



**EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE LA HERPETOFAUNA
Y
LOS SISTEMAS DULCEACUÍCOLAS
DEL
PARQUE NACIONAL BARBILLA**

2016



**DIAGNÓSTICO PARA EL PLAN GENERAL DE MANEJO DEL
PARQUE NACIONAL BARBILLA**

Área de Conservación La Amistad Caribe

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

2016



Publicado por: SINAC, Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica

Donado por: Asociación Costa Rica por Siempre

Elaboración técnica: Fundación Corcovado (Claudine Sierra y Kattia Fernández). Asesoría Biológica: Alejandro Muñoz y Jimmy Barrantes.

Copyright: © 2016. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente.

Citar como: SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2016b. Caracterización de los territorios indígenas Chirripó, Bajo Chirripó y Nairi Awari. Evaluación Ecológica Rápida de la Herpetofauna y los Sistemas Dulceacuícolas del Parque Nacional Barbilla. Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC). Costa Rica. 22 pág.

El proceso de facilitación de esta Propuesta de Actualización del Plan General de Manejo del Parque Nacional Barbilla 2016 – 2026, fue llevado a cabo mediante un acuerdo de donación por Fundación Corcovado y fue posible gracias al apoyo técnico y financiero del Segundo Canje de Deuda por Naturaleza entre Costa Rica y Estados Unidos, la Asociación Costa Rica Por Siempre y del personal del Área de Conservación La Amistad Caribe.

La Asociación Costa Rica Por Siempre es una organización sin fines de lucro que administra una iniciativa de conservación público-privada desarrollada con el objetivo de consolidar un sistema de áreas protegidas marinas y terrestres que sea ecológicamente representativo, efectivamente manejado y con una fuente estable de financiamiento, permitiéndole a Costa Rica ser el primer país en desarrollo en cumplir las metas del Programa de Trabajo en Áreas Protegidas (“PTAP”) de la Convención sobre Diversidad Biológica (“CDB”) de las Naciones Unidas.

ISBN:

Asesoría Técnica: Gina Cuza Jones (ACLAC), Mario Cerdas Gómez (ACLAC), Deiver Contreras (ACLAC), Oscar Gutiérrez Calvo (ACLAC), Elvin Moreno (ACLAC), Jorge A. González (ACLAC), Francisco Domínguez Barros (ACLAC), Carlos López Quirós (ACLAC), Earl Junier Wado (ACLAC), Leonardo García (Asociación Costa Rica Por Siempre, ACRXS).

Financiamiento: Segundo Canje de Deuda



Índice General de contenidos

CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA HERPETOLÓGICA DEL PNB	5
CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE DEL PNB.....	12
Fauna macroinvertebrada del PNB	13
Referencias.....	21

Índice de cuadros

Cuadro 1. Abundancia y riqueza de herpetofauna del PNB	5
Cuadro 2. Especies de anfibios y reptiles del PNB y su estado de conservación.....	7
Cuadro 3. Índices de diversidad alfa según el tipo de ambiente muestreado en el PNB.....	9
Cuadro 4. Sitios de muestreo dulceacuícola en el PNB	12
Cuadro 5. Número de individuos colectados según género, familia y orden para cada uno de los puntos de muestreo en el PNB.....	14
Cuadro 6. Cálculos de riqueza y diversidad de macroinvertebrados acuáticos para el río Danto y sus afluentes en el PNB.....	19

CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA HERPETOLÓGICA DEL PARQUE NACIONAL BARBILLA

Para tener esta aproximación inicial y actualizada, se realizaron dos giras de campo al Parque en el mes de octubre de 2015, para un total de 6 días y noches de muestreo. Trabajo a cargo de dos biólogos con experiencia previa en este tipo de evaluaciones y fauna. El método utilizado para registrar la herpetofauna fue la búsqueda intensiva por encuentro visual y auditivo (Crump y Scott, 1994) sin restricciones de tiempo. Se recorrieron 4 sitios con características estructurales distintas. La zona cercana a la estación, caracterizada por zonas de potrero y áreas inundadas con charcas temporales. El sendero que conecta la estación biológica con el Río Danto, con vegetación de tipo charral y bosque secundario. Una sección de bosque maduro sobre el sendero que única luego de cruzar el Río Danto y por último la zona riparia sobre el Río Danto y varios riachuelos y quebradas afluentes.

Según los resultados de la EER en el ASP registró un total de 368 individuos, 20 familias y 46 especies de anfibios y reptiles. Los anfibios fueron el grupo más abundante y heterogéneo con 321 individuos distribuidos en 28 especies, 11 familias. Por su parte los reptiles fueron menos abundantes con apenas 47 individuos, dentro de los cuales se encontraron 18 especies (Cuadro 1).

La especie más abundante de anfibios durante los muestreos de campo fue *Diasporus diastema*, la cual en una noche alcanzó a registrar un aproximado de 112 individuos. Esta especie junto a *Agalychnis callidryas* fueron las únicas que se registraron durante todos los muestreos. En cuanto a los reptiles, las especies más abundantes fueron las lagartijas anolidas (Familia Dactyloidae) con más de 3 registros por especie. Las serpientes fueron menos abundantes, donde solo *Imantodes cenchoa*, *Leptodeira septentrionalis* y *Bothrops asper* fueron registradas en más de una ocasión.

La composición específica varió dependiendo del tipo de hábitat muestreado, así:

- En la zona cercana a la estación biológica predominaron especies de charcos temporales como *Smilisca phaeota*, *Scinax elaeochroa* y *Dendropsophus phlebodes*.
- En el sendero que conecta la estación con el Río Danto se encontró la mayor riqueza de especies (22 especies), tanto de anfibios como de reptiles. Las especies más abundantes en este hábitat fueron *Diasporus diastema* y *Oophaga pumilio*, siendo también comunes *Allobates talamaciae* y *Lithobates warszewitschii*.
- En cuanto a los reptiles, en el bosque secundario estuvieron representadas la mayor cantidad de especies de serpientes y lagartijas, con 4 y 5 especies respectivamente.
- En el bosque maduro se encontraron 7 especies de reptiles y 6 de anfibios, incluyendo a *Bolitoglossa colonea*, el único representante del orden caudata (salamandras). La especie más abundante fue la rana campanilla *Diasporus diastema* seguida de *Craugastor crassidigitus* y *Lithobates warszewitschii*.
- En los ambientes riparios las especies más comunes fueron las ranas de vidrio (familia centrolenidae), también lagartijas como *Ameiva festiva* y *Anolis oxylophus* fueron abundantes.

La curva de acumulación de especies (ecuación de Clench) evidenció que durante los muestreos se alcanzó cerca del 62 % de la riqueza del sitio (Figura 1).

Cuadro 1. Abundancia y riqueza de herpetofauna del PNB

Anfibios			Reptiles		
Familia	Especies	Registros	Familia	Especies	Registros
Aromobatidae	1	8	Colubridae	3	3
Bufoidae	4	17	Corytophanidae	1	2
Centrolenidae	4	19	Dactyloidae	3	16
Craugastoridae	4	25	Dipsadidae	4	7
Dendrobatidae	2	18	Gekkonidae	2	7
Eleutherodactylidae	1	112	Scincidae	1	1
Hylidae	6	95	Teiidae	1	6
Leptodactylidae	1	9	Viperidae	2	4
Plethodontidae	1	1	Xantusiidae	1	1
Ranidae	2	12			
Strabomantidae	2	5			

Fuente: Elaboración propia, 2016

Los resultados de los muestreos realizados en la presente EER, se complementaron con las investigaciones de Chaves y otros (2015), Vega (2015, datos sin publicar) y con registros fotográficos de funcionarios del Parque. A partir de dicha compilación se obtuvo que en el PNB existe un aproximado de 76 especies de anfibios y reptiles (Cuadro 2). Los reptiles pasan a ser el grupo más diverso con 42 especies, 34 géneros y 12 familias, siendo las serpientes las más representativas con el 69% (29 especies), seguido de las lagartijas anólicas (Familia Dactyloidae) y gecos (Familia Gekkonidae) con 4 especies cada una. La riqueza de anfibios alcanzó las 34 especies, distribuidas en 11 familias y 22 géneros. La familia Hylidae fue la que presentó la mayor cantidad de especies (8 especies), seguido de las ranas de vidrio (centrolenidae) con 7 especies.

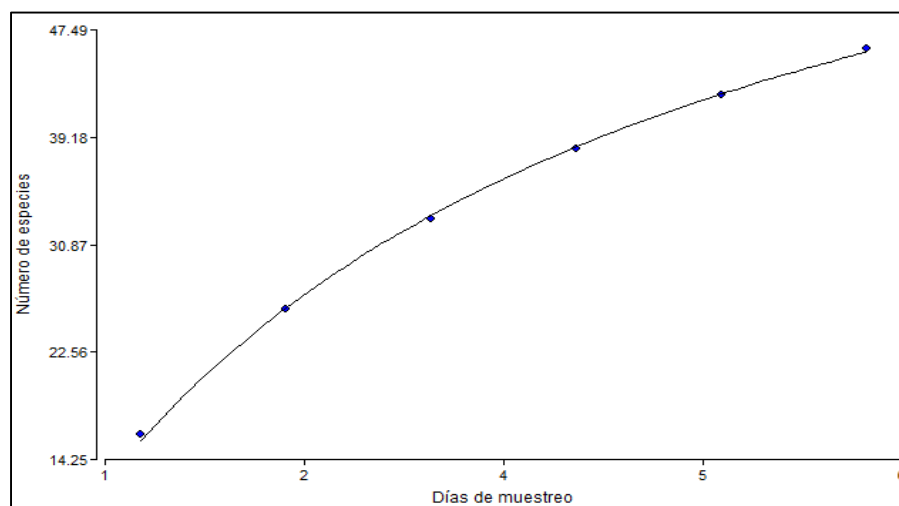


Figura 1. Curva de acumulación de especies identificadas en el PNB

Fuente: Elaboración propia, 2016

Si bien los anfibios y reptiles son grupos difíciles de inventariar por su baja detectabilidad y hábitos semifosoriales en muchas especies (Graham, *et al.*, 2010), los resultados de la presente EER evidencian una riqueza importante de herpetofauna en el Parque Nacional Barbilla. No obstante, el tiempo e intensidad de muestreo propio de una EER no permitió obtener valores definitivos. Un ejemplo de lo anterior es Guayacán de Siquirres, donde la riqueza de anfibios reportada inicialmente fue de 31 especies, similar a lo encontrado en el PNB (34 especies). Sin embargo, en un periodo de 9 años de muestreo este número aumentó en más de un 200 % (Kubicki, 2008). Es de esperar que el PNB, por su cercanía y similitud con este sitio, presente una tendencia semejante y con trabajos posteriores el reporte sobre el número de especies incrementa considerablemente. En especial, si se toma en cuenta que la zona tiene un alto potencial de riqueza de especies de anfibios y reptiles por su condición de humedad y temperatura (Savage, 2002 y García-Rodríguez, *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Especies de anfibios y reptiles del PNB y su estado de conservación

Taxón	UICN	Fuente	Taxón	UICN	Fuente
CLASE AMPHIBIA			Familia Corytophanidae		
Orden Anura			<i>Basiliscus plumifrons</i>	PM	a
Familia Aromobatidae			Familia Dactyloidae		
<i>Allobates talamancae</i>	PM	a	<i>Anolis biporcatus</i>		c
Familia Bufonidae			<i>Anolis humilis</i>		a
<i>Incilius coniferus</i>	PM	a	<i>Anolis limifrons</i>		a
<i>Incilius melanochlorus</i>	PM	a	<i>Anolis oxylophus</i>		a
<i>Rhaebo haematiticus</i>	PM	a	Familia Gekkonidae		
<i>Rhinella marina</i>	PM	a	<i>Gonatodes albogularis</i>		c
Familia Centrolenidae			<i>Hemidactylus frenatus</i>	PM	a
<i>Cochranella granulosa</i>	PM	a	<i>Lepidoblepharis xanthostigma</i>	PM	a
<i>Hyalinobatrachium chirripoi</i>	PM	b	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	PM	c
<i>Hyalinobatrachium fleischmani</i>	PM	a	Familia Scincidae		
<i>Hyalinobatrachium valerioi</i>	PM	a	<i>Sphenomorphus cherriei</i>	PM	a
<i>Sachatamia albomaculata</i>	PM	b	Familia Teiidae		
<i>Teratohyla pulverata</i>	PM	b	<i>Ameiva festiva</i>		a
<i>Teratohyla spinosa</i>	PM	a	Familia Xantusiidae		
Familia Craugastoridae			<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	PM	a
<i>Craugastor bransfordii</i>	PM	a	Suborden Serpentes		
<i>Craugastor crassidigitus</i>	PM	a	Familia Boidae		
<i>Craugastor fitzingeri</i>	PM	a	<i>Corallus annulatus</i>		c
<i>Craugastor noblei</i>	PM	b	Familia Colubridae		

Taxón	UICN	Fuente	Taxón	UICN	Fuente
<i>Craugastor talamancae</i>	PM	a	<i>Dendrophidion percarinatum</i>	PM	d
Familia Dendrobatidae			<i>Leptophis ahaetulla</i>		d
<i>Oophaga pumilio</i>	PM	a	<i>Leptophis depressirostris</i>		c
<i>Phyllobates lugubris</i>	PM	a	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	PM	d
Familia Eleutherodactylidae			<i>Oxybelis aeneus</i>		b
<i>Diasporus diastema</i>	PM	a	<i>Oxybelis brevirostris</i>		a
Familia Hylidae			<i>Pseustes poecilonotus</i>	PM	a
<i>Agalychnis callidryas</i>	PM	a	<i>Rhinobothryum bovallii</i>	PM	b
<i>Agalychnis spurrelli</i>	PM	c	<i>Spilotes pullatus</i>		c
<i>Dendropsophus phlebodes</i>	PM	a	<i>Stenorrhina degenhardtii</i>		d
<i>Hyloscirtus palmeri</i>	PM	a	<i>Tantilla reticulata</i>	PM	a
<i>Scinax elaeochroa</i>	PM	a	<i>Tantilla ruficeps</i>	PM	d
<i>Smilisca phaeota</i>	PM	a	Familia Dipsadidae		
<i>Smilisca sordida</i>	PM	b	<i>Dipsas articulata</i>	PM	d
<i>Tlalocohyla loquax</i>	PM	a	<i>Erytrolampus mimus</i>		b
Familia Leptodactylidae			<i>Geophis hoffmani</i>		a
<i>Leptodactylus savagei</i>	PM	a	<i>Imantodes cenchoa</i>		a
Familia Ranidae			<i>Leptodeira septentrionalis</i>		a
<i>Lithobates vaillanti</i>	PM	a	<i>Ninia maculata</i>	PM	d
<i>Lithobates warszewitschii</i>	PM	a	<i>Rhadinaea decorata</i>		d
Familia Strabomantidae			<i>Sibon annulatus</i>	PM	d
<i>Pristimantis cerasinus</i>	PM	a	<i>Sibon argus</i>	PM	a
<i>Pristimantis ridens</i>	PM	a	<i>Sibon nubilatus</i>		b
Orden Caudata			<i>Trimetopon slevini</i>	PM	b
Familia Plethodontidae			<i>Xenodon rabdocephalus</i>		d
<i>Bolitoglossa colonnea</i>	PM	a	Familia Elapidae		
CLASE REPTILIA			<i>Micrurus mosquitensis</i>	PM	b
Orden Squamata			Familia Viperidae		
Suborden Sauria			<i>Atropoides mexicanus</i>	PM	a
Familia Anguidae			<i>Bothriechis schlegelii</i>		c
<i>Diploglossus monotropis</i>		c	<i>Bothrops asper</i>		a

Fuente: Elaboración propia complementada con datos de Chaves, *et al.*, (2015) y Vega (2015, datos sin publicar).

PM: Preocupación Menor; a = muestreo de campo; b= Chaves, *et al.*, 2015; c= fotografías de funcionarios; d= Vega

Además del esfuerzo de muestreo, otros factores pudieron limitar la estimación de la riqueza de herpetofauna dentro del Parque Nacional. Por citar algunos, (i) el área muestreada respecto al área total del ASP, (ii) la época de los muestreos, (iii) la biología de las especies y (iv) la cercanía entre los senderos para visitantes y los sitios de muestreo. Diversas especies de anfibios y reptiles son estacionales, siendo más activas en ciertos periodos del año (Savage, 2002). Por lo tanto, su detectabilidad puede variar dependiendo de la época (Mazerolle, *et al.*, 2007). Dado que los muestreos de la presente EER ocurrieron durante un periodo específico (octubre), los resultados estarían condicionados por las especies más activas según las condiciones del Parque en esa época.

La diversidad alfa fue estimada mediante el cálculo de la riqueza específica como el número total de especies (S) (Cuadro 3). De igual forma, se utilizó el índice de Margalef, el cual asume una relación funcional entre el número total de especies y el número total de individuos. Esto proporciona un estimado, donde un valor alto representa mayor riqueza. La distribución de abundancia de las especies fue calculada mediante índices de dominancia (índice de Berger-Parker) y de equidad (índice de Pielou). Los índices fueron calculados como descriptores de los sitios muestreados y del total de la muestra mediante el software Species Diversity and Richness versión 4.0.

Cuadro 3. Índices de diversidad alfa según el tipo de ambiente muestreado en el PNB

Índice	Bosque maduro	Sendero Estación - Río Danto	Alrededores de la estación	Bosque Ripario	Total
Riqueza específica	15	20	14	17	46
Diversidad (Margalef)	3.379	4.202	2.701	4.179	7.638
Berger-Parker	0.508	0.174	0.195	0.174	0.309
Equidad (Pielou)	0.686	0.874	0.832	0.912	0.762

Fuente: Elaboración propia, 2016

El índice de Margalef indicó que los sitios donde se encontró mayor diversidad es el bosque secundario sobre el sendero que conecta la estación con el Río Danto, seguido de la ambientes riparios y el bosque maduro; mientras que los alrededores de la estación biológica presentaron el valor más bajo según este índice. Con respecto a la dominancia (Índice de Berger-Parker), el bosque maduro presentó la mayor dominancia comparado con otros ambientes. Dentro de estos últimos, los valores similares de diversidad indican una baja dominancia en la composición de especies. De igual forma, el índice de equidad de Pielou sugiere que el bosque maduro es menos uniforme en su composición de especies, mientras que los demás sitios presentan valores más elevados de equidad.

La especie *Diasporus diastema* fue sumamente abundante, principalmente en el bosque maduro. Esta especie es abundante en otros sitios del país y es muy fácil de detectar debido a sus vocalizaciones fuertes y constantes (Savage, 2002). Esta elevada abundancia es posible que este influenciando el valor de los índices de dominancia y equidad. Tomando en cuenta el total de individuos registrados se obtuvo un valor bajo de dominancia (índice de Berger-Parker = 0.309), mientras que la equidad fue bastante alta (Índice de Pielou= 0.762), lo que sugiere que

las especies están distribuidas de manera bastante uniforme y solo algunas especies presentan abundancias elevadas. Es importante resaltar que estos índices son una representación de un tiempo y lugar específicos (Halffter y Moreno, 2005). La riqueza y abundancia de las especies puede variar en gran medida con la época y el sitio de muestreo dentro del PNB. Además, los índices no toman en cuenta factores como la detectabilidad de las especies (Welsh, *et al.*, 2005). Por tal razón, solo algunas especies presentaron abundancias elevadas. La gran mayoría estuvo representada por pocos individuos. Esta condición estaría condicionada por factores antes descritos como la detectabilidad de las especies y la intensidad del tiempo de muestreo.

Los anfibios y reptiles, a pesar de ser grupos filogenéticamente distantes, comparten un alto grado de sensibilidad a perturbaciones en el ambiente (Welsh, *et al.*, 2005) y son considerados como buenos indicadores de estrés y cambios en el ambiente (Tuberville, *et al.*, 2005; Welsh *et al.*, 2005). Por lo tanto, es importante mantener un monitoreo del estado de las poblaciones del PNB y comprender los factores determinantes de su diversidad.

El PNB cuenta con algunos factores que contribuyen a la conservación de la herpetofauna como el estar rodeado por otras Áreas Protegidas que pueden actuar como amortiguadores de presiones antropogénicas como la contaminación, deforestación, y extracción ilegal de especies, que son reconocidos como factores que afectan a las poblaciones de anfibios a nivel mundial (Beebe y Griffiths, 2005). Además, debido a la escasa visitación en el PNB, se reduce el riesgo de introducción antropogénica de enfermedades y patógenos provenientes de otros lugares (St-Hilaire, *et al.*, 2009; Mendez, *et al.*, 2009). Sin embargo, es necesario estudiar la presencia de patógenos dentro del Parque para poder evaluar correctamente este factor.

En el PNB se encuentra la mitad de las especies de ranas de vidrio reportadas para el país (Savage, 2002 y Bolaños, *et al.*, 2011). Estas ranas se reproducen principalmente en afluentes en bosques poco alterados. Si bien algunas especies pueden vivir en ríos contaminados cerca de asentamientos humanos, la mayor riqueza y abundancia se da en hábitats con menor grado de perturbación (Kubicki, 2007). Por lo tanto, este podría ser un indicativo de buena salud de los ambientes riparios en el PNB. La riqueza de serpientes encontrada también es un buen indicador del estado del ecosistema. Este grupo ha sido propuesto como bioindicador debido a características generales de historia natural que las hacen vulnerables a declives poblacionales (Lind, *et al.*, 2005). Por ejemplo: madurez sexual tardía, baja frecuencia de reproducción, fidelidad de sitio, supervivencia relativamente alta en hábitats no perturbados y la alta mortalidad de neonatos (Beaupre y Douglas, 2011). La utilización de este grupo para efectos de monitoreo ecológico serviría para establecer la integridad ecológica de los ecosistemas del ASP y con esto la efectividad de las medidas de manejo.

A pesar de que no se encontraron especies con alguna categoría de amenaza según la UICN, el PNB tiene un gran potencial de resguardar especies amenazadas. La zona donde se encuentra el Parque Nacional es una de las regiones catalogadas como de alta probabilidad de albergar especies amenazadas con poblaciones reducidas que no han sido vistas en el país desde hace varios años (García – Rodríguez, *et al.*, 2012). De igual forma, cabe mencionar que el PNB presenta una importante diversidad de anfibios y reptiles.

Un elemento importante a considerar dentro de la gestión del ASP, es el desarrollo de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. En términos generales, en Costa Rica las especies de anfibios y reptiles muestran una disminución en el tamaño de las poblaciones, principalmente en zonas altas del país. Estas manifestaciones en la presencia de anfibios han sido asociadas a cambios climáticos, aislamiento de hábitat, contaminación (particularmente la atmosférica que provoca la lluvia ácida) y enfermedades que pueden o no estimular su afectación por el cambio climático (Lips, *et al.*, 2008). En las zonas bajas del país, también se han observado cambios en el tamaño de las poblaciones de los anfibios al nivel de la hojarasca

en el piso del bosque húmedo tropical; sin embargo, son los reptiles los que posiblemente manifiesten cambios significativos en la permanencia y sobrevivencia de las especies como resultado de aumentos en las temperaturas ambientales (Mitchell, *et al.*, 2010).

La presente EER confirmó lo expuesto por Chaves y otros (2015). Ninguna de las especies encontradas durante el muestreo se encuentra en categorías de alto riesgo de la lista roja de la UICN. Todas las especies encontradas en el PNB son poblaciones estables según estudios recientes realizados en el perímetro de esta ASP (Bolaños, y Salazar, 2015). A pesar de esto, según la CITES *A. callidryas* y *O. pumilio* son especies que pueden llegar a estar en peligro si no se controla su comercio, por lo tanto el Parque es un sitio importante de conservación para estas especies. Es fundamental la conservación de la cobertura vegetal dentro del Parque ya que este genera los hábitats y microclimas necesarios para el mantenimiento de las poblaciones de anfibios y reptiles del Caribe costarricense.

Finalmente, las limitaciones de tiempo y recursos para ejecutar esta EER sugiere la necesidad de plantear evaluaciones de más largo plazo y la inserción de este EFM en programas de monitoreo ecológico. Los resultados que generen evaluaciones con estas características podrán considerarse como representativos y concluyentes de la condición ecológica de este EFM en el Parque.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE DEL PARQUE NACIONAL BARBILLA

Por su condición geológica e hidrogeológica, el PNB da origen a sistemas hídricos que en su recorrido hacia la vertiente del Caribe y al conjuntarse con sistemas similares, da origen a importantes ríos para el país. Por esta razón, en el proceso de elaboración del PGM del Parque se propuso hacer una EER que permitiera conocer con más detalle la condición de los sistemas de agua dulce de esta ASP. Para esto se tomó como referencia a la fauna macroinvertebrada, la cual ha sido ampliamente utilizada como indicador de la integridad ecológica para este tipo de sistemas (Adams, 2002).

La metodología utilizada para levantar el inventario de macroinvertebrados acuáticos correspondió a la búsqueda oportunista de organismos a lo largo de micro hábitats presentes en los cuerpos de agua examinados. Estos micro hábitats corresponden a acumulaciones de cantos rodados y gravas, ensenadas en las orillas, paquetes de hojas sumergidos y atrapados en los rápidos, raíces de plantas en las orillas, ramas y troncos sumergidos, pozas en medio de rocas y en las orillas, y charcos temporales cercanos a los cursos de agua. La identificación de las muestras se realizó a partir de guías de órdenes desarrolladas para ambientes acuáticos en Costa Rica (Flowers, 2010; Gutiérrez-Fonseca, 2010; Ramírez, 2010 y Springer, 2010).

Las colectas se realizaron tanto en el cauce principal del río Danto, localizado a 1,3 km de la estación del Parque Nacional Barbilla, como en cuatro afluentes, que corresponden a quebradas sin nombre (Cuadro 4)

Cuadro 4. Sitios de muestreo dulceacuícola en el PNB

Río o quebrada	Descripción
Afluente 1	Conocido como el río que cuenta con una “catarata de pared”, cuya desembocadura en el río Danto se encuentra situada a unos 500 m de la salida del sendero que conecta la estación con el río Danto, y en la margen opuesta a esta salida.
Afluente 2	Río formado por la unión de las quebradas formadas por las “cataratas dobles”, cuya desembocadura en el río Danto se encuentra situada a unos 400 m de la salida del sendero que conecta la estación con el río Danto, y en la margen opuesta a esta salida. En este segundo afluente se realizaron muestreos en las dos quebradas que drenan las cataratas y en el cuerpo de agua formado por la unión de estas quebradas antes de desembocar en el río Danto.
Quebrada 1	Pequeño cuerpo de agua que se encuentra a unos 200 m de la salida del sendero que conecta la estación con el río Danto en la misma margen del río en que se encuentra esta salida.
Quebrada 2	Adyacente al sendero que comunica el río Danto con la estación

Fuente: Elaboración propia, 2016

La mayoría del cauce principal del río Danto comprende ambientes de fondo rocoso de cantos rodados y gravas. Cuenta con algunas secciones más profundas, de entre 1 y 2 m de profundidad, que cuentan con fondos arenosos. Los cuerpos de agua denominados “afluentes” corresponden a ríos de fondos rocosos con muchos rápidos y un ancho de entre 10 y 15 m, con flujo de agua de velocidad rápida. Los cuerpos de agua denominados “quebradas” corresponden a pequeños riachuelos de 2 a 3 m de ancho, con fondos caracterizados por una mezcla de lodo, arena, rocas y materia vegetal sumergida, con flujo de agua de velocidad moderada a lenta.

Todos los sitios de muestreo se visitaron en dos ocasiones, agosto del 2015 y enero del 2016. Estas visitas se realizaron en momentos distintos para caracterizar la fauna presente tanto en la estación seca como en la estación lluviosa. Durante la estación lluviosa los diferentes cuerpos de agua se encontraron cubiertos por una capa de agua de entre 15 y 50 cm de profundidad. El cauce principal del río Danto presentó un ancho promedio de 10 m y una profundidad máxima detectada de 2 m, y la velocidad del flujo de agua a lo largo del cauce principal del río Dato fue de moderada a rápida. Durante la estación seca se notó una disminución del nivel de agua del cauce principal de entre 50 cm y 1 m. Durante la estación lluviosa se realizó un esfuerzo de muestreo correspondiente a dos horas-hombre en cada uno de los puntos de muestreo, y en la estación seca se realizó un esfuerzo de muestreo correspondiente a una hora-hombre en cada sitio de muestreo.

Fauna macroinvertebrada del PNB

Se recolectó un total de 1150 macroinvertebrados, correspondientes a 10 órdenes, 40 familias y 67 géneros de insectos; 1 orden, 2 familias y por lo menos 2 géneros de crustáceos; y un representante del grupo de los anélidos (Cuadro 5). En algunos casos no se pudo determinar el género correspondiente a algunos de los organismos recolectados, debido a varias condiciones que incluyen: captura de organismos demasiado jóvenes que no han desarrollado las estructuras necesarias para su identificación; daños mecánicos a los especímenes que promueven la pérdida de órganos de importancia taxonómica como branquias o patas; o falta de claves taxonómicas de ciertos grupos que previenen la identificación más allá del nivel de familia o de orden.

Esta lista incluye a todos los grupos de insectos que se espera estén presentes en los cuerpos de agua dulce, con excepción de los neurópteros (Orden Neuróptera), que son muy raros ya que se encuentran asociados simbióticamente a esponjas de agua dulce.

Cuadro 5. Número de individuos colectados según género, familia y orden para cada uno de los puntos de muestreo en el PNB

(A) Afluente y (Q) Quebrada

Taxón	Cauce Principal	A1	A2	Q1	Q2	Total General
INSECTOS						
Orden Blattodea (Cucarachas)				1	2	3
Familia Blaberidae				1	2	3
<i>cf. Epilampra</i>				1	2	3
Orden Coleoptera (Escarabajos)	21	39	9	11	5	85
Familia Dytiscidae			1			1
Género indeterminado			1			1
Familia Elmidae	14	2	1			17
<i>Cylloepus</i>	1	1	1			3
Género indeterminado 1	8					8
Género indeterminado 2	5					5
Familia Hydrophilidae			1		2	3
<i>Notionotus</i>					2	2
Género indeterminado			1			1
Familia Noteridae	1					1
Género indeterminado	1					1
Familia Psephenidae	5	11	5	6		27
<i>Psephenops</i>		1		1		2
<i>Psephenus</i>	4	10	5	5		24
Género indeterminado	1					1
Familia Ptilodactylidae	1	26	1	5	3	36
<i>Anchytarsus</i>	1	26	1	5	3	36
Orden Diptera (Moscas y Mosquitos)	19	4	6	2	3	34
Familia Chironomidae	12	1	5	1	3	22
<i>Chironomus</i>	12	1	5	1	3	22
Familia Dixidae	1					1
<i>Dixella</i>	1					1
Familia Simuliidae	2					2

Taxón	Cauce Principal	A1	A2	Q1	Q2	Total General
INSECTOS						
<i>Simulium</i>	2					2
Familia Tipulidae	4	3	1	1		9
<i>Hexatoma</i>	4	3	1	1		9
Orden Ephemeroptera (Efímeras)	179	44	74	40	70	407
Familia Baetidae	48	6	9	11	20	94
<i>Americabaetis</i>					1	1
<i>Apobaetis</i>				1		1
<i>Baetis</i>	2				3	5
<i>Camelobaetidius</i>	9	1	2	1	9	22
<i>Lugoiops</i>					1	1
<i>Mayobaetis</i>	5			1		6
<i>Moribaetis</i>	13	2		3	6	24
Género indeterminado	19	3	7	5		34
Familia Euthyplociidae	1	1	6	1		9
<i>Euthyplocia</i>	1	1	5	1		8
Género indeterminado			1			1
Familia Leptohiphidae	54	7	28	7	3	99
<i>Leptohiphes</i>	13	3	6	3	2	27
<i>Tricorythodes</i>	32	3	9	4		48
<i>Vacupernius</i>	9	1	12		1	23
Género indeterminado			1			1
Familia Leptophlebiidae	76	30	31	21	47	205
<i>Atopophlebia</i>			1			1
<i>Farrodes</i>	1	1	2	1	5	10
<i>Terpides</i>				2	2	4
<i>Thraulodes</i>	75	29	28	18	40	190
Orden Hemiptera (Chinches)	42	37	28	22	9	138
Familia Corixidae	18					18
<i>Tenegobia</i>	18					18

Taxón	Cauce Principal	A1	A2	Q1	Q2	Total General
INSECTOS						
Familia Gerridae			2		1	3
Género indeterminado (ninfas)			2		1	3
Familia Hebridae		1		1		2
<i>Hebrus</i>		1		1		2
Familia Naucoridae	9	17	9	6	1	42
<i>Ambrysus</i>		7				7
<i>Cryphocricos</i>	2	2				4
<i>Limnocoris</i>	6	5	9	5	1	26
<i>Pelocoris</i>	1	3		1		5
Familia Ochteridae		1				1
<i>Ochterus</i>		1				1
Familia Saldidae	2		1			3
Género indeterminado	2		1			3
Familia Veliidae	13	18	16	15	7	69
<i>Microvelia</i>	1		1			2
<i>Rhagovelia</i>	12	18	15	15	7	67
Orden Lepidoptera (Mariposas y Polillas)	3					3
Familia Crambidae	3					3
<i>Petrophila</i>	3					3
Orden Megaloptera (Perros de Agua)	29	14	10	1		54
Familia Corydalidae	29	14	10	1		54
<i>Chloronia</i>	1	10	6	1		18
<i>Corydalus</i>	24	1	3			28
<i>Platyneuromus</i>	4	3	1			8
Orden Odonata (Libélulas)	31	64	30	13	14	152
Familia Calopterygidae		28	1		4	33
<i>Hetaerina</i>		28	1		4	33
Familia Coenagrionidae	8	11	12	5		36
<i>Argia</i>	8	11	12	5		36

Taxón	Cauce Principal	A1	A2	Q1	Q2	Total General
INSECTOS						
Familia Gomphidae	9	7	2			18
<i>Epigomphus</i>	8	5	2			15
<i>Erpetogomphus</i>		1				1
<i>Progomphus</i>	1	1				2
Familia Libellulidae	14	14	13	1	4	46
<i>Brechmorhoga</i>		1				1
<i>Elga</i>	4		3	1	1	9
<i>Erythrodiplax</i>			3			3
<i>Macrothemis</i>	8	8	1		3	20
<i>Perithemis</i>	2	5	3			10
<i>Tholymis</i>			1			1
Género indeterminado			2			2
Familia Megapodagrionidae			2	7	3	12
<i>Heteragrion</i>			1	7	3	11
<i>Philogenia</i>			1			1
Familia Perilestidae					3	3
<i>Perissolestes</i>					3	3
Familia Platystictidae		2				2
<i>Palaemnema</i>		2				2
Familia Polythoridae		2				2
<i>Cora</i>		2				2
Orden Plecoptera (Moscas de las Piedras)	24	62	58	12	11	167
Familia Perlidae	24	62	58	12	11	167
<i>Anacroneuria</i>	24	62	58	12	11	167
Orden Trichoptera (Frigáneas)	23	32	24	6	11	96
Familia Calamoceratidae	2	3	2	3	7	17
<i>Phylloicus</i>	2	3	2	3	7	17
Familia Helicopsychidae		1				1
<i>Helicopsyche (Cochliopsyche)</i>		1				1

Taxón	Cauce Principal	A1	A2	Q1	Q2	Total General
INSECTOS						
Familia Hydrobiosidae		1				1
<i>Atopsyche</i>		1				1
Familia Hydropsychidae	16	24	20	2	4	66
<i>Leptonema</i>	6	15	10		3	34
<i>Smicridea (Smicridea)</i>	10	9	10	2	1	32
Familia Philopotamidae		3				3
<i>Chimarra</i>		2				2
<i>Wormaldia</i>		1				1
Familia Polycentropodidae	5		1	1		7
<i>Cernotina</i>			1			1
<i>Polycentropus</i>	3					3
<i>Polyplectropus</i>	2			1		3
Familia Xiphocentronidae			1			1
<i>Xiphocentron</i>			1			1
CRUSTÁCEOS						
Orden Decapoda	1	1		5	2	9
Familia Palaemonidae (Camarones y Burras)	1					1
<i>Macrobrachium</i>	1					1
Familia Pseudothelphusidae (Cangrejos)		1		5	2	8
Género indeterminado		1		5	2	8
QUELICERADOS						
Grupo Hydrachnidia (Ácaros Acuáticos)						1
Género indeterminado			1			1
ANÉLIDOS						
Clase Oligochaeta (Lombrices)		1				1
Género indeterminado		1				1
Total General	372	298	240	113	127	1150

Fuente: Elaboración propia, 2016

Las especies encontradas en la EER indican una alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos para el río Danto y sus afluentes (Cuadro 6). En la mayoría de los ecosistemas naturales el índice de diversidad de Shannon varía entre 0.5 y 5; los valores inferiores a 2 se consideran bajos y los superiores a 3 son altos. Un valor de 4.89 revela, por tanto, una alta diversidad de géneros. El valor de J, que representa el nivel de equidad de los datos, es bastante alto también e indicó que no existe dominancia marcada de ningún género específico, lo que eleva el nivel de diversidad de este ensamblaje de géneros. El índice de diversidad de Simpson reflejó un alto valor de diversidad (D) y un bajo nivel de homogeneidad en las proporciones representadas por cada género (ED). Por último, el índice de Diversidad de Brillouin indicó también un alto nivel de diversidad de géneros.

Cuadro 6. Cálculos de riqueza y diversidad de macroinvertebrados acuáticos para el río Danto y sus afluentes en el PNB

Riqueza		Diversidad			
Medida de Riqueza	Taxones	Índice de Shannon		Índice de Simpson	
Riqueza de Órdenes	12	H ⁱ	4.89	D	15.50
Riqueza de Familias	43	H ^{MAX}	6.36	E _D	0.01
Riqueza de Géneros	82	J	76.88	Índice de Brillouin	
				H ^h	5.46

Fuente: Elaboración propia, 2016

Durante los muestreos no se registró la presencia de especies de cangrejos previamente reportadas para esta ASP. La especie *Potamocarcinus magnus* y una considerada endémica para el Parque o al menos para la región, *Ptychophallus barbillaensis* (Rodríguez y Hedstrom, 2000). De acuerdo a los autores, estos endemismos están relacionados al sistema montañoso Cordillera de Talamanca, el cual ha dado origen a un gran número de especies de fauna y flora únicas para esta ecorregión. Lo anterior debido a que hace 3 o 4 millones de años la cordillera era una isla en la cual se dieron esta serie de endemismos. La presencia de estos cangrejos se daría en ríos de la región, entre los 200 y los 2600 msnm

De los resultados de la presente EER se desprende que en el PNB existe una alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos para el río Danto y sus afluentes. Esta lista incluye a todos los grupos de insectos que se espera estén presentes en los cuerpos de agua dulce, con excepción de los neurópteros (Orden Neuroptera), que son muy raros ya que se encuentran asociados simbióticamente a esponjas de agua dulce.

Las moscas de las piedras (Orden Plecoptera) fueron especialmente abundantes, lo que implica un buen estado de los cuerpos de agua examinados, ya que estos organismos se encuentran entre los más sensible a cambios en los niveles de oxígeno disuelto en el agua, ya sea por variaciones en la temperatura o en el contenido de materia orgánica. La diversidad de familias de frigáneas (Orden Trichoptera) resultó ser alta también, lo cual es otro buen indicador de aguas de buena calidad para los organismos acuáticos. Muchos de los grupos de libélulas (Orden Odonata), encontradas en el río Danto corresponden también a grupos sensibles que desaparecen de los río al aumentar los niveles de contaminación, como lo son las familias Megapodagrionidae, Perilestidae, Platystictidae y Polythoridae. La presencia de perros de agua

(Orden Megaloptera) es otro indicador de salud de estos ecosistemas acuáticos, ya que estos organismos se consideran depredadores tope en las comunidades de macroinvertebrados.

A pesar de solo haberse observado un individuo de camarón de río (género *Macrobrachium*), los guardaparques reportan haber encontrado recientemente grandes aglomeraciones de estos organismos en las noches, en las zonas más someras del cauce principal. El único grupo de organismos que no se encuentra representado en la lista de especies es el de los moluscos, ya que no se colectó ningún ejemplar de caracol o almeja en estos cuerpos de agua. Para los muestreos realizados durante la época lluviosa, que correspondieron a un esfuerzo de muestreo de dos horas-hombre, es posible calcular la calidad del agua con base en el índice BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party adaptado para Costa Rica). Tanto el Afluente 1 como el cauce principal presentaron el máximo nivel de calidad (aguas de calidad excelente), mientras que el Afluente 2 presentó un nivel de calidad "bueno" (aguas no contaminadas o no alteradas de manera sensible). Las dos quebradas presentaron un nivel de calidad "regular", lo cual es esperable, ya que estos cuerpos de agua que presentan un flujo más lento y por ende condiciones de contenido de oxígeno y temperatura distintos, son utilizados por ensamblajes de especies menos diversos.

Con base en estos resultados se puede concluir que los cuerpos de agua estudiados se encuentran en óptimas condiciones según su composición de comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Los cuerpos de agua del Parque Nacional Barbilla presentan un nivel alto de diversidad de macroinvertebrados acuáticos en general y para muchos órdenes en particular, como lo son los chinches (Orden Hemiptera), y las frigáneas (Orden Trichoptera).

Referencias

- Adams, S. 2002. Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress. Bethesda, MD: Am. Fish. Soc. 56 Pp.
- Beaupre, S. J. y Douglas, L. E. 2011. Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties. Snakes: Ecology and Conservation, 244-261.
- Beebee, T. J., y Griffiths, R. A. 2005. The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology? Biological Conservation, 125(3), 271-285.
- Bolaños, F., Savage, J., y Chaves, G. 2011. Anfibios y reptiles de Costa Rica. Listas Zoológicas Actualizadas UCR, Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica.
- Bolaños, F. y Salazar, J. 2015. Inventario y categorización de la herpetofauna asociada al Parque Nacional Barbilla, región Turrialba. Universidad de Costa Rica. San José.
- Chaves, G., Bolaños, F. y Salazar, J. 2015. Inventario y categorización de la herpetofauna asociada al Parque Nacional Barbilla, región Turrialba. Universidad de Costa Rica. San José.
- Crump, M. L. y Scott, N. J. 1994. Visual encounter surveys. In: Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Heyer W.R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C. and Foster M. S. (Eds). Smithsonian Institution Press, Washington.
- Flowers, R.W. y C. de la Rosa. 2010. Ephemeroptera. Rev. Biol. Trop. 58(4): 63-93.
- García-Rodríguez, A., Chaves, G., Benavides-Varela, C., y Puschendorf, R. 2012. Where are the survivors? Tracking relictual populations of endangered frogs in Costa Rica. Diversity and Distributions, 18(2), 204-212.
- Graham, S. P., Steen, D. A., Nelson, K. T., Durso, A. M. y Maerz, J. C. 2010. An overlooked hotspot? Rapid biodiversity assessment reveals a region of exceptional herpetofaunal richness in the southeastern United States. Southeastern Naturalist, 9(1), 19-34.
- Gutierrez-Fonseca, P. 2010. Plecoptera. Rev. Biol. Trop. 58(4): 139-148.
- Kubicki, B. 2007. Glass frogs, Costa Rica. Editorial INBio. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. 312 pp
- Kubicki, B. 2008. Amphibian diversity in Guayacán, Limón province, Costa Rica. Brenesia 69: 35-42 pp.
- Lind, A. J., Welsh Jr, H. H., y Tallmon, D. A. 2005. Garter snake population dynamics from a 16-year study: considerations for ecological monitoring. Ecological Applications, 15(1), 294-303.
- Lips, K. R., Brem, F., Brenes, R., Reeve, J. D., Alford, R. A., Voyles, J., & J. P. Collins. 2006. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 103(9), 3165-3170.
- Lips, K. R., J. Diffendorfer, J. R. Mendelson III y M. W. Sears. 2008. Riding the Wave: Reconciling the Roles of Disease and Climate Change in Amphibian Declines. 6(3):441-456 Pp.
- Mazerolle, M. J., Bailey, L. L., Kendall, W. L., Andrew Royle, J., Converse, S. J., y Nichols, J. D. 2007. Making great leaps forward: accounting for detectability in herpetological field studies. Journal of Herpetology, 41(4), 672-689.

- Mendez, D., Webb, R., Berger, L., y Speare, R. 2008. Survival of the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* on bare hands and gloves: hygiene implications for amphibian handling. *Diseases of aquatic organisms*, 82, 97-104.
- Mitchell, N. J., F. W. Allendorf, S. N. Keall, C. H. Daugherty y N. J. Nelson. 2010. Demographic effects of temperature-dependent sex determination: will tuatara survive global warming?" en *Global Change Biology* 16-1: 60-72 Pp.
- Ramírez, A. 2010. Odonata. *Rev. Biol. Trop.* 58(4): 97-136.
- Rodríguez, G. y Hedstrom, I. 2000. The freshwater crabs of the Barbilla National Park, Costa Rica. (Crustacea: Brachyura: Pseudothelphusidae), with notes on the evolution of structures for spermatophore retention. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 113 (2). 420 - 425 Pp.
- Savage, J.M. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between two Continents, between two Seas*. University of Chicago Press, Chicago.
- Springer, M. 2010. Trichoptera. *Rev. Biol. Trop.* 58(4): 151-198.
- St-Hilaire, S., Thrush, M., Tatarian, T., Prasad, A., y Peeler, E. 2009. Tool for estimating the risk of anthropogenic spread of *Batrachochytrium dendrobatidis* between water bodies. *EcoHealth*, 6(1), 16-19.
- Tuberville, T. D., Willson, J. D., Dorcas, M. E., y Gibbons, J. W. 2005. Herpetofaunal species richness of southeastern national parks. *Southeastern naturalist*, 537-569.
- Welsh Jr, H. H., Hodgson, G. R., y Lind, A. J. 2005. Ecogeography of the herpetofauna of a northern California watershed: linking species patterns to landscape processes. *Ecography*, 28(4), 521-536.