the Anurans: Contemporary Research on Major Problems. University of Missouri Press, Columbia.

Wild, E. 1996. Natural History and Resource Use of Four Amazonian Tadpole Assemblages. *Occasional Papers of Natural History Museum of University of Kansas*. 176: 1-59.

Recibido mayo de 2012, aceptado marzo de 2013.