

INFECCIÓN POR EL HONGO QUITRIDO *BATRACHOCHYTRIUM DENDROBATIDIS* EN ANUROS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE COLOMBIA

BEATRIZ E. VELÁZQUEZ-E.^{1,2,4}, FERNANDO CASTRO¹, WILMAR BOLÍVAR-G¹ Y MARIA ISABEL HERRERA^{1,3}

¹Laboratorio de Herpetología, Departamento de Biología, Universidad del Valle, A.A. 25650, Cali, Colombia.

²Grupo de Ecofisiología, Comportamiento y Herpetología, Departamento de Biología, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

³Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, San Juan, PR.

Resumen: Se detectó infección por un hongo quitrido, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Longcore 1999) en anuros de cuatro localidades del Valle del Cauca (Colombia), donde se han presentado casos de mortalidad en masa, disminución y desaparición de anfibios. De los 466 individuos analizados, 22 individuos pertenecientes a 16 especies resultaron positivos para la infección con el hongo. Este trabajo constituye uno de los primeros reportes del hongo en Colombia, y alerta sobre una eventual amenaza de otras poblaciones naturales de anfibios en la región.

Palabras Claves: Quitridiomycosis, *Batrachochytrium dendrobatidis*, disminución de anfibios, anfibios, Cordillera Occidental, Valle del Cauca, Colombia.

Abstract: B.E. Velázquez-E, F. Castro, W. Bolívar-G and M.I. Herrera. "Infection by the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in anurans from Cordillera Occidental in Colombia". Infection by a chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Longcore 1999) was detected in anurans collected in four localities of Valle del Cauca, region where cases of mass mortality, decrease and disappearance of amphibians have been observed and previously reported. From the 466 analyzed individuals, 22 individuals of 16 species were positive for the infection with the fungus. This work constitutes one of the first reports of the fungus in Colombia, and call the attention about the actual threat for other populations of amphibians in the region.

Key Words: Chytridiomycosis, *Batrachochytrium dendrobatidis*, amphibian declines, amphibians, Cordillera Occidental, Valle del Cauca, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la pérdida de diversidad de anfibios es un patrón que se ha incrementando de forma generalizada alrededor del mundo (Lips 1998, 1999; Lips *et al.* 2004, Carey 1993, Laurance *et al.* 1996, Beard y O'Neill 2005, Burrowes *et al.* 2004, Eterovick *et al.* 2005, Bustamente *et al.* 2005). Si bien los efectos producidos por las actividades antrópicas son uno de los principales factores de amenaza para las especies de anfibios, recientemente se ha detectado que enfermedades como la quitridiomycosis son una causa importante de reducción y desaparición de especies. La quitridiomycosis es producida por *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) (Longcore 1999), un hongo patógeno degradador de queratina, que invade el estrato córneo de la epidermis de los anfibios adultos y los dentículos de las larvas, produciendo su pérdida. La primera etapa de esta enfermedad generalmente es asintomática; sin embargo, en la mayoría de

los casos finalmente ocasiona la muerte a los individuos adultos infectados (Berger *et al.* 1999).

La infección por el hongo quitrido, inicialmente se relacionó con algunos grupos particularmente susceptibles como ranas del género *Atelopus* y otros taxones asociados estrechamente a medios acuáticos (Rueda-Almonacid *et al.* 2004) que puede significar una importante vía de contagio, dado que las zoosporas pueden sobrevivir libremente en el agua mientras encuentran un nuevo hospedero (Johnson y Speare 2003). Actualmente se conoce que la enfermedad afecta a más de 30 especies de anfibios neotropicales, tanto en estado silvestre como en cautiverio. Su baja especificidad de hospederos, junto a la habilidad como saprobio facultativo del patógeno (Johnson y Speare 2003), hacen que la quitridiomycosis sea considerada una de las principales amenazas a las que se enfrenta la biodiversidad actual (Daszak *et al.* 2000).

⁴ Send correspondence to / Enviar correspondencia a:
beatrizvelesc@gmail.com

Ron (2005), basado en los reportes existentes de la enfermedad a nivel mundial, construyó un modelo ecológico de nicho para especies invasoras, con el cual se predijo una alta vulnerabilidad para el establecimiento del patógeno en las regiones donde se concentra la mayor diversidad de anfibios del mundo, en los llamados *hotspots* de biodiversidad. En la región Neotropical, la quitridiomycosis se ha detectado en países de Norte y Centro América y gran parte de Suramérica. En este continente se ha reportado de Ecuador (Ron y Merino 2000), Perú (La Marca *et al.* 2005, Seimon *et al.* 2005), Venezuela (La Marca y Lotters 1997, Hanselmann *et al.* 2004), Uruguay (Mazzoni *et al.* 2003), Argentina (Herrera *et al.* 2005) y Brasil (Carnaval *et al.* 2006).

A pesar que Colombia es uno de los países con mayor riqueza de especies de anfibios, gran parte del estado de sus poblaciones es desconocido. Por otro lado, de las especies descritas en el país, aproximadamente 208 cuentan con algún grado de amenaza (GAA 2004) y muchas de ellas se consideran extintas o no se han vuelto a reportar en varios años, sin que se precise una causa. Adicionalmente, este país se encuentra en una posición geográfica donde todos sus países vecinos han reportado casos positivos de la infección y sin embargo, paradójicamente los estudios sobre el tema hasta el momento son escasos, existiendo sólo dos reportes de infección con el hongo en una población de *Atelopus* de la Cordillera Oriental y en otros anuros de la misma cordillera (Acosta *et al.* 2006, Ruiz y Rueda 2008).

El presente estudio, aporta información preliminar documentada de lo que ocurre en Colombia respecto a la incidencia de infección de anfibios por el hongo quitrido y su posible relación con la desaparición local de varias especies. Nos basamos en la información histórica de la composición de anfibios en algunas localidades del Valle del Cauca, donde se han evidenciado declinaciones, y en el diagnóstico de la infección por este hongo a través del empleo de técnicas histológicas.

MÉTODOS

Fueron analizados 466 individuos, pertenecientes a 40 especies, depositados en la Colección de Anfibios y Reptiles de La Universidad del Valle, en Colombia (UV-C). Se tomaron tres muestras de piel de la superficie ventral, una en la porción distal del tercer dedo manual, en la región inguinal, y otra en la planta de la extremidad posterior. Las muestras fueron procesadas mediante técnicas histológicas estándares, propuestas por Bergeret *et al.* (1998). Se realizaron cortes a 3 y 4 micras con una coloración de hematoxilina-eosina (hematoxilina de Harris) y en algunos casos, para confirmar el diagnóstico, se empleó una coloración PAS (Periodic Acid Schiff).

En el inicio del análisis se seleccionaron especies que presentaban información histórica de abundancia en sus localidades, lo cual permitió identificar patrones de disminución poblacional en periodos de tiempo muy cortos.

Para determinar abundancias relativas actuales de las especies, se realizaron visitas a las localidades, y las muestras colectadas en estas salidas también fueron analizadas.

ÁREA DE ESTUDIO

Los individuos procesados en este estudio fueron colectados en cuatro localidades ubicadas en la vertiente occidental de la cordillera Occidental del Valle del Cauca:

1. Hacienda San Pedro, ubicada en el Municipio de Dagua, corregimiento El Queremal (3°29'N, 76°42'W), a una elevación de 1700–2200 m.

2. El Boquerón o Reserva Natural Cerro del Inglés, ubicado en el Municipio El Cairo, corregimiento El Boquerón (4°44'5"N, 76°17'8"W), a una elevación de 2050-2200 m.

3. Reserva Forestal de Yotoco (3°53'N, 76°26'W). Esta localidad se encuentra ubicada en el Municipio de Yotoco y está ubicada entre los 1000 y 1700 m.

4. Cerro de la Horqueta o San Antonio (3°38'N, 76°38'W a 3°35'N, 76°38'W), perteneciente al Municipio de Cali, ubicada entre los 1800 y 2100 m.

TABLA 1. Especies que presentaron individuos positivos para la infección con el hongo quitrido en cada una de las localidades y sus fechas de colección.
TABLE 1. Species that showed positive individuals for chytrid fungus in each of the localities, and their dates of collection.

N° UV-C	Especie	Fecha de colección	Prevalencia de infección
Localidad: Hacienda San Pedro			
12299	<i>Hyloscirtus alytolilax</i>	Octubre 28, 1995	1/7
12633	<i>Gastrotheca dendronastes</i>	Enero 25, 1996	1/11
12069	<i>Pristimantis thectopternus</i>	Mayo 26, 1995	1/6
12379	<i>Pristimantis gracilis</i>	Octubre 27, 1995	2/18
12291			
15563	<i>Pristimantis palmeri</i>	Septiembre 2006	2/18
15565			
12902	<i>Pristimantis erythropleura</i>	Junio 8, 1996	2/52
11833	<i>Hyloxalus abditaurantius</i>	Septiembre 1995	1/11
11384	<i>Hyloxalus fascianigrus</i>	Febrero 26, 1994	1/6
11390	<i>Colostethus fraterdanieli</i>	Marzo 28, 1995	1/17
Localidad: El Boquerón ó Cerro del Inglés			
14262	<i>Pristimantis chrysops</i>	Julio 25, 1997	1/1
14266	<i>Pristimantis silverstonei</i>	Julio 25, 1997	1/2
14268			
14001	<i>Hyloxalus lehmanni</i>	Julio 25, 1997	4/7
14002			
14004			
14281	<i>Centrolene buckleyi</i>	Julio 1997	1/6
14288	<i>Nymphargus griffithsi</i>	Julio 1997	1/6
Localidad: Reserva Forestal de Yotoco			
13251	<i>Strabomantis ruizi</i>	Octubre 24, 1996	1/5
Localidad: Cerro de San Antonio o Cerro de la Horqueta			
12062	<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Abril 1996	1/1

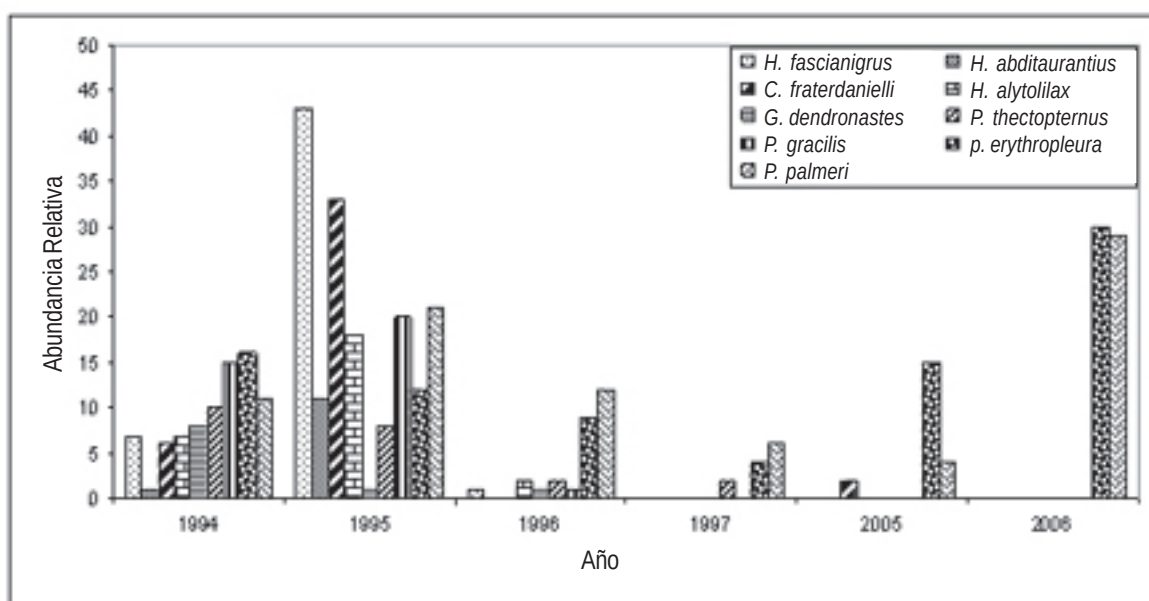


FIG. 1. Abundancia relativa de las especies positivas para la infección con quitridiomycosis, entre 1994 y 2006, en la localidad de San Pedro.
Relative abundance of the species positive for chytridiomycosis infection, between 1994 and 2006, in the locality of San Pedro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los eventos de disminución de anfibios y casos positivos de la presencia del hongo quítrido en países vecinos a Colombia (Ron y Merino 2000, La Marca *et al.* 2005, Seimon *et al.* 2005, La Marca y Lotters 1997, Hanselmann *et al.* 2004, Carnaval *et al.* 2006, Lips *et al.* 2008), unido a nuestras propias observaciones de disminución de anfibios en las localidades de muestreo visitadas durante más de 10 años; nuestro equipo de investigación dedicó buena parte del tiempo a analizar dichos cambios en la abundancia y diversidad de especies, para encontrar causas que nos permitieran entregar

explicaciones y evidencias que presentamos en esta publicación. Para ello, nos apoyamos en el uso de técnicas histológicas estandarizadas para determinar si el hongo quítrido era uno de los factores que estaba influyendo en la disminución y desaparición de anfibios en estas zonas.

En la Tabla 1 se presentan las especies que presentaron individuos positivos para la infección con el hongo quítrido en cada una de las localidades, con sus respectivas fechas de colección. De las especies analizadas para la localidad Hacienda San Pedro, 8 presentaron infección con el hongo quítrido (Tabla 1): *Hyloscirtus alytolilax*, *Gastrotheca*

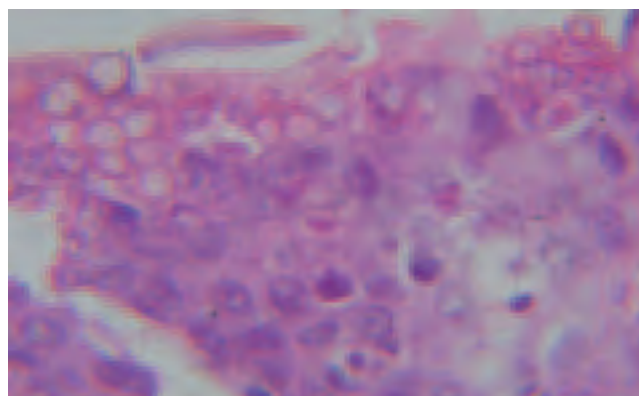
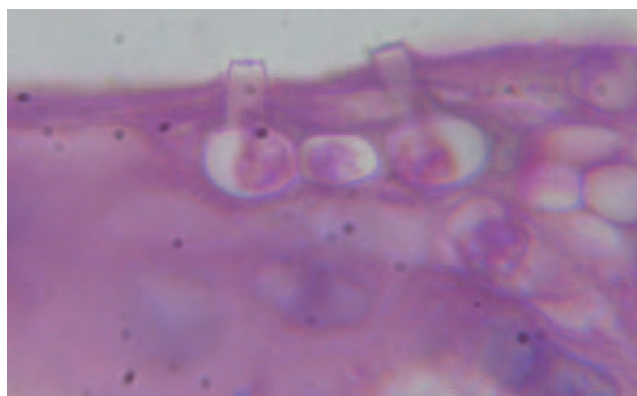


FIG. 2. Casos positivos de infección por quitridiomycosis en ranas de la Cordillera Occidental de Colombia. (a) Corte tomado de un individuo de *P. erythropleura* (UV-C 15241), presenta el estrato córneo invadido por zoosporangios. En algunos de ellos vacíos, se alcanza a observar el septo interno. (b) Corte tomado de un individuo de *P. gracilis* (UV-C 12379), muestra de la zona inguinal. Presenta zoosporangios maduros, con papilas de expulsión muy desarrolladas; se observan otros zoosporangios vacíos. Corte a 3 micras (100x).

Positive cases of infection in frogs of the Cordillera Occidental of Colombia. (a) Skin section of an individual of *P. erythropleura* (UV-C 15241), showing the stratum corneum invaded by zoosporangia. The internal septum may be seen, in some of them empty. (b) Skin section taken from an individual of *P. gracilis* (UV-C 12379), sample from the inguinal region. Shows mature zoosporangia, with fully developed discharge papillae; other empty zoosporangia are seen. Slide at 3 microns (100x).

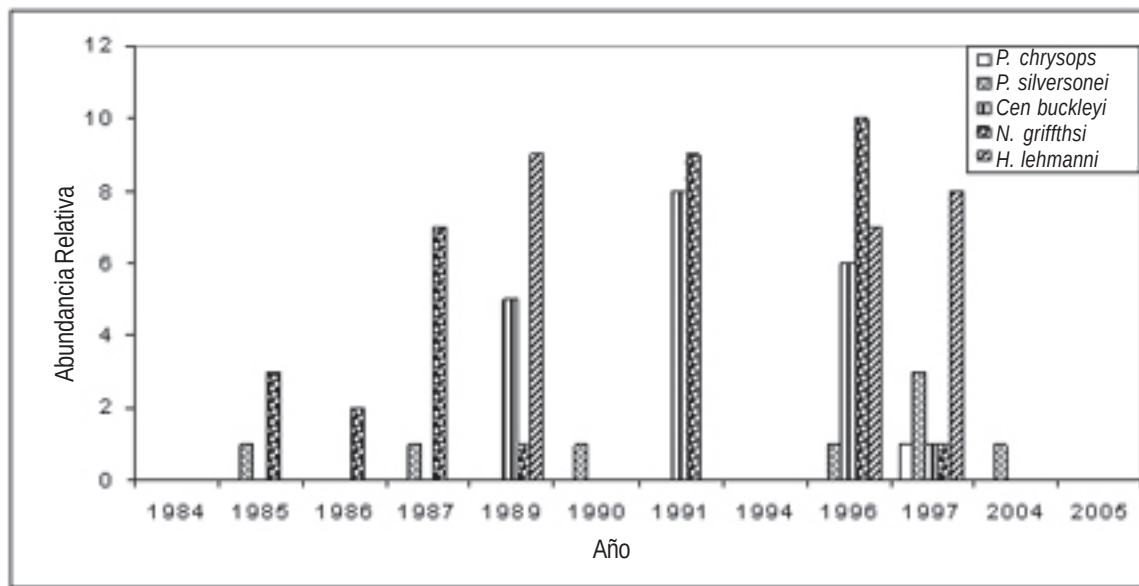


FIG. 3. Abundancia relativa de las especies positivas para la infección con quitridiomycosis, entre 1984 y 2005, en la localidad del Cerro El Inglés.
Relative abundance of the species positive for chytridiomycosis infection, between 1984 and 2005, in the locality of Cerro El Inglés.

dendronastes, *Pristimantis erythropleura*, *Pristimantis gracilis*, *Eleutherodactylus thectopternus*, *Hyloxalus abditaureantius*, *Hyloxalus fascianigrus* y *Colostethus fraterdanieli*. Las fechas de colecta de los individuos positivos para esta localidad, se encuentran entre febrero de 1994 y octubre de 1995. Para el caso del individuo de *H. abditaureantius* que resultó positivo, éste ha sido el último registro para la especie en esta localidad; para las otras especies se encontraron registros posteriores de uno a dos años adicionales (Fig. 1). Adicionalmente, en Junio 2005, fue realizada una visita a la localidad, con la que se verificó la ausencia actual de estas especies y un empobrecimiento general en la diversidad de anuros, registrando sólo 5 de las 28 especies de anuros determinadas para la zona. En animales colectados en esta visita se detectó la presencia del hongo quitrido en dos especies adicionales para la localidad: *Pristimantis erythropleura* y *P. palmeri*. El individuo de *P. erythropleura* presentó un gran número de zoosporangios, y procesos inflamatorios casi por toda su epidermis (Fig. 2); sin embargo, a pesar de eso no presentaba síntomas aparentes.

Ante los casos de mortalidad de anfibios en la localidad El Boquerón o Reserva Natural Cerro del Inglés, y debido a que el hecho fue denominado como una observación trivial en Lynch & Grant (1998), en nuestro estudio quisimos profundizar sobre sus posibles causas, y para ello incluimos en los análisis parte de este material colectado muerto. Esto permitió detectar infección por el hongo quitrido, en muestras de las especies *Pristimantis chrysops*, *P. silversonei*, *Hyloxalus lehmanni* (Tabla 1). De esta localidad se incluyeron especies que presentaron disminución en el tiempo, como *Centrolene buckleyi* y *Nymphargus griffithsi*, que fueron

positivas para la infección por el hongo quitrido. En recientes visitas a la localidad (Enero 2004, Diciembre 2005 y Mayo 2006), no se registró ningún individuo de las especies que presentaron infección por *Bd* en años anteriores (Fig. 3).

En la Reserva Forestal de Yotoco, se analizaron muestras de museo de dos especies que permanecen en la reserva, *Strabomantis ruizi* y *Ranitomeya bombetes*. De éstas, sólo un individuo de *S. ruizi* se encontró positivo para *Bd*. Por otro lado, en la localidad de Cerro de San Antonio se encontró un caso positivo para un individuo de *Pristimantis w-nigrum*, especie que no se ha vuelto a registrar en la zona desde 1995, que representa la fecha de colecta del individuo que resultó positivo.

Los anteriores datos nos permiten reportar la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* en estas cuatro localidades del Valle del Cauca, ubicadas en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental de Colombia. Este reporte constituye el reporte más antiguo de la infección por *Bd* en el país, dato fundamental para reconstruir la historia de la llegada de este hongo a Colombia. Además, resaltamos la importancia de algunas especies de anfibios que al parecer no resultan afectadas por la infección con el hongo quitrido, como un foco central de futuras investigaciones, para entender aspectos de su aparente resistencia, lo que nos puede dar una luz sobre posibles tratamientos para otras especies que si resultan afectadas. Adicionalmente, sin desconocer que existen otros factores involucrados en la disminución de poblaciones de anfibios, consideramos que, en nuestro caso, la infección por el hongo quitrido *Bd* representa una de las posibles causas que contribuyeron a la desaparición local de muchas especies en el área de estudio.

AGRADECIMIENTOS

En la Universidad del Valle, a la Vicerectoría de Investigaciones (VRI) por el apoyo en la financiación de muchas jornadas de trabajo; al Departamento de Biología por permitir el tiempo de investigación. Al Departamento de Morfología de la Universidad del Valle, en especial a Marta Lucía Ceballos, y a Nhora Holguín, del Laboratorio de Histología, por su entrenamiento en las técnicas histológicas. Al Programa de Becas Jorge Ignacio Hernández Camacho – Iniciativa de Especies Amenazadas- IEA Colombia, por la financiación de parte de esta investigación. Al Dr. Robert Puschendorf, en Costa Rica y la doctora Joyce Longcore de la Universidad de Maine (USA) por su colaboración en el diagnóstico del Bd y por la identificación de este hongo en nuestras ilustraciones remitidas para su valoración. A la Dra. Patricia Burrowes por las correcciones del presente trabajo. A la fundación Serraniagua, quienes siempre han apoyado de una manera directa nuestras investigaciones en la Reserva Natural Cerro del Inglés.

REFERENCIAS

- Acosta-Galvis, A., J.V. Rueda, A.A. Velásquez, S.J. Sánchez y J.A. Peña. 2006. Descubrimiento de una especie de *Atelopus* (Bufonidae) para Colombia: ¿Una luz de esperanza o el ocaso de los sapos arlequines?. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 30(115):280-290.
- Beard, K.H. y E.M. O'Neill. 2005. Infection of an invasive frog: *Eleutherodactylus coqui* by the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in Hawaii. Biological Conservation 126:591-595
- Berger, L., R. Speare y A. Kent. 1998. Diagnosis of quitridiomycosis in amphibians by histologic examination. [On line]. Amphibian Diseases Home Page, Australia. <http://www.jcu.edu.au/school/phtm/PHTM/frogs/histo/chhisto.htm>
- Berger, L., R. Speare y A. Hyatt. 1999. Chytrid fungi and amphibian declines: overview, implications and future directions. In A. Campbell (ed.). Declines and disappearances of Australian frogs. Environment Australia, Canberra, p. 23–33
- Bustamante, M., S. Ron y L. Coloma. 2005. Cambios en la diversidad en siete comunidades de anuros en los Andes de Ecuador. Biotropica 37:180-189.
- Burrowes, P.A., R.L. Joglar y D.E. Green. 2004. Potential causes for amphibian declines in Puerto Rico. Herpetologica 60(2):141-154.
- Carey, C. 1993. Hypothesis concerning the causes of the disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. Conservation Biology 7(2):355-362.
- Carnaval, A.C., R. Puschendorf, O.L. Peixoto, V.K. Verdade y M. Trefaut. 2006. Amphibian chytrid Fungus Broadly Distributed in the Brazilian Atlantic Rain Forest. EcoHealth 3, 41–48, 2006 DOI: 10.1007/s10393-005-0008-2
- Daszak, P., A.A. Cunningham y A.D. Hyatt. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife- Threats to biodiversity and human health. Science 287:443-449
- Eterovick, P.C., A.C.O. de Q. Carnaval, D., D.M. Borges-Nojosa, D. Leite Silvano, M.V. Segalla e I. Sazima. 2005. Amphibian declines in Brazil: An overview. Biotropica 37:166-179.
- Hanselmann, R., A. Rodríguez, M. Lampo, L. Fajardo-R, A.A. Alonso, A. Marm, J.P. Rodríguez y P. Daszak. 2004. Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela. Biological Conservation 120:115-119.
- Herrera, R. A., M. M. Steciow y G. S. Natale. 2005. Chytrid fungus parasitizing the wild amphibian *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) in Argentina Diseases of aquatic organisms 64: 247–252
- Johnson M.L. y R. Speare. 2003. Survival of *Batrachochytrium dendrobatidis* in water: quarantine and disease Control implications. Emerging Infectious Diseases 9(8):922-925
- Laurance W.F., K R. McDonald , y R. Speare. 1996. Epidemic Disease and the Catastrophic Decline of Australian Rain Forest Frogs. Conservation Biology 10(2):406-413
- Longcore, J.E., A.P. Pessier y D.K. Nichols. 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. Mycologia 91:219-227.
- La Marca, E. y S. Lotters. 1997. Monitoring of declines in Venezuela *Atelopus* (Amphibia: Anura: Bufonidae). Pp. 207-213. In W. Bohme, W. Bischoff & T. Ziegler (eds.). Herpetologia Bonnensis. Bonn. Germany: Museum Alexander Koenig.
- La Marca, E., K.R. Lips, S. Lotters, R. Puschendorf, R. Ibañez, R. Schulte, C. Marty, F. Castro, J. Manzanilla-Puppo, J.E. García-Pérez, F. Bolaños, G. Chaves, J.A. POUND, E. Toral y B.E. Young. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in Neotropical harlequin frogs (Bufonidae: *Atelopus*). Biotropica 37(2):190-201.
- Lips, K.R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. Conservation Biology 12(1):106-117.
- Lips, K.R. 1999. Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama. Conservation Biology 13(1):117-125.
- Lips, K.R., J.K. Reaser, B.E. Young y R. Ibañez. 2001. Amphibian monitoring in Latin America: A protocol manual. Herpetological Circular 30:1-115.
- Lips, K.R., J.R. Mendelson, A. Muñoz-Alonso, L. Canseco-Marquez y D.G. Mulcahy. 2004. Amphibian population declines in montane southern México: resurveys of historical localities. Biological Conservation 119:555-564.
- Lips, K.R., J. Diffendorfer, J.R. Mendelson y W. Sears. 2008. Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. PLOS Biology 6(3):441-454.
- Lynch, J.D. y T. Grant. 1998. Dying frogs in western Colombia: catastrophe or trivial observation? (Ranas muertas o moribundas en el occidente de Colombia: ¿Catástrofe u observación trivial?). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 22(82):149-152.

- Mazzoni R., A.A. Cunningham, P. Daszak, A. Apolo, E. Perdomo, y G. Speranza. 2003. Emerging pathogen of wild amphibians in frogs (*Rana catesbeiana*) farmed for international trade. *Emerging Infectious Diseases* 9(8):995-998.
- Pounds, J.A., M.P. Fogden, J.M. Savage y G.C. Gorman. 1997. Test of null models for amphibian declines on a tropical mountain. *Conservation Biology* 11(6):1307-1322.
- Rueda-Almonacid, J.V., J.D. Lynch y A. Amezcuita. (eds.). 2004. Libro Rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. pp. 7 -98.
- Ron, S.R. 2005. Distribution of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the New World: insights from niche models. *Biotropica* 37:209-221.
- Ron, S.R., y A. Merino. 2000. Amphibian declines in Ecuador: overview and first report of chytridiomycosis from South America/ Declinación de anfibios en el Ecuador: información general y primer reporte de chytridiomycosis para Sudamérica. *Froglog* 42:2-3.
- Ruiz A. y J.V. Rueda-Almonacid 2008. *Batrachochytrium dendrobatidis* and chytridiomycosis in anuran amphibians of Colombia. *EcoHealth* 5(1):27-33.
- Seimon T.A., G. Hoernig, P. Sowell, S. Halloy, Seimon A. 2005. Identification of Chytridiomycosis in *Telmatobius marmoratus* at 4450 m in the Cordillera Vilcanto of Southern Peru. In: Lavilla EO, De la Riva I (eds) *Studies on the Andean frogs of the genera Telmatobius and Batrachophrynus*. Asociación Herpetológica Española, Monografías de Herpetología 7, Valencia.