

# PRIMER REPORTE SOBRE LA PRESENCIA DE MALFORMACIONES EN SIETE ESPECIES DE RANAS (AMPHIBIA, ANURA) DE BOSQUE HÚMEDO TROPICAL EN EL ECUADOR

## FIRST REPORT ON THE PRESENCE OF MALFORMATIONS IN SEVEN SPECIES OF FROGS (AMPHIBIA, ANURA) OF TROPICAL RAINFOREST IN ECUADOR

SALOMÓN M. RAMÍREZ-JARAMILLO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). Rumipamba 341 y Av. de los Shyris.

\*Correspondence: kp-7sz@hotmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3998-7434>

**Abstract.**— The objective of the partial revision of the amphibian collection of the National Institute of Biodiversity of Ecuador was to identify specimens that presented malformations. The study focused principally to the localities of Dureno and Tobar Donoso, where biotic information surveys were conducted in wooded areas during 2009 and 2010. The sampling area belongs to the border area with Colombia, where the use of glyphosate is known, mainly for the eradication of illicit crops. Fourteen specimens belonging to seven species of anurans determined taxonomically were identified (*Incilius coniferus*, *Rhinella ceratophrys*, *Oophaga sylvatica*, *Scinax quinquéfasciatus*, *Leptodactylus mystaceus*, *Rana palmipes* and *Pristimantis lanthanites*). It is shown that eight specimens present ectrodactyly, three present brachydactyly and three present polyphalangy. It was found that 11 of the 14 records were found in the area of the northern border. It is thought that the malformations may have occurred due to the influence of glyphosate, since it is known of its lethal effects on amphibian larvae and also of being a teratogenic agent. To determine the causes of the malformations is necessary to carry out studies of toxicology and bioaccumulation, since from the malformations it is impossible to infer their cause.

**Keywords.**— Natural History, brachydactyly, ectrodactyly, polyphalangy.

**Resumen.**— El objetivo de la revisión parcial de la colección de anfibios del Instituto Nacional de Biodiversidad de Ecuador fue el de identificar especímenes que presentaran malformaciones. El estudio se enfocó principalmente a las localidades de Dureno y Tobar Donoso, en donde se realizaron levantamientos de información biótica en áreas boscosas durante 2009 y 2010. El área de muestreo pertenece a la zona fronteriza con Colombia, donde se conoce del uso del glifosato, principalmente para la erradicación de cultivos ilícitos. Se identificaron 14 especímenes pertenecientes a siete especies de anuros determinados taxonómicamente (*Incilius coniferus*, *Rhinella ceratophrys*, *Oophaga sylvatica*, *Scinax quinquéfasciatus*, *Leptodactylus mystaceus*, *Rana palmipes* y *Pristimantis lanthanites*). Se muestra que ocho especímenes presentan ectrodactilia, tres presentan braquidactilia y tres presentan polifalange. Se halló que 11 de los 14 registros se hallaron en la zona de la frontera norte. Se piensa que las malformaciones pudieron haber ocurrido debido a la influencia del glifosato, puesto que se conoce de sus efectos letales en larvas de anfibios y también de ser un agente teratogénico. Para determinar las causas de las malformaciones es necesario realizar estudios de toxicología y bioacumulación, puesto que las malformaciones no pueden definir su causa.

**Palabras clave.**— Historia Natural, braquidactilia, ectrodactilia, polifalange.

## INTRODUCCIÓN

Las malformaciones en anfibios neotropicales han sido atribuidas

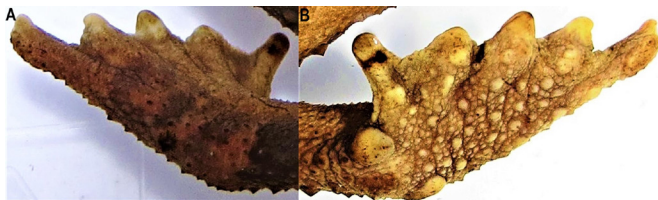
a efectos producidos por parásitos helmintos (Johnson et al., 2001; Blaustein & Johnson, 2003; Ankley et al., 2004; Rajakaruna et al., 2008), agroquímicos (Marian et al., 1983; Sparling et al.,

2001; Blaustein & Johnson 2003; Gallo-Delgado et al., 2006; Gurushankara et al., 2007; Peltzer et al., 2011), endogamia (Williams et al., 2008) y radiación ultravioleta (Blaustein & Johnson, 2003; Ankley et al., 2004). Sin embargo, los anuros presentan frecuentemente anomalías físicas ya sea por causas naturales ocurridas en el medio o por efectos antrópicos a través del tiempo entre las que tenemos: la genética (cuando los genes son defectuosos, o la expresión de genes es defectuosa durante el desarrollo), la epigenética (cuando la perturbación de las interacciones entre las células ha ocurrido quizá por la falta de nutrición, la presencia de toxinas, o de productos químicos que pueden interrumpir o modificar la información del sistema endocrino causando alteraciones mecánicas o aberraciones cromosómicas), traumas (lesiones o enfermedades ocasionales o permanentes), pudiendo también ser una interacción entre ellas (Lannoo, 2008).

En los ecosistemas de Ecuador, los reportes de malformaciones en anuros son limitados (Merino-Viteri et al., 2005). En la presente nota se da a conocer sobre una corta revisión de especímenes y la presencia de malformaciones registradas en siete especies de anuros en el Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una corta revisión de la colección de Herpetología del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) en Ecuador, haciendo hincapié en las especies de anfibios ingresados entre septiembre de 2009 y agosto de 2010, durante la ejecución de estudios de biodiversidad donde se realizaron colectas científicas en áreas boscosas para levantar información biótica en las provincias de Carchi y Sucumbíos de Ecuador, en los límites norte del Ecuador con el sur de Colombia en el Departamento de Nariño, donde se efectuaron fumigaciones con glifosato. En el laboratorio y mediante la ayuda de un estereomicroscopio se revisó un total de 123 especímenes, que pertenecen a cinco localidades en Ecuador (Tabla 1), ubicadas entre los 106 y 1140 metros de altitud. Cada espécimen se inspeccionó y se determinó previamente la presencia de malformaciones en algunas especies de anfibios. El tipo de malformación fue determinada siguiendo



**Figure 1.** Brachydactyly in *Incilius coniferus*. A-B: DHMECN-6604 male (64.5 mm).

**Figura 1.** Braquidactilia en *Incilius coniferus*. A-B: DHMECN-6604 macho (64.5 mm).

las guías propuestas por Meteyer (2000) y Lannoo (2008).

Los tipos de malformaciones que se presentan son los siguientes:

**Braquidactilia:** dedo corto; el número normal de huesos metatarsales está presente, pero el número de falanges se reduce.

**Ectrodactilia:** ausencia total de dígitos, incluido el hueso metatarsal.

**Hemimelia:** Hueso corto; el hueso afectado es corto pero la extremidad distal y el pie están presentes, por ejemplo, hemimelia de la tibiofibula, significa que la tibiofibula es corta pero el pie está presente.

**Polifalange:** presencia de falanges duplicadas.

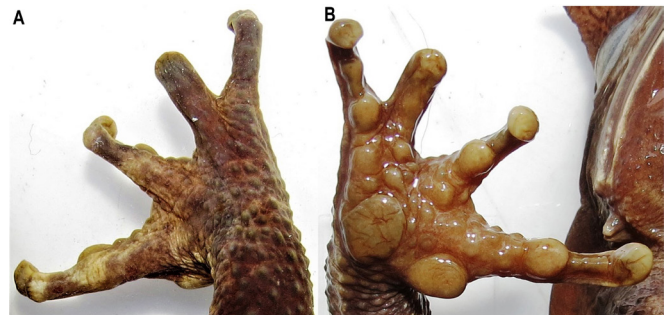
**Sindactilia:** fusión de los dígitos.

## RESULTADOS

Se registraron 14 individuos con malformaciones, estos pertenecen a seis familias de anuros, que corresponden a siete especies determinadas taxonómicamente (Tabla 1), de los cuales 11 son machos (78.57%), y tres son hembras (21.42%).

*Incilius coniferus* Cope, 1862: un ejemplar macho presentó reducción de los dedos II, III, IV y V en su pata izquierda, también se evidencia una desproporción de la membrana interdigital (Fig. 1 A-B).

*Rhinella ceratophrys* Boulenger, 1882: una hembra adulta presenta reducción en el dedo III de la mano derecha (Fig. 2 A-B).



**Figure 2.** Ectrodactyly in *Rhinella ceratophrys*. A-B: DHMECN-7716 male (98.8 mm).

**Figura 2.** Ectrodactilia en *Rhinella ceratophrys*. A-B: DHMECN-7716 macho (98.8 mm).



**Figure 3.** Polyphalangy in *Oophaga sylvatica* A-B: DHMECN-6584 male (29 mm). Ectrodactyly-Hemimelia in C-D: DHMECN-6583 male (28.3 mm).

**Figura 3.** Polifalange en *Oophaga sylvatica* A-B: DHMECN-6584 macho (29 mm). Ectrodactilia-Hemimelia en C-D: DHMECN-6583 macho (28.3 mm).

*Oophaga sylvatica* Funkhouser, 1956: dos machos adultos. El primer espécimen exhibe la adición de un ápice de terminación digital en el dedo III de la mano izquierda (Fig.3 A-B). El segundo espécimen presenta su pata derecha atrofiada y la ausencia del pie (Fig.3 C-D).

*Scinax quinquemaculatus* Fowler, 1913: un espécimen hembra exhibe la adición de un ápice de disco terminal en el dedo II del pie derecho (Fig.4 A-B).

*Leptodactylus mystaceus* Spix, 1824: dos ejemplares adultos. El primer espécimen presenta en la pata derecha: pequeña



**Figure 4.** Polyphalangy in *Scinax quinquemaculatus*. A-B: DHMECN-6612 male (43.4 mm).

**Figura 4.** Polifalange en *Scinax quinquemaculatus*. A-B: DHMECN-6612 macho (43.4 mm).

reducción en el dedo I, reducción total o ausencia del dedo II, pequeñas carnosidades a manera de tubérculos hipertrofiados en el dedo III y IV, reducción del dedo V (Fig.5 A-B). El segundo espécimen presenta reducción en el dedo III de la mano izquierda (Fig.5 C-D).



**Figure 5.** Ectrodactyly in *Leptodactylus mystaceus*. A-B: DHMECN-7544 female (52.7 mm); C-D: DHMECN-2039 male (51.1 mm).

**Figura 5.** Ectrodactilia en *Leptodactylus mystaceus*. A-B: DHMECN-7544 hembra (52.7 mm); C-D: DHMECN-2039 macho (51.1 mm).



Table 1. Species and registration sites of anurans with malformations, DATUM WGS84.

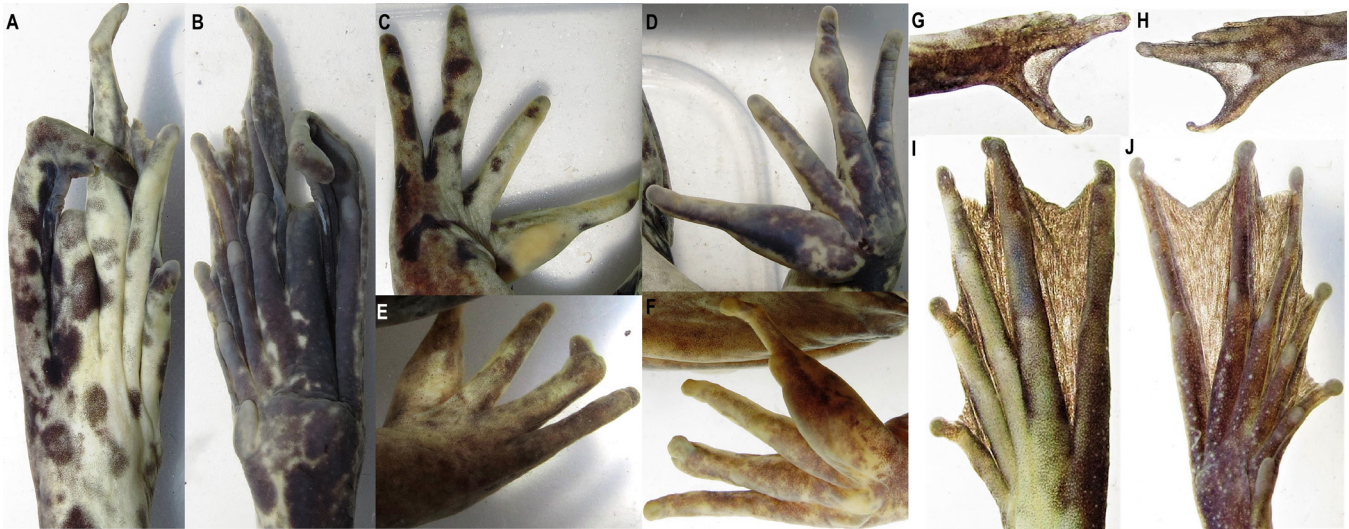
Tabla 1. Especies y sitios de registro de anuros con malformaciones, DATUM WGS84.

Familia	Especie	Localidad	Coordenadas	Altitud	DHMECN	Malformación
<b>Bufonidae</b>	<i>Incilius coniferus</i>	Tobar Donoso	01.18327° N, 78.49227° W	243	6604	Braquidactilia
	<i>Rhinella ceratophrys</i>	Dureno	00.14089° N, 76.67010° W	304	7716	Ectrodactilia
<b>Dendrobatidae</b>	<i>Oophaga sylvatica</i>	Tobar Donoso	01.18587° N, 78.50060° W	243	6583	Ectrodactilia - Hemimelia
	<i>Oophaga sylvatica</i>	Tobar Donoso	01.18587° N, 78.50060° W	243	6584	Polifalange
<b>Hylidae</b>	<i>Scinax quinefasciatus</i>	Tobar Donoso	01.19708° N, 78.49770° W	106	6612	Polifalange
<b>Leptodactylidae</b>	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Limoncocha	00.40000° S, 76.63333° W	300	2039	Ectrodactilia
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Dureno	00.20135° N, 76.63253° W	607	7544	Ectrodactilia
<b>Ranidae</b>	<i>Rana palmipes</i>	Tobar Donoso	01.16793° N, 78.49487° W	260	6521	Ectrodactilia
	<i>Rana palmipes</i>	Tobar Donoso	01.18327° N, 78.49227° W	243	7979	Ectrodactilia
	<i>Rana palmipes</i>	Puerto Misahualli	01.06667° S, 77.75000° W	400	1483	Braquidactilia
	<i>Rana palmipes</i>	Dureno	00.20135° N, 76.63253° W	607	7526	Ectrodactilia - Sindactilia
	<i>Rana palmipes</i>	Dureno	00.14089° N, 76.67010° W	304	7723	Braquidactilia
<b>Strabomantidae</b>	<i>Pristimantis lanthanites</i>	Dureno	00.14089° N, 76.67010° W	304	7867	Polifalange
	<i>Pristimantis lanthanites</i>	Simón Bolívar	00.11335° S, 77.44125° W	1140	10537	Ectrodactilia

*Rana palmipes* Spix, 1824: cinco machos adultos. El primer espécimen exhibe en la pata izquierda: deformación en el dedo III, reducción del dedo IV, hipercrecimiento y deformación del dedo V, además una desproporción y deformación de la membrana interdigital entre todos sus dedos (Fig.6 A-B). El segundo espécimen presenta deformación en la falange distal del dedo III de la mano izquierda (Fig.6 C-D). El tercer espécimen presenta en la mano derecha: deformación en la falange distal y reducción del dedo III, reducción del dedo IV (Fig.6 E-F). El cuarto espécimen presenta en la pata izquierda: reducción en los dedos I, II, III y IV, hipercrecimiento del dedo V, además una

desproporción y reducción de la membrana interdigital (Fig.6 G-H). El quinto espécimen exhibe reducción en la falange distal en el dedo II de la pata derecha (Fig.6 I-J).

*Pristimantis lanthanites* Lynch, 1975: Se registran dos especímenes. El primer espécimen presenta un ápice adicional de disco terminal a la altura del tubérculo distal en el dedo IV de la pata izquierda (Fig.7 A-B). El segundo espécimen presenta en la mano izquierda: reducción de los dedos I y II (Fig.7 C-D).



**Figure 6.** Malformations present in *Rana palmipes*. A-B: DHMECN-7526 male (101 mm) Ectrodactyly-Syndactyly. C-D: DHMECN-7723 male (94.3 mm) Brachydactyly. E-F: DHMECN-1483 male (85.8 mm) Brachydactyly. G-H: DHMECN-6521 male (40.1 mm) Ectrodactyly. I-J: DHMECN-7979 male (45 mm) Ectrodactyly.

**Figura 6.** Malformaciones presentes en *Rana palmipes*. A-B: DHMECN-7526 macho (101 mm) Ectrodactilia-Sindactilia. C-D: DHMECN-7723 macho (94.3 mm) Braquidactilia. E-F: DHMECN-1483 macho (85.8 mm) Braquidactilia. G-H: DHMECN-6521 macho (40.1 mm) Ectrodactilia. I-J: DHMECN-7979 macho (45 mm) Ectrodactilia.

## DISCUSSION

En la agricultura, el glifosato es uno de los herbicidas más ampliamente usados en el mundo desde su introducción en el mercado en 1974 (Duke & Powles, 2008), sin embargo, este puede provocar daños en la salud humana llegando a ser un genotóxico (Ávila et al., 2007; Paz-y-Miño & López, 2011; Cardona, 2019). En Colombia, para la erradicación de cultivos ilícitos se hace uso de glifosato mediante fumigaciones aéreas (Solomon et al., 2005). Ya que según la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC por sus siglas en inglés), durante el 2002 y el 2011, se registró entre 4004 y 7128 Ha de sembríos de coca (*Erythroxylum coca*), en el Departamento de Nariño (UNODC, 2012).

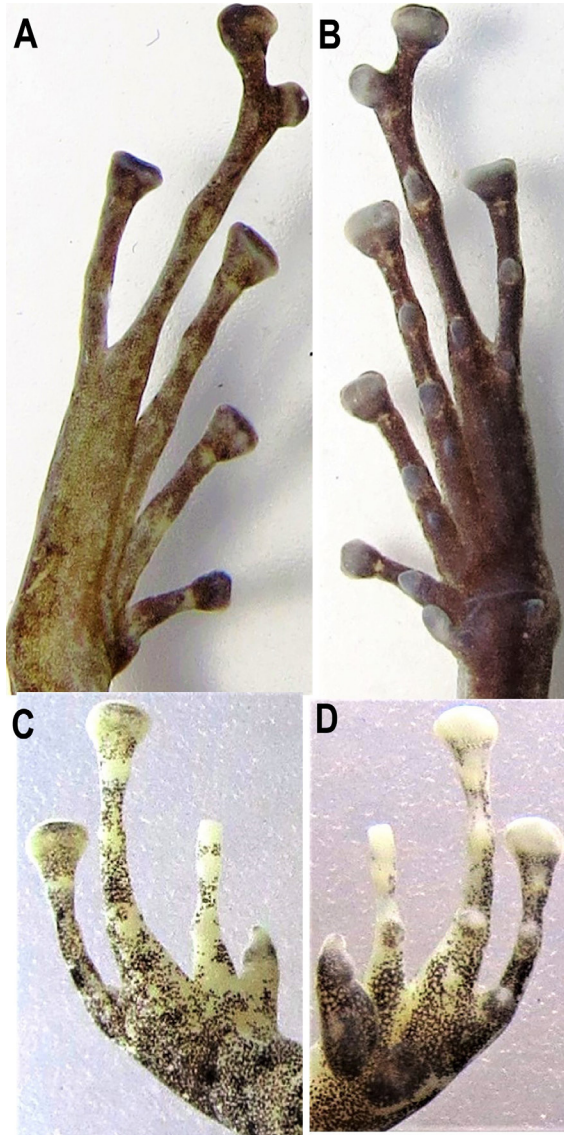
Desde que se iniciaron las fumigaciones de cultivos ilícitos las zonas de la frontera norte de Ecuador han sido afectadas (Ávila et al., 2007; Paz-y-Miño & López, 2011), y las localidades de Tobar Donoso y Dureno presentaron fuerte influencia de las aspersiones de glifosato. Pudiendo ser esta una posible causa de estas malformaciones (Paz-y-Miño & López, 2011), debido a que el glifosato (Roundup®) es más letal en renacuajos que en adultos (Mann & Bidwell, 1999), provoca moderada mortalidad en los embriones de anuros (Triana et al., 2013), llegando a ser un factor teratogénico (Paz-y-Miño & López, 2011).

De los 14 especímenes registrados con malformaciones,

ocho de ellos presentaron Ectrodactilia (57.14%). La localidad de Tobar Donoso presentó seis especímenes (42.85%) y en Dureno hay cinco especímenes (35.71%). En Ecuador se han registrado malformaciones en ranas del género *Telmatobius*, y se las considera dentro de las posibles causas de disminuciones poblacionales de este género de ranas andinas (Merino-Viteri et al., 2005).

Se desconoce la causa de las malformaciones en los especímenes revisados, sin embargo, se reporta sus registros para que futuros estudios puedan determinar su causa. Para definir con exactitud la causa de cada una de las malformaciones es necesario la realización de estudios de toxicología y bioacumulación a mediano y largo plazo, puesto que la morfología de las malformaciones no puede definir su causa (Meteyer, 2000).

**Agradecimientos.**— Dejamos constancia de gratitud al SENESCYT por financiar el proyecto “EFECTOS DE LA ASPERCIÓN DEL GLIFOSATO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA ZONA FRONTERIZA CON COLOMBIA”, concedido por el Ministerio del Ambiente. Los especímenes colectados fueron depositados en el Instituto Nacional de Biodiversidad. A Mario Yáñez-Muñoz, Patricia Bejarano-Muñoz, Luis Oyagata, Francisco Padilla, Frey Kraus, Manuel Morales, Karem López, David Canatella y Marco Altamirano por su ayuda durante la fase de campo en los diferentes estudios. Un especial agradecimiento a toda mi



**Figure 7.** Malformations in *Pristimantis lanthanites*. A-B: DHMECN-7867 female (39.2 mm) Polyphalangy. C-D: DHMECN-10537 male (23.9 mm) Ectrodactily.

**Figura 7.** Malformaciones en *Pristimantis lanthanites*. A-B: DHMECN-7867 hembra (39.2 mm) Polifalange. C-D: DHMECN-10537 macho (23.9 mm) Ectrodactilia.

familia por todo el apoyo brindado durante este tiempo, sin su ayuda esto sería imposible.

## LITERATURA CITADA

Ankley, G.T., S.J. Degitz, S.A. Diamond & J.E. Tietge. 2004. Assessment of environmental stressors potentially responsible for malformations in North American anuran amphibians. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58(1):7-16.

Ávila, R., E. Bravo, J. Breilh, A. Campaña, C. Paz-y-Miño, L. Peñaherrera, y Valencia, J. 2007. El sistema de aspersiones aéreas del plan Colombia y sus impactos sobre el ecosistema y la salud en la frontera ecuatoriana, Quito.

Blaustein, A.R. y P.T.J. Johnson. 2003. The complexity of deformed amphibians. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(2):87-94.

Cardona, W.D. 2019. El glifosato afecta negativamente a los espermatozoides humanos: evidencia in vitro. *Revista Urología Colombiana* 28(3):1-3 (in press).

Duke, S. y S. Powles. 2008. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* 64:319-325.

Gallo-Delgado, S.M., J.A. Palacio-Baena & P.D.A Gutiérrez-Cárdenas. 2006. Efectos del insecticida clorpirifos sobre la tasa de crecimiento y la metamorfosis de *Smilisca phaeota* (Cope, 1862) (Anura: Hylidae). *Actualidades Biológicas* 28(84):51-58.

Gurushankara, H.P., S.V. Krishnamurthy & V. Vasudev. 2007. Morphological abnormalities in natural populations of common frogs inhabiting agroecosystems of central Western Ghats. *Applied Herpetology* 4(1):39-45.

Johnson, P.T.J., K.B. Lunde, R.W. Haight, J. Bowerman & A.R. Blaustein. 2001. *Ribeiroia ondatrae* (Trematoda: Digena) infection induces severe limb malformations in western toads (*Bufo boreas*). *Canadian Journal of Zoology* 79(3):370-379.

Lannoo, M.J. 2008. *Malformed Frogs: The Collapse of Aquatic Ecosystems*. University of California Press, Berkeley.

Mann, R.M. & J.R. Bidwell. 1999. The toxicity of glyphosate and several glyphosate formulations to four species of Southwestern Australian frogs. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 36(2):193-199.

Marian, M.P., V. Arul & T.J. Pandian. 1983. Acute and chronic effects of carbaryl on survival, growth, and metamorphosis in the bullfrog (*Rana tigrina*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 12(3):271-275.

Merino-Viteri, A., L.A. Coloma & A. Almendáriz. 2005. Los *Telmatobius* de los Andes de Ecuador y su disminución poblacional. Asociación Herpetológica Española. *Monografías de Herpetología* 7:9-37.



- Meteyer, C.U. 2000. Field guide to malformations of frogs and toads with radiographic interpretations. Biological Science Report USGS/BRD/BSR-2000-0005.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Paz-y-Miño, C. & A. López (Eds.). 2011. Glifosato, Genética, Salud y Ambiente. Universidad de las Américas (UDLA), Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Quito.
- Peltzer, P.M., R.C. Lajmanovich, L.C. Sanchez, A.M. Attademo, C.M. Junges, C.L. Bionda, A.L. Martino & A. Bassó. 2011. Morphological Abnormalities in Amphibian Populations from the Mid-Eastern Region of Argentina. *Herpetological Conservation and Biology* 6(3):432-442.
- Rajakaruna, R.S., P.M.J.R. Piyatissa, U.A. Jayawardena, A.N. Navaratne & P.H. Amerasinghe. 2008. Trematode infection induced malformations in the common hourglass treefrogs. *Journal of Zoology* 275(1):89-95.
- Solomon, K.R., A. Anadón, A. Cerdeira, J. Marshall & L.H. Sanín. 2005. Estudio de los efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente. En (Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), División de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Washington.
- Sparling, D.W., G.M. Fellers & L.L. McConnell. 2001. Pesticides and amphibian population declines in California, U.S.A. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20(7):1591-1595.
- UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime). 2012. Cultivos de coca, estadísticas municipales, censo 31 de diciembre de 2011. Proyecto SIMCI II. Bogotá, Colombia.
- Triana, T.M., C.M. Montes & M.H. Bernal. 2013. Efectos letales y subletales del glifosato (Roundup® Activo) en embriones de anuros colombianos. *Acta Biológica Colombiana* 18(2):271-278.
- Williams, R.N., D.H. Bos, D. Gopurenko, & J.A. DeWoody. 2008. Amphibian malformations and inbreeding. *Biology Letters* 4(5):549-552.

