

Composición Dietética de Especímenes Adultos de la Especie Invasora *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1804) en el Área Protegida Isla Santay, Ecuador

Diet Composition of Adult's Specimens of the Invasive Species *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1804) in the Protected Area Isla Santay, Ecuador

Carlos Alberto Cruz-Cordovez¹, Ileana Talía Herrera-González², Brunny Alejandra Espinoza Amén³, Kimberly Aryani Rizzo Ochoa⁴, Wilver Alfredo Bravo García⁵

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Fecha de recepción: febrero 10, 2021.
Fecha de aceptación: febrero 24, 2021.

¹ Ingeniero Gestión Ambiental, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Espíritu Santo, Ecuador.
E-mail: carlosacruz@uees.edu.ec
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-9479-0159>

² Ph.D en Ciencias, Mención Ecología. Profesor Tiempo Completo, Universidad Espíritu Santo, Ecuador. Sección Botánica, Instituto Nacional de Biodiversidad. E-mail: ileanaherrera@uees.edu.ec
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-7201-7085>

³ Ingeniera Ambiental, Universidad Espíritu Santo, Ecuador.
E-mail: bespinoza@uees.edu.ec
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-0258-7760>

⁴ Ingeniera Ambiental, Universidad Espíritu Santo, Ecuador.
E-mail: karizzo@uees.edu.ec
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-8696-9055>

⁵ Biólogo, Ministerio del Ambiente de Ecuador, Subsecretaría de Gestión Marina Costera, Guayaquí-Ecuador.
E-mail: wilversan4321@gmail.com
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-6141-5811>

CITACIÓN: Cruz-Cordovez, C.A., Herrera-González, I.T., Espinoza, B.A., Rizzo, K.A. & Bravo, W.A. (2021). Composición Dietética de Especímenes Adultos de la Especie Invasora *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1804) en el Área Protegida Isla Santay, Ecuador. *Investigatio*, 16, 42-51.
doi:10.31095/investigatio.2021.16.4

ENLACE DOI:
<http://dx.doi.org/10.31095/investigatio.2021.16.4>



Resumen

La especie rana toro está en la lista de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo. Su dieta generalista y la capacidad de alimentarse de cualquier especie de menor tamaño permite que impacte negativamente a poblaciones nativas de anfibios. Existen numerosos estudios de composición dietética de la especie a nivel internacional, sin embargo, escasos trabajos se han realizado a nivel nacional. El presente estudio, tiene el objetivo de determinar la composición dietética de la especie *L. catesbeianus* en Isla Santay en Ecuador, para lo cual se capturaron 14 especímenes adultos durante los meses de septiembre a diciembre en los años 2018 y 2019. Los resultados evidencian que la dieta es predominada por los órdenes: Characiformes, Coleoptera, Hymenoptera y Decapoda. Es posible que la rana toro en la isla Santay impacte negativamente a la especie de anfibio nativa *Leptodactylus labrosus*, a través de la competencia (solapamiento de la dieta).

Palabras Clave:

Especies invasoras; composición dietética; Lithobates catesbeianus; estomago; contenido.

Clasificación JEL: Q01.

Abstract

The American bullfrog is considered one of the 100 worst invasive alien species in the world. It has a generalist diet and the ability to nearly eat anything smaller than its mouth. Bullfrogs are implicated in population decline or local extinctions of several native amphibians by competition or depredation. There are several composition diets studies of Bullfrogs around the world, nonetheless, there are scarce diet studies in Ecuador. The aim of this study is to examined the food contents of adults Bullfrogs in two ponds of the protected area isla Santay, Ecuador. Using hand nets and trawls, we captured 14 Bullfrogs between September to December in the years 2018 and 2019. The diet composition of Bullfrogs captured was dominant by the orders Characiformes, Coleoptera, Hymenoptera, and Decapoda, Lepidoptera y Orthoptera. We suggest a diet overlapping between the invasive species American bullfrog and the native amphibian *Leptodactylus labrosus*.

Keywords:

Invasive species; diet composition; Lithobates catesbeianus; stomach; content.

JEL Classification: Q01.

Introducción

La especie invasora rana toro, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802), está categorizada entre las 100 especies invasoras más dañinas del mundo (Lowe et al., 2000) y es uno de los vertebrados categorizado con prioridad alta entre las especies invasoras de Colombia (Baptiste et al., 2010), país con similitud climática al Ecuador. La especie es nativa del noreste del continente americano (Bury y Whelan, 1984; Kraus, 2009; Sanabria et al., 2011) y ha sido ampliamente introducida en la mayoría de continentes (Green y Campbell, 1984; Borges-Martins et al., 2002; Casas-Andreu et al., 2002; Hirai, 2004) con fines, principalmente, alimenticios (proteína animal), sin embargo, han sido reportados otros fines como ornamental y de agente biológico de control (Jennings y Hayes, 1985).

La rana toro es una especie acuática que habita en cuerpos de aguas someros y permanentes, adaptándose fácilmente a ecosistemas alterados-antrópicos (Moyle, 1973). Además, es un anfibio de gran tamaño, adaptable a un amplio rango de hábitats, de alta densidad poblacional, así como, de una capacidad invasiva y posee una dieta amplia y generalista (Pearl et al., 2004; Jancowski y Orchard, 2013). Estas características convierten a la especie *L. catesbeianus* en un riesgo para la biodiversidad y ecosistemas, especialmente para las comunidades de anfibios, donde estudios relacionan a la mencionada especie invasora con la declinación poblacional y extinción local de anfibios nativos en hábitats que invade (Kats y Ferrer, 2003; Da Silva et al., 2011; Laufer

y Gobel, 2017; Gobel et al., 2018).

A causa del gran tamaño y amplio hábito alimenticio de la rana toro, los adultos son capaces de alimentarse de cualquier especie de un tamaño menor a su hocico (Dickerson, 1969; Bury y Whelan, 1984). Su dieta está compuesta mayormente por invertebrados, como insectos y crustáceos (Hirai, 2004), igual que de pequeños vertebrados como peces (Mueller et al., 2006), tortugas (Hirai, 2003), aves (López-Flores et al., 2003), serpientes (McAlpine y Dilworth, 1989), mamíferos (Bissattini et al., 2019), murciélagos (Kirkpatrick, 1982) y anfibios (Sanabria y Quiroga, 2010), en este taxón, se ha evidenciado canibalismo, alimentándose de individuos juveniles y renacuajos (Govindarajulu et al., 2005). Debido al hábito alimenticio generalista de la especie, existe un solapamiento con la dieta de anfibios nativos (Kiesecker et al., 2001; Boone et al., 2004). Este solapamiento de la dieta es una clara estrategia competitiva de la especie *L. catesbeianus* que perjudica directamente a comunidades de anfibios.

Desde la introducción en 1988 en la región costa (Velasco, 2001), la distribución de la especie invasora rana toro en Ecuador ha incrementado notoriamente principalmente por fines acuícolas (ej. Provincia de Zamora Chinchipe existen 16 granjas de producción) (Villacís y Zurita, 2002; Cobos et al., 2015). Actualmente, existen registros de poblaciones ferales en zonas cercanas a las granjas de reproducción en la Sierra y Amazonía ecuatoriana, y en el área protegida Isla Santay (Cisneros-

Heredia, 2004; Cobos et al., 2015; Valarezo-Aguilar, 2016; Cruz-Cordovez et al., 2020). Además, existen reportes de observaciones de la especie al norte del país (e.j. Bahía de Caráquez; Cisneros-Heredia, 2004; Cobos et al., 2015) y en la cuenca hidrográfica del río Guayas (Mero, 2018; iNaturalist.org, <https://www.inaturalist.org/observations/27970963>; Cruz-Cordovez et al., 2020).

Aún no se conoce el impacto ecológico que pueden generar las poblaciones de rana toro en el Ecuador continental. Con el fin de examinar el impacto que podría generar esta especie invasora sobre las presas que consume localmente o como competidor con anfibios nativos, este estudio tiene el objetivo de determinar la composición

dietética de la especie *L. catesbeianus* en un ecosistema costero y protegido de la provincia del Guayas, Ecuador.

Materiales y métodos

Área de Estudio

La Isla Santay es una formación sedimentaria localizada en el delta del Río Guayas, a 800 metros de la ciudad de Guayaquil (02°13'S y 079° 51'W), en la provincia del Guayas. La temperatura anual promedio es 27 °C, la precipitación anual promedio es 1 650 mm y la extensión del área protegida es de 2 179 hectáreas. El ecosistema que predomina es el humedal y tiene dos épocas marcadas: seca y lluviosa. La variación en la precipitación influencia los niveles

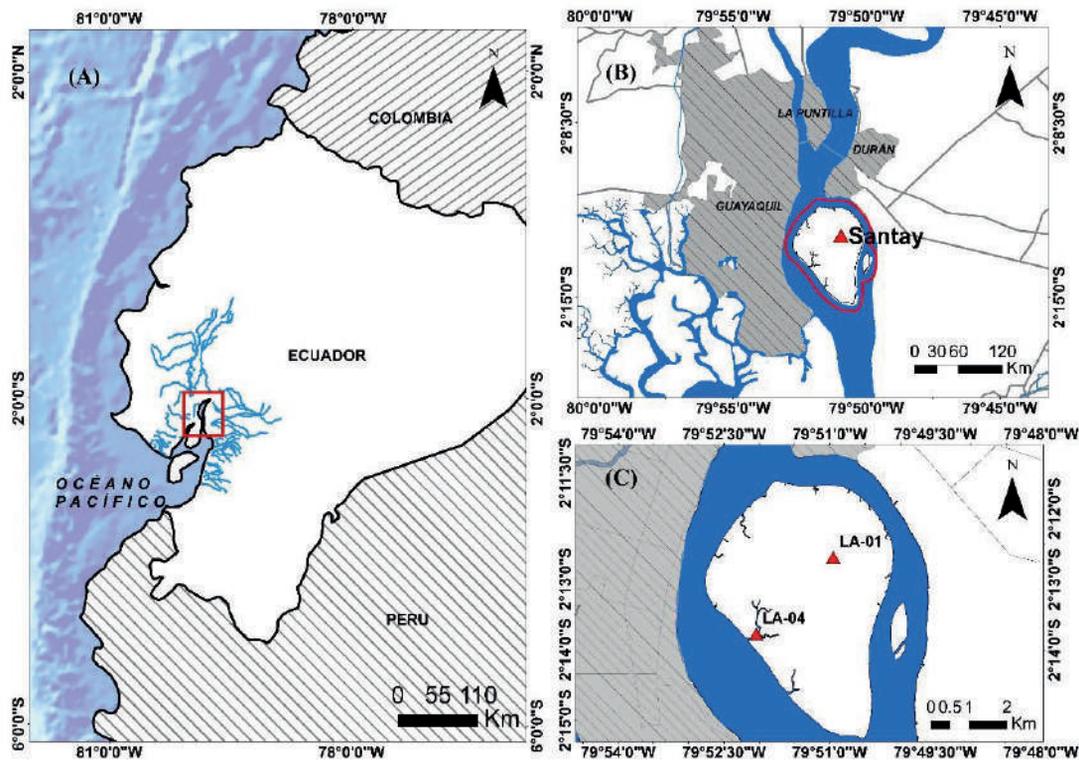


Figura 1. (A) Ubicación de la Isla Santay en el Golfo del Guayas, Ecuador continental. (B) Ubicación de la Isla Santay en la provincia del Guayas y centros urbanos aledaños al área de estudio. (C) Ubicación de los cuerpos de agua (lagunas) muestreados.

de agua en la isla; mencionado factor influencia en las comunidades de anfibios (Licht, 1974; Shoop, 1974). Los anfibios nativos de la Isla Santay son: *Rhinella horribilis*, *Scinax quinquefasciatus*, *Trachycephalus jordani*, *Trachycephalus quadrangulum*, *Leptodactylus labrosus*, y *Engystomops pustulatu* (Zavala, 2017).

Muestreo de campo

Especímenes de la rana toro fueron colectados en dos cuerpos de agua de la isla Santay (LA-01 y LA-04), que acorde a Cruz-Cordovez et al. (2020) presentaron mayores observaciones de individuos de la especie invasora durante la época lluviosa y seca. Los dos cuerpos de aguas se caracterizan por ser artificiales, perennes, de alto grado de intervención, presencia de especies arbustivas y anfibios nativos (observación directa) en las orillas, presencia de otra especie exótica (solo en LA-04, *Oreochromis niloticus*). Los muestreos fueron realizados en la tarde-noche (18h00 - 24h00) entre los meses de septiembre a diciembre de 2018 (4 muestreos) y 2019 (6 muestreos), al ser meses que se registran las primeras observaciones de individuos en los cuerpos de agua, previo a la época lluviosa donde la isla Santay se inunda dificultando los muestreos. Se utilizaron redes de mano y atarrayas para capturar a especímenes adultos y juveniles observados en las orillas.

Los especímenes de *Lithobates catesbeianus* (rana toro) capturados fueron sacrificados aplicado una dosis de 3 g.L⁻¹ vía dermis de benzocaína por 10

minutos (Dodd, 2008), pesados utilizando una balanza digital, sexados basándose en las diferencias morfológicas: diámetro del tímpano mayor que del ojo y garganta de color amarilla en el caso de machos y en hembras el tamaño es igual o menor y carece de color amarillo (Hirai, 2004). La longitud hocico-cloaca se midió utilizando un calibre digital ($\pm 0,01$). Los estómagos fueron extraídos y pesados. En el laboratorio, el contenido estomacal fue ordenado, clasificado y cuantificado utilizando un estereoscopio (Modelo Olympus SZ5-SZ2/ILST). La identificación de las presas se realizó al nivel taxonómico más específico posible.

Resultados

Se colectaron 14 individuos de la especie exótica *Lithobates catesbeianus* (rana toro). Doce en la laguna LA-01 y dos en la laguna LA-04. Todos los especímenes capturados fueron adultos, seis (6) machos con un tamaño promedio de 16,08 cm y un peso promedio de 368,62 gramos, y ocho (8) hembras con un tamaño promedio de 16,91 cm y un peso promedio de 422,74 gramos. De los catorce (14) estómagos analizados, cuatro (4) estaban vacíos. Se hallaron catorce (14) presas, cinco (5) presas se identificaron hasta el nivel de especie, dos (2) a nivel de género, una (1) a nivel familia, cuatro (4) a nivel orden y dos (2) no fueron identificadas por el estado de deterioro de las presas al momento de ser extraídas de los estómagos (Ver figura 2).

A nivel de orden, Characiformes fue el más representativo (33% de las presas) en la dieta de la especie invasora

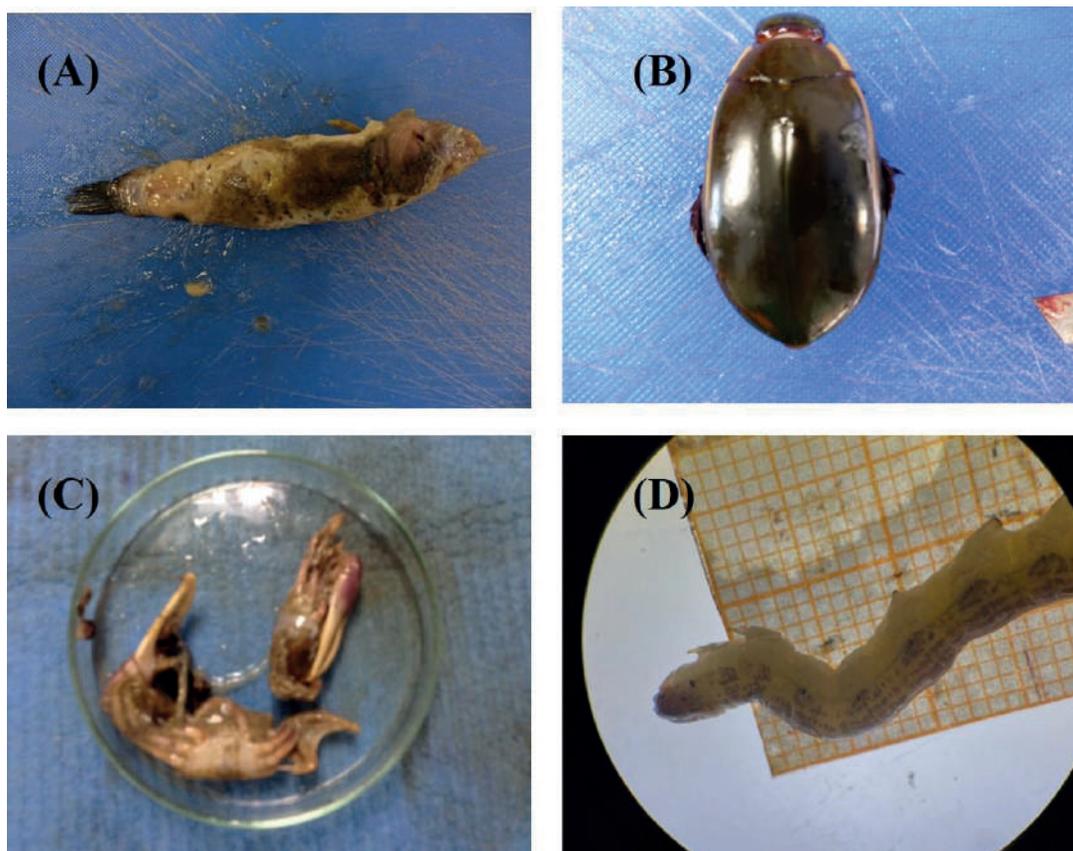


Figura 2. (A) Presa *Lebiasina bimaculata*. (B) Presa del orden Coleoptera. (C) Dos presas del género *Ucas* sp. (D) Presa del orden Lepidoptera.

Lithobates catesbeianus en el área de estudio, seguido por los órdenes Coleoptera (17%), Decapoda (17%) y Hymenoptera (17%). Los órdenes de menor representatividad fueron Lepidoptera (8%) y Orthoptera (8%). A nivel de especie, se identificaron las siguientes especies: *Polistes fuscatus* (1 presa) y *Lebiasina bimaculata* (4 presas). La especie *Lebiasina bimaculata* fue la más frecuente en el análisis de la composición dietética de la especie invasora (Ve tabla 1).

Los resultados sugieren que la especie invasora *Lithobates catesbeianus* se alimenta mayormente de especies del

orden Characiformes. La laguna LA-01, donde se obtuvo 86% de las muestras analizadas, presentó una alta abundancia de comunidades de ictiofauna.

Tabla 1.

Categorías taxonómicas de las presas encontradas en los estómagos de 14 individuos de *L. catesbeianus* (*rana toro*).

Taxa	Número de presas	Número de estómagos con la presa (% de estómagos)
Orden Characiformes		
Familia Lebiasinidae	4	3 (30%)
Orden Coleoptera	2	2 (20%)
Orden Hymenoptera		
Familia Vespidae	2	1 (10%)
Orden Lepidoptera	1	1 (10%)
Orden Orthoptera	1	1 (10%)
Orden Decapoda		
Familia Ocypodidae	2	2 (20%)

Discusión

Nuestros resultados sugieren que para adultos de rana toro las presas de mayor frecuencia en el área de estudio fueron: Characiformes, Coleoptera e Hymenoptera. Este resultado presenta similitudes a los estudios de Hirai (2004), Wu et al. (2005) y Dontchev y Matsui (2016) donde se encontraron presas de los mismos órdenes. Respecto a la frecuencia de las presas en la dieta de la rana toro en el estudio de Dontchev y Matsui (2016), se observa que tres de los órdenes con mayor frecuencia de nuestro estudio están entre los tres (3) órdenes (Crustacea, Hymenoptera y Coleoptera) de mayor frecuencia del estudio mencionado. Por otro lado, presas del orden Characiformes u otro orden de peces presentaron frecuencias mínimas en los tres estudios mencionados (Hirai, 2004; Wu et al., 2005; Dontchev y Matsui, 2016), a diferencia con nuestro estudio que es el orden de mayor frecuencia. Posiblemente, la diferencia existe por la dominancia de ecosistemas acuáticos en la isla Santay, en comparación a los sitios de estudios de los otros estudios. Es así, que si comparamos nuestros resultados con el estudio de Wang et al. (2008) realizado en islas del archipiélago de Zhoushan, China, se observa una mayor representatividad de los órdenes de peces.

La ausencia del orden Amphibia en la composición dietética de la rana toro en la isla Santay es una observación inusual debido a que en estudios de composición dietética de la especie invasora *L. catesbeianus*, este orden es un

componente representativo con porcentajes volumétricos hasta del 85,89 en zonas insulares (Wang et al., 2008). Se sugiere que la ausencia de presas de este orden puede deberse al tamaño de la muestra (número de estómagos) o a la alta disponibilidad de la especie *Lebiasina bimaculata* (especie común de los ríos de la costa ecuatoriana; Zambrano, 2011) en el cuerpo de agua LA-01, donde se obtuvo el 86% de la muestra. Adicionalmente, durante los muestreos se observó la presencia de las especies de anfibios: *Leptodactylus labrosus* y *Scinax quinquifasciatus*, evidenciando la disponibilidad de presas de este orden. Además, se requiere considerar que la rana toro presenta patrones alimenticios generales que pueden modificarse dependiendo del ecosistema que invade, específicamente por la disponibilidad alimenticia (Dontchev y Matsui, 2016).

Durante la fase muestral, existieron limitaciones metodológicas relacionadas al tipo de ecosistemas, vegetación, acceso a los puntos de muestreo y desplazamiento de la especie invasora *L. catesbeianus*, este último, de mayor relevancia. Se observó que posterior al primer muestreo (registrando capturas), existían ausencias de la especie en los posteriores muestreos. Lo cual, sugiere que la especie invasora se desplaza/ausenta posterior a una intervención (métodos de captura); la alta movilidad de la especie es una de sus características que dificulta la aplicabilidad de métodos de control y erradicación (Adams y Pearl, 2007). Probablemente, las limitaciones mencionadas fueron la causa del bajo tamaño de muestra obtenido en el

presente estudio (14 individuos), a pesar que Cruz-Cordovez et al. (2020) reportó una población feral en la isla Santay. Si bien el tamaño de la muestra fue bajo, se observó seis (6) tipos de presas de distintos órdenes taxonómicos, lo cual permitió realizar un análisis cualitativo de los hallazgos y evidenciar un posible solapamiento de la dieta con una especie nativa.

El resultado de mayor relevancia de este estudio es el posible impacto negativo de la especie invasora *L. catesbeianus* a través de la competencia con la especie nativa, *Leptodactylus labrosus*, por solapamiento de la dieta alimenticia por presas de los órdenes Orthoptera e Hymenoptera. El estudio de Cisneros-Heredia (2006) indica que el orden Hymenoptera predomina numéricamente (49%) la dieta de la especie nativa *Leptodactylus labrosus*. Este posible impacto puede incurrir en el cambio del uso del hábitat o la reducción del tamaño poblacional de especies nativas (Kats y Ferrer, 2003). Además, otras especies de anfibios nativos observados por Cruz-Cordovez et al. (2020) en el sitio de muestreo pueden ser afectadas por la presencia de esta especie invasora. Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de evaluar las interacciones ecológicas de la especie invasora *L. catesbeianus* en sus distintos estadios biológicos (renacuajo, juvenil y adulto) con especies nativas para comprender la magnitud del impacto (D'Amore et al., 2009), debido a la variación de la dieta alimenticia entre los distintos estadios de la rana toro (Bissattini et al., 2019).

Financiamiento

La ejecución del proyecto y desarrollo del manuscrito fue financiada por el proyecto Composición dietética de la especie exótica *Lithobates catesbeianus* (rana toro) en lagunas del Área Nacional de Recreación Isla Santay, Ecuador (Código: 2018-ART-003) del Centro de Investigaciones de la Universidad Espiritu Santo.

Referencias

- Adams, M. J., & Pearl, C. A., (2007). Problems and opportunities managing invasive bullfrogs: is there any hope? En F. Gherardi (Eds), *Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats* (pp. 679-693). Holanda: Springer.
- Baptiste, E., Piedad, M., Castaño, N., Cárdenas-López, D., Gutiérrez, F., Gil, D., Lasso, C. (Eds). (2010). *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Bissattini, A.M., Buono, V. Vignoli, L. (2019). Disentangling the trophic interactions between American bullfrogs and native anurans: Complications resulting from post-metamorphic ontogenetic niche shifts. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29(2), 270-281. <https://doi.org/10.1002/aqc.3023>
- Boone, M.D., Little, E.E., Semlitsch, R.D. (2004). Overwintered Bullfrog tadpoles negatively affect salamanders and anurans in native amphibian communities. *Copeia* 2004, 683–690.
- Borges-Martins, M.M., Di-Bernardo, M., Vinciprova, G., Measey, J. (2002). Geographic distribution. *Rana catesbeiana*. *Herpetological*

- Review* 33(4), 319
- Bury, R. y Whelan, J. (1984). Ecology and management of the bullfrog. U.S. Fish and Wildlife Service. Resource publication No 155, ii + 23 pp
- Casas-Andreu, G., Cruz-Aviña, R., Aguilar-Miguel, X. (2002). Geographic Distribution. *Rana catesbeiana*. *Herpetological Review* 33(1), 63
- Cisneros-Heredia, D. (2004). *Rana catesbeiana* (Bullfrog). *Herpetological Review* 35(4), 406
- Cisneros-Heredia, D. (2006). Distribution and Ecology of the Western Ecuador Frog *Leptodactylus labrosus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Zoological Research* 27(3), 225 - 234
- Cobos, M., Nuñez-Penichet, C., Valarezo-Aguilar, K. (2015). First record of an American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) population in Loja, Ecuador. *International Reptile Conservation Foundation Journal* 22(1), 46–48
- Cruz-Cordovez, C., Herrera, I., Espinoza, F., Rizzo, K., Sarmiento, M., Rodas, N., Coello, M.J., Bravo, W., Lampo, M. (2020). New record of a feral population of *Lithobates catesbeianus* Shaw, 1802 in a protected area (Santay Island) in the Ecuadorian coast. *BioInvasions Records* 9(2), 421-433. doi: 10.3391/bir.2020.9.2.28
- D'Amore, A. (2012). *Rana* [*Lithobates*] *catesbeiana* Shaw (American bullfrog). In Francis, R.A. (Ed), *A Handbook of Global Freshwater Invasive Species* (pp 321–330). New York, USA: Earthscan Publisher.
- Da Silva, E.T., Ribeiro, O.P., Neves, R. (2011). Predation of Native Anurans by Invasive Bullfrogs in Southeastern Brazil: Spatial Variation and Effect of Microhabitat use by Prey. *South American Journal of Herpetology* 6, 1–10. doi.org/10.2994/057.006.0101
- D'Amore, A., Kirby, E., McNicholas, M. (2009). Invasive species shifts ontogenetic resource partitioning and microhabitat use of a threatened native amphibian. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19, 534–541. https://doi.org/10.1002/aqc.1026
- Dickerson, M.C. (1969). *The Frog Book*. New York, USA: Dover Publications.
- Dodd, C.K. (Ed). (2008). *Amphibian Ecology and Conservation. Handbook of Techniques*. United Kingdom: Oxford University Press, Oxford.
- Dontchev, K., Matsui, M. (2016). Food Habits of the American Bullfrog *Lithobates catesbeianus* in the City of Kyoto, Central Japan. *Current Herpetology* 35(2), 93 – 100. doi:10.5358/hsj.35.93
- Gobel, N., Laufer, G., Cortizas, S. (2018). Changes in aquatic communities recently invaded by a top predator: evidence of American bullfrogs in Aceguá, Uruguay. *Aquatic Sciences* 81, 1–11. doi.org/10.1007/s00027-018-0604-1
- Govindarajulu, P., Altwegg, R., Anholt, B. R. (2005). Matrix model investigation of invasive species control: Bullfrogs on Vancouver Island. *Ecological Applications* 15, 2161–2170. https://doi.org/10.1890/05-0486
- Green, D.M., Campbell, R.W. (1984). *The Amphibians of British Columbia, Handbook Series 45*. British Columbia, Canada: British Columbia Provincial Museum
- Hirai, T. (2003). Reeves' pond turtle, *Chinemys reevesii*, eaten by exotic bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Kansai Organization for Nature Conservation* 25, 3–5.
- Hirai, T. (2004). Diet composition of introduced

- bullfrog, *Rana catesbeiana*, in the Mizorogaik Pond of Kyoto, Japan. *Ecological Research* 19(4), 375–380. doi.org/10.1111/j.1440-1703.2004.00647.x
- Jancowski, K., Orchard, S.A. (2013). Stomach contents from invasive American bullfrogs *Rana catesbeiana* (*Lithobates catesbeianus*) on southern Vancouver Island, British Columbia, Canada. *NeoBiota* 16, 17-37. https://doi.org/10.3897/neobiota.16.3806
- Jennings, M.R., Hayes, M.P. (1985). Pre-1900 overharvest of California Red-legged frogs (*Rana aurora draytonii*): the inducement for bullfrog (*Rana catesbeiana*) introduction. *Herpetologica* 41(1), 94–103
- Kats, L.B., Ferrer, R.P. (2003). Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and transition to conservation. *Diversity and Distribution* 9, 99–110. doi.org/10.1046/j.1472-4642.2003.00013.x
- Kiesecker, J.M., Blaustein, A.R., Miller, C.L. (2001). Potential mechanisms underlying the displacement of native red-legged frogs by introduced bullfrogs. *Ecology* 82(7), 1964–1970. doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1964:PMUTDO]2.0.CO;2
- Kirkpatrick, R. D. (1982). *Rana catesbeiana* (Bullfrog) Food. *Herpetological Review* 13, 17.
- Kraus, F. (2009). Global trends in alien reptiles and amphibians. *Aliens: The Invasive Species Bulletin* 28, 13-18.
- Laufer, G., Gobel, N. (2017). Habitat degradation and biological invasions as a cause of amphibian richness loss: a case report in Aceguá, Cerro Largo, Uruguay. *Phyllomedusa* 16(2), 289–293. doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v16i2p289-293
- Licht, L.E. (1974). Survival of embryos, tadpoles, and adults of the frogs *Rana aurora aurora* and *Rana pretiosa pretiosa* sympatric in southwestern British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* 52(5), 613-627
- López-Flores, M., Cruz-Burgos, J.A., Vilella, F.J. (2003). Predation of a white-cheeked pintail (*Anas bahamensis*) duckling by a bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Caribbean Journal of Science* 2, 240–242.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., De Poorter, M. (eds) (2000). *100 of the world's worst invasive alien species a selection from the Global Invasive Species Database*. The Invasive Species Specialist Group, Volume 1., Auckland, New Zealand: Species Survival Commission of the World Conservation Union
- McAlpine, D.F., Dilworth, T.G. (1989). Microhabitat and prey size among three species of *Rana* (Anura: Ranidae) sympatric in eastern Canada. *Canadian Journal of Zoology* 67, 2244–2252.
- Mero, S. (2018). Base nutricional de la especie invasora *Lithobates catesbeianus* (rana toro). Bachelor Thesis, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 64 pp
- Moyle, P. (1973). Effects of introduced bullfrogs, *Rana catesbeiana*, on the native frogs of the San Joaquin Valley, California. *Copeia* 1973(1), 18–22. doi.org/10.2307/1442351
- Mueller, G.A., Carpenter, J., Thornbrugh, D. (2006). Bullfrog tadpole (*Rana catesbeiana*) and red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) predation on early life stages of endangered razorback sucker (*Xyrauchen texanus*). *The Southwestern Naturalist* 51(2), 258-261. doi: 10.1894/0038-4909(2006)51[258:BTRCAR]2.0.CO;2
- Pearl, C.A., Adams, M.J., Bury, R.B., McCreary, B. (2004). Asymmetrical effects of

- introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on native ranid frogs in Oregon. *Copeia* 2004(1), 11–20. doi.org/10.1643/CE-03-010R2
- Sanabria, E. A., Quiroga, L. B. (2010). *Lithobates catesbeianus* (American Bullfrog). Diet of alien species. *Herpetological Review* 41, 339.
- Sanabria, E., Ripoll, Y., Jordan, M., Quiroga, L., Ariza, M., Guillemain, M., Pérez, M., Chávez, H. (2011). A new record for American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in San Juan, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(1), 311–313
- Shoop, C.R. (1974). Yearly variation in larval survival of *Ambystoma maculatum*. *Ecology* 55(2), 440-444.
- Valarezo-Aguilar, K., Cisneros-Heredia, D., Ordóñez-Gutiérrez, O. (2016). A new distribution record for the invasive American bullfrog, *Lithobates catesbeianus* Shaw, 1802 (Anura: Ranidae), from eastern Ecuador. *International Reptile Conservation Foundation Journal* 23(2), 147–149.
- Velasco, A.M. (2001). Propuesta de Ecuador para la formulación de la estrategia nacional de biodiversidad: Vida silvestre. Secretaría General de la Comunidad Andina, Quito, Ecuador, 142 pp
- Villacís, S., Zurita, J.C. (2002). La ranicultura como fuente de divisas para Ecuador. Bachelor Thesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil, Ecuador, 241 pp
- Wang, Y., Wang, Y., LU, P., Zhang, F., LI, Y. (2008). Diet composition of post-metamorphic bullfrogs (*Rana catesbeiana*) in the Zhoushan archipelago, Zhejiang Province, China. *Frontiers of Biology in China* 3(2), 219-226. doi 10.1007/s11515-008-0036-8
- Wu, Z., Li, Y., Wang, Y., Adams, M. (2005). Diet of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*): Predation on and diet overlap with native frogs on Daishan Island, China. *Journal of Herpetology* 39(4), 668–674. doi.org/10.1670/78-05N.1
- Zambrano, M.C. (2011). Contribución al conocimiento de especies de peces de agua dulce autóctonos factibles de desarrollo en ambiente controlado. Bachelor Thesis, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 100 pp
- Zavala-Becilla, E. (2017). Fieldmuseum-Field Guides-Amphibians of Santay island, Guayas-Ecuador. Fieldmuseum. <https://fieldguides.fieldmuseum.org> (accessed 10 April 2018)