

El papel de la participación comunitaria en la evaluación del estado de anfibios en peligro de extinción en cuatro comunidades

The role of the community participation in assessing the status of endangered amphibians in four communities

Michelle Quiroz-Espinoza^{1,2}

<https://orcid.org/0000-0002-6955-4605>

Madian Miranda²

<https://orcid.org/0000-0002-0415-0327>

Abel Batista^{1,2}

<https://orcid.org/0000-0001-8053-3373>

¹Universidad Autónoma de Chiriquí. Instituto Interdisciplinario de Investigación e Innovación (i4). Panamá

²Fundación Los Naturalistas. David, Panamá.

Autor correspondiente: michelle.quiroz@unachi.ac.pa

Enviado el 20 de enero de 2023. Aceptado el 22 de marzo de 2023.

Resumen

Algunas zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas de Panamá son ocupadas por el ser humano, e incluso muchas están bajo fuerte presión por el crecimiento poblacional o agrícola, es importante tomar medidas para evitar la degradación de estas zonas y se afecte las características de estos sitios de gran diversidad, sensibilizando a las comunidades aledañas a estos sitios sobre el papel que juegan los anfibios en los ecosistemas. Para lograr este objetivo de conservación se han definido dos estrategias, la educación ambiental y la ciencia ciudadana, aplicando un plan de educación ambiental, un protocolo de monitoreo y el Festival internacional de la Salamandra, donde la comunidad no científica participó activamente en el proyecto Anfibios en la Unión de las Américas. En el desarrollo de las estrategias se seleccionaron cuatro comunidades (Boquete, Santa Fe, Achiote y Pijibasal) donde se logró capacitar a 500 estudiantes aplicando un plan de educación ambiental con evaluaciones al inicio y final de cada jornada, el 83 % de los estudiantes capacitados reconoció exitosamente a los anfibios, el 82 % reconoció cuáles son los problemas que estos afrontan y el 97 % reconoce la importancia de los anfibios. Cincuenta y seis guías locales y líderes comunitarios participaron en la estrategia de ciencia Ciudadana con talleres sobre monitoreo de anfibios e identificación donde se registraron 595 especímenes pertenecientes a 50 especies de anfibios, mostrando una alta diversidad en los sitios de estudio ($D_{mg} = 7.67$), cuatro especies endémicas de Panamá se encuentran bajo alguna categoría de amenaza por lo que es de suma importancia darle continuidad a este tipo de estrategias para lograr resultados a mediano y largo plazo en donde se verán beneficiados los anfibios, sus ecosistemas y las comunidades cercanas.

Palabras claves: Ciencia Ciudadana, conciencia, conservación, educación, indicadores, sociedad.

Abstract

Some buffer zones of Panama's protected areas occupied by humans, and many are even under heavy pressure from population or agricultural growth. It is important to take measures to avoid the degradation of these zones and the characteristics of these sites are affected of great diversity, raising awareness in the communities nearing these sites about the role played by amphibians in the ecosystems. To achieve this conservation objective, two strategies have been defined: environmental education and

citizen science, applying an environmental education plan, a monitoring protocol and the International Salamander Festival, where the non-scientific community actively participated in the Amphibian project in the Union of the Americas. In the development of the strategies, four communities were selected (Boquete, Santa Fe, Achote and Pijibasal) where it was possible to train 500 students applying an environmental education plan with evaluations at the beginning and end of each day, 83 % of the students trained successfully recognized amphibians, 82 % recognizing the problems they face and 97 % recognizing the importance of amphibians. Fifty six local guides and community leaders participated in the Citizen Science strategy with workshops on amphibian monitoring and identification where 596 specimens belonging to 50 amphibian species were registered, showing a high diversity in the study sites ($D_{mg} = 7.67$), 4 Endemic species of Panama are under some category of threat, so it is extremely important to give continuity to this type of strategy to achieve results in the medium and long term where amphibians, their ecosystems and nearby communities will benefit.

Key words: Citizen science, conscience, conservation, education, indicators.

Introducción

A través de Planes de Educación Ambiental (PEA) se busca lograr conservar los anfibios y también a toda la biodiversidad de los bosques (Brito, 2008; Urbina-Cardona et al. 2008). Gran parte de los PEA se basan en el estudio de aves o mamíferos ya que las personas las consideran más atractivos, pero estos animales también son muy carismáticos y merecen ser integrados a los planes de conservación ya que algo similar pasa en nuestro país (Cedeño et al. 2014; Flórez-González et al. 2007; Quiroz-Espinoza et al. 2020). Sin embargo, organizaciones como la fundación Centro de Conservación de Anfibios del Valle de Antón (Fundación EVACC) o el Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios (PARC), realizan una ardua labor para la conservación en nuestro país e involucrar a la población panameña. A pesar de estas iniciativas se necesita más estrategias de conservación, ejemplo de ello, desarrollar el plan de acción para la conservación (ANAM, 2011), lo cual será muy oportuno ya que de las 230 especies enlistadas el 33 % se encuentra en peligro y se reportan dos especies probablemente extintas y 1 extinta en vida silvestre (AmphibianWeb, 2022; IUCN, 2023; Jaramillo et al. 2010).

El Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA, 2014) describe la ciencia ciudadana como “una estrategia científica donde se vincula la participación del público no científico, en investigaciones científicas para la recolección y análisis de datos con el apoyo de los investigadores”, por lo que es muy importante que sea participativa, de forma voluntaria y eficiente para lograr los objetivos de la investigación. Utilizando esta estrategia, se logra monitorear la biodiversidad aledaña a áreas pobladas o bosques, con métodos estandarizados, por lo que es una buena herramienta la conservación

(Betancur y Cañón Barriga, 2016; McKinley et al. 2016). Los científicos no pueden estar en campo cada día, por lo que la ciencia ciudadana se ha transformado en una forma de tomar en cuenta a las comunidades aledañas a los sitios de estudio, convirtiéndose en un excelente método para recopilar información local (Borsellino, 2017; Gómez-Hoyos et al. 2021; Urbina-Cardona et al. 2008).

Esta investigación formó parte del proyecto Anfibios en la Unión de las Américas: Ranas como modelos de estudios para los desafíos de conservación en Panamá, que fue ejecutado por la Universidad Autónoma de Chiriquí, Fundación Los Naturalistas y financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. El objetivo de este estudio fue integrar a las comunidades en actividades de educación ambiental y ciencia ciudadana que resulte en la generación de una conciencia ambiental responsable y datos sobre las poblaciones de especies bajo alguna categoría de conservación.

Materiales y Métodos

Para conocer el estado actual de los anfibios, se establecieron dos estrategias de conservación, un Plan de Educación Ambiental, la segunda estrategia implicó Ciencia Ciudadana a través de un Protocolo de Monitoreo y un Festival, el primer Festival de la Salamandra. A continuación, se describen las estrategias utilizadas:

Plan de Educación Ambiental:

Apoyados en el PEA anfibios en la escuela de Quiroz-Espinoza et al. (2020), llevamos a cabo capacitaciones en colegios y escuelas a estudiantes entre 7 y 18 años, estas capacitaciones consistieron en explicar a los estudiantes las características de estos animales, importancia, problemática y cómo conservarlos.

Además, realizamos encuestas antes y después de cada capacitación, la misma consistió en cinco preguntas, para observar la precesión que tenían los niños sobre los anfibios, las respuestas fueron tabuladas en un libro de Excel, en donde se evaluaron utilizando pruebas de homogeneidad y porcentajes de los resultados.

El PEA puede ser descargado en la página de web de la Fundación Los Naturalistas (<https://www.losnaturalistas.com>) y la Universidad Autónoma de Chiriquí (<http://www.unachi.ac.pa>),

en el documento utilizado se describe el contenido del módulo como también la estrategia metodológica aplicada en los centros escolares y actividades al finalizar cada capacitación, como la encuesta aplicada.

Ciencia ciudadana:

Es muy importante para nosotros involucrar a la comunidad no científica por lo que desarrollamos las estrategias descritas a continuación, y así lograr un acercamiento a cuatro comunidades en nuestro País.

Protocolo de Monitoreo: La obtención de datos de las especies claves inició en el 2017 con el Monitoreo de dos especies endémicas del Parque Nacional Volcán Barú (PNVB) en la comunidad de Boquete, en dos puntos importante de distribución de *Bolitoglossa magnifica* (camino a la cima del Volcán Barú) y *Craugastor monnichorum* (Alto Chiquero). Se establecieron tres parcelas (10 x 10 m) y un transecto (400 m) para *B. magnifica* y tres transectos (400 m) para *C. monnichorum*. Para cumplir uno de los objetivos de integrar a la comunidad, se hizo un llamado para convocar voluntarios que quisieran apoyar los monitoreos una noche por sitio mensualmente, los voluntarios fueron capacitados antes de cada monitoreo. Se seleccionaron cuatro comunidades importantes para la conservación de especies endémicas y con importancia turística, estas fueron: la comunidad de Boquete (Chiriquí), Santa Fe (Veraguas), Achioté (Colón) y Pijibasal (Darién) (Batista et al., 2014; CVC, 2003; Ortiz et al. 2020), ubicando transectos dentro y fuera de áreas protegidas (AP). En cada comunidad se entregaron libros de Protocolo de Monitoreo (Miranda et al. 2021), PEA, formulario de campo y un afiche con los anfibios más comunes de sus comunidades.

Las comunidades seleccionadas se les capacitó sobre técnicas de monitoreo de anfibios, apoyándonos en el Protocolo de Monitoreo de anfibios publicado previamente para este fin (Miranda et al. 2020). De igual forma, se realizó una capacitación virtual donde se establecieron sitios de muestreo por comunidad. La recopilación de datos de estos transectos inició en septiembre del 2017 hasta julio 2022, con frecuencia mensual, durante el día, desde las 8:00 hasta las 13:00 y en la noche de 18:30 a 23:30, se revisó el terreno, debajo de la hojarasca, bajo piedras, troncos y cualquier lugar que se considere adecuado para encontrar estos animales, se utilizó lámparas de cabeza y de mano, y se tomaron en cuenta datos climáticos (Lips et al. 1999). Durante las capacitaciones se les explicó cómo usar la herramienta de iNaturalist para subir registros de anfibios y los que no lograban reconocer eran subidos al grupo de WhatsApp que se creó para el contacto directo con cada comunidad, el uso de estas

plataformas contribuye grandemente a la documentación de la diversidad (Castro-Bastidas y Serrano, 2022). Para los registros de las especies se tuvieron en cuenta tres tipos de registro, los tomados durante los monitoreos (RM), los de forma fortuita (RF) encontradas en algún otro sitio cercano al sitio de estudio o fuera del tiempo de monitoreo y registro por iNaturalist (RiN) de las especies que fueron subidas en la plataforma. Los datos fueron tabulados en Excel y luego se realizó los cálculos para los índices de riqueza de especies del total de las especies registradas, tales como el índice de riqueza de Margalef (D_{mg}), la diversidad alfa con el índice de Shannon-Wiener (H') e índice de Simpson ((λ_{Simp})) también se analizó el índice de uniformidad o equidad de Pielou (J').

Selección de especies de estudio: Se seleccionaron especies claves para trabajar con las comunidades, seleccionando aquellas que se encuentra en peligro de extinción o que sean vulnerables por las actividades realizadas en su hábitat. Un ejemplo claro es la *Dendrobates auratus* de la familia Dendrobatidae (amenazada por pérdida de hábitat y tráfico ilegal) (IUCN SSC Amphibian Specialist group, 2020b), *Atelopus glyphus* y *A. varius* de la familia Bufonidae (ambas en peligro crítico de extinción) (IUCN SSC Amphibian Specialist group, 2019, 2020a) y salamandras de la familia de Plethodontidae, de igual forma se consideraron otras que se encuentran en alguna categoría de conservación (CITES, 2023; Ponce et al. 2022; Quiroz-Espinoza, 2019; Resolución No. DM-0657-2016, 2016).

Festival de la salamandra: Se eligió la comunidad de Boquete para realizar el festival, de la salamandra, uno de los sitios con mayor diversidad en la familia Plethodontidae (Hanken et al. 2005; Wake et al. 2007; AmphibianWeb, 2022). Se realizó reuniones con guías y líderes comunitarios. Junto al municipio, se efectuó un acercamiento a los centros escolares para desarrollar el PEA e invitarlos a participar del festival, durante el festival se realizó concursos de dibujos, máscaras de salamandras y exhibiciones fotografías.

Resultados

Plan de Educación Ambiental

A través del PEA se logró capacitar 15 escuelas, 14 de la comunidad de Boquete (estudiantes entre 7 y 18 años) y una en Darién en la comunidad de Pijibasal (estudiantes entre 7 y 12 años). Siendo un total de 500 estudiantes capacitados entre ambas comunidades, de los cuales, 421 estudiantes realizaron la

prueba previa y solo 162 realizaron la prueba posterior. Antes de la capacitación el 17.8 % de los estudiantes expresaron que les gustó mucho las ranas y el 14 % le gustó mucho la salamandra, en la prueba posterior se observó que los estudiantes cambiaron su pensamiento hacía los anfibios aumentando la preferencia por las ranas a 30 % y salamandras a 24 %, a pesar de estos resultados la precesión hacia los anfibios se debe de reforzar con más capacitaciones para que los estudiantes aprendan a valor la importancia de estos carismáticos animales.

El 75% de los estudiantes lograron reconocer a los sapos en el grupo de los anfibios seguido de las ranas con 49 %, la salamandra con 48 % y por último un 38 % las cecilias, es decir el 83 % de los estudiantes (figura 1).

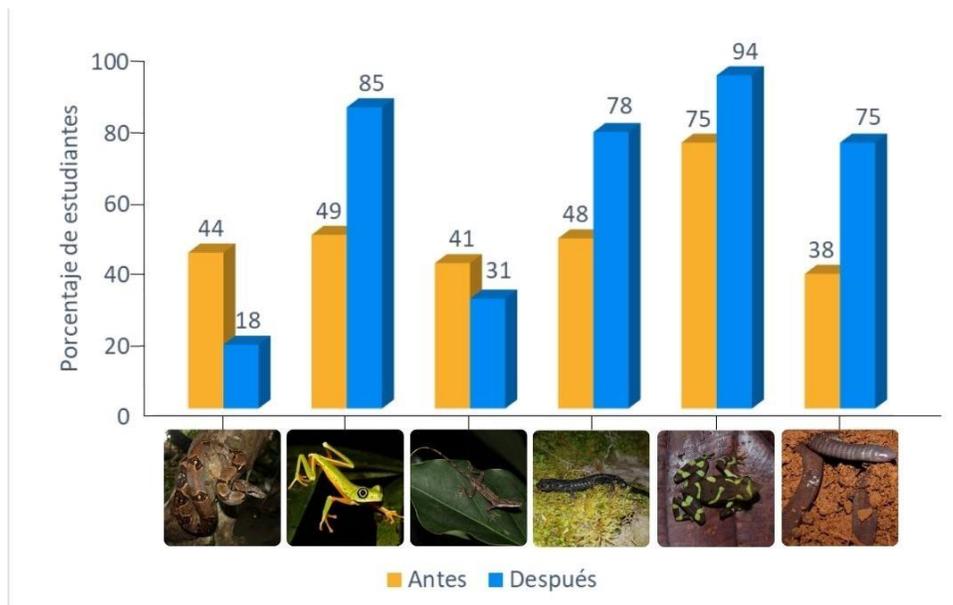


Figura 1. Porcentaje de aciertos en la identificación de los anfibios por parte de los estudiantes antes y después de las capacitaciones en las escuelas seleccionadas.

El 76 % de los estudiantes antes de la capacitación, consideraba a los anfibios importantes y al final el 97 % de los evaluados respondieron que sí eran importantes. Otra de las preguntas dentro de la evaluación mostró que el 75 % de los estudiantes manifestaron que sí se preocuparían, porque los anfibios son parte de la naturaleza, al realizar nuevamente la evaluación aumentó a 97 %. En cuanto a la problemática que

tiene los anfibios en la naturaleza, el 49 % de los encuestados consideraban que el calentamiento del planeta era una de las problemáticas que enfrentan los anfibios en la naturaleza, seguido de las enfermedades (52 %), luego la deforestación (60 %) y la contaminación con 84 %, estos resultados antes de la capacitación, en la prueba posterior el 71 % consideraba las enfermedades con una problemática, luego el calentamiento del planeta, posterior la deforestación y la contaminación con 92 % (figura 2).

Ciencia Ciudadana

Aplicación del Protocolo de Monitoreo

Al inicio del monitoreo en el PNVB, tuvimos la participación de 60 voluntarios de diferentes nacionalidades (Alemania, Italia, Suiza, Costa Rica, Estados Unidos, Colombia y Panamá). Durante el desarrollo del Protocolo de Monitoreo se logró capacitar a las cuatro comunidades propuestas, Boquete con nueve participantes; Santa Fe con 10; Achiote con 10 y Pijibasal con 19 participantes, ocho participantes de forma virtual, para un total de 56 personas entre guías locales y líderes comunitarios.

Se lograron establecer 17 transectos, obteniendo un total de 595 individuos y 50 especies de herpetos distribuidos en las cuatro comunidades, de las cuales 308 se registraron dentro de AP representadas en 32 especies (tabla 1), los valores de riqueza analizados fueron índice de D mg= 7.67, la diversidad alfa con el índice $H' = 4.46$ y 0.92 índice de Simpson, presentando una uniformidad de $J' = 0.67$. El índice de Margalef nos indica una alta diversidad en los sitios monitoreados, siendo la comunidad de Santa Fe de Veragua la más diversa, a través del índice de Shannon-Wiener también se comprobó que las comunidades son muy diversas, en cuanto al índice de Simpson revela que la diversidad de anfibios es muy alta ($S' = 0.92$) y el índice de equidad demuestra que las especies son igualmente abundantes.

Durante los monitoreos, la especie que se presentó en las cuatro comunidades fue *Craugastor fitzingeri*, sin embargo la *B. magnifica* fue la más abundante, después de una fuerte lluvia se inició la búsqueda y se registró 75 individuos durante una noche con bajareque. En cuanto a la abundancia de especies por comunidad, la comunidad de Santa Fe presentó mayor cantidad de especies D mg= 4.55, siendo 19 en AP y 23 en las zonas de amortiguamiento, *Rhaebo haematiticus* y *Agalychnis callidryas* las más abundantes, seguido de la comunidad de Boquete D mg= 3.58, con la *B. magnifica* la más abundante,

seguido de *Craugastor gabbi* y *Diasporus hylaeformis*. La comunidad de Achiote presentó una diversidad de $D\ mg = 3.91$, con *D. diastema* la más abundante, seguido de *D. auratus* y *R. alata*, dentro del AP. La comunidad de Pijibasal solo presentó $D\ mg = 0.91$.

De las 50 especies registradas, solo 10 especies entran dentro de una categoría de conservación según IUCN y siete bajo los apéndices de CITES (CITES, 2023; IUCN, 2023) (tabla 1). La *Isthmohyla rivularis* especie EN registrada fuera y dentro de AP, otra especie registrada fuera de AP es la *Ecnomiohyla fimbrimembra* en categoría VU en la zona de amortiguamiento del PNVB. El ministerio de Ambiente de Panamá, presentó en la resolución No. DM-0657-2016 (2016), un listado de especies de fauna y flora amenazada en donde se destaca 91 especies de anfibios de las cuales 13 especies fueron registradas durante el este estudio, nueve en categoría de Vulnerable, tres en Peligro Crítico y uno en Peligro de Extinción. *Hyloscirtus palmeri*, *I. picadoi* y *Oedipina parvipes* presente en esta lista que no se encuentran bajo una categoría de conservación de la IUCN o CITES, durante los monitoreos se registraron poco individuos de estas tres especies (tabla 1). La comunidad de Boquete fue la comunidad que presentó la mayor cantidad de especies en categorías de conservación, muchas de estas presentando una baja abundancia y una tendencia poblacional decreciente, muy marcada por la pérdida de hábitat, estos datos ayudan cuando las autoridades requieren información para actualizar el estado de las poblaciones (tabla 1).

Festival de la Salamandra

Durante el festival de la salamandra se tuvo la visita de más de 500 personas, con diferentes edades. Se realizó los concursos de dibujos y máscaras donde participaron 13 centros educativos que fueron capacitadas dentro del PEA, se tuvo las presentaciones sobre anfibios, la misma fue realizada por investigadores nacionales e internacionales, 35 patrocinadores entre empresas locales y organizaciones que visitaron la comunidad para participar en el festival, estas organizaciones dedicadas a la conservación, educación ambiental e investigación. El festival fue organizado por la UNACHI, Fundación Los Naturalistas, OBC Bio-Guías de Panamá y Action Hub+ con el apoyo de las autoridades del municipio de Boquete. Durante el festival se realizó el primer tour nocturno para observar salamandras, el cual fue denominado un nuevo producto turístico para la comunidad de Boquete.

Discusión

Plan de Educación Ambiental

La percepción ambiental se ha logrado involucrar en algunos estudios de conservación del ambiente, por lo que consideramos que también se puede implementar para la conservación de organismos, claramente logrando cambios favorables para las especies en estudio, por los que antes de abordar un tema es importante conocer la percepción que tienen los estudiantes y así tener una idea de cómo ellos ven su entorno y mejorar las futuras capacitaciones (Betancur y Cañón Barriga, 2016; Herrera Reyes y Calixto Flores, 2010; Mohamed, J. y Cabo, 2011 citados en Barcenás García (2017)). En cuanto a esa percepción que tienen los estudiantes en base a los diferentes animales, fue muy evidente la preferencia por el gato y la mariposa, esto posiblemente a que el primero es un animal doméstico el cual está presente en casi todos los hogares, ligado a esto, hay estudios que revelan que los gatos son las mascotas preferidas de los humanos (De Meer et al. 2004; Hesselmar et al. 1999; Nieto Guerrero et al. 2018) y las mariposas después de su fase de oruga son muy atractivas, por sus tamaños y llamativos colores (Barcenás García, 2017; Juárez Jaramillo, 2018). En la figura 1 se puede observar que los estudiantes no conocen con claridad los anfibios o simplemente conocen las ranas y/o sapos, pero no saben que están dentro de un mismo grupo, consideramos que este desconocimiento es debido a que la mayoría de las personas ven más atractivo un ave o un mamífero, además, que se realizan más actividades con estos animales o con otros herpetos (ejemplo tortugas marinas), (Gómez-Hoyos et al. 2022).

Al inicio de la capacitación los estudiantes consideraban a los anfibios importantes por el simple hecho de ser parte de la naturaleza, luego de la capacitación los estudiantes comprendieron realmente cuál es ese importante papel que juegan estos animales en los ecosistemas al ser bioindicadores ambientales, controladores de plagas e incluso muchos de ellos portadores de sustancias para posibles fármacos (Barreto Blanco, 2021; Díaz-García, 2019; Rodríguez et al. 2017). Los resultados nos demuestran que los estudiantes están conscientes de cuáles son esas afectaciones que sufren los anfibios en la naturaleza. Con la capacitación, los estudiantes pudieron comprender con más claridad que la contaminación, la pérdida de hábitat (deforestación), el cambio climático y las enfermedades como el *Batrachochytrium*

dendrobatidis, son la causa de la pérdida de muchos anfibios en nuestro planeta (Lambertini et al. 2016; Wake y Vredenburg, 2008).

Ciencia Ciudadana

Estado de Conservación de los Anfibios = Protocolo de Monitoreo

La comunidad de Boquete fue la comunidad piloto donde se iniciaron los monitoreos con las comunidades, en donde se obtuvo una muy buena participación de parte de la comunidad, motivando a llevar este modelo a otras comunidades.

La comunidad de Pijibasal se encuentra en la zona de amortiguamiento del parque nacional más grande de Panamá, el Parque Nacional Darién (PND), fue la comunidad que menos especies presentó, debido a las complicaciones que sufrimos a nivel mundial con la pandemia lo que nos limitó a darle un seguimiento a esta comunidad. Además, Pijibasal es una comunidad que no cuenta con electricidad y tiene reducida señal telefónica, por lo que no se pudo dar el mismo seguimiento que se tuvo con las otras comunidades. A pesar de que la comunidad de Boquete no fue la comunidad con mayor riqueza de especies, si fue la comunidad que presentó mayor abundancia, siendo la *B. magnifica* la especie más abundante. Sin embargo, la pérdida de hábitat podría ser su mayor amenaza (Ayllon et al. 2005; Batista et al. 2014; B. E. Yound et al. 2004), ya que la población que se estuvo monitoreando se encuentra justo al borde del camino que sube al Volcán Barú, donde diariamente pasan autos 4x4 y constantemente se promueve el arreglo del camino para el acceso de todo tipo de auto. Realizar estudios dentro y fuera de AP es muy importante ya que facilita conocer el estado de sus poblaciones y poder establecer y/o darse seguimiento a planes de conservación (Hurtado Guerra et al. 2013). Los índices de diversidad arrojaron una alta diversidad y riqueza en las comunidades monitoreadas, consideramos que esto se ve influenciado al estar dentro de AP o en sus zonas de amortiguamiento (CVC, 2003; Ortiz et al. 2020).

El 41 % de los anfibios a nivel mundial se encuentran amenazados, incluidos en alguna categoría de conservación, entre los datos se pudo reconocer especies que tienen muy pocos registros, e incluso algunas especies no tiene una evaluación de cómo están sus poblaciones (IUCN, 2023). De las 14 especies de *Isthmohyla spp.* que se registran en la IUCN, 10 están presente en alguna categoría de vulnerabilidad, marcando una tendencia poblacional decreciente, un claro ejemplo de esto son los pocos registros de *I. rivularis* en comparación a otros tiempos, al registrarse dentro y fuera de AP se deben de implementar

planes muy rigurosos de conservación para esta especie al ser una especie con endemismo binacional (Panamá-Costa Rica) y así lograr que la poblaciones se recuperen (Olsen y Cossel, 2014). Algunas especies endémicas de Panamá como *O. vicentei*, *A. glyphus*, *B. magnifica* y *C. monnichorum*, ameritan claramente esfuerzos de conservación, ambas presentan un rango de distribución muy pequeño y una marcada tendencia población decreciente, reportándose una en el caribe panameño entre Veraguas, Coclé y costa baja de Colón, la otra en la Serranía de Pirre en Darién, con muy pocos estudios sobre ellas y su hábitat (Flores et al. 2019; Peña et al. 2016; Quiroz-Espinoza, 2019) y las dos últimas en la Cordillera de Talamanca, entre el PNVB y el Parque Internacional La Amistad (IUCN, 2023).

Conocer las especies que tenemos en nuestros bosques es muy importante para crear conciencia e iniciar a valorar el importante papel que juegan ellas en sus ecosistemas, por lo que es necesario que se sigan realizando actividades como el festival de la rana dorada y el de la salamandra, ya que este surgen debido al grado de amenaza en sus poblaciones o alta diversidad de especies en Panamá (Lewis et al. 2019; Ponce et al. 2022; Valencia y Fonte, 2021).

Conclusión

- Se pudo observar lo mal vistos que son estos carismáticos animales, por lo que se debería de dar seguimientos a estos planes de educación que favorecen al conocimiento de los anfibios y por consiguiente a otras especies. Las actividades como el festival de la salamandra y aplicación del PEA en las escuelas se deben reforzar y hacer permanentes en los currículos escolares y municipios respectivamente.
- Los estudiantes reconocen la importancia de estos carismáticos animales cerca de sus casas, por lo que se le debe de dar continuidad a este PAE u otro que complemente y que ayude a conservar no solo los anfibios sino a todo un ecosistema.
- Los monitoreos con los guías de turismo y líderes comunitarios de especies claves que se encuentran en peligro de extinción favorecen la conservación de estas especies, la información obtenida son datos importantes para divulgar en las comunidades, principalmente contribuyen al conocimiento de las especies y en lo posible a actualizar las bases de datos sobre estado de sus poblaciones y respectivas categorías de conservación.

- Es muy importante darle seguimiento a las estrategias de conservación que involucran la participación ciudadana, ya que esto motiva la participación de la comunidad no científica y acelera el cambio de actitud a favor de las comunidades biológicas, de igual forma divulgar y permitir el acceso a los resultados de los proyectos que se desarrollan, que la misma sea transmitida de una forma que la comunidad pueda comprender.

Agradecimiento

Extendemos un gran agradecimiento a los 32 guías locales y 24 líderes comunitarios de las comunidades por su participación en los talleres desarrollados en esas comunidades y la contribución de datos para los artículos científicos, con especial agradecimiento a los guías Plinio Montenegro (Boquete), Víctor Rodríguez (Santa Fe), Marcos Pacheco y Clímero Contreras (Pijibasal) y líder comunitario Daniel Holness (Achiote, CEASPA), por su apoyo incondicional en el acercamiento a los guías y líderes comunitarios. Muy agradecidos con el Ministerio de Ambiente y el Ministerio de Educación por los permisos facilitados. A la organización ADOPTA por el apoyo en logística para giras; a Action HUB+ en especial a Luis Rovira por su arduo trabajo en el 1^{er} Festival de la Salamandra. A los patrocinadores del festival una lista tan larga donde todos muy gentilmente nos apoyaron para que el 1^{er} festival se pudiera realizar: desde empresas privadas, gubernamentales y organizaciones que participaron y/o apoyaron con donaciones y a los voluntarios Ángel Romero, Macario González, Randy Rodríguez, Thomas Rodríguez, a cada una de las personas que apoyaron el festival; y muy especial a los expositores en el festival Katherine Mantazouris de Foundation for the Conservation of Salamandra (FSal), Marcos Ponce (BioConsultant), Jorge Guerrel (PARC). Este estudio fue financiado por la SENACYT, Panamá y parcialmente por la Fundación Los Naturalistas, UNACHI y el SNI-SENACYT.

Referencias

- AmphibianWeb. (2022). *AmphibiaWeb*. https://amphibiaweb.org/cgi/amphib_query?rel-isocc=like&orderbyaw=Order&where-isocc=Panama. Consultado el 26 de mayo de 2022.
- Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM). (2011). *Plan de acción para la conservación de los anfibios en Panamá. Dirección de áreas protegidas y vida silvestre*. <https://tinyurl.com/22yoxaxd>.

- Ayllon, E., Bustamante, P., Cabrera, F., Flox, L., Galindo, A., Gosálvez Rey, R., Hernandez, J., Morales, M., Torralvo, C., y Zamora Soria, F. (2005). *Problemas de conservación de anfibios y reptiles en la provincia de Ciudad Real*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 15(2), 112-119. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1393160>.
- Barcenas García, M. G. (2017). *Percepciones ambientales de la población infantil en un destino turístico caso Reserva de la Biofera de la Mariposa Monarca*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65626>.
- Barreto Blanco, M. P. (2021). *Utilización de los anfibios como indicadores biológicos para evidenciar los niveles de contaminación en los ecosistemas colombianos*. <https://tinyurl.com/2bzswwgmj>
- Barsallo Pérez, L. L. (2001). *Propuesta de actividades de educación ambiental para la conservación del mono tití (Saimiri oerstedii) en Panamá*. [Masters Universidad de Panamá]. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. <http://up-rid.up.ac.pa/2806/>.
- Batista, A., Hertz, A., Köhler, G., y Vesely, M. (2014). *Morphological variation and phylogeography of frogs related to *Pristimantis caryophyllaceus* (Anura: Terrarana: Craugastoridae) in Panama*. *Salamandra*, 50(3), 155-171. <https://tinyurl.com/28h7zk57>.
- Betancur, E., y Cañón Barriga, J. E. (2016). *La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*. 3(2). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/323236>.
- Borsellino, L. (2017). *El uso de la fotografía y la ciencia ciudadana como herramientas para la conservación de la biodiversidad*. *Revista Photo & Documento*, 3. <https://tinyurl.com/2avfldny>.
- Brito, D. (2008). *Amphibian conservation: Are we on the right track?* *Biological Conservation*. 141(11), 2912-2917. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.08.016>.
- Castro-Bastidas, H. A., y Serrano, J. M. (2022). *La Plataforma Naturalista como herramienta de ciencia ciudadana para documentar la diversidad de anfibios en el estado de Sinaloa, México*. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 5(1). <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2022.1.372>
- Cedeño, F., Bermúdez, J., y Menacho, A. (2014). *Guía para la identificación de mamíferos y reptiles marinos de Panamá: Material práctico para la identificación de las principales especies avistadas en Panamá*. [Report]. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. <https://aquadocs.org/handle/1834/8352>.
- CITES. (2023). *Apéndices Conservación Internacional sobre el Tráfico de Especies en Peligro*. <https://cites.org/esp/app/appendices.php>.
- Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca.-CVC (2003). *Identificación de áreas prioritarias para la conservación de cinco ecorregiones en América Latina: GEF/1010-00-14 Ecorregión Chocó-Darién. Panamá—Colombia—Ecuador*. Centro de Datos para la Conservación - Colombia. <https://studylib.es/doc/7305568/identificación-de-areas-prioritarias-para-la> <https://tinyurl.com/254w2ppl>.
- De Meer, G., BG, Ng, K. Toelle, Tovey, E., y Marks, G. (2004). *Presence and timing of cat ownership by age 18 and the effect on atopy and asthma at age 28—ScienceDirect*. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113(3), 433-438. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2003.10.008>.

- Díaz-García, J. M. (2020). *Servicios ecosistémicos de los anfibios en México: Un análisis de diversidad, distribución y conservación | Etnobiología*. 17(1), 49-60.
<https://tinyurl.com/253mvrbf>.
- Flores, E. E., Batista, A., Rodríguez, V., y Page, R. A. (2019). *Vicente's poison frog (Oophaga vicentei) in the wild: Calling activity, bioacoustics and diet. The Herpetological Bulletin*, 149, 11-17.
<https://doi.org/10.33256/hb149.1117>.
- Florez-Gonzalez, L., Avila, I. C., Capella Alzueta, J., Falk F., P., Felix, F., Giggons, J., Guzmán, H. M., Haase, B., Herrera C., J. C., Pena, V., Santillan, L., Tobon B., I. C., y Van Waerebeek, K. (2007). *Estrategia para la conservación de la ballena jorobada del Pacífico sudeste. Lineamientos para un plan de acción regional e iniciativas nacionales*.
<http://repository.si.edu/xmlui/handle/10088/11897>.
- Gómez-Hoyos, D., Méndez, J., González, E., Jiménez-Corrales, K., Fallas, R., Méndez, A., Cmacho-Durán, M. J., Jiménez, R., Seisdedos-de-Vergara, R., Sandi-Amador, H., Rojas, J., Porras, J., Schipper, J., y González-Maya, J., F. (2021). *Participatory research and conservation of threatened species in two wildlife protected areas of the Cotón River watershed, Costa Rica. UNED Research Journal*, 14(S1). <https://doi.org/10.22458/urj.v14iS1.3879>.
- Gómez-Hoyos, D., Méndez, J., González, E., Jiménez-Corrales, K., Fallas, R., Méndez, A., Méndez, R., Camacho-Duran, M., Jiménez, R., Seisdedos-de-Vergara, R., Sandi-Amador, H., Rojas, J., Porras, J., Schipper, J., y González-Maya, J. (2022). *Investigación participativa y conservación de especies amenazadas en dos áreas silvestres protegidas de la cuenca del río Cotón, Costa Rica. UNED Research Journal*, 14. <https://doi.org/10.22458/urj.v14iS1.3879>.
- Hanken, J., Wake, D. B., y Savage, J. M. (2005). *A solution to the large black salamander problem (Genus Bolitoglossa) in Costa Rica and Panamá. Copeia*, 2005(2), 227-245.
<https://doi.org/10.1643/CH-04-083R1>.
- Herrera Reyes, L., y Calixto Flores, R. (2010). *Estudio sobre las percepciones y la educación ambiental. Tiempo de Educar*, 1(22), 27-249.
- Hesselmar, B., Aberg, N., Aberg, B., Eriksson, B., y Björkstén, B. (1999). *Does early exposure to cat or dog protect against later allergy development. Clinical and Experimental Allergy*, 29(5), 611-617. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.1999.00534.x>.
- Hurtado Guerra, A., Santamaría, M., y Matallana-Tobón, C. L. (2013). *Plan de investigación y monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32561>.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2019). *Atelopus glyphus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019*: E.T54514A49535891. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T54514A49535891.en>.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2020a). *Atelopus varius. The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: E.T54560A3016252. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T54560A3016252.en>.
- IUCN. (2023). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Red List of Threatened Species.
<https://www.iucnredlist.org/en>.
- Jaramillo, C., Ibáñez, R., y Johnson, J. (2010). *La herpetofauna de Panamá Distribución y estado de conservación*. 604-671.

- Juárez Jaramillo, E. (2018). *Psiquis poética en la observación de las mariposas y la magia del enamoramiento en el Mariposario del Valle de Antón* [Master] Universidad de Panamá, Panamá. <http://up-rid.up.ac.pa/1593/>.
- Lambertini, C., Becker, C. G., Jenkinson, T. S., Rodriguez, D., da Silva Leite, D., James, T. Y., Zamudio, K. R., y Toledo, L. F. (2016). *Local phenotypic variation in amphibian-killing fungus predicts infection dynamics*. *Fungal Ecology*, 20, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.09.014>.
- Lewis, C. H. R., Richards-Zawacki, C. L., Ibáñez, R., Luedtke, J., Voyles, J., Houser, P., & Gratwicke, B. (2019). *Conserving Panamanian harlequin frogs by integrating captive-breeding and research programs*. *Biological Conservation*, 236, 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.029>.
- Lips, K. R., Reaser, J. K., y Young, B. E. (1999). *El monitoreo de anfibios en América Latina: Un manual para coordinar esfuerzos*. <https://tinyurl.com/2dho8x9b>.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin III, S. F., ... Preuss, P. W. (2016). *Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection*. *Biological Conservation*, 208, 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>.
- Miranda, M., Quiroz, M., y Batista, A. (2020). *Protocolo de monitoreo para los anfibios*. Fundación Los Naturalistas, Panamá. www.losnaturalistas.com.
- Mohamed, J., E., M., y Cabo, H. (2011). *Sobre las diferencias de género en la percepción social del medio ambiente en estudiantes universitarios del campus de melilla*. Facultad de Educación y Humanidades. Campus de Melilla.
- Nieto Guerrero, L. I., Blanco Escobar, J. D., y Miranda-Redondo, R. J. (2018). *Decisión de compra o adopción del consumidor de mascotas del barrio Manuela Beltrán de Soledad (Atlántico)*. *Liderazgo Estratégico*, 8(1).
- Olsen, A., y Cossel, J. (2014). *Observations of a remnant population of the critically endangered hylid frog *Isthmohyla rivularis* on the Monteverde Cloud Forest Preserve, Costa Rica*. *Herpetological Review*, 45, 205-208. <https://ssarherps.org/herpetological-review-pdfs/>.
- Ortiz, O., Moreno de Niño, Y., Vargas-Cusatti, U., De la Luz Cabrera, V., y Lanuza-Garay, A. (2020). *Situación actual de las áreas protegidas en la provincia de Colón, Panamá: Macro descriptivo para una mejor gestión y manejo*. *Tecnociencia*, 22(2). <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v22n2a8>.
- Peña, B., De Gracia, V., y Flores, E. (2016). *Oophaga vicentei* (Vicente's Poison Frog), Habitat use. *Herpetological Review*, 47.
- Programas de las Naciones Unidas para el ambiente (PNUMA) (2014). *Realizing the potential of citizen science*. *UNEP Year Book.: Vol. Capitulo 6*. Division of Early Warning and Assessment, UNEP,. <https://digitallibrary.un.org/record/794800>.
- Ponce, M., Navarro, D., Morales, R., y Batista, A. (2022). *A new salamander of the genus *Bolitoglossa* (Caudata: Pletodontidae) highlands of western Panama*. *Zootaxa*, 5129(4), 543-556. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5129.4.4>.
- Quiroz-Espinoza, M. (2019). *Preferencia de Hábitat y Conservación de *Atelopus glyphus*, Darién, Panamá* [Tesis de grado]. Universidad Autónoma de Chiriquí.

Quiroz-Espinoza, M., Miranda, M., y Batista, A. (2020). *Plan de educación ambiental: Anfibios en la escuela*. Fundación Los Naturalistas. <http://www.losnaturalistas.com>.

Resolución No. DM-0657-2016 (2016). *Ministerio de Ambiente. Gaceta Oficial 28187-A. Por la cual se establece el proceso para la elaboración y revisión periódica del listado de las especies de fauna y flora amenazadas de Panamá y se dictan otras disposiciones*. República de Panamá. <https://www.gacetaoficial.gob.pa/Busqueda>.

Rodríguez, C., Rollins-Smith, L. A., Ibañez, R., Durant-Archibold, A. A., y Gutiérrez, M. (2017). *Toxins and pharmacologically active compounds from species of the family Bufonidae (Amphibia, Anura)*. *Journal of Ethnopharmacology*, 198, 235-254. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.12.021>

Urbina-Cardona, J. N., Londoño-Murcia, M. C., y García-Ávila, D. G. (2008). *Spatio-temporal dynamics of snake diversity in four habitats with different degrees of anthropogenic disturbance in the Gorgona Island National Natural Park in the Colombian Pacific*. *Caldasia*, 30(2), 479-493. <https://tinyurl.com/2axmj4fc>.

Valencia, L. M., & Fonte, L. F. M. (2021). *Harlequin Toad (Atelopus) Conservation Action Plan (2021-2041)*. *Atelopus Survival Initiative*, 52. <https://es.atelopus.org/the-initiative>.

Wake, D. B., Savage, J. M., y Hanken, J. (2007). *Montane salamanders from the Costa Rica–Panamá border region, with descriptions of two new species of Bolitoglossa*. *Copeia*, 2007(3), 556-565. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2007\)2007\[556:MSFTCR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2007)2007[556:MSFTCR]2.0.CO;2).

Wake, D. B., y Vredenburg, V. T. (2008). *Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (supplement_1), 11466-11473. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801921105>.

Yound, B. E., Start, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., y Boucher, T. M. (2004). *Joyas que están desapareciendo: El estado de los Anfibios en el nuevo mundo*. NatureServe, Arlington, Virginia.

Anexos

Tabla 1. Registro de especies de anfibios encontrados por comunidad, tipo de registro, y categorías de conservación

Orden	Familia	Especie	Comunidad				Cantidad	Tipo de Registro			Categoría de Conservación		
			Boquete	Santa Fe	Achiote	Pijibasal		Monitoreo	Fortuito	iNaturalist	UICN	CITES	MIAMBIENTE
Anura	Bufonidae	<i>Atelopus glyphus</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	CR	-	CR
		<i>Atelopus varius</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	CR	I	CR
		<i>Incilius coniferus</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	LC	-	-
		<i>Incilius epioticus</i>	4	0	0	0	4	0	3	1	VU	-	-
		<i>Rhaebo haematiticus</i>	0	30	4	0	34	17	1	5	LC	-	-

Orden	Familia	Especie	Comunidad				Cantidad	Tipo de Registro			Categoría de Conservación		
			Boquete	Santa Fe	Achiote	Pijibasal		Monitoreo	Fortuito	iNaturalist	UICN	CITES	MIAMBIENTE
			<i>Rhinella alata</i>	0	0	19		0	19	14	5	0	DD
<i>Rhinella horribilis</i>	10	20	7	0	37	7	4	37	LC	-	-		
Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	10	0	2	0	12	10	1	1	LC	II	-	
	<i>Sachatamia albomaculata</i>	0	2	0	0	2	0	0	2	LC	II	-	
	<i>Hyalinobatrachium tatayoi</i>	0	0	6	0	6	6	0	0	NT	II	-	
Craugastoridae	<i>Craugastor crassidigitus</i>	0	2	0	0	2	1	0	1	LC	-	-	
	<i>Craugastor fitzingeri</i>	3	18	12	2	35	29	1	5	LC	-	-	
	<i>Craugastor gabbi</i>	4	0	0	0	4	0	4	0	LC	-	-	
	<i>Craugastor monnichorum</i>	14	0	0	0	14	12	0	2	EN	-	VU	
	<i>Craugastor podiciferus</i>	27	0	0	0	27	21	1	5	LC	-	-	
	<i>Pristimantis caryophyllaceus</i>	4	1	0	0	5	0	3	2	LC	-	-	
	<i>Pristimantis cerasinus</i>	0	6	0	0	6	4	0	2	LC	-	-	
	<i>Pristimantis cruentus</i>	2	2	0	0	4	0	0	4	LC	-	-	
	<i>Pristimantis pardalis</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	LC	-	-	
	<i>Pristimantis ridens</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	LC	-	-	
<i>Pristimantis taeniatus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	LC	-	-		
Dendrobatidae	<i>Allobates talamancae</i>	0	2	0	0	2	2	0	0	LC	-	-	
	<i>Dendrobates auratus</i>	0	1	22	0	23	14	8	1	LC	II	VU	
	<i>Oophaga vicentei</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	EN	II	VU	
	<i>Silverstoneia flotator</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	LC	-	-	
Eleuthero	<i>Diasporus citrinobapheus</i>	0	12	0	0	12	9	0	3	LC	-	-	

Orden	Familia	Especie	Comunidad				Cantidad	Tipo de Registro			Categoría de Conservación		
			Boquete	Santa Fe	Achiote	Pijibasal		Monitoreo	Fortuito	iNaturalist	UICN	CITES	MIAMBIENTE
Anura	Diasporidae	<i>Diasporus diastema</i>	0	0	31	0	31	20	11	0	LC	-	-
		<i>Diasporus hylaeformis</i>	23	0	0	0	23	6	15	2	LC	-	-
	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	2	30	4	0	36	27	0	9	LC	II	-
		<i>Boana rufitela</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	LC	-	-
		<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	0	0	4	0	4	4	0	0	LC	-	-
		<i>Dendropsophus microcephalus</i>	0	0	2	0	2	2	0	0	LC	-	-
		<i>Ecnomihyla fimbriembra</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	VU	-	EN
		<i>Hyloscirtus palmeri</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	LC	-	VU
		<i>Isthmohyla picadoi</i>	11	0	0	0	11	0	11	0	LC	-	VU
		<i>Isthmohyla rivularis</i>	5	0	0	0	5	3	1	1	EN	-	CR
		<i>Isthmohyla zeteki</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	VU	-	-VU
		<i>Scinax rostratus</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	LC	-	-
		<i>Smilisca phaeota</i>	5	13	5	0	23	13	3	7	LC	-	-
		<i>Smilisca sila</i>	8	12	0	0	20	12	0	8	LC	-	-
		<i>Smilisca sordida</i>	0	2	0	0	2	0	0	2	LC	-	-
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	0	1	1	0	2	0	2	0	LC	-	-
	Lectodactylid	<i>Engystomops pustulosus</i>	2	7	3	0	12	8	0	4	LC	-	-
		<i>Leptodactylus fragilis</i>	0	0	2	0	2	2	0	0	LC	-	-
		<i>Leptodactylus savagei</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	LC	-	-
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	0	25	0	0	25	25	0	0	LC	-	-
<i>Lithobates warszewitschii</i>		0	3	0	0	3	2	0	1	LC	-	-	
Caudata	Plethodont	<i>Bolitoglossa magnifica</i>	127	0	0	0	127	126	0	1	EN	-	VU
		<i>Bolitoglossa minutula</i>	4	0	0	0	4	4	0	0	EN	-	VU
		<i>Oedipina parvipes</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	LC	-	VU
Totales			268	195	129	3	595	403	80	112			