



SITUACIÓN DE LOS ANFIBIOS DE COSTA RICA

FEDERICO BOLAÑOS VIVES*

Resumen

Los anfibios se encuentran en una situación de conservación con muchos problemas y Costa Rica no está exenta. De las 192 especies conocidas para el país, por lo menos cuatro especies de ranas y sapos se consideran extintas y otras ocho posiblemente lo están. Aunque en las salamandras no hay ejemplos de extinción, son un grupo con más problemas de conservación que las ranas y los sapos, de los cecilios no se tiene buena información. Además de estas extinciones, muchas otras especies sufrieron disminución de sus poblaciones, pero es notorio que algunas de estas especies se están recuperando.

Palabras Clave

- Conservación • Extinción
- Recuperación • Endémico.

* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. federico.bolanos@ucr.ac.cr

Recibido: 07/07/09
Aceptado: 17/08/09

Abstract

The amphibians are in a conservation situation with many problems and Costa Rica is not free of this. Of the 192 species known for the country, at least four species of frogs and toads are considered extinct and other eight are possibly extinct. Although salamanders do not have extinction examples have more conservation problems than frogs and toads, the caecilians do not have good information. In addition to these extinctions, many other species declined, but it is well-known that some of these species are recovering.

Key words

- Conservation • Extinction
- Recovery • Endemic.

Los anfibios se encuentran en una crisis en todo el mundo. Son muchas las especies afectadas por los clásicos problemas de conservación que enfrenta la vida silvestre, la pérdida

de hábitat y la explotación; pero cerca de 48% de las especies del mundo tienen poblaciones con disminución en su abundancia sin que entendamos bien las causas que la producen (Stuart *et ál.*, 2004). Se han reportado disminuciones y extinciones en sitios protegidos, donde el hábitat está bien y no hay explotación. Costa Rica es uno de los países que se ha usado como ejemplo de la disminución de poblaciones de anfibios, siendo nuestro sapo dorado uno de los símbolos usados para ejemplificar la situación del grupo (Crump *et ál.*, 1992; Pounds y Crump, 1994; Blaustein y Wake, 1995).

Las causas más estudiadas de decrecimiento de estas poblaciones en la región son el cambio climático (Pounds y Crump, 1994) y el recientemente descubierto hongo quitridio que afecta a los anfibios (Berger *et ál.*, 1998) y ha sido implica-



do en la muerte de individuos (Puschendorf y Bolaños, 2006; Puschendorf *et ál.*, 2006, 2008). Hay un interesante estudio que demuestra que la aparición del hongo en una localidad produce una pérdida importante de la diversidad de la comunidad de anfibios del sitio (Lips *et ál.*, 2006). También se han realizado esfuerzos para observar como estas dos causas interactúan (Pounds *et ál.*, 2006), aunque hay un fuerte cuestionamiento de quienes señalan al hongo como el único factor asociado con esta problemática (Lips *et ál.*, 2008). En otras partes del mundo también se han comprobado los efectos que provocan la luz ultravioleta (Blaustein *et ál.*, 1996), las especies introducidas como la trucha (Knapp *et ál.*, 2007) y los plaguicidas (Davidson, 2004).

Diversidad de anfibios de Costa Rica

La lista de los anfibios de Costa Rica continúa creciendo (Savage y Bolaños, 2009a). En la actualidad se encuentran 192 especies (Cuadro 1). Esta cantidad varía según la fuente consultada dependiendo de si se incluyen o no especies introducidas en las que no hay evidencia de poblaciones establecidas (AmphibiaWeb, 2009) o si se cuentan especies conocidas de otros países y que pueden ser descubiertas en el nuestro (Frost, 2009).

Los anfibios del país representan cerca de 3% de todas las especies del mundo; esto es impresionante porque en área apenas cuenta con 0,3% del territorio mundial. Proporcionalmente, las salamandras (Figura 1) son las que presentan más especies, cerca de 8% de todas las especies conocidas (Bolaños y Wake, 2009); las ranas y los sapos (Figura 2) son las que cuentan con menor cantidad de especies, un poco más del 2%. Los cecilios (Figura 3) se encuentran casi en la misma proporción de especies a nivel mundial. Después de la lista publicada por

CUADRO 1
NÚMERO DE ESPECIES, PORCENTAJE ENTRE PARÉNTESIS, DE ANFIBIOS DE COSTA RICA SEGÚN ORDEN. DATOS DEL MUNDO SON DE AMPHIBIAWEB (2009)

ORDEN	COSTA RICA		EL MUNDO	
Ranas y sapos (ANURA)	141	(73,4)	5759	(88,4)
Salamandras (CAUDATA)	44	(22,9)	580	(8,9)
Cecilios (GYMNOPHIONA)	7	(3,7)	176	(2,7)
Total	192		6515	



FIGURA 1
Bolitoglossa pesrubra una especie de salamandra de las partes altas de Costa Rica. Aunque hay poca información de disminución de poblaciones de salamandras en nuestro país, algunas poblaciones de esta especie son raras ahora.
 Fotografía de Eduardo Boza.

FIGURA 2
Duellmanohyla uranochroa una especie de rana que disminuyó sus poblaciones en muchos lugares donde estaba presente. Hoy se vuelve a ver en algunos de los sitios donde había desaparecido.
 Fotografía de Eduardo Boza.



FIGURA 3
Gymnopsis multiplicata una especie de cecilio de Costa Rica. Se encuentra con una categoría de conservación de preocupación menor.
 Fotografía de Eduardo Boza.



Savage y Bolaños (2009a), se han descrito dos especies más, una rana arlequín (Savage y Bolaños, 2009b) y una rana campana o martillito (Chaves *et ál.*, 2009), pero en la actualidad hay especies en proceso de descripción en los tres órdenes. Estas dos especies, más una salamandra descrita recientemente (Bolaños y Wake, 2009), no serán tratadas cuando se mencione la problemática de los anfibios puesto que no han sido evaluadas con la metodología de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y no forman parte todavía del sitio Web donde se encuentra disponible esta información (IUCN, 2009).

Problemática en Costa Rica

Al incluir dos especies de ranas introducidas no cubiertas por la IUCN (2009) para el país

–*Osteopilus septentrionalis* y *Eleutherodactylus johnstonei*– pero que sí fueron revisadas en el esfuerzo hecho en 2007 para actualizar esta información (Bolaños *et ál.*, 2009), en Costa Rica 32,3% de las especies de anfibios está disminuyendo o está extinto (categorías EX a VU de arriba hacia abajo. Cuadro 2), 57,3% son especies de preocupación menor (NT y LC) y 10,4% (DD y NE) son de datos deficientes o no evaluadas.

En el caso de especies no evaluadas, como la rana *Diasporus ventrimaculatus*, Chaves *et ál.* (2009) sugieren que está en peligro crítico (CR) por su reducida distribución, aun cuando es abundante. Savage y Bolaños (2009b) sugieren que *Atelopus chirripoensis*, conocida en sólo una localidad y de un único ejemplar, está posiblemente extinta; debido a que se esperó mucho para describirla y solo una persona

CUADRO 2
NÚMERO DE ESPECIES EN LOS TRES ÓRDENES DE ANFIBIOS DE COSTA RICA
SEGÚN SU CATEGORÍA DE AMENAZA. ENTRE PARÉNTESIS LAS CATEGORÍAS
CON SUS SIGLAS EN INGLÉS

CATEGORÍA UICN	RANAS Y SAPOS	SALAMANDRAS	CECILIOS	TOTAL
Extinto (EX)	3			3
En peligro crítico (CR)	19	3		22
En peligro (EN)	10	13		23
Vulnerable (VU)	4	10		14
Cercana al peligro (NT)	7	3		10
Preocupación Menor (LC)	89	9	2	100
Datos Deficientes (DD)	7	5	5	17
No Tratada (NE)	2	1		3
Total	141	44	7	192



CUADRO 3
 ESPECIES DE RANAS Y SAPOS QUE ESTÁN EXTINTAS O POSIBLEMENTE EXTINTAS DE COSTA RICA

FAMILIA	ESPECIE	UICN	EXTINTA DE COSTA RICA	ENDEMISMO
Craugastoridae	<i>Craugastor escoces</i>	EX	Extinta	Endémica
Bufonidae	<i>Incilius periglenes</i>	EX	Extinta	Endémica
Bufonidae	<i>Incilius holdridgei</i>	EX	Extinta	Endémica
Bufonidae	<i>Atelopus chiriquiensis</i>	CR	Extinta	
Bufonidae	<i>Atelopus senex</i>	CR	Posiblemente extinta	Endémica
Bufonidae	<i>Atelopus chirripoensis</i>	NE	Posiblemente extinta	Endémica
Bufonidae	<i>Incilius fastidiosus</i>	CR	Posiblemente extinta	
Craugastoridae	<i>Craugastor fleischmanni</i>	CR	Posiblemente extinta	Endémica
Craugastoridae	<i>Craugastor angelicus</i>	CR	Posiblemente extinta	Endémica
Craugastoridae	<i>Craugastor andi</i>	CR	Posiblemente extinta	Endémica
Strabomantidae	<i>Strabomantis bufoniformis</i>	LC	Posiblemente extinta	
Hylidae	<i>Isthmohyla debilis</i>	CR	Posiblemente extinta	

hizo esfuerzos para observar especímenes adicionales sin éxito, sugieren ponerla en la categoría de peligro crítico. *Bolitoglossa robinsoni* no fue asignada a ninguna categoría por Bolaños y Wake (2009), es también una especie de distribución restringida y aunque incluyeron a varias poblaciones como parte de la especie, presentan dudas de la validez de esta asignación y sugieren que posiblemente

representa a más de una especie. Por esto, posiblemente la mejor categoría es la de datos deficientes (DD) por falta de conocimiento, pero por su distribución restringida podría asignarse a las categorías de peligro o peligro crítico.

Es notorio que las salamandras tienen más problemas, aunque es en el grupo de las ranas y los sapos donde se reconocen especies extin-

tas y posiblemente extintas (Cuadro 3). La mayoría de las ranas y los sapos no tienen problemas (68,1%) mientras que en las salamandras la mayoría sí los tienen (59,1%, Cuadro 2). En los cecilios, conocidos como solda con solda en el país, la mayoría se encuentran en la categoría de datos deficientes (72,4%) y el resto en la de preocupación menor.



En el país se reconocen cuatro especies de ranas y sapos extintas (Cuadro 3). *Atelopus chiriquiensis* no es declarada como extinta por la IUCN (2009) ya que posiblemente está en Panamá, en Costa Rica fue asignada como extinta porque recientemente se hizo un esfuerzo no exitoso de búsqueda en parte del área de su distribución. Estas especies, junto con las ocho especies posiblemente extintas, incluyen a cuatro familias de ranas. Los tres sapos del género *Incilius* incluyen al sapo dorado de Monteverde; aunque pertenecen a dos grupos de especies, los tres son de sitios altos y con comportamiento y biología reproductiva parecidos (Savage, 2002).

En el cuadro 3 también se hallan tres de las cuatro ranas arlequines del país, grupo con una problemáti-

ca bien conocida en todo el rango de su distribución (La Marca *et ál.*, 2005). *Atelopus varius* es la única especie del género ausente de esta lista, ya que aun cuando hace no mucho se pensaba extinta en el país, en el 2003 se encontró una población en Fila Chonta cerca de Quepos, pequeña pero estable (Rainmaker, 2009). Los cuatro craugastóridos y el strabomántido tienen huevos que se desarrollan en condiciones terrestres, de los que nace una rana pequeña o de desarrollo

directo (no hay un estado larval) y los adultos viven asociados a ríos.

En la primera familia, exceptuando a *Craugastor andi*, todos son del grupo de *C. rugulosus*, un grupo de especies que se sabe ha desaparecido de muchos lugares donde estaba presente (Puschendorf *et ál.*, 2008).

Strabomantis bufoniformis es la única especie en la categoría de preocupación menor, esto debido a que en Costa Rica no se ha observado hace mucho tiempo, pero

CUADRO 4
NÚMERO DE ESPECIES DE ANFIBIOS DE COSTA RICA POR ENDEMISMO,
SEGÚN SU CATEGORÍA DE AMENAZA

CATEGORÍA UICN	ENDÉMICAS	POSIBLEMENTE ENDÉMICAS	NO ENDÉMICAS
Extinto	3		
En peligro crítico	7		15
En peligro	8	2	13
Vulnerable	8	2	4
Cercana al peligro	2	1	7
Preocupación menor	2	1	97
Datos deficientes	9	3	5
No tratada	1	1	1
Total	40	10	142



todavía es abundante en algunos lugares de Panamá y Colombia (IUCN, 2009).

De los anfibios endémicos o posiblemente endémicos de Costa Rica 60% tiene problemas de conservación y 28% presenta datos deficientes o que no fueron evaluados (Cuadro 4), gran cantidad de las especies con distribuciones restringidas al país tiene problemas de conservación o de información. La responsabilidad de paí-

ses como el nuestro es muy alta, muchas de las especies conocidas sólo en el país tienen riesgo de extinción. En repetidas ocasiones se ha mencionado que la crisis que tienen los anfibios es más notoria en sitios de altitud intermedia a alta y que son los anfibios que viven o se reproducen en ríos los que son más afectados (Bolaños *et ál.*, 2008b para información del neotrópico, pero se puede profundizar en datos a nivel mundial en Stuart *et ál.*, 2008).

Entre los anfibios que tienen larvas 72,3% no muestran problemas de conservación (Cuadro 5), mientras que cuando son de desarrollo directo la proporción es casi igual entre los que tienen problemas (43,2%) y los que no (44,3%). Cuando las especies tienen estadio larval en su ciclo de vida presentan más problemas cuando la larva se desarrolla en ríos (31,6%) que cuando las larvas se desarrollan en agua sin movi-

CUADRO 5
NÚMERO DE ESPECIES DE ANFIBIOS DE COSTA RICA POR MODO REPRODUCTIVO Y HÁBITAT DE LA LARVA, SEGÚN SU CATEGORÍA DE AMENAZA.

CATEGORÍA UICN	MODO REPRODUCTIVO			TOTAL	HÁBITAT DE LA LARVA	
	CON LARVA	DESARROLLO DIRECTO	VIVÍPARO		AGUA SIN MOVIMIENTO	AGUA EN MOVIMIENTO
Extinto	2	1		3	2	
En peligro crítico	13	9		22	4	9
En peligro	6	17		23	3	3
Vulnerable	2	11		13	2	
Cercana al peligro	3	7		10	2	1
Preocupación menor	65	32	2	99	43	22
Datos deficientes	2	9	5	16		2
No tratada	1	2		3		1
Total	94	88	7	189	56	38



miento (19,6%); esto ocurre sólo en 94 especies de ranas o sapos. Aunque las disminuciones se han reportado más en sitios altos, Whitfield *et ál.* (2007) reportan disminuciones en la herpetofauna de la hojarasca en la Estación Biológica La Selva, un sitio a una altitud cercana a la del nivel del mar. Los autores sugieren que ahora hay menos hojarasca posiblemente producto del cambio climático, pero no lo demuestran.

Ejemplos de recuperación

Es interesante que varias especies se están recuperando, algunas inclusive después de haber sido consideradas como posiblemente extintas del país. Ejemplos de esto son el ya mencionado caso de *Atelopus varius*, pero más recientemente también se han observado poblaciones establecidas de

Duellmanohyla uranochroa, *Isthmohyla rivularis*, *Lithobates vibicarius* y *Silverstoneia nubicola*.

Otras especies, aunque antes muy comunes, pasaron por los serios declines de los años 80 y 90, no obstante se siguen observando en menor abundancia; ejemplo de esto es *Isthmohyla angustilineata* (Nishida, 2006).

Otras como *Isthmohyla calypsa*, *Isthmohyla pictipes* e *Isthmohyla tica* son especies que no son observadas desde hace mucho tiempo y podrían formar parte de las listas de especies posiblemente extintas del país, pero no se han colocado en esta categoría por tener al menos parte de su distribución en lugares de poco acceso y que no



FIGURA 4

Lithobates warszewitschii, una especie de rana cuyas poblaciones en la parte alta de su distribución disminuyeron al grado de extinciones locales. Otras poblaciones se han recuperado y hoy se encuentran hasta en sitios donde no se conocía antes.

Fotografía de José Andrés Salazar.



han sido visitados recientemente. Igual ocurre con las otras especies del grupo de *Craugastor rugulosus*; las especies *C. obesus*, *C. ryacobatrachus* y *C. catalinae*. De este grupo la única especie que se sigue observando es *C. ranoides*, antes conocida en casi todo el país pero hoy sólo presente y abundante en la Península de Santa Elena en Guanacaste (Puschendorf *et ál.*, 2008).

Las especies *Lithobates warszewitschii* (Figura 4), *Agalychnis annae*, *Hylomantis lemur* (Figura 5) y *Pristimantis caryophyllaceus* desaparecieron de algunos lugares pero se mantuvieron como especies comunes en otros, hoy algunas de ellas están recuperándose en lugares donde habían desaparecido. Ejemplo de esto es *A. annae* (Hoffmann, 2006) una especie que desapa-

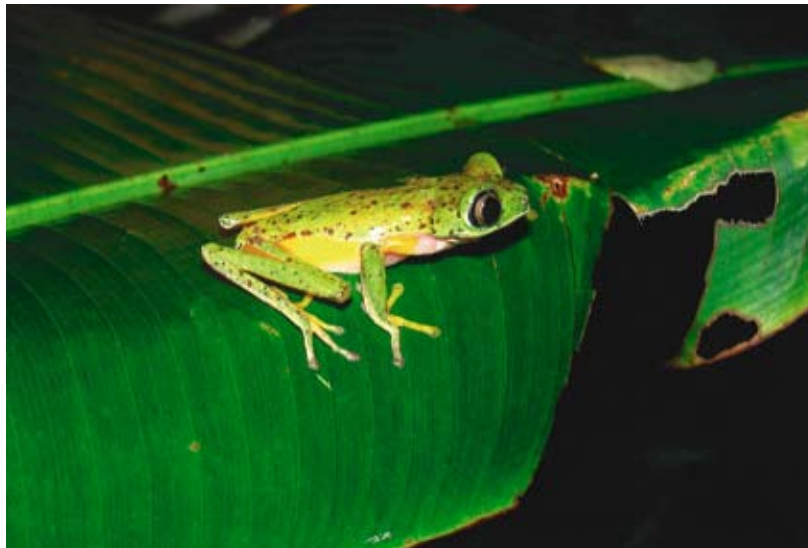


FIGURA 5

Hylomantis lemur, una especie de rana que desapareció de casi todo su rango de distribución pero se mantuvo en una zona de altitud intermedia de la vertiente atlántica. Hoy se comienza a observar en algunos sitios donde antes estaba.

Fotografía de José Andrés Salazar.

reció de sitios protegidos como Monteverde (Pounds, comunicación personal) y Tapantí (observación personal) y *L. warszewitschii*, especie que está ampliando su distribución a sitios donde antes de las disminuciones poblacionales no se conocía (observación personal).

¿Qué se puede hacer?

Como uno de los resultados del Plan de Acción para la Conservación de los Anfibios (Gascon *et ál.*, 2007), Mendelson *et ál.* (2006), quienes han utilizado al hongo quitridio como la causa de la problemática de los anfibios, sugieren que la única forma de poder



preservar algunas especies de anfibios es mediante un esfuerzo de conservación *ex situ*, llevando las especies que se sabe van a disminuir a programas de cría en cautiverio. Por esto, a nivel mundial y como parte del Grupo de Especialistas de Anfibios de la UICN, surge el Arca de los Anfibios (AArk por sus siglas en inglés). En nuestro país se elaboró la Estrategia de Conservación de Anfibios de Costa Rica (Bolaños *et ál.*, 2007) donde se hizo una serie de recomendaciones tanto de investigación y conservación *in situ* como *ex situ*, al mismo tiempo se evaluaron las necesidades de educación formal e informal para afrontar esta problemática.

También como uno de los resultados, se llevó a cabo una reunión para la priorización de las especies de anfibios de Costa Rica en las que se debían

hacer esfuerzos de conservación *ex situ* (Bolaños *et ál.*, 2008a). Se trabajó con una lista que incluye a seis especies de ranas, todas con serios problemas de conservación pero con poblaciones conocidas en la naturaleza y en las que, sin afectar las poblaciones naturales, se puede recolectar una muestra representativa; tres especies de salamandras, una de cada género presente en el país, especies fáciles de recolectar para la cría (solo una se encuentra en la categoría de vulnerable) y un cecilio, el más común. En relación con las salamandras y los cecilios, más que una estrategia de conservación es una estrategia para que se genere el conocimiento de cómo reproducir y mantener a estos grupos en cautiverio y lograr así que se reproduzcan, puesto que se sabe poco del procedimiento para que sea exitoso un

programa de conservación en cautiverio.

Agradecimientos

Son muchas las personas a quienes habría que agradecer por haber proveído la información utilizada en esta publicación. Actualmente, son más de 100 personas quienes han participado en los talleres realizados en Costa Rica. Sin embargo, en especial reconozco el aporte de los participantes del taller que se llevó a cabo en el 2007, con el apoyo de Neil Cox y Bruce Young, para revisar la información de los anfibios costarricenses. También en el taller de priorización de los anfibios de Costa Rica para los programas de conservación en cautiverio participaron Kevin Johnson y Ronald Gagliardo. En todas las actividades se ha contado con la coordinación de Yolanda Matamoros, además de Jorge Rodríguez y



Gerardo Chaves en la organización de las actividades y la preparación de los informes. Las fotografías son de Eduardo Boza y José Andrés Salazar.

Referencias

- AMPHIBIAWEB. 2009. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California. Revisado el 7 de junio de 2009, de: <http://amphibiaweb.org/>
- BERGER, L.; R. SPEARE; P. DASZAK; D. E. GREEN; A. A. CUNNINGHAM; C. L. GOGGIN; R. SLOCOMBE; M. A. RAGAN; A. D. HYATT; K. R. MCDONALD; H. B. HINES; K. R. LIPS; G. MARANTELLI; H. PARKES. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 95:9031-9036.
- BLAUSTEIN, A. R.; D. B. WAKE. 1995. The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*, 272:56-61.
- BLAUSTEIN, A. R.; P. D. HOFFMAN; J. M. KIESECKER; J. B. HAYS. 1996. DNA repair activity and resistance to solar UV-B radiation in eggs of the red-legged frog. *Conservation Biology*, 10:1398-1402.
- BOLAÑOS, F.; D. B. WAKE. 2009. Two new species of montane web-footed salamanders (Plethodontidae: *Bolitoglossa*) from the Costa Rica-Panamá border region. *Zootaxa*, 1981:57-68.
- BOLAÑOS, F.; R. ARGUEDAS; J. E. RODRÍGUEZ; K. ZIPPEL; Y. MATAMOROS. (EDS.). 2007. Taller para establecer una estrategia de conservación de los anfibios de Costa Rica. 28-30 de setiembre, 01 de octubre, 2006. San José, Costa Rica. Revisado el 9 de octubre de 2008 de: <http://www.cbsgmesoamerica.org/leer.php/3750995>.
- BOLAÑOS, F.; K. JOHNSON; J. RODRÍGUEZ; Y. MATA-MOROS (EDS.) 2008a. Taller de Priorización de Especies de Anfibios para Programas de Conservación *Ex situ*. 31 de octubre, 1-2 de noviembre, 2007. San José, Costa Rica. Revisado el 9 de octubre de 2008 de: <http://www.cbsgmesoamerica.org/leer.php/3750995>.
- BOLAÑOS, F.; F. CASTRO; C. CORTEZ; I. DE LA RIVA; T. GRANT; S. B. HEDGES; W. R. HEYER; R. IBÁÑEZ; E. LA MARCA; E. LAVILLA; D. LEITE-SILVANO; S. LÖTTERS; G. PARRA-OLEA; S. REICHLER; R. REYNOLDS; L. RODRÍGUEZ; G. SANTOS-BARRERA; N. J. SCOTT; C. UBEDA; A. VELOSO; M. WILKINSON; B. E. YOUNG. 2008B. Amphibians of the Neotropical Realm. Pp. 92-99. In: S. N. Stuart, M. Hoffmann, J. S. Chanson, N. A. Cox, R. J. Berridge, P. Ramani & B. E. Young (eds.). *Threatened Amphibians of the World*. Lynx Ediciones, Barcelona, España. 758 p.



- BOLAÑOS, F.; G. CHAVES; J. RODRÍGUEZ; Y. MATA-MOROS (EDS.). 2009. Taller para la Conservación, Análisis y Manejo Planificado de las especies de Anfibios de Costa Rica (CAMP II). 10-12 de agosto, 2007. San José, Costa Rica. Revisado el 9 de octubre de 2008 de: <http://www.cbsgmesoamerica.org/leer.php/3750995>.
- CHAVES, G.; A. GARCÍA-RODRÍGUEZ; A. MORA; A. LEAL. 2009. A new species of dink frog (Anura: Eleutherodactylidae: *Diasporus*) from Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Zootaxa*, 2088:1-14.
- CRUMP, M. L., F. R. HENSLEY; K. L. CLARK. 1992. Apparent decline of the golden toad: underground or extinct? *Copeia*, 1992:413-420.
- DAVIDSON, C. 2004. Declining downwind: Amphibian population declines in California and historic pesticide use. *Ecological Applications*, 14:1892-1902.
- FROST, D. R. 2009. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Versión 5.3 (12 February, 2009). Revisado el 7 de junio de 2009 de: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- GASCON, C.; COLLINS, J. P.; MOORE, R. D.; CHURCH, D. R.; MCKAY, J. E.; MENDELSON, J. R. III (EDS). 2007. Amphibian Conservation Action Plan. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 64pp.
- HOFFMANN, H. 2006. Some ecological notes on *Agalychnis annae* (Anura: Hylidae). *Brenesia*, 65:73-77.
- IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2009.1. Revisado el 7 de junio de 2009 de: www.iucnredlist.org
- KNAPP, R. A.; D. M. BOIANO; V. T. VREDENBURG. 2007. Removal of nonnative fish results in population expansion of a declining amphibian (mountain yellow-legged frog, *Rana muscosa*). *Biological Conservation*, 135:11-20.
- LA MARCA, E.; LIPS, K. R.; LÖTTERS, S.; PUSCHENDORF, R.; IBÁÑEZ, R.; RUEDA-ALMONACID, J. V.; SCHULTE, R.; MARTY, C.; CASTRO, F.; MANZANILLA-PUPPO, J.; GARCÍA-PÉREZ, J. E.; BOLAÑOS, F.; CHAVES, G.; POUNDS, J. A.; TORAL, E.; YOUNG, B. E. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in neotropical harlequin frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotrópica*, 37(2):190-201.
- LIPS, K. R.; F. BREM; R. BRENES; J. D. REEVE; R. A. ALFORD; J. VOYLES; C. CAREY; L. J. LIVO; A. P. PESSIER & J. P. COLLINS. 2006. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 102:3165-3170.



LIPS, K. R.; J. DIFFENDORFER; J. R. MENDELSON III; M. W. SEARS. 2008. Riding the Wave: Reconciling the Roles of Disease and Climate Change in Amphibian Declines. *PLOS Biology*, 6(3): e72. doi:10.1371/journal.pbio.0060072.

MENDELSON III, J. R.; K. R. LIPS; R. W. GAGLIARDO; G. B. RABB; J. P. COLLINS; J. E. DIFFENDORFER; P. DASZAK; R. IBÁÑEZ D.; K. C. ZIPPEL; D. P. LAWSON; K. M. WRIGHT; S. N. STUART; C. GASCON; H. R. DA SILVA; P. A. BURROWES; R. L. JOGLAR; E. LA MARCA; S. LÖTTERS; L. H. DU PREEZ; C. WELDON; A. HYATT; J. V. RODRÍGUEZ-MAHECHA; S. HUNT; H. ROBERTSON; B. LOCK; C. J. RAXWORTHY; D. R. FROST; R. C. LACY; R. A. ALFORD; J. A. CAMPBELL; G. PARRA-OLEA; F. BOLAÑOS; J. J. CALVO DOMINGO; T. HALLIDAY; J. B. MURPHY; M. H. WAKE; L. A. COLOMA; S. L. KUZMIN; M. S. PRICE; K. M. HOWELL; M. LAU; R. PETHIYAGODA; M.

BOONE; M. J. LANNOO; A. R. BLAUSTEIN; A. DOBSON; R. A. GRIFFITHS; M. L. CRUMP; D. B. WAKE; E. D. BRODIE JR. 2006. Confronting amphibian declines. *Science* 313: 48. Puschendorf, R. & F. Bolaños. 2006. Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in *Eleutherodactylus fitzingeri*: Effects of skin sample location and histological stain. *Journal of Wildlife Diseases*, 42(2):301-306.

NISHIDA, K. 2006. Encounter with *Hyla angustilineata* Taylor, 1952 (Anura: Hylidae) in a cloud forest of Costa Rica. *Brenesia*, 66:79-81.

POUNDS, J. A.; M. L. CRUMP. 1994. Amphibian declines and climate disturbance: the case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology*, 8:72-85.

POUNDS, J. A.; M. R. BUSTAMANTE; L. A. COLOMA; J. A. CONSUEGRA; M. P. L. FOGDEN; P. N. FOSTER; E. LA MARCA; K. L. MASTERS; A. MERINO-VITERI; R. PUSCHENDORF; S. R. RON; G. A. SÁNCHEZ-AZOFEIFA; C. J. STILL; B. E.

YOUNG. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439:161-167.

PUSCHENDORF, R.; F. BOLAÑOS. 2006. Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in *Eleutherodactylus fitzingeri*: Effects of skin sample location and histological stain. *Journal of Wildlife Diseases*, 42(2):301-306.

PUSCHENDORF, R.; F. BOLAÑOS; G. CHAVES. 2006. The amphibian chytrid fungus along an altitudinal transect before the first reported declines in Costa Rica. *Biological Conservation*, 132:136-142.

PUSCHENDORF, R.; A. C. CARNAVAL; J. VANDERWAL; H. ZUMBADO-ULATE; G. CHAVES; F. BOLAÑOS; R. A. ALFORD. 2008. Distribution models for the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* in Costa Rica: proposing climatic refuges as a conservation tool. *Diversity and Distributions* DOI: 10.1111/j.1472-4642.2008.00548.x.



- RAINMAKER. 2009. Rainmaker Conservation Project. Revisado el 7 de junio de 2009: http://www.rainmakercostarica.org/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=67.
- SAVAGE, J. M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between two continents, between two seas. The University of Chicago Press. Chicago. EEUU. 934 pp.
- SAVAGE, J. M.; F. BOLAÑOS. 2009a. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Costa Rica: Additions and nomenclatural revisions. *Zootaxa*, 2005:1-23.
- SAVAGE, J. M.; F. BOLAÑOS. 2009B. An enigmatic frog of the genus *Atelopus* (Family Bufonidae) from Parque Nacional Chirripó, Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2):381-386.
- STUART, S. N.; J. S. CHANSON; N. A. COX; B. E. YOUNG; A. S. L. RODRÍGUES; D. L. FISCHMAN; R. W. WALLER. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306:1783-1786.
- STUART, S.N., M. HOFFMANN, J. S. CHANSON, N. A. COX, R. J. BERRIDGE, P. RAMANI; B. E. YOUNG. 2008. *Threatened Amphibians of the World*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, Arlington, Virginia, USA.
- WHITFIELD, S. M.; K. E. BELL; T. PHILIPPI; M. SASA; F. BOLAÑOS; G. CHAVES; J. M. SAVAGE; M. A. DONNELLY. 2007. Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(20):8352-8356.