



Pérdida de hábitats y biodiversidad desvanecida en la ciudad de Heredia (Costa Rica)

Biólogo tropical
especialista en
herpetología y
ornitología (victor.
acosta@ucr.ac.cr).

..... || **Víctor Acosta**



Costa Rica está entre los 20 países con mayor biodiversidad (genes, especies y ecosistemas) del mundo y ocupa uno de los primeros lugares en cantidad de especies por unidad de área (Obando, 2007), siendo la franja de bosque premontano la que presenta más diversidad de animales como anfibios y reptiles (Savage, 2002). Sin embargo, me preocupa el hecho de que antes era posible encontrar sapos de la caña (*Rhinella marina*) (figura 1) en las aceras y, ahora, son solo un recuerdo del inicio de los años 90. ¿Por qué, si estamos en un lugar extremadamente rico en organismos vivos, a unos 1.100 m de altitud, no puedo hoy día hallar en mi jardín a una de las especies más comunes de anfibios? Incluso en ciudades del mundo mucho más pobladas es posible observar anfibios con características similares -e.g. sapo americano (*Anaxyrus americanus*) (Hammer y McDonell, 2008)-, a pesar de tener una biodiversidad por unidad de área mucho menor que Costa Rica (Obando, 2007). Esta pregunta me llevó a estudiar lo que en este documento expongo, encontrando una dolorosa explicación que requiere una respuesta o solución inmediata por parte de todos los responsables.



Volver al índice

Actualmente, la ciudad de Heredia es uno de los principales núcleos urbanos del Gran Área Metropolitana (Gam). Se proyecta que en 2015 la provincia tendrá una población mayor a medio millón de habitantes (Rosero, 2002). Hace poco más de 40 años, la periferia del cantón central se dedicaba a la actividad cafetalera de sol y sombra, a la ganadería lechera y, en menor grado, a la urbanización. Luego de 1995, la mayoría de los cafetales y de la vegetación de otros lotes fue talada para construir urbanizaciones, pues el terreno en la provincia, dado el aumento en la cantidad de negocios circundantes y el incremento poblacional, ha adquirido una alta plusvalía. El proceso de cambio de uso del suelo, y de la vegetación, es -según explican Monge y Pérez (2010)- similar al que sufrió San José durante el siglo XX, fruto de un desarrollo urbano horizontal, pero con menos árboles y zonas verdes actualmente.

En el país están presentes los tres órdenes de anfibios actuales: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (cecilias), con casi 200 especies (Savage *et al.*, 2011). Esos son los organismos terrestres vertebrados más amenazados de la Tierra y actualmente el tema central en biología de la conservación (Wake, 1991). Costa Rica ha sido, mundialmente, uno de los sitios más declinados en cuanto a poblaciones, conociéndose bien los casos del sapo dorado de Monteverde (*Incilius periglenes*) y de la rana arlequín (*Atelopus varius*) (Pounds y Crump, 1994; Bolaños, 2003;

Bolaños, 2009). La provincia de Heredia, por ejemplo, perdió especies endémicas como la rana arlequín del volcán Barva (*Atelopus senex*), pero afortunadamente se redescubrió el sapo de Holdridge (*Incilius holdridgei*) luego de muchos años de creerse extinto (Abarca *et al.*, 2009; Bolaños, 2009). Además, son muchas otras las especies que han desaparecido del país, algunas incluso en sitios prístinos (Bolaños, 2003; Bolaños, 2009). A esto se le ha llamado decline enigmático, y se presume que es causado por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) (Lips *et al.*, 2008) y el cambio climático (Pounds *et al.*, 1999; Pounds y Pushendorf, 2004, Whitfield *et al.*, 2007), aunque este fenómeno todavía está lejos de aclararse por completo. Sin embargo, la pérdida de hábitat es todavía la principal causa de extinción de seres vivos en el mundo (Botkin *et al.*, 2007), por lo que enfrentan un oscuro escenario en las próximas décadas, decisivo en la supervivencia del grupo como lo conocemos hoy. Solo la urbanización pone en riesgo actualmente a más de un tercio de los anfibios conocidos del planeta (Hammer y McDonell, 2008).

“¿Pero qué importa si se extinguen las ranas y los sapos? No sirven para nada...”, dirá la mayoría de las personas, que desgraciadamente en gran parte repudian a estos organismos, más que a los que tienen pelos o plumas, por miedos infundados: que son peligrosos, venenosos o sucios. La ecología más básica nos dice que la extinción masiva de organismos importantes en la cadena trófica de

manera acelerada no es una buena señal de la salud de un ecosistema; los anfibios son fundamentales en la biomasa de ecosistemas tropicales como bosques (Steward y Woolbright, 1996), así como controladores biológicos de otros organismos, en su mayoría invertebrados (Duellman y Trueb, 1994). Además, son el “termómetro” de que algo anda mal (como el canario de las minas de carbón, que se usaba para saber si había fugas de gas), ya que los anfibios no soportan los bruscos cambios ambientales por poseer una piel desnuda y ser sensibles a químicos y a la ausencia de humedad, pues en gran cantidad respiran por la piel [Duellman y Trueb, 1994, Stuart et al., 2004]). Su desaparición es indicativa de que otros grupos de organismos también lo harán, y eso ya está pasando con algunos reptiles (Whitfield *et al.*, 2000; Botkin *et al.*, 2007; Whitfield *et al.*, 2007), murciélagos, aves y plantas (Botkin *et al.*, 2007).

Es obvio que el cambio climático y las actividades humanas están haciendo de las suyas: enfrentamos lo que se ha llamado la sexta extinción masiva (Wake y Vredengurg, 2008). Es un error común entre los tomadores de decisiones y ambientalistas pensar que la biodiversidad solo está en áreas protegidas, las cuales no necesariamente están conservando poblaciones de organismos, incluidas especies en extinción.

* * * * *

Se logra identificar algunos procesos que contribuyen a la enorme pérdida de biodiversidad biológica, específicamente de anfibios, en el cantón central de Heredia y las zonas más pobladas de la Gam en general: pérdida de hábitat, fragmentación y aislamiento del hábitat y degradación del hábitat disponible; las mismas causas que en muchas ciudades del mundo, según lo señalan Hammer y McDonnell (2008). El problema es que, para agravar esta situación, la ciudad de Heredia ha acelerado de forma exponencial dichos procesos en pocos años, y, por sus características, hay poco espacio y tiempo para mitigar dicho problema mediante manejo. Sin embargo, vale la pena cualquier intento de mejoramiento del ecosistema urbano en aras del derecho constitucional de los costarricenses a disfrutar un ambiente sano.

Debido a que el concepto de ecosistema es complejo y sus límites suelen ser difusos, con “ecosistema urbano” se referirá aquí a todas las áreas verdes y azules en una matriz dominada por estructura urbana, según lo definen Bolund y Hunhammar (1999). Este concepto incluye árboles en calles, parques, bosques, plantaciones agrícolas y forestales, sean activas o abandonadas, humedales y cuerpos de agua como ríos, quebradas, lagos o lagunas. Estos sistemas brindan una enorme cantidad de servicios como: regulación del microclima, filtración del aire, reducción del ruido, drenaje de lluvia, tratamiento de aguas residuales, respuesta a demandas culturales y recreacionales (Bolund y Hunhammar, 1999),

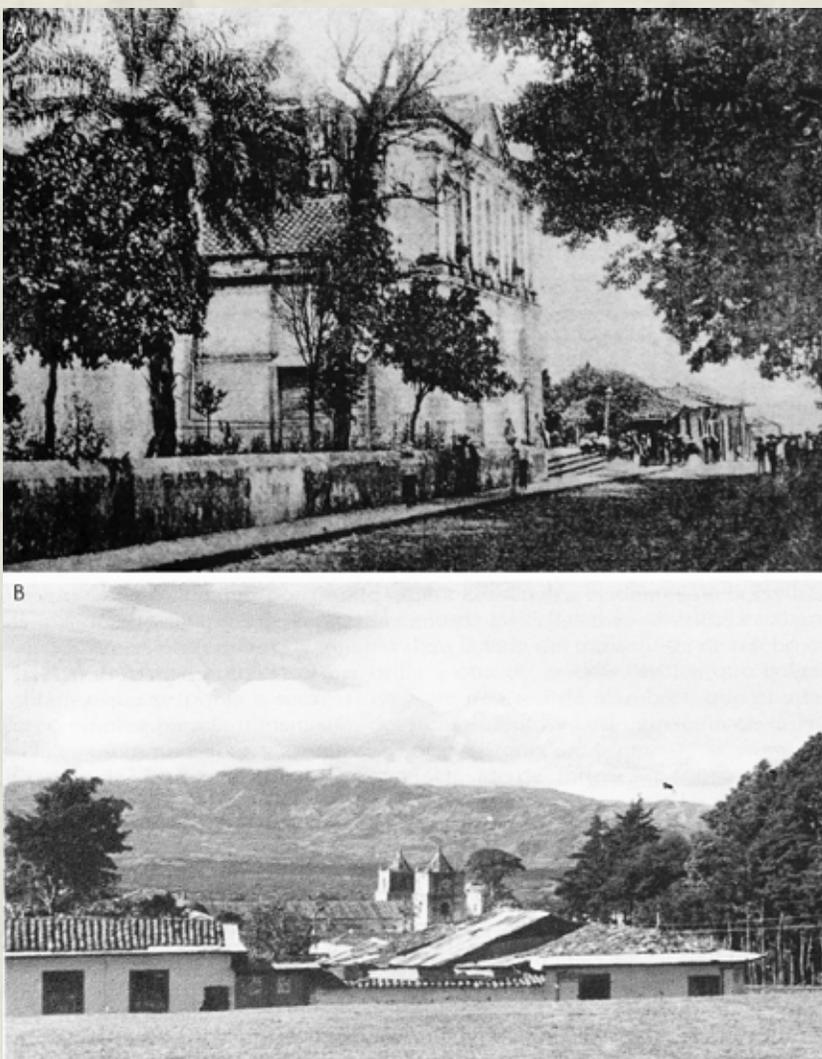
conservación de un porcentaje importante de la biodiversidad del área, secuestro de carbón atmosférico y producción de oxígeno y nutrientes en la cadena alimenticia.

Las fotografías domésticas y la literatura apuntan a que la cantidad de cobertura vegetal, como cafetales, pastizales arbolados y árboles aislados, era mucho mayor a la actual en esta ciudad (figura 1). La provincia tenía una pujante actividad agrícola cafetalera, pero actualmente la urbanización es la causante de esta disminución vegetal. Debido al aumento poblacional, es obvia la necesidad de incrementar el número de viviendas, mas el desarrollo urbano horizontal no es la respuesta sostenible a dicho problema, comenzando por que no hay suficiente espacio para todos a corto plazo (figura 1).

Sin embargo, muchos de los humedales (quebradas, lagunas o zonas inundables) fueron erradicados de los cantones urbanos principales de Heredia, demostrando por qué son los ecosistemas más

amenazados del planeta (Daniel y Cummings, 2008). Los anfibios son animales dependientes directa o indirectamente de los cuerpos de agua para poder reproducirse, y más aun los peces de agua dulce. Ni siquiera existen problemas de peces invasores para los anfibios (Hammer y

Figura 1. (A) Parroquia de Heredia, en 1892, con higuierón (*Ficus* sp.) enfrente. (B) Ciudad de Heredia, en 1932, rodeada de cobertura vegetal hoy casi inexistente.



Fuente: *Heredia: historia, tradiciones y vivencias*.

McDonnell, 2008), pues estos tampoco tienen sitios que colonizar.

Estos cuerpos de agua se consideraron áreas potenciales para urbanizar o simplemente un riesgo de salud pública, porque los humedales son criaderos de mosquitos como *Aedes aegypti* y otros transmisores de dengue, malaria y fiebre amarilla. Los anfibios y peces son potenciales controladores biológicos de estos insectos (Duellman y Trueb, 1994) y, por supuesto, un humedal o cuerpo de agua no colonizado por estos animales u otros depredadores es un sitio ideal para criar vectores de dengue, enfermedad que es, por ende, indicativa de deterioro ecosistémico, que se refleja en la salud pública.

Los jardines son otro recurso que anteriormente era muy usado por anfibios adaptables a la alteración humana, como el sapo de la caña. Un pequeño charco o caño, vegetación o incluso césped, y sitios de refugio como huecos o piedras, son suficientes para permitir la ocupación de esta especie en pocos metros cuadrados, pues gusta de ambientes alterados (Savage, 2002). Sin embargo, ahora los jardines no son obligatorios por las normas de construcción, y la mayoría de las familias han preferido tener un parqueo más amplio o más habitaciones en su hogar. El aislamiento genético de las poblaciones, el riesgo que representan las calles (barreras físicas, cambios en microclima, atropellos), fumigaciones, contaminación química y los pocos sitios de reproducción explican en parte por qué prácticamente han desaparecido los sapos en las aceras o jardines.

Una especie rara que se encuentra en los jardines más espesos del cantón central es la salamandra uniforme (*Oedipina uniformis*) (figura 2), la cual no es fácil de detectar ni siquiera en ambientes boscosos. Prefiere ambientes húmedos con hojarasca, troncos o piedras (Savage, 2002), por lo que está en jardines, pero muchas veces confinada a pocos metros cuadrados, posiblemente con ausente intercambio genético entre ellas, teniendo mejores condiciones poblacionales las que están en cafetales y ríos.

Entonces, el único sitio disponible para muchas especies es la angosta franja de bosque (~10m) a la orilla de los ríos, como la define la Ley Forestal en Costa Rica. Allí todavía existen anuros como la rana de vidrio (*Hyalinobatrachium fleischmanni*), ranas arborícolas como *Smilisca sordida*, y la anteriormente considerada y desaparecida rana de ojos dorados (*Agalychnis annae*) (figura 2). Actualmente, este último anuro está recolonizando áreas urbanas en la Gam y se conocen poblaciones en el Zoológico Nacional, en San José, y en Santo Domingo de Heredia (observación personal), pero hay nuevos registros en cafetales de San Rafael de Heredia y más recientemente en Mercedes Norte de Heredia (J. Abarca, comunicación personal, noviembre 22, 2012). El problema que enfrenta esta rana, que está en categoría de amenazada en la lista roja de especies (Bolaños *et al.*, 2012), es que no tendrá los sitios que desaparecieron durante su decline, como cafetales, para recolonizarlos.

Figura 2. (A) *H.fleischmanni* (foto de D. Filipiak). (B) *A. annae* (foto de J. Abarca). (C) *Rhinella marina* (foto de D. Segura). (D) *H. variolosus* (foto de V. Acosta). (E) *O. uniformis* (foto de D. Filipiak). (F) *L. warzsewitschii* (foto de V. Acosta). (G) *S. sordida* (foto de V. Acosta). (H) *I.coccifer* (foto de V. Acosta).



La rana brillante de bosque (*Lithobates warzsewitschii*) se pensó al borde de la extinción en los años 90, pero actualmente sus poblaciones se recuperan con rapidez (Bolaños, 2009) (figura 2). Hay registros en cafetales y orillas de ríos de San Pablo, Santo Domingo y San Rafael (observación personal). La especie se enfrenta a condiciones adversas similares a *A. annae* para recolonizar más áreas en la Gam, por lo que debe ser considerada con interés de conservación.

Las orillas de los ríos rara vez miden lo que dicta la ley; algunas incluso son casi inexistentes. Y, para empeorar el panorama, esas franjas de bosque de galería son cortas, reciben un alto grado de contaminación lumínica, sónica, sólida y química, a la cual -se sabe- los anfibios responden negativamente, pues provoca una disminución en su

sobrevivencia, reclutamiento y dinámica poblacional (Hammer y McDonell, 2008). Esto puede generar un pobre flujo genético y aislamiento de la población, aumentando el riesgo de su extinción (figura 2).

Por su parte, los cafetales de sombra son relevantes para la conservación de la biodiversidad en general, incluida la herpetofauna (Moguel y Toledo, 1999). Heredia tiene ya pocos cafetales activos, muchos con árboles de un diámetro a la altura del pecho nada despreciables, por lo que, incluso si se realizaran estudios ambientales más detallados, podrían caer en categorías forestales de interés de conservación. Puesto que estas plantaciones no entran en categorías boscosas, no se requiere listados de flora y fauna en sus estudios, ni planes de rescate de fauna en áreas urbanas. Es comprobado que la cantidad de organismos que contienen es enorme y no debe limitarse su interés ambiental a lo que dicta la ley. Nuevas categorías de manejo deben crearse para incluirlos, y dejar de pasarlos por áreas estériles de monocultivo y ambientalmente invisibles.

Los últimos cafetales de San Francisco y Ulloa, por ejemplo, resguardan herpetofauna tanto del bosque tropical húmedo como del seco (e.g. *Incilius cocifer*, *Hypopachus variolosus*, *Lithobates* sp. (J. Abarca, comunicación personal, noviembre 22, 2012; observación personal). El mismo fenómeno se ha observado con la avifauna residente (observación personal), y son sitios de alimentación extremadamente importantes para las aves migratorias en la Gam (M. Araya y

A. García, datos sin publicar). Mamíferos terrestres y voladores e invertebrados no se quedan atrás en su uso (observación personal). Lamentablemente para tales organismos, estos bosques de café son las futuras plazas comerciales y residenciales de la provincia.

* * * * *

Algunas recomendaciones de manejo y mitigación ante la situación descrita podrían ser las siguientes:

- A) Reforestación urbana: Se debe establecer un programa de reforestación con árboles nativos de la zona de vida húmeda premontana en la que se sitúa la ciudad. Sería algo similar a lo que implementa actualmente la Municipalidad de San José en aceras y parques. Esto debe ser llevado a cabo por un biólogo calificado o, en su defecto, un ingeniero forestal; la reforestación sin criterio técnico ha sido común en las ciudades costarricenses.
- B) Establecimiento de zonas públicas naturales: Es urgente destinar áreas de interés público (suelos no aptos para construcción, presencia de árboles antiguos, humedales) a recreo o conservación. Debe establecerse parques urbanos con áreas importantes de cobertura vegetal arbórea, y no limitarse a áreas de césped. Algo parecido a lo que también implementa la Municipalidad

de San José con el establecimiento del Parque La Amistad y el proyecto de reforestación del Parque Metropolitano La Sabana.

- C) Creación de humedales artificiales: Debido a lo explicado anteriormente sobre la pérdida de hábitat, sería importante que en las áreas destinadas a reforestación o recreación se creen lagunas artificiales. Estudios como el de Brad y Snodgrass (2009) demuestran que el uso de humedales artificiales como lagunas en áreas urbanas y periurbanas es muy importante para muchas especies de anfibios, y para su proceso de recolonización en tales sitios, sobre todo donde ya la mayoría de humedales naturales han sido eliminados. No podemos olvidar que los humedales son fundamentales para grupos de aves migratorias como garzas, correlinos y patos (Stiles y Skutch, 1989). Además, estos sitios ayudan a tratar la escorrentía superficial del agua de lluvia (Brad y Snodgrass, 2009), problema muy común en la Gam (e.g. Heredia). Estos procesos (A, B y C) deben ser conducidos por científicos o manejadores calificados con experiencia en la biología de las especies animales y vegetales a conservar. Un problema grande con esta medida de mitigación es el espacio, pues la mayoría de tierras disponibles son privadas. En un escenario utópico se debería establecer áreas de interés común

ricas en biodiversidad, y expropiarlas para dichos proyectos ecológicos, tal y como se hace para una obra pública (calle o edificio), por lo urgente que resulta, mas es casi imposible llevar esto a cabo por la burocracia y las deficiencias económicas de nuestro sistema gubernamental. Por otra parte, no podemos olvidar el espacio disponible en sitios estatales como la Universidad Nacional, tanto en el campus Omar Dengo como en el Benjamín Núñez, y seguir al menos un programa de establecimiento de áreas de reserva o regeneración, como el de bosques y jardines botánicos con que cuenta la Universidad de Costa Rica en distintas sedes. Los entes encargados del ambiente deben enfocarse más en conservación de la biodiversidad de la provincia y en, urgentemente, desarrollar proyectos de manejo.

- D) Cumplimiento del mantenimiento del bosque de galería según lo establece la Ley Forestal: Muchos proyectos de urbanización no respetan las estipulaciones de la Ley Forestal. Debe hacérsela cumplir con mano dura por el bienestar de los ecosistemas y su biodiversidad. Las multas no sustituyen lo perdido, que no es económicamente cuantificable. Se debe exigir la compensación ambiental real o la restauración del sitio. La Municipalidad de Heredia, junto con la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (Setena) y el

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones deben estar muy atentos a que nuevos proyectos urbanísticos o comerciales respeten al pie de la letra las leyes ambientales del país.

- E) Incentivar la tenencia de áreas verdes como patios y jardines: Son conocidos los sistemas de pago de servicios ambientales que lleva a cabo el Estado. Un sistema similar podría implementar la Municipalidad de Heredia para las personas que tengan jardines, áreas verdes o similares en sus propiedades. Podría darse un incentivo como una reducción del impuesto anual sobre el terreno por servicios ecosistémicos a la comunidad a pequeña escala. Al menos, sería una forma de incentivar la preservación de los pocos que quedan al no ser obligatorios.
- F) Evaluaciones de impacto ambiental en un contexto regional: Muchos proyectos urbanísticos y comerciales no requieren estudios de impacto ambiental o son de baja categoría. A pesar de lo que el estudio indique, los proyectos suelen tener vía libre y las mitigaciones no son efectivas si es que existen. Setena debe evaluar la factibilidad de los proyectos que propongan la erradicación de zonas boscosas, árboles viejos o incluso charrales, según el daño a escala regional. Estos estudios suelen enfocarse a la misma escala del proyecto, sin tomar en cuenta la

cantidad de ambientes similares en el área, la conectividad entre ellos o las especies que se verían afectadas por estos procesos. A nivel micro puede parecer que el daño provocaría poca afectación, y aun así la sumatoria de dicha alteración en el ambiente obviamente generaría daños ambientales a una escala mucho mayor, no evaluable o cuantificable con criterios en muchos casos ya arcaicos. Los cafetales, como se explicó anteriormente, son un ejemplo claro de esta pobre visión.

- G) Programas de educación ambiental provincial: Desarrollar como parte de la extensión que hace la Municipalidad de Heredia o la Universidad Nacional programas de concientización sobre la importancia de conocer y mantener áreas naturales, sobre la valorización de la biodiversidad del cantón, sobre los problemas ambientales que se enfrentan e ir más allá de la típica campaña de reforestación y reciclaje que se ejecuta devotamente en este tipo de programa. Se podría usar especies típicas de Heredia, como la rana de ojos dorados, como símbolos para una campaña de conservación de la biodiversidad urbana.
- H) Monitoreo biológico: Se debe cuantificar la riqueza y abundancia de especies clave para el ecosistema urbano y así establecer áreas y estrategias para su conservación. Estos estudios se deben llevar a cabo a

través de los años, para conocer las tasas de extinción o recolonización de especies en áreas naturales y artificiales de la Gam.

- I) Elaboración de planes de ordenamiento territorial en la Gam que no sigan el patrón de desarrollo horizontal sino que planteen alternativas con infraestructura vertical, que tarde o temprano tendrá que darse por la falta de espacio disponible.

* * * * *

A manera de conclusión: los anfibios son organismos importantes en los ecosistemas neotropicales y su erradicación de un área puede traer consecuencias todavía no comprendidas ni cuantificadas. Pero no solo los anfibios sufren por la pérdida de sitios, sino todos los demás taxa existentes.

Este mensaje de alerta respecto de este grupo de vertebrados apenas es un señalamiento de la punta del iceberg de una extinción masiva de la biodiversidad urbana de la Gam que merece ser detallada en estudios biológicos concretos de monitoreo y fragmentación. Se necesitan proyectos de manejo para todos estos grupos, así como estudios biológicos que nos permitan medir el éxito de dichas estrategias. Las recomendaciones dadas en este documento están lejos de limitarse al cantón central de Heredia; más bien serían necesarias en todos los cantones que forman la Gam, sobre todo los que tienen

más espacios naturales para dar respuesta al problema.

Al final, si no hay sapos en el jardín o la acera, como antes, es debido a la indiferencia que estos temas de conservación de la biodiversidad urbana tienen en los tomadores de decisiones. La conservación biológica se vuelve entonces una rama interdisciplinaria que requiere el interés político y técnico para salvar a cientos de especies en la Gam.

Referencias bibliográficas

- Abarca, J., Chaves, G., García, A. y Vargas, R. (2010). Reconsidering Extinction: Rediscovery of *Incilius holdridgei* (Anura: Bufonidae) in Costa Rica after 25 years. *Herp. Rev.*, 41(2), 150-152.
- Brand, A. y Snodgrass, J. (2009). Value of artificial habitat for amphibian reproduction in altered landscapes. *Conserv. Biol.*, 24(1), 295-301.
- Bolaños F. (2009). Situación de los anfibios de Costa Rica. *Biocenosis*, 21, 95-108.
- Bolaños F. (2003). Anfibios en retirada. Costa Rica. *Ambiéntico*, 117, 12-13.
- Bolaños, F., Chaves, G., Rodríguez, J., Young, B. y Matamoros, Y. (Eds.) (2010). *Taller para revisar la Lista Roja de anfibios de Costa Rica de la UICN y evaluación del cumplimiento de las acciones de la estrategia de conservación de los anfibios de Costa Rica*. 3-4 de agosto, 2010. Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, San Pedro, San José, Costa Rica. Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN)/CBSG Mesoamerica. Disponible en: <http://www.cbsg.org/cbsg/workshopreports/26/anfibios.pdf>.
- Bolund, P. y Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Eco.*, 29, 293-301.
- Botkin D., Saxe, H., Araujo, M., Betts, R., Bradshaw, R., Cedhagen, T., Chesson, P., Ferrier, T., Guisan, A., Skjoldborg, A., Hilbert, D., Loehle, C., Margules, C., New, M., Sobel, M. y Stockwell, D. (2007).

- Forecasting the Effects of Global Warming on Biodiversity. *Bioscience*, 57 (3), 227-236.
- Daniels, A. y Cumming, G. (2008). Conversion or conservation? Understanding wetland change in northwest Costa Rica. *Ecol. Applic.*, 18 (1), 49-63.
- Dawson, J., Etterson, D., Faith, S., Duellman, W. y Trueb, L. (1994). *Biology of Amphibians*. JHU, EU.
- Duellman, W. y Trueb, L. (1994). *Biology of Amphibians*. The John Hopkins University. Baltimore, USA.
- Hamer, A. y McDonnell, M. (2008). Amphibian ecology and conservation in the urbanizing world: A review. *Biol. Conserv.*, 141, 2432-2449.
- Lips, K., Diffendorfer, J., Mendelson, J. y Sears, M. (2008). Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *Plos. Biol.*, 6, doi:10.1371/journal.pbio.0060072.
- Moguel, P. y Toledo, V. (1998). Biodiversity conservation in traditional coffee systems in Mexico. *Conserv. Biol.*, 13(1), 11-21.
- Monge, J. y Pérez, G. (2010). Urban vegetation change after a hundred years in a tropical city. *Rev. Biol. Trop.*, 58 (4), 1376-1386.
- Obando, V. (2007). *Biodiversidad de Costa Rica en cifras*. InBio-Sinac/Minae, Costa Rica. 26p.
- Pounds, A. y Crump, M. (1994). Amphibian declines and climate disturbances: the case of the golden toad and the harlequin frog. *Conserv. Biol.*, 8,72-85.
- Pounds, J., Fodgen, M. y Cambell, J. (1999). Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398, 611-615.
- Pounds, J. y Puschendorf, R. (2004). Clouded futures. *Nature* 427, 107-109.
- Rosero, L. (2002). *Estimaciones y proyecciones de población por distrito y otras áreas geográficas: Costa Rica 1970-2015*. Centro Centroamericano de Población (CCP), Universidad de Costa Rica. Biblioteca Virtual en Población y Salud. Disponible en: <http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/proye/distrital.pdf>.
- Savage, J. (2002). *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas*. 1ed. The University of Chicago, Chicago, EU.
- Steward, M. y Woolbright, L. (1996). *Amphibians*. In: Reagan, D. y Waide, R (eds). *The Food Web of a Tropical Rainforest*. 1ed. University of Chicago, Chicago, EU.
- Stiles, D. y Skutch A. (1989). *A guide to the birds of Costa Rica*. Cornell University. Ithaca, Nueva York.
- Stuart, S., Chanson, J., Cox, N., Young, B., Rodriguez, A., Fischman, D. y Waller, R. (2004). Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Science*, 306 , 1783-1786.
- Wake, D. (1991). Declining amphibian populations. *Science*, 253, 860.
- Wake D. (2007). *Climate change implicate in amphibian and lizard declines*. PNAS, 104, 8201-8202.
- Wake, D. y Vredenburg, T. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *PNAS*, 105 (1), 11466-11473.
- Whitfield, J., Scoth, D., Ryan, T., Bulhmann, K., Tuberville, T., Metts, B., Greene, J., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S. y Winie, C. (2000). The global decline of reptiles, déjà vù amphibians. *BioScience*, 50, 653-666.
- Whitfield, S., Bell, E., Philippi, T., Sasa, M., Bolaños, F., Chaves, G., Savage, J. & Donnelly, M. (2007). Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *PNAS*, 104, 8352-8356.