

ISSN: 1390-8413

Volumen 10 | Número 1 | Junio 2016

Revista Científica

# Ciencias Naturales y Ambientales



UNIVERSIDAD  
DE GUAYAQUIL



Facultad  
de Ciencias Naturales

## *Steriphoma menispermifolia*: Una nueva especie de Capparaceae de Colombia

*Steriphoma menispermifolia*: A new species of Capparaceae from  
Colombia

Xavier Cornejo<sup>1,\*</sup> & Jorge Mercado-Gómez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Herbario GUAY, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.  
Casilla 09-01-10634, Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Herbario HEUS, Grupo Evolución y Sistemática tropical, Universidad de Sucre, Colombia,  
jorge.mercado@unisucra.edu.co

Recibido 5 de febrero 2016; recibido en forma revisada 17 de febrero 2016, aceptado 4 de marzo 2016  
Disponibile en línea 30 de junio 2016

### Resumen

Se describe e ilustra *Steriphoma menispermifolia* (Capparaceae), una nueva especie de liana colectada en las tierras bajas del Departamento de Santander, en Colombia. Esta nueva especie se caracteriza por presentar hojas con base subcordada hasta conspicuamente cordada y pétalos reflejos durante la antesis. Se provee además una clave de identificación para las especies de *Steriphoma*.

**Palabras clave:** Capparaceae, Colombia, endémica, especie nueva, *Steriphoma menispermifolia*.

### Abstract

*Steriphoma menispermifolia* (Capparaceae) a new species of liana from the lowlands of the Department of Santander, Colombia, is here described and illustrated. The subcordate to strongly cordate leaf bases and the petals reflexed at anthesis characterize the new species. A key for identification to the species of *Steriphoma* is provided.

**Key words:** Capparaceae, Colombia, endemic, new species, *Steriphoma menispermifolia*.

*Steriphoma* Spreng. (1827) es un nombre genérico conservado de Capparaceae (McNeill et al., 2012), éste comprende cinco especies de arbolitos, arbustos frecuentemente de ramas escandentes o lianas, distribuidas en América tropical: 1) *S. paradoxum* (Jacq.) Endl., que está constituida por dos subespecies, la subespecie típica distribuida desde Trinidad y Tobago y Venezuela hasta Colombia, donde presenta poblaciones de formas intermedias que convergen con *S. paradoxum* subsp. *macranthum* (Standl.) Cornejo, ésta se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de Mesoamérica, desde el sur de Méjico en el estado de Chiapas hasta el norte de Colombia (Cornejo & Iltis, 2015); 2) *S. colombianum* Dugand, una endémica de Colombia, mayormente colectada en el estado de Cundinamarca; 3) *S. urbani* Eggers, restringida a los bosques secos y húmedos en el centro y norte de la costa del Ecuador; 4) *S. peruvianum* Spruce ex Eichler, conocida de los departamentos San Martín y Amazonas, en el norte del Perú y probablemente cultivada en Brasil; y 5) *S. menispermifolia* X. Cornejo & J. Mercado-Gómez, una nueva especie solamente

conocida del estado de Santander, Colombia; ésta última es aquí formalmente presentada.

***Steriphoma menispermifolia* X. Cornejo & J. Mercado-Gómez, sp. nov.** COLOMBIA. Dept. Santander, Girón, vereda Marta, 7° 08' 10,926" N 73° 22' 12,999" W, 884 m, Jun 2013 (fl), J. Castro, D. Moreno, D. Henao & D. Monroy 275 (Holótipo: HUA). Fig. 1.

New species similar to *Steriphoma colombianum* Dugand, but differs by the truncate to broadly cordate leaf bases, the reflexed petals and larger ovary at anthesis.

Liana; ramas juveniles cubiertas por abundantes tricomas estrellados. Hojas 5-12 × 3-6 cm, ovado-lanceoladas, el ápice agudo hasta acuminado, la base truncada hasta fuertemente cordada, los lóbulos distintivamente separados, foliosas, el haz piloso, el envés estrellado-tomentuloso, con 5-7 pares de nervios laterales, ascendentes, prominentes; peciolos 3-6 cm, pulvinados. Inflorescencias en

Correspondencia del autor:  
E-mail: xcornejoguay@gmail.com



2016 Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

racimos terminales, el ráquis 8-17 cm, ferrugíneo, estrellado-tomentoso; pedicelos 2.5-5 cm, (sub) erectos, estrellado-tomentosos, anaranjado brillante; flores erectas; cáliz 2-2.3 × 0.8-0.9 cm, subcilíndrico y ligeramente ventricoso en la base (en vivo), con 2-3 lóbulos, triangulares a deltoides u ovados, anaranjado brillante, con densos tricomas estrellados por fuera, glabros por dentro; disco en forma de anillo carnoso, adnato a la base del cáliz; pétalos ca. 24 × 6 mm, oblongos, amarillos, con tricomas estrellados por fuera, glabros por dentro, reflejos en antesis; estambres 6, muy exertos y algo curvados, los filamentos 5.5-7 cm, amarillos, las anteras 6-8 mm; ginóforo 6-9.5 cm; ovario ca. 17 × 3 mm, oblongo-elíptico, cubierto por tricomas lepidotos, el estigma sésil. Fruto no visto.

**Parátipos:** COLOMBIA. Dept. Santander, Girón, vereda Marta, 7.1015528 N 73.4166944 W, 177 m, sin fecha (fl), A. Rojas 701 (CDBM). Lebrija, vereda Marta, vía a villa María, 7.1675694 N 73.419083 W, 190 m, 25 May 2015 (fl), A. Rojas 720 (CDBM).

**Hábitat y distribución:** *Steriphoma menispermifolia* es conocida en bosques secos entre 170 a 900 m, en el Departamento de Santander, Colombia.

*Steriphoma menispermifolia* fácilmente se diferencia de las restantes especies en este género por presentar hojas con base truncada hasta fuertemente cordada con lóbulos distintivamente separados (fig. 1); esta es una característica infrecuente entre las Capparaceae neotropicales. *S. menispermifolia* posee inflorescencias similares a las sudamericanas *S. colombianum* Dugand y *S. peruvianum* Spruce ex Eichler, pero además de la notoria diferencia vegetativa, *S. menispermifolia* se puede distinguir de estas últimas dos especies por presentar flores con pétalos fuertemente reflejos (vs. erectos hasta divergentes) y un ovario de mayor longitud, ca. 17 mm (vs. 7-13 mm).

**Etimología:** El epíteto *menispermifolia* se refiere a la aparente similitud que presentan las hojas de esta nueva especie de Capparaceae en comparación con las hojas de las plantas trepadoras de la familia Menispermaceae, de las que se puede diferenciar en estado vegetativo por la presencia de tricomas estrellados-tomentosos, principalmente en el envés de las hojas.

### Clave de las especies de *Steriphoma*

1. Pétalos 40-50 × 12-18 mm, blancos; frutos cilíndricos-toruloso, ca. 40-60 × 2-4 cm

*S. urbani*

1. Pétalos 15-25 × 3-7 mm, amarillos; frutos abayados, 7-15 × 2-4 cm, o cilíndricos-toruloso 20-52 × 0.8-2 cm

2. Láminas de las hojas con base cuneada hasta redondeada

3. Frutos abayados, 7-15 × 2-4 cm

4. Anteras 4-5 mm; ginóforos 3-6.5 cm; pedicelos 1.5-3.5 cm; Colombia y Venezuela

*S. paradoxum* subsp. *paradoxum*

4. Anteras 6-8 mm; ginóforos 6-10 cm; pedicelos (2-)3-5 cm; Mesoamérica hasta Colombia

*S. paradoxum* subsp. *macranthum*

3. Frutos cilíndricos-toruloso, 20-42 × 0.8-2 cm

*S. colombianum*

2. Láminas de las hojas con base peltada hasta subpeltada e inconspicuamente cordada o truncada hasta conspicuamente cordada

5. Láminas de las hojas con base peltada hasta subpeltada e inconspicuamente cordada; pétalos erectos hasta algo divergentes en antesis; ovario 6-9 mm; norte de Perú

*S. peruvianum*

5. Láminas de las hojas con base truncada hasta fuertemente cordada con lóbulos basales desarrollados y conspicuamente separados; pétalos reflejos en antesis; ovario ca. 17 mm; Colombia

*S. menispermifolia*

### Agradecimientos

Al Departamento de Botánica Sistemática de la Universidad de Wisconsin, en Madison, en donde el primer autor estudió las colecciones neotropicales de Capparaceae. A Werner Greuter por sus útiles comentarios nomenclaturales en *Steriphoma*. Los curadores de CDBM y HUA facilitaron el permiso para la toma de las imágenes de los especímenes de herbario. William Vargas compartió con el primer autor fotos de campo de esta interesante especie nueva. Dos revisores anónimos criticaron el manuscrito.

### Referencias

- Cornejo, X. & H. H. Iltis. 2015. Capparaceae en: G. Davidse, M. Sousa Sánchez, S. Knapp y F. Chiang Cabrera (eds.), Flora Mesoamericana. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- McNeill, J., F. R. Barrie, W. R. Buck, V. Demoulin, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, K. Marhold, J. Prado, W. F. Prud'homme Van Reine, G. F. Smith, J. H. Wiersema, N. J. Turland. 2012. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia.

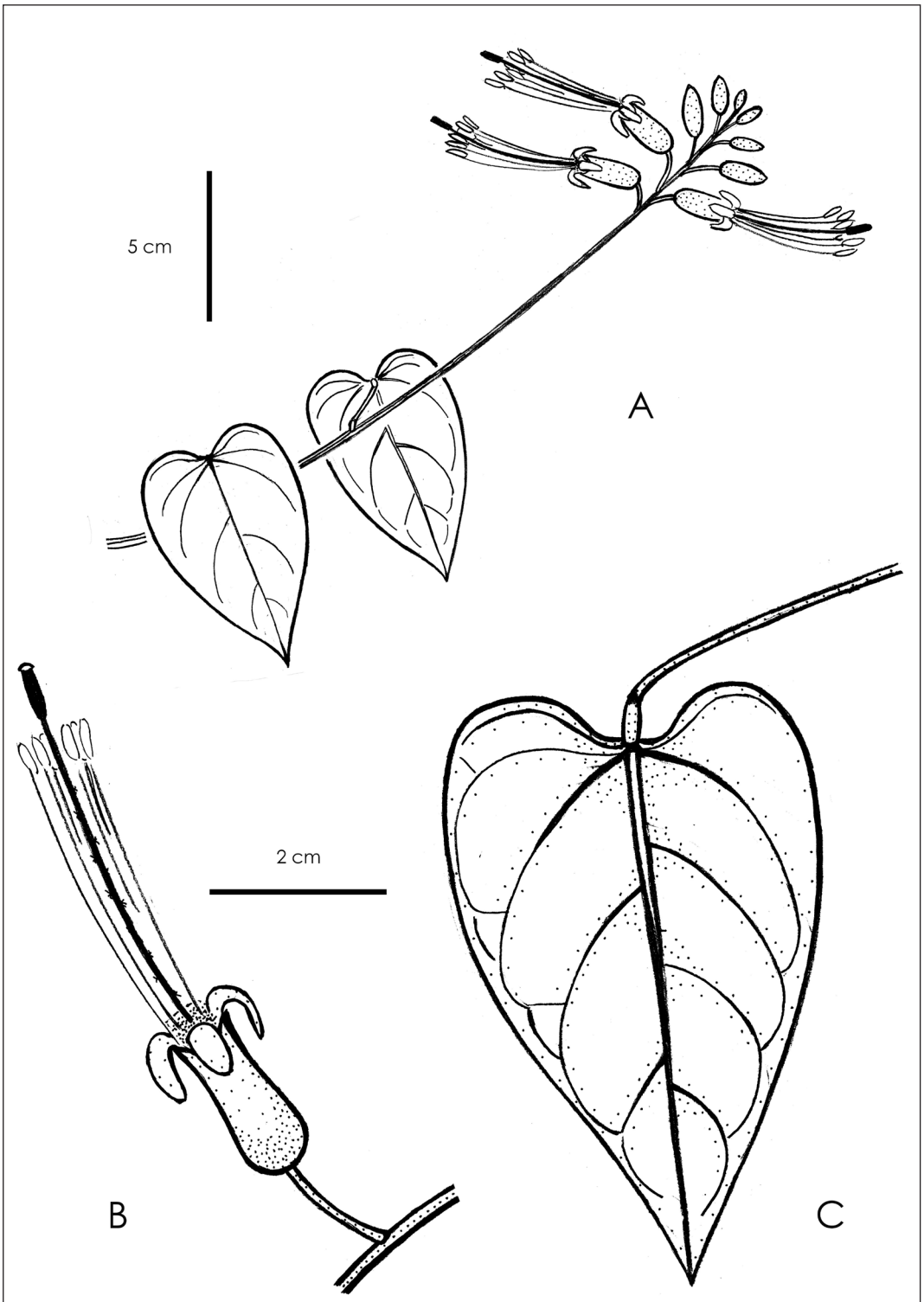


Figura 1. *Steriphoma menispermifolia* Cornejo: A. Rama foliosa con inflorescencia terminal. B. Flor. C. Hoja, vista desde el lado abaxial.

## Lista anotada de anurofauna presente en la estación científica “Pedro Franco Dávila” (Los Ríos-Ecuador) durante los meses de mayo - agosto del 2015

Annotated checklist of anuran-fauna in the scientific station “Pedro  
Franco Dávila” (Los Ríos-Ecuador) during May to August 2015

Ayala Bazurto Ángela<sup>1,\*</sup>, Pillasagua Tóala Ericka<sup>2</sup>, Pivaque Jiménez  
Michael<sup>2</sup>, León Montero Andrea<sup>2</sup>, Quishpe Jadán Alexandra<sup>2</sup>,  
Caicedo Delgado Héctor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docente de Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Av. Raúl  
Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanga Marengo (Campus Mapasingue) Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Estudiantes de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales de la  
Universidad de Guayaquil, colaboradores del proyecto.

Recibido 6 de marzo 2016; recibido en forma revisada 15 de marzo 2016, aceptado 9 de abril 2016  
Disponibile en línea 30 de junio 2016

### Resumen

El presente trabajo fue realizado en la Estación Científica Pedro Franco Dávila, ubicada en el Recinto de Jauneche, Provincia de Los Ríos, en la costa de Ecuador. El objetivo principal de este estudio fue estimar la riqueza de anuros en esta Estación Científica y presentar una pequeña descripción morfológica externa de cada especie encontrada. Se realizaron seis visitas, desde mayo hasta agosto del 2015, la estimación del esfuerzo de captura fue de 69.600 horas-metros. La metodología utilizada fue de procedimientos básicos (directo - indirecto); el directo se basó en la búsqueda intensiva por encuentro visual, en el indirecto se utilizó el método de pitfall. Así mismo, se realizaron recorridos diurnos y nocturnos en sendas preexistentes y recorridos perpendiculares a los senderos desde 5 a 30 metros por los lados de los senderos. Se registraron 86 especies de anuros pertenecientes a 5 familias, 13 géneros y 12 especies. De las especies reportadas la de mayor riqueza es para la familia Craugastoridae con 50 individuos y la especie dominante fue *Pristimantis achatinus*. Se registraron las familias Leptodactylidae, Hylidae, Craugastoridae, Bufonidae, Dendrobatidae.

**Palabras clave:** Anuros, Ecuador, *Engystomops puyango*, Jauneche, Los Ríos, Pedro Franco Dávila, *Pristimantis achatinus*

### Abstract

The current work was performed at the Scientific Station Pedro Franco Dávila, located in the Jauneche precinct, Province of Los Rios, coastal Ecuador. The aim of this study was to estimate the species richness of anura in this Research Station and present a short description of external morphology of each species found. Six visits were conducted from May to August 2015, the estimate of catching effort was 69,600 hours-meters. The methodology used was basic procedures (direct-indirect); direct was based on the intensive search by visual encounter and as indirect methods pitfall traps were used. Also, day and night tours on existing trails and routes perpendicular to the trails from 5 to 30 meters were conducted. Eighty-six anuran species were recorded belonging to 5 families, 13 genera and 12 species. Of the species reported the highest species richness is for Craugastoridae family with 50 individuals and the dominant species was *Pristimantis achatinus*. Leptodactylidae families, Hylidae, Craugastoridae, Bufonidae, Dendrobatidae were also recorded.

**Key Words:** Anurans, Ecuador, *Engystomops puyango*, Jauneche, Los Ríos, Pedro Franco Dávila, *Pristimantis achatinus*.

### Introducción

El Ecuador posee una elevada diversidad de anfibios, con 464 especies registradas ocupa el tercer puesto a nivel

mundial. En este grupo, los anuros están representados por 434 taxa pertenecientes a 18 familias, siendo el género *Pristimantis* el más diverso con 129 especies (Valencia, Toral, Morales, Betancourt y Barahona, 2008).

\* Correspondencia del autor:

E-mail: aayalabazurto@gmail.com



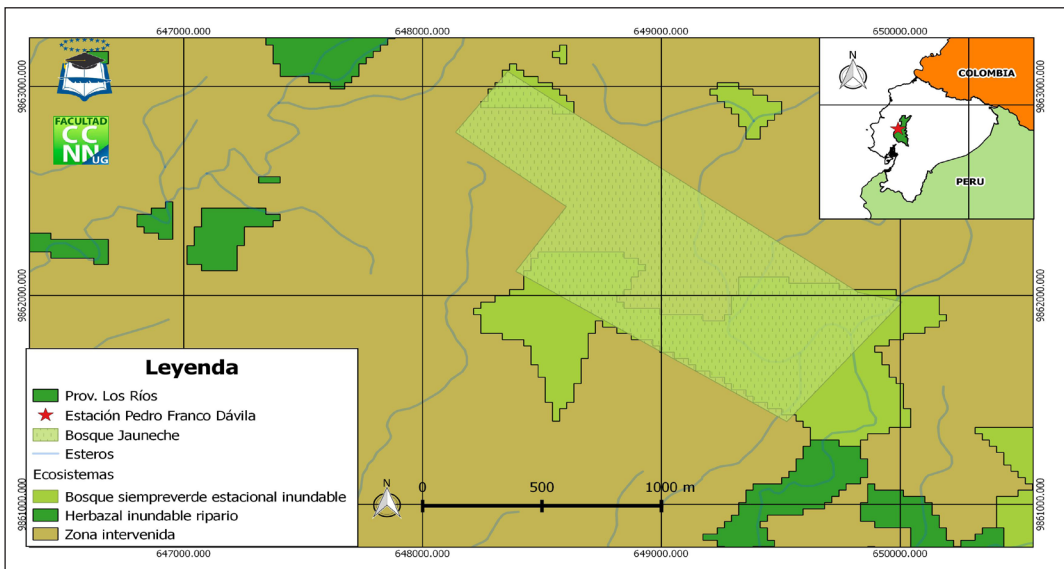


Figura 1. Mapa del Recinto de Jauneche, Estación Científica Pedro Franco Dávila.

Los anuros son considerados especies de gran interés, no sólo por sus particularidades biológicas y ecológicas, sino porque son las más vulnerables ante la transformación y degradación de los ecosistemas que habitan, esta vulnerabilidad ha permitido lamentablemente llegar a la extinción de especies, provocados muchas veces por los efectos de las actividades antrópicas sobre sus ecosistemas.

La Estación Científica Pedro Franco Dávila (Parker y Carr, 1992), es un bosque decíduo tropical secundario, con presencia de algunos árboles altos de bosque maduro que quedaron de pie luego de años de extracción de madera (Dodson, Gentry y Valverde, 2005), la presencia de anuros en el bosque nos demuestra que son buenos indicadores y que el bosque se encuentra en buenas condiciones, sin embargo también se debe tomar en cuenta la abundancia de estas especies para poder determinar si realmente el bosque se encuentra en óptimas condiciones, sumándose a este hecho los asentamientos humanos que rodean el bosque. Además, hay que considerar que esta localidad ha sido poco estudiada y esto se debe a que muy pocos investigadores lo han visitado, la cual ha generado un bajo número de registros y sólo algunas descripciones, y en algunos casos se cuenta con datos incompletos y poco confiables.

Mediante el presente trabajo se aporta al conocimiento de anuros presentes en la Estación Científica Pedro Franco Dávila entre los meses desde mayo hasta agosto (estación seca). Asimismo, se contribuye con características morfológicas externas de las especies, tratando de proporcionar información accesible para la comunidad científica interesada y no familiarizada aún en estos temas.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la Estación Científica Pedro Franco Dávila conocida como Reserva Ecológica Jauneche, se encuentra localizada en el Recinto de Jauneche del Cantón de Palenque de la Provincia de Los Ríos, Ecuador (Figura 1). Esta pequeña reserva posee una extensión de 130 hectáreas de bosque húmedo tropical primario y en menor proporción es secundario e intervenido, con la presencia de algunos árboles altos que quedaron de pie luego de años de extracción selectiva de madera. Esta reserva es manejada por la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, sirve como centro de estudio para los estudiantes de las carreras de Biología, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Geológicas (Dodson, Gentry y Valverde, 1985).

La Estación Científica está situada entre 1° y 2° Latitud Sur y entre 79° y 80° Longitud Oeste, a 140 km al sur de la Línea Ecuatorial, a una altura de 70 msnm, a 50 km al Occidente de la base de la Cordillera de los Andes, a 120 km de la costa del Pacífico en la Provincia de Los Ríos, del cantón Palenque. Con una temperatura que oscila entre 18°C y 28°C, dependiendo de la estación climática; su precipitación está entre 1800 a 2000 mm/año. (Dodson, Gentry y Valverde, 1985).

Cuenta con varios cuerpos lacustres, como los Esteros Las Tablas y el Boyal, que se encuentran dentro de la Estación Científica formando pantanos; en la parte exterior adyacente al bosque tenemos El Estero Peñafiel y El Río Maculillo tributarios del río Vinces, uno de los afluentes del Río Daule.

**Metodología**

Se realizaron 6 muestreos mensuales sucesivos entre abril y agosto de 2015, durante cada muestreo se visitaron cuerpos lacustres, como los Esteros Las Tablas y el Boyal. Los muestreos se llevaron a cabo durante la mañana, tarde y noche, se utilizaron dos métodos básicos (directo e indirecto) para registrar las especies. El método directo se realizó mediante la búsqueda intensiva de las especies por encuentro visual (Aguirre-León, 2011), en cambio el método indirecto involucró equipos para capturar a las especies en horas que no había la presencia del investigador. Los muestreos se efectuaron desde las 05:00 am a 12:00 pm (en la mañana), de 15:00 pm a 18:00 pm (por la tarde) y 20:00 pm a 00:30 (por la noche), en sendas preexistentes e ingreso desde 5 a 30 metros a los costados de los senderos en las cuales se colocaron trampas de caída (Pitfall traps) (Aguirre, León, 2011).

Los individuos hallados fueron fotografiados y la determinación de las especies fue realizada utilizando material bibliográfico como Guía de Campo de Anfibios del Ecuador (Valencia et. al, 2008), AmphibiaWebEcuador (Ron et. al, 2015), entre otros y por identificación fotográfica adicional en consulta con el experto Blgo. Luis Amador. Todos los ejemplares fueron liberados.

**Resultados**

Durante los muestreos se encontraron 86 especies de anuros, pertenecientes a cinco familias, trece géneros y catorce especies (Tabla 1); todas ellas se documentaron a través de una plantilla de campo (Tabla 2) y registros fotográficos. De las especies reportadas la que presentó mayor riqueza fue *Pristimantis achatinus* de la familia Craugastoridae. Además, se registraron las siguientes familias Leptodactylidae, Hylidae, Bufonidae, Dendrobatidae.

Todas las especies halladas por método directo e indirecto fueron identificadas hasta nivel de especie, cada especie que se detalla va acompañada de una fotografía, proveniente de un individuo colectado en el área de estudio, además se incluye la descripción morfológica externa de manera muy breve. A continuación, se describen a las especies:

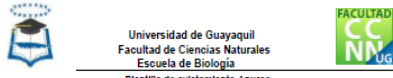
**Familia Leptodactylidae**  
*Engystomops pustulatus* (Shreve, 1941)  
**Rana bullanguera de pústulas**  
 (macho entre 25.17 - 29.88 mm, hembra entre 25.3 - 36.5 mm)

Rana de mediano tamaño (Figura 1), se caracteriza por la ausencia de discos expandidos en los dedos y la presencia de pústulas en la piel dorsal, una fila alargada de glándulas en el flanco, hocico redondeado con el margen anterior del labio a nivel del margen anterior de las narinas. El anillo timpánico es evidente, por lo

**Tabla 1.** Especies encontradas en la Estación Científica Pedro Franco Dávila durante los meses de mayo - agosto 2015

Familia	Especie
Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulatus</i>
	<i>Leptodactylus labrosus</i>
	<i>Leptodactylus ventrimaculatus</i>
Hylidae	<i>Trachycephalus jordani</i>
	<i>Hypsiboas rosenbergi</i>
	<i>Scinax quinquefasciatus</i>
Craugastoridae	<i>Craugastor longirostris</i>
	<i>Pristimantis achatinus</i>
	<i>Barycholos pulcher</i>
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>
Dendrobatidae	<i>Epipedobates machalilla</i>
	<i>Hyloxalus infraguttatus</i>

**Tabla 2.** Plantilla de datos para los muestreos de anuros

									
Plantilla de avistamiento Anuros									
Localidad:		Transecto:							
Muestreo N°:	Fecha:	Hora de inicio:			Hora de término:				
Condiciones climáticas:				Observadores:					
Especie	Adulto	Juvenil	Larva nuevo	Peso	Sexo	Sitio de captura	Comportamiento y ambiente	Observaciones	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

menos ventralmente. Tubérculo tarsal ausente; piel dorsal muy tuberculada, algunos tubérculos forman filas. Piel ventral lisa (Ron y Read, 2011).

*Leptodactylus labrosus* (Jiménez de la Espada, 1875)

**Rana terrestre labiosa**  
 (macho entre 49.2 - 61.5 mm, hembra entre 39.9 - 69.0 mm)

Rana de mediano tamaño (Figura 2), presenta coloración café o grisácea. Su dorso es manchado, raramente uniforme. Cabeza cónica - aguzada, alta y cilíndrica, labio superior abultado, hocico puntiagudo: narinas redondas. Ojos grandes y protuberantes, pupilas redondas, tímpano circular. Posee el vientre liso, antebrazo robusto, manos anchas, dedos de los pies sin membrana, cónicos y agudizados, dedos manuales con tubérculos subarticulares gruesos: piernas más largas que el muslo, planta del pie generalmente lisa; uno o dos



Figura 1. *Engystomops pustulatus*, Leptodactylidae



Figura 2. *Leptodactylus labrosus*, Leptodactylidae



Figura 3. *L. ventrimaculatus*, Leptodactylidae



Figura 4. *Trachycephalus jordani*, Hylidae

pares de pliegues dorsolaterales, superficie dorsal de la tibia generalmente con tubérculos, no poseen discos expandibles en los dedos (Ron *et al.*, 2013).

*Leptodactylus ventrimaculatus* (Boulenger, 1902)

**Rana terrestre mugidora**

(macho entre 47.9 - 55.4 mm, hembra entre 44.8 - 59.3 mm)

Ranita de mediano tamaño (Figura 3), presenta coloración dorsal predominando el café, vientre de color variable entre crema y café oscuro con manchas de café claras. El color de los flancos varía entre café oscuro, rojo y café claro. La pantorrilla presenta barras transversales oscuras. Tubérculos claros en pantorrillas, superficie posterior del tarso y planta del pie. Vientre liso, posee flancos con tubérculos que pueden formar filas irregulares longitudinales. Dedos sin membrana y sin discos expandidos, el primer dedo de la mano es más largo que el segundo. Generalmente tiene pliegues dorsal-laterales, superficie posterior del tarso con abundantes tubérculos; planta del pie con tubérculos dispersos. (Ron *et al.*, 2013).

**Familia Hylidae**

*Trachycephalus jordani* (Stejneger y Test 1891)

**Rana de casco de Jordan**

(macho entre 65.7 - 83.5 mm, hembra entre 76.5 - 99.7 mm)

Rana de gran tamaño (Figura 4), presenta coloración café predominante en el dorso. Piel del dorso, garganta y pecho lisa; el resto de la superficie ventral granular. Cuerpo esbelto con patas largas, parte superior de la cabeza muy osificada y áspera, región loreal muy cóncava, borde posterior de la cabeza casi recto, levemente cóncavo en el centro; tímpano circular, dedos de las manos con membranas en 1/3 de su longitud, discos mucho más pequeños que el tímpano (Read *et al.*, 2011).

*Hypsiboas rosenbergi* (Boulenger 1898)

**Rana gladiadora de Rosenberg**

(macho entre 69.71 - 90.95 mm, hembra entre 71.29 - 97.84 mm)

Rana de gran tamaño (Figura 5), presenta coloración dorsal que varía entre bronce amarillento pálido a bronce rojizo, gris oliva o café. La mayoría de los individuos tienen una línea medio dorsal marrón oscura o negra comenzando en el hocico y extendiéndose a la región escapular o incluso a la región sacra. Los flancos y las superficies posteriores de los muslos son marrón amarillento pálido con barras verticales grises cremosas, que generalmente son más anchas que los espacios entre las barras. La garganta es gris amarillento y el vientre es verde azulado pálido. El azul es más intenso en la axila y en la superficie ventral y proximal de los muslos. En su cara ventral, los discos de los dedos son verde azulado. El iris es crema amarillenta (Duellman, 1970). Cabeza casi tan ancha como el cuerpo, levemente cóncava en vista dorsal, hocico agudamente redondeado en vista



dorsal y obtusamente redondeado en vista lateral, narinas protuberantes, brazos delgados, antebrazos moderadamente robustos, dedos moderadamente cortos y robustos con discos grandes, el ancho del disco en el dedo III de la mano es cerca de  $\frac{3}{4}$  del diámetro del tímpano, dedos de la mano con membranas de cerca de  $\frac{3}{4}$  de su longitud, piel granulosa en garganta, vientre y superficie postero-ventral de los muslos, presencia de tubérculos pequeños en el dorso y cabeza (Ron *et al.*, 2016).

***Scinax quinquefasciatus* (Fowler 1913)**

**Rana de lluvia polizona**

(macho entre 29.6 - 34.0 mm, hembra entre 31.9 - 35.2 mm)

Rana mediano tamaño, presenta coloración en el dorso de verde pálido, bronce, café oscuro o café claro con manchas irregulares verde oliva o marrón oscuro; dorsalmente los muslos tienen una coloración similar a la espalda, pero con bandas transversales oscuras. Banda interorbital en forma de "T" generalmente presente, hocico alargado y redondeado agudamente, cabeza no más ancha que el cuerpo, anillo timpánico presente, tímpano distintivo, pupilas horizontalmente elípticas, brazos delgados, pliegue y tubérculos ulnares ausentes, dedos de la mano largos, discos truncados, ancho del disco del dedo manual III más grande que la longitud del tímpano, membranas ausentes entre los dedos manuales I y II; vestigial entre los demás dedos, dedos del pie moderadamente largos; discos apenas más pequeños que los de las manos, dedos del pie alrededor de  $\frac{2}{3}$  membranados; membrana vestigial entre dedos I y II; extendida desde la mitad de la penúltima falange del dedo II a la parte distal de la penúltima falange del dedo V (Read *et al.*, 2011).

**Familia Craugastoridae**

***Craugastor longirostris* (Boulenger 1898)**

**Cutin de hocico largo**

(macho entre 28.8 - 34.40 mm, hembra entre 43.10 - 59.60 mm)

Sapo de pequeño tamaño (Figura 6), presenta coloración dorsal variable, desde gris pálido hasta café rojizo; marca negra sobresaliente en forma de reloj de arena y con pequeñas marcas redondas en el dorso y cercanos al tímpano de color café rojizo o negro; barra negra en el canthus rostralis. De piel en el dorso lisa hasta finamente granular con pliegues cutáneos bajos que contornean las marcas escapulares, piel en el vientre lisa; membrana timpánica y anillo timpánico prominentes, redondo, su longitud es  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de la longitud del diámetro del ojo; hocico subacuminato en vista dorsal, redondeado de perfil; *canthus rostralis* punteagudo; machos con hendiduras vocales y almohadillas nupciales; dedo manual I más largo que el II; disco en los dedos externos anchos; membranas interdigitales abarcan todos los tubérculos subarticulares basales, fórmula de la membrana de los dedos del pie: I 2--2 II 2--3 III 2½-4- IV 4-2½ ; dedo V del pie más corto que el III (Read *et al.*, 2012)



Figura 5. *Hypsiboas rosenbergi*, Hylidae



Figura 6. *Craugastor longirostris*, Craugastoridae



Figura 7. *Pristimantis achatinus*, Craugastoridae



Figura 8. *Barycholos pulcher*, Craugastoridae



Figura 9. *Rhinella marina*, Bufonidae



Figura 10. *Epipedobates machatilla*, Dendrobatidae



Figura 11. *Hyloxalus infraguttatus*, Dendrobatidae

***Pristimantis achatinus* (Boulenger, 1898)**

**Cutín común de occidente**

(macho entre 23.0 - 35.1 mm, hembra entre 33.6 - 45.4 mm)

Rana de mediano tamaño (Figura 7), presenta coloración dorsal variable de amarillo pálido a café oscuro, la superficie posterior de los muslos es marrón con pequeñas manchas cremas a rojas. Piel del dorso finamente tuberculada; vientre liso; pliegue discoidal prominente; pliegues dorsolaterales bajos, granulares; membrana timpánica y anillo timpánico prominente, su longitud es  $\frac{2}{5}$ - $\frac{2}{5}$  la longitud del ojo; hocico subacuminado en vista dorsal, redondeado de perfil; párpado superior sin tubérculos, tan ancho como la distancia interorbital; sin crestas craneales;

machos con hendiduras vocales y almohadillas nupciales; dedo manual I más largo que el II; discos expandidos en los dedos externos; dedos manuales con rebordes cutáneos; dedos de los pies con rebordes cutáneos pero sin membrana basal; dedo V del pie ligeramente más largo que el III (Camacho-Badani *et al.*, 2012).

***Barycholos pulcher* (Boulenger, 1898)**

**Cutín de Chimbo**

(macho entre 24.3 - 24.5 mm, hembra entre 24.29 - 30.53 mm)

Sapo de pequeño tamaño pequeño (Figura 8), presenta coloración dorsal café claro a café grisáceo con marcas café oscuras en forma de reloj de arena; tubérculos dispersos en el dorso café rojizo o café grisáceo con bordes de color café oscuro o negro; manchas café oscuras en la región cantal, banda supratimpánica, bajo el ojo y en labio; vientre inmaculadamente crema en su mitad inferior, densamente punteado con negro o gris en el pecho; garganta densamente cubierta por puntos negros o gris, dejando algunos espacios blancos; ingles y superficies ocultas de las patas crema anaranjado. dorso liso, con un patrón de reloj de arena que va desde la región interorbital hasta el sacro que puede estar interrumpido en el medio por una ligera raya dorsal media que se extiende desde la punta del hocico hasta la cloaca; vientre liso, con melanóforos dispersos que usualmente se concentran bajo la garganta; pliegue discoidal ventral presente; cabeza tan larga como ancha; hocico redondeado en vista lateral, tan largo como el diámetro de la órbita; lengua oval, entera; canthus rostralis distintivo; región loreal cóncava; narinas más cercanas a la punta del hocico que al ojo; espacio interorbital tan ancho como el párpado superior; tímpano muy distintivo,  $\frac{2}{3}$  del diámetro del ojo; dedos de la mano moderados, el dedo I un poco más grande que el II; dedos de los pies moderados, sin rebordes cutáneos; puntas hinchadas de los dígitos en manos y pies; articulación tibio tarsal alcanza el nivel entre el ojo y la punta del hocico (Yáñez-Muñoz *et al.*, 2012).

**Familia Bufonidae**

***Rhinella marina* (Linnaeus, 1758)**

**Sapo de la caña**

(macho entre 64.7 - 125.9 mm, hembra entre 66.6 - 140.9 mm)

Sapo grande a muy grande (Figura 9), presenta coloración café, dorso tubercular, con glándulas parotoideas grandes y triangulares, y patas traseras cortas. Crestas craneales bajas y queratinizadas en adultos grandes; glándula parotoidea grande y triangular, mide más del doble de la longitud del párpado superior, y se extiende ventralmente cerca de la mandíbula; piel en el dorso altamente tubercular, los tubérculos más grandes tienen puntas queratinizadas; garganta y pecho granulares; dedo I en la mano más largo que el dedo II; machos reproductivos tienen excrescencias nupciales queratinizadas en el pulgar y algunos individuos pueden presentar también

excrecencias en los dedos II y III en la mano; dedos de los pies con membrana a lo largo de  $\frac{3}{4}$  de su longitud (Coloma et al., 2013).

**Familia Dendrobatidae**  
***Epipedobates machalilla* (Coloma, 1995)**

**Rana nodriza de Machalilla**  
(macho entre 14.4 - 16.0 mm, hembra entre 15.0 - 17.6 mm)

Rana de pequeño tamaño (Figura 10), abdomen blanco en ambos sexos; testículos café presenta una línea oblicua lateral, extendiéndose hasta el ojo; disco en el dedo III en la mano ligeramente expandido; dedo I en la mano usualmente más largo que el dedo II; reborde cutáneo ausente en el dedo II de la mano; disco en el dedo IV del pie expandido; reborde cutáneo ausente en el dedo IV del pie; pliegue tarsal externo ausente; membrana entre los dedos de los pies, fórmula I2-31/2II2-31/2III3-4IV-41/2-3V; línea dorsolateral ausente; marcas discretas ausentes en el pecho; línea ventrolateral presente; dedo III en la mano hinchado en machos (Coloma et al., 2010).

***Hyaloxalus infraguttatus* (Boulenger, 1898)**  
**Rana cohete de Chimbo**

(macho entre 16.7 - 20.5 mm, hembra entre 19.5 - 23.4 mm)

Rana de muy pequeño a pequeño tamaño (Figura 11), con línea oblicua lateral presente, extendiéndose hasta el ojo; línea dorsolateral ausente; marcas negras irregulares dispersas por el dorso; superficie dorsal de muslos, manos y pies llevan barras oscuras; marcas discretas usualmente presentes en la región gular-pectoral; puntos blancos en la garganta y abdomen en machos y hembras; testículos blancos; hocico redondeado, moderadamente prominente; región loreal vertical; tímpano distintivo, cerca del ojo; piel granulada alrededor de la cloaca; disco en el Dedo manual III expandido; longitud del dedo manual I igual al II; reborde cutáneo presente en el dedo manual II; disco en el dedo IV del pie expandido; reborde cutáneo presente; pliegue tarsal externo presente en algunos individuos; dedos pediales con membrana basal, fórmula de la membrana: I2-31/2II2-(3-31/2) III3-4IV41/2-3V; triángulo oscuro interorbital y una marca escapular oscura en forma de V; dedo manual III no hinchado en machos (Coloma et al., 2013).

## Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, se registraron 5 familias de anuros; sin embargo, esta información no está completa, esto se debe a que el muestreo se realizó en un periodo corto de 5 meses y en una sola estación climática (seca), faltan aún muestreos más detallados que permitan hacer un mejor acercamiento de las distribuciones de las especies en la zona.

La especie *Pristimantis achatinus* de la familia Craugastoridae es la que posee la mayor cantidad de individuos presente, estos individuos se encontraron

con mayor frecuencia en zonas próximas al borde de los esteros Las Tablas y el Boyal que poseen una vegetación más densa.

Además, se registraron las siguientes especies *E. pustulatus*, *L. labrosus*, *L. ventrimaculatus*, *T. jordani*, *H. rosenbergi*, *S. quinquefasciatus*, *C. longirostris*, *P. achatinus*, *B. pulcher*, *R. marine*, *E. machalilla*, *H. infraguttatus*. La presencia de estas especies en la Estación Científica puede verse afectada por la heterogeneidad del lugar, ya que esta es una zona de transición entre bosque primario, secundario con predominio de áreas que presentan una alta intervención humana ofreciendo un gran número de hábitats abiertos (pastizales, cultivos).

En 1992, Armendáriz y Carr registraron un total de 8 especies en Jauneche mientras que por medio de las colectas se registraron 12 especies, de las cuales 8 son de nuevo registro para la zona, que junto con las 8 previamente registradas suman un total de 16 especies.

La Estación Científica Pedro Franco Dávila ha sido visitada por investigadores nacionales y extranjeros cuyo interés tuvo lugar en el estudio de la herpetofauna, sin embargo no hay evidencias físicas o digital de artículos o publicaciones que registren dichos estudios, por tal motivo se ha creado una línea de base de datos incluyendo la descripción morfológica externa de anuros existentes en la Estación, con el fin de disponer de información general de este grupo funcional para poder realizar en el futuro monitoreos de los posibles impactos del cambio climático en su diversidad poblacional, aplicando metodologías que se adapten de mejor manera en este tipo de ecosistema.

## Recomendación

Los estudios de corta duración, como los de un año, pueden aportar información sobre la ocurrencia de especies y a la vez sirven para comparar la abundancia poblacional de los anuros según las estaciones climáticas. Sin embargo, es necesario realizar estudios de larga duración, cada 4-5 años, para evaluar las poblaciones de anuros a largo plazo.

Educar y concientizar a la comunidad del recinto Jauneche sobre la importancia de los anuros en la Estación Científica Pedro Franco Dávila.

## Referencias

- Aguirre-León, G. 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. En: S. Gallina Tessaro y C. López González, Eds., Instituto de Ecología, A.C. INECOL, Universidad Autónoma de Querétaro. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Desktop/Jauneche%20-%20Proyecto/Anuros/MANUAL DE TECNICAS PARA EL ESTUDIO DE LA FAUNA.pdf>
- Armendáriz, A. y J. L. Carr. 1992. Amphibians and reptiles. Pp. 128-132. En: *Status of Forest Remnants in the Cordillera de la Costa and Adjacent Areas of Southwestern Ecuador*, T.A. Parker III and J.L. Carr (eds). Washington, DC: Conservation International, RAP Working Papers 2.

- Camacho-Badani, T., N. Páez-Rosales, C. Frenkel, A. Varela-Jaramillo, S. R. Ron y G. Pazmiño-Armijos. 2012. *Pristimantis achatinus*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1360>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Coloma, L. A., C. Frenkel, D. A. Ortiz y G. Pazmiño-Armijos. 2010. *Epipedobates machalilla*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1242>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Coloma, L. A., D. A. Ortiz, C. Frenkel y G. Pazmiño-Armijos. 2013. *Hyaloxalus infraguttatus*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1237>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Coloma, L. A., D. A. Ortiz, C. Frenkel, S. R. Ron y G. Pazmiño-Armijos. 2013. *Rhinella marina*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1160>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Dodson, C. H., A. H. Gentry, F. Valverde. 1985. *Flora de Jauneche*. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Frenkel, C., J. Guayasamin y S. R. Ron. 2011. *Oreobates quixensis*, 2015. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1505>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Manzanilla, J. y J. E. Péfaur. 2000. *Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles*. Rev. Ecol. Lat. Am. 7:17-30 Obtenido de <http://cires.org.ve/pdf/recol-v7n1a03.pdf>
- Read, M., S. R. Ron y G. Pazmiño-Armijos. 2011. *Scinax quinquefasciatus*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016.0. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1346>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Read, M., S. R. Ron y G. Pazmiño-Armijos. 2011. *Trachycephalus jordani*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016.0. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1354>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Read, M., S. R. Ron, H. M. Yáñez-Muñoz y G. Pazmiño-Armijos. 2012. *Craugastor longirostris*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016.0. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1360>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Read, M. y S. R. Ron. 2011. *Dendropsophus brevifrons*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016.0. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1283>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Ron, S. R., J. M. Guayasamin, M. H. Yáñez-Muñoz, A. Merino-Viteri, D. A. Ortiz y D. A. Nicolalde. 2015. *AmphibiaWebEcuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 2015, de <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios>
- Ron, S. R. y Read, M. 2011. *Engystomops pustulatus*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1503>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Ron, S. R., A. Varela-Jaramillo, M. Read y G. Pazmiño-Armijos. 2013. *Leptodactylus labrosus*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1511>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Ron, S. R., A. Varela-Jaramillo, y M. Read. 2013. *Leptodactylus ventrimaculatus*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1522>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Ron, S. R., M. Read, G. y Pazmiño-Armijos. 2016. *Hypsiboas rosenbergi*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1325>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Ron, S. R. y M. Read. 2014. *Engystomops puyango*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=8137>>, acceso septiembre 05, 2016.
- Valencia, J. H., E. Toral, M. Morales, R., Betancourt y A. Barahona. 2008. *Guía de campo de anfibios del Ecuador*. Quito, Ecuador: Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, Simbioe.
- Yáñez-Muñoz, M. H., C. Frenkel, J. M. Guayasamin, S. R. Ron y G. Pazmiño-Armijos. 2012. *Barycholos pulcher*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?id=1357>>, acceso septiembre 05, 2016.

## Endoparásitos de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Gastropoda: Achatinidae), en el recinto Mata de Cacao, cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos, Ecuador

### Endoparasites of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Gastropoda: Achatinidae) from Mata de Cacao, Babahoyo parish, Province of Los Ríos, Ecuador

Jessica Cuasapaz-Sarabia

*Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil  
Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo (Campus Mapasingue),  
Guayaquil, Ecuador.*

Recibido 3 de febrero 2016; recibido en forma revisada 7 de abril 2016, aceptado 9 de mayo 2016  
Disponible en línea 30 de junio 2016

#### Resumen

El caracol africano, *Achatina fulica*, es un gasterópodo terrestre pulmonado nativo de África, que fue introducido al Ecuador con fines comerciales, pero se ha convertido en una plaga que afecta a zonas urbanas densamente pobladas. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la prevalencia de endoparásitos en ejemplares de *A. fulica* en el Recinto Mata de Cacao del cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos. Se colectaron un total de 100 especímenes de *A. fulica* en un parque infantil (n=75) y en los jardines exteriores de varias casas (n=25); las heces de cada ejemplar fueron examinadas mediante la técnica de examen en fresco. El 24% de estos caracoles presenta formas parasitarias: Larvas rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. (Rhabditida: Strongyloidae) en 22 individuos; huevos de *Ascaris* sp. (Ascaridida: Ascaridae) en 1 individuo y en 1 individuo se encontraron ambas formas parasitarias simultáneamente, el resto de caracoles no presentaron parásito alguno. Aún cuando la prevalencia hallada fue baja, la manipulación del caracol africano puede representar un riesgo para la salud de la población de este recinto, específicamente para los niños menores de 5 años, por lo que es necesario desarrollar programas de educación sanitaria en esta localidad.

**Palabras clave:** *Achatina fulica*, caracol africano, Ecuador, hospedero intermediario endoparásitos, salud pública.

#### Abstract

The African *Achatina fulica* is a land snail introduced to Ecuador for commercial purposes, but it has become as a plague, and is affecting densely populated urban areas. This study aims to determine the prevalence of endoparasites in specimens of *A. fulica* from Mata de Cacao, Los Rios Province. One hundred specimens of *A. fulica* were examined from a playground (n=75) and from outdoor gardens of several houses (n=25), the feces of each specimen were examined using the technique of direct examination or fresh. In 24% of these snails parasitic forms were found, such as Rhabditoide larvae of *Strongyloides* sp. L1 (Rhabditida: Strongyloidae) in 22 individuals, eggs of *Ascaris* sp. (Ascaridida: Ascaridae) in one individual, and both parasites were found simultaneously in one individual, no parasites were found in the remaining snails. Although the prevalence found was low, handling African snail may be risky to the health of the human population of this enclosure, specifically for children younger than 5 years, so it is necessary to develop health education programs in this locality.

**Key Word:** *Achatina fulica*, African snail, Ecuador, host, endoparasites, public health.

#### Introducción

*Achatina fulica*, comúnmente conocido como Caracol gigante africano, es un gasterópodo terrestre

pulmonado originario de África oriental y de algunos países del sur de Sahara y centro del continente, donde lo utilizan como alimento (Liboria *et al.*, 2009a, 2010). Es un molusco lento y aparentemente

Correspondencia del autor:  
E-mail: jessicacuasapaz2001@gmail.com



2016 Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

frágil, pero constituye una plaga frecuente a escala mundial. Ha sido considerado por la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), como una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Correoso, 2006; Icani, Caleiras & González, 2007; Vogler *et al.*, 2013; Imaicela, 2013; Weininger *et al.*, 2012).

La introducción de *Achatina fulica* en el continente americano, probablemente se dio en la a finales de la Segunda guerra mundial (Liboria *et al.*, 2009b), se presume llegó inicialmente a Hawai en 1939, posteriormente fue encontrado en California y en Florida a inicios de la década del 70, donde pudo ser erradicada (SENASA, 2013). En los últimos años, América del Sur ha sido gravemente infestada por *Achatina fulica* (Gutiérrez *et al.*, 2013; Vogler *et al.*, 2013). Brasil consta como uno de los primeros países en América de Sur en donde se introdujo este gasterópodo en 1996 con fines comerciales, actualmente se encuentra ampliamente distribuido en todos los estados de este país (Maldonado *et al.*, 2010; Weininger *et al.*, 2012). En Argentina se reportó por primera vez en una zona rodeada de áreas protegidas, convirtiéndose en un problema a nivel de conservación (Gutiérrez *et al.*, 2011).

La introducción de *A. fulica* en Ecuador se produjo a finales de la década de los 90 (Borrero *et al.*, 2009), el primer reporte en la prensa de esta especie nociva data del año 2005, en la ciudad de Atacames, provincia de Esmeraldas, al norte del Ecuador (Correoso, 2005). Esta introducción surge a raíz de haberse realizado campañas publicitarias televisivas a nivel nacional de un cosmético denominado genéricamente baba de caracol (Correoso, 2009).

En Ecuador, las provincias más afectadas son las que están situadas a baja altura y que poseen un clima tropical-subtropical, como Los Ríos, Guayas, Santo Domingo, El Oro y Manabí. En éstas se han reportado casos de caracoles africanos infectados por parásitos, siendo unos de los más importantes *Angiostrongylus cantonensis* (Solórzano *et al.*, 2014), por ser un problema de índole médico-sanitaria, económico, social e incluso ambiental (Londoño *et al.*, 2013).

Este caracol puede cobijar parásitos que se alojan en tejidos fibromusculares y secreciones de moco del animal, causando diversas afecciones, desde enfermedades de tipo respiratorio, hasta meningoencefalitis eosinofílica, angiostrongiliasis abdominal en los seres humanos, transmitida por *A. cantonensis*, lombriz que parasita los pulmones de las ratas, también es vector de la bacteria gran negativa *Aeromonas hydrophila* que afecta a personas con sistemas inmunológicos delicados. El contagio se produce a través del contacto de ojos, nariz, o boca con la mucosidad del caracol, o por el consumo de su carne si ésta no es adecuadamente lavada (UAB, 2011; Virgillito, 2012), también en sus heces se encuentran formas parasitarias infectantes de diferentes

helmintos y protozoarios. *A. fulica* puede transmitir el parásito a los roedores domésticos, lo que contribuye a mantener el ciclo biológico del nemátodo; de esta forma puede llegar a producir graves epidemias de muy difícil diagnóstico, como indican médicos y parasitólogos, donde los roedores desempeñan un papel muy importante en su epidemiología. Siendo sus vectores más frecuentes rata doméstica (*Rattus rattus*), rata arrocera pigmea (*Oryzomys fulvescens*) y ratón de campo (*Oryzomys caliginosus*), los síntomas en estos animales son poco manifiestos (Correoso, 2006). Estos moluscos son capaces de alimentarse con excremento de ratas, y otros animales (Weininger *et al.*, 2012), resultando directamente proporcional al hallazgo de parásitos de estos animales en sus heces, mucosidad y estructuras blandas.

Por estudios previos en Ecuador y en otros países vecinos, su gran proliferación en zonas rurales como el recinto Mata de Cacao se observa en áreas de recreación dirigidas a niños y en la mayoría de jardines exteriores de las casas, donde tanto niños como adultos manipulan los caracoles sin las medidas sanitarias de manejo adecuadas, convirtiéndose en potenciales huéspedes de parásitos de los que no se tienen registro en la zona.

En este contexto, este trabajo tuvo como objetivo reportar las especies de endoparásitos que se encuentran asociados a *A. fulica*, con la finalidad de monitorear un potencial riesgo para la salud pública del Recinto Mata de Cacao, ubicada en el cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en el Recinto Mata de Cacao que pertenece a la Parroquia Febres Cordero, en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos (Figura 1); esta es una zona de alta producción de cacao, a eso se debe su nombre, también puede encontrarse plantaciones de frutas como mango, maracuyá y producción de arroz y yuca. Es una zona muy húmeda, con dos estaciones climáticas, una seca que comprende de Julio a Noviembre y una lluviosa de Diciembre a Junio ([www.babahoyo.gob.ec](http://www.babahoyo.gob.ec)).

## Metodología

### En campo

El muestreo se realizó en el Parque Infantil y en jardines de casas del recinto, se colectaron 100 ejemplares de *A. fulica* encontrados en diferentes sitios (paredes, hojarasca, suelo, desechos orgánicos, etc.), a través del método de captura por unidad de esfuerzo (Calderón *et al.*, 2012). Los muestreos se realizaron durante los meses de Diciembre 2014 a Enero 2015, durante el atardecer (18:00-19:00) y al anochecer (21:00-22:00). Los moluscos colectados fueron identificados taxonómicamente según Berg (1994), colocados individualmente en recipientes



Figura 1. Recinto Mata de Cacao, cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos.

plásticos con tapa y transportados al laboratorio de parasitología del Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación (INSPI), para el posterior análisis de los parásitos.

#### En el laboratorio

Se estableció un periodo de 24-36 horas para que cada caracol defecara en sus recipientes espontáneamente (figura 2). Con la ayuda de una paleta de madera se tomó la muestra de las heces frescas, éstas se colocaron en un tubo de ensayo debidamente rotulado con solución salina, se homogenizó y fue llevada a la centrífuga durante 5 minutos a 3.000 revoluciones. Luego se retiró el excedente con ayuda de una pipeta Pasteur, nuevamente se añadió solución salina y se llevó a la centrífuga. El proceso se repitió varias veces hasta obtener una muestra clara (Parasitología General, 2012).

Se colocó dos gotas de la muestra clara por separado en los extremos de una lámina portaobjetos, debidamente rotulada. Se agregó una gota de lugol en uno de los extremos, y la otra fue observada directamente (Castro & Mantong, 2013). Posteriormente, se procedió a la observación al microscopio en campos de 10 x y 40 x y se tomaron fotografías de las placas observadas.

Los parásitos encontrados se identificaron con ayuda del Manual de parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos (Quiroz, 1999; Brooke & Melvin, 2000).

#### Resultados

Se analizaron 100 ejemplares de *Achatina fulica*, 75 de éstos fueron colectados en un parque infantil de la zona y los 25 restantes fueron colectados en los jardines exteriores de varias casas del recinto.



Figura 2. Ejemplares de *Achatina fulica* utilizados para toma de muestra de heces, la flecha roja señala heces frescas.

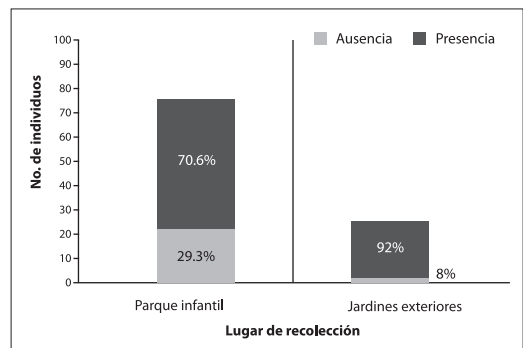


Figura 3. Especímenes de *Achatina fulica* registrados con (presencia) y sin (ausencia) parásitos en los sitios de recolección del recinto Mata de Cacao, cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos, durante los meses de Diciembre 2014 hasta Enero 2015.

Se encontraron larvas rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. (23%) en la materia fecal, huevos de *Ascaris* sp. (1%) y ambas formas parasitarias en 1% (Figura 3).

Se identificaron parásitos perteneciente al Phylum Nematoda en el 24% de las muestras colectadas;

**Tabla 1.** Registro de endoparásitos en los especímenes de *Achatina fulica* de acuerdo al lugar de recolección. Recinto Mata de Cacao, cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos.

Lugar de recolección	Endoparásitos					
	Sí		No		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Parque infantil	22	29.3	53	70.6	75	75
Jardines exteriores	2	8	23	92	25	25
<b>Total</b>	<b>24</b>		<b>76</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

larvas rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. (Figura 4) pertenecientes al orden Rhabditida en el 23% de las muestras observadas; también se diagnosticaron huevos de *Ascaris* sp. en el 2% de las muestras (Figura 5).

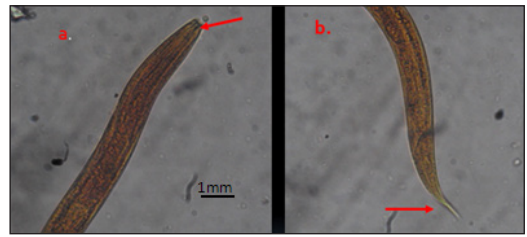


**Figura 4.** Larva Rhabditoide de *Strongyloides* sp. en heces de *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de los Ríos: A. Examen directo con solución salina. B. Examen directo con Lugol.

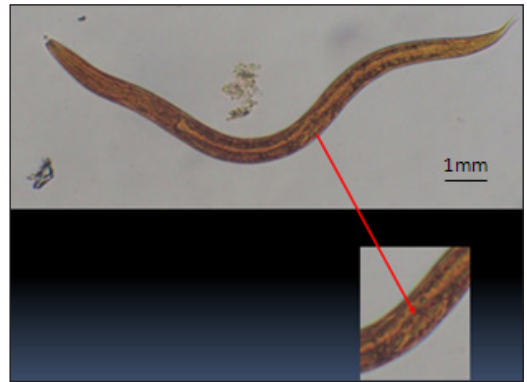


**Figura 5.** Huevo de *Ascaris* sp. en muestra de heces de *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de los Ríos.

Las larvas rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. se caracterizan por presentar una cavidad bucal corta y una cola también corta, son de tamaño reducido y se puede observar claramente en este estadio el primordio genital (Carrada, 2008; Figura 6, 7).



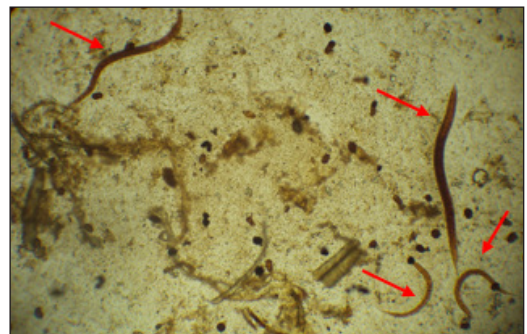
**Figura 6.** Larva rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. observada en muestras de heces de *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de los Ríos: A. Extremo anterior, la flecha señala el esfago corto. B. Extremo posterior, la flecha indica la cola corta.



**Figura 7.** Larva Rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. observada en las muestras de heces de *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de los Ríos. La flecha roja señala el primordio genital visible.

En el 23 % de las muestras se encontró un solo tipo de parásito, mientras que en el 1% se encontraron larvas Rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. y huevos de *Ascaris* sp.

Según el tamaño de los individuos, aquellos que tenían entre 4.00 a 5.00 cm de longitud fueron los más parasitados con larvas Rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp., siendo las más prevalentes (tabla 2, Figura 7), mientras que *Ascaris* sp. se encontró en individuos de mayor tamaño, entre 6.19 a 6.79 cm de longitud (Figura 9).



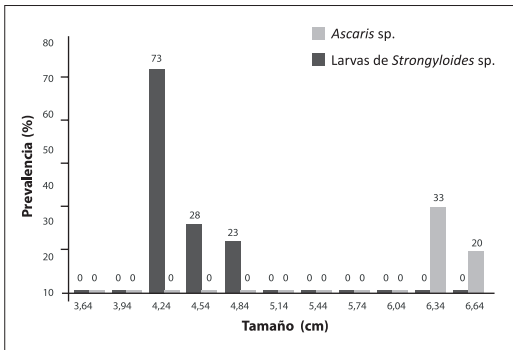
**Figura 8.** Larvas Rhabditoide de *Strongyloides* sp. en una sola placa observada en muestras de heces de *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de los Ríos, Babahoyo.



**Tabla 2.** Prevalencia de larvas de *Strongyloides* sp. y *Ascaris* sp. en el caracol africano *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de Los Ríos, durante los meses de Diciembre 2014- Enero 2015.

Parámetro	Larva <i>Strongyloides</i> sp.			<i>Ascaris</i> sp.		
	P	N	%	P	N	%
Tamaño de <i>A. fulica</i> (cm)						
3.49 - 3.79	0	4	0	0	4	0
3.79 - 4.09	0	6	0	0	6	0
4.09 - 4.39	11	15	73	0	15	0
4.39 - 4.69	5	18	28	0	18	0
4.69 - 4.99	7	30	23	0	30	0
4.99 - 5.29	0	12	0	0	12	0
5.29 - 5.59	0	5	0	0	5	0
5.59 - 5.89	0	1	0	0	1	0
5.89 - 6.19	0	1	0	0	1	0
6.19 - 6.49	0	3	0	1	3	33
6.49 - 6.79	0	5	0	1	5	20
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100</b>		<b>2</b>	<b>100</b>	

P: Prevalencia n: Total del número de individuos



**Figura 9.** Prevalencia de larvas de *Strongyloides* sp. y *Ascaris* sp. en *Achatina fulica* del recinto Mata de Cacao, Provincia de Los Ríos, durante los meses de Diciembre 2014- Enero 2015.

### Discusión

De acuerdo con Amaya *et al.* (2014), los individuos de *A. fulica* más parasitados son aquellos que poseen tamaños mayores a 8 cm de longitud. Sin embargo, en Mata de Cacao se observa que los individuos más parasitados son aquellos que tienen un tamaño mediano, entre 4 a 5 cm. Se presume que recintos pequeños como Mata de Cacao, que carecen de un sistema de alcantarillado, acceso a agua potable y con deficiencias en el manejo de desechos sólidos, son más vulnerables a este tipo de parasitosis en caracoles más jóvenes y de tallas medianas, siendo estas condiciones comunes en las zonas rurales de la costa ecuatoriana.

Graeff-Teixeira (2007) menciona que *A. fulica* es huésped intermediario de *Angiostrongylus*

*cantonensis*, el nemátodo parásito causante de meningoencefalitis eosinofílica que ataca al sistema nervioso y que activó la alarma en Ecuador al ser el causante de muertes por esta enfermedad. De los 100 ejemplares colectados en el recinto Mata de Cacao, ninguno dio positivo para *A. cantonensis*.

Devera *et al.* (2007) registraron la presencia de protozoarios como *Blastocystis* spp. y *Cryptosporidium* spp., éstos son protozoarios causantes de graves problemas gastrointestinales como diarreas acuosas en humanos, llegando a ser un problema médico agudo cuando ataca a grupos de la población más vulnerable; Cazorla-Caicedo (2014) identificó *Cryptosporidium* spp. en heces de *A. fulica*; sin embargo, en el presente trabajo no se hallaron protozoarios.

La aparente ausencia de este tipo de patógenos probablemente se debe a que solo se utilizó metodología en fresco, por lo que es recomendable usar tinciones que son más eficaces en la detección de parásitos de tamaños mínimos e imperceptibles al ojo humano y metodologías que incluyan muestras de tejido blando y secreciones para obtener mayores resultados (Amaya, 2014; Cazorla-Caicedo, 2014; Sánchez-Amador, 2014; Calderón *et al.*, 2012; Devera *et al.*, 2007).

Larvas Rhabditoide se detectaron en este estudio, concordando parcialmente con Calderón *et al.* (2012), quienes encontraron estadios larvarios rhabdiforme y filariforme.

### Conclusiones

En el análisis por examen directo en fresco en muestras de heces de *Achatina fulica* se determinó una baja frecuencia (24%) de parásitos de interés para la salud pública, como larvas rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp. y de *Ascaris* sp. Los especímenes parasitados fueron colectados en lugares con poca asepsia y evidente falta de control sanitario del recinto Mata de Cacao. Este resultado es consistente con los obtenidos por Cazorla-Caicedo (2014) y otros trabajos en países en vías de desarrollo, en donde se han reportado otros parásitos en condiciones similares (Amaya *et al.*, 2014).

Los individuos de *Achatina fulica* que presentaron un tamaño entre 4 a 5 cm fueron los más parasitados con larvas Rhabditoide L1 de *Strongyloides* sp., siendo las más prevalentes (73%) en los de tamaños 4.09 - 4.39 cm, mientras que *Ascaris* sp. se encontró en individuos de mayor tamaño 6.19 - 6.79 cm (50%), estos fueron hallados ocasionalmente sobre heces de perros que pertenecían a un hogar de la zona de recolección, lo que sugiere que existe un ciclo que incluye al perro como huésped de este parásito.

Los individuos colectados en el Parque infantil (75%) mostraron mayor parasitismo que los de los jardines de las casas (25%).

Los endoparásitos encontrados en *A. fulica* muestran que la manipulación de este molusco sin seguir protocolos de bioseguridad puede representar un problema de salud en la población del Recinto Mata de Cacao, debido a que provocan trastornos gastrointestinales que pueden ir desde leves diarreas hasta deshidrataciones severas ya sea por *Strongyloides* sp. o *Ascaris* sp.

*Achatina fulica* podría representar un riesgo potencial en menor medida para la salud humana, concordando con lo expresado en Lucena *et al.* (2012).

## Recomendaciones

Incentivar y proponer temas de investigación relacionados con *Achatina fulica* en otras localidades de la costa ecuatoriana, con el fin de incrementar los niveles de conocimiento sobre su ecología.

Desarrollar y aplicar métodos de educación sanitaria en la zona para prevenir problemas de parasitosis en la población especialmente en los grupos más vulnerables como son los niños.

Replicar trabajos similares en zonas urbanas altamente pobladas y en áreas protegidas para determinar el impacto de esta especie invasora en un sistema natural.

## Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos al Blgo. Manolo Puente, colaborador en el área de parasitología del INSPI, quien incentivó la realización de este trabajo y al Dr. Luis Solórzano, Jefe del subproceso de Parasitología del INSPI, por su apoyo. El manuscrito fue gentilmente revisado y corregido por el Blgo. Jaime Salas Msc., docente de carrera de Biología de la UG, y el resumen en inglés por el Msc. Carlos Montalvo, docente de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. También agradezco a mi compañero y amigo Marcos Morales, por sus comentarios y colaboración durante los muestreos.

## Referencias

Amaya, I., Fajardo, M. Morel, C. Blanco y Devera, R. (2014). Enteroparásitos de interés médico en ejemplares de *Achatina fulica* capturados en ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela. *Academia Biomédica Digital*. Recuperado de: <http://www.bioline.org.br/pdf/va14004>

Brooke, M. y Melvin, D. (2000). *Morfología de los estadios diagnósticos en los parásitos intestinales en humanos. Segunda edición*. Atlanta, Georgia. Recuperado de: [http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/PDF\\_Manuals/intestinales.pdf](http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/PDF_Manuals/intestinales.pdf)

Calderón, I., Fuentes, Y. y Uribe, N. (2012). Estudio parasitológico en caracoles *Lissachatina fulica* capturados en el área Metropolitana de Bucaramanga, Santander. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 44(3), 68-68.

Carrada, T. (2008). *Strongyloides stercoralis*: Ciclo vital, cuadros clínicos, epidemiología, patología y terapéutica. *Revista Mexicana de Patología Clínica*. 55(2): 88-110.

Castro, D. y Mantong, C. (2013). *Estudio comparativo de los resultados entre las técnicas inmunocromatográfica y microscópico directo en el diagnóstico de Giardia lamblia en escolares de primer a tercer año de básica de la Unidad Educativa Agustín Febres Cordero del sitio las Cañitas de Charapotó del cantón Sucre junio a noviembre del 2012*". Tesis de grado previo a la obtención del título de Licenciado en laboratorio clínico. Universidad técnica de Manabí, Manabí.

Cazorla-Caicedo, B. (2014). "Identificación del parásito *Cryptosporidium* sp. en caracoles *Lissachatina fulica* en las provincias del Guayas y Los Ríos, Ecuador". Tesis para la obtención de título de Bióloga. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador.

Correoso, M. (2005). El caracol gigante, un nuevo peligro. *Diario El Comercio* de Quito, pp. B8.

Correoso, M. (2006) Estrategia preliminar para evaluar y erradicar *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinaceae) en Ecuador. *Boletín técnico IASA, serie Zoológica*, 2:45-2.

Correoso, M. (2009). Modelación y distribución del *Lissachatina fulica* (Gastropoda, Achatinidae) en Ecuador. Potenciales impactos ambientales y sanitarios. *Rev. Geoespacial*. 4: 79-90.

Devera, R., Ortega, N. y Suárez, M. (2007) Parásitos intestinales en la población del Instituto Nacional del Menor, Ciudad Bolívar, Venezuela. *Revista Venezolana de Microbiología*. 27: 38-44.

Graeff-Teixeira, C. (2007). Expansion of *Achatina fulica* in Brazil and potential increased risk for angiostrongyliasis. *Transactions Royal Soc. Tropical Med. & Hyg.* 101: 743-4.

Gutiérrez, D., Núñez, V. Vogler, R. y Rumi, A. (2011). Invasion of the Argentinean Paranense Rainforest by the Giant African Snail *Achatina fulica*. *American Malacological Bulletin*. 29(1-2):135-137.

Gutiérrez, D., Beltramino, A. Vogler, R. y Rumi, A. (2013). Expansión del rango de distribución de *Achatina fulica* Browdich, 1822 (Gastropoda) en la Argentina y su concordancia con modelos predictivos. *Sociedad Malacológica de Chile*, vol. 21 p. 17 - 21.

Imaizel, M. (2013). "Patrones de diversidad de la fauna de moluscos (Gastropoda) en un bosque tropical de montaña (Estación Científica San Francisco) al sur de Ecuador". Titulación de Ingeniera en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja.

Incani, R. Caleiras y M. González, C. (2007). Human infection by *Angiostrongylus costaricensis* in Venezuela: First report of a confirmed case. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*. 49(3): 197-200.

Liboria, M., Morales, G., Sierra, C., Silva, I. y Pino, L. (2009a) El caracol gigante africano *Achatina fulica*. *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)*. 5(2): 224-231.

Liboria, M., Morales, G., Sierra, C., Silva, I. y Pino, L. (2009b). *Achatina fulica*: Un caracol de interés para la salud pública. Venezuela. *Revista INIA HOY*, 6, 200-210.

Liboria, M., Morales, G., Sierra, C., Silva, I. y Pino, L. (2010). Primer hallazgo en Venezuela de huevos de *Schistosoma mansoni* y de otros helmintos de interés en salud pública, presentes en heces y secreción mucosa del molusco terrestre *Achatina fulica* (Browdich, 1822). *Zootecnia Tropical*, 28(3), 383-394

Londoño, J., Zamora, A. y Osorio, J. (2013). *Angiostrongylus cantonensis* y el caracol africano gigante como causantes de meningitis eosinofílica. Universidad sur colombiana. *Revista Facultad de salud*, 5(2), 61-69.

Lucena, G., Angulo, M., Pineda, M. y Puche, T. (2012). Programa de Capacitación y Participación Comunitaria para la toma de Medidas Preventivas en la Recolección y Control del Caracol Africano (*Achatina fulica*) en el Sector "Coco e' Mono", municipio Palavecino, estado Lara. *Revista del colegio de médicos veterinarios del estado de Lara. Venezuela*. 2(2). Disponible en: <http://revistacmv.ljmdo.com/suscripci%C3%B3n/volumen-4/caracol/>

- Parasitología general (2012). Técnicas de diagnóstico de enteroparasitosis. Pág.1-16. Disponible en: [http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/parasitologia\\_general/pdf/TP3.pdf](http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/parasitologia_general/pdf/TP3.pdf)
- Quiroz, H. (1999). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. Num. 121. Editorial LIMUSA, S.A., México D.F., México. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/>
- Sánchez-Amador, F. (2014). "Prevalencia del nematodo *Angiostrongylus cantonensis* en el huésped intermediario caracol gigante africano (*Achatina fulica*), en el periodo 2012 y 2013 en varios sectores de la ciudad de Guayaquil, Ecuador". Tesis de grado para la titulación de Biólogo. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales. Guayaquil, Ecuador.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO). (2013). *Sistema de prevención, monitoreo y control del Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*)*. Recuperado de: <http://www.sinavimo.gov.ar/pagina/sistema-de-prevencion-monitoreo-y-control-del-caracol-gigante-africano-achatina-fulica>
- Solórzano, L., Martini, L., Hernández, H., Sarracent, J., Muzzio, J. y Rojas, L. (2014). *Angiostrongylus cantonensis*: un parásito emergente en Ecuador. *Revista cubana de Medicina Tropical*. 66(1), 20-33.
- Universidad Autónoma de Bucaramanga (UAB). 2011. *El peligroso caracol africano: Un visitante indeseable*. Colombia. Recuperado de: <http://www.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/ActualidadNAB/Desarrollo?codigonoticia=40&envia=PAMB>
- Virgillito, M. (2012). "Panorama de los Gastrópodos terrestres exóticos en la Argentina (Gastropoda Pulmonata Stylommatophora)". Tesis para optar por el título de licenciada en ciencias biológicas. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Vogler, R., Beltramino, A., Sede, M., Gutiérrez, D., Núñez, V., y Rumi, A. (2013). The giant African snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae): Using bioclimatic models to identify South American areas susceptible to invasion. *American Malacological Bulletin*. 31(1): 39-50
- Weininger, D., Suarez, D., Yáñez, R., Suárez, J., Abad, H. y Suárez, J. (2012). *Achatina fulica* (Browdich, 1822) un posible problema de salud pública. *Academia Biomédica digital* (52). Recuperado de: <http://bioline.org.br/request?va12029>

## ***Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1828) como bioindicador de la presencia de cadmio en el río Guayas, Daule y Babahoyo**

### ***Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1828) as bioindicator of the presence of cadmium in the rivers Guayas, Daule and Babahoyo**

Nelson Ramírez-Prado<sup>1,\*</sup>, Beatriz Pernía<sup>2</sup>, Mariuxi Mero<sup>3</sup>, Erwin Larreta<sup>2</sup>,  
Alfredo Noboa-Cárdenas<sup>2</sup>, Lissette Ramírez-Moreira<sup>1</sup>, David López<sup>1</sup>, Josué  
Zambrano<sup>4</sup>, Jorge Muñoz<sup>1</sup>, Kenya Bravo<sup>1</sup>, Michelle Baquerizo<sup>1</sup>, Ámbar  
Benavides<sup>1</sup> & Roberto Castro<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Egresado de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez  
Lince s/n y Av. Juan Tanco Marengo, Guayaquil, Ecuador. Tel. (+593 04) 3080777

<sup>2</sup> Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

<sup>3</sup> Investigador del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IIRN),  
Universidad de Guayaquil

<sup>4</sup> Estudiante de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

Recibido 23 de marzo 2016; recibido en forma revisada 17 de abril 2016, aceptado 9 de mayo 2016  
Disponible en línea 30 de junio 2016

#### **Resumen**

La cuenca del río Guayas es la más grande del Ecuador, formado por la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo. Estudios anteriores evidencian que están expuestos a descargas directas de aguas residuales y químicos usados en prácticas agrícolas. Por lo que existe concentraciones de cadmio (Cd) en agua y sedimento que podría estar siendo bioacumulado por el caracol manzana (*Pomacea canaliculata*). El cadmio es un contaminante cosmopolita que causa un gran impacto ambiental, atribuyéndosele efectos carcinogénicos al ser humano. Con el objetivo de comprobar si esta especie es un bioindicador de la presencia de cadmio en los ríos Guayas, Daule y Babahoyo se compararon las concentraciones en agua, sedimento y el caracol manzana. Todas las muestras se llevaron a peso seco, se digirieron y se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica de llama. Por medio de correlación de Pearson y análisis de componentes principales se comprobó que existe correlación entre las concentraciones biodisponibles de Cd en sedimento y Cd en agua ( $r^2=0,768$ ,  $p=0,000$ ), así mismo, *Pomacea canaliculata* presentó una correlación positiva con las concentraciones de Cd biodisponible en sedimento ( $r^2=0,528$ ,  $p=0,004$ ). Finalmente, concluimos que *Pomacea canaliculata* es un bioindicador confiable de la presencia de Cd en el medio acuático. **Palabras clave:** Babahoyo, biodisponibilidad, bioindicador, cadmio, caracol manzana, Daule, Guayas, *Pomacea canaliculata*.

#### **Abstract**

The Guayas river basin is the largest of Ecuador, it is formed by the confluence of the Daule and Babahoyo rivers. Previous studies demonstrate that they are exposed to direct discharge of wastewater and chemicals used in agricultural practices. Thereby, concentrations of cadmium (Cd) in water and sediment that might be bioaccumulate for the apple snail (*Pomacea canaliculata*) have been recorded. Cadmium is a cosmopolitan pollutant that causes a great environmental impact, assuming carcinogenic effects to the human. The aim of this work is verify if *Pomacea canaliculata* is a bioindicator of the presence of Cd in the Guayas, Daule and Babahoyo rivers, for this purpose concentrations of Cd in water, sediment and *Pomacea canaliculata* are tested and compared. All samples were carried to dry weight, digested and analyzed for atomic absorption spectrophotometry of flame. Pearson's correlation and Principal Components Analysis proved a correlation between the bioavailable concentration of Cd in sediment and water ( $r^2=0,768$ ,  $p=0,000$ ); moreover, *Pomacea canaliculata* presented a positive correlation when compared to the concentrations of bioavailable Cd in sediment ( $r^2=0,528$ ,  $p=0,004$ ). Finally, we conclude that *Pomacea canaliculata* is a reliable bioindicator of the presence of Cd in the aquatic environment. **Keywords:** Apple snail, Babahoyo, bioavailability, bioindicator, cadmium, Daule, Guayas, *Pomacea canaliculata*.

\* Correspondencia del autor:  
E-mail: nramirezprado@hotmail.com



## Introducción

El aporte de metales pesados al ciclo hidrológico procede de diversas fuentes, siendo una de ellas de origen litogénico a partir de los minerales que por causas de erosión, lluvias, etc., son arrastradas al agua. No obstante, en la actualidad la mayor concentración es de origen antropogénico. Actividades como la minería, los procesos industriales y los residuos domésticos son fuentes importantes de contaminación, debido a que aportan metales al aire, al agua y al suelo especialmente (Rosas, 2000, 2005). Los metales pesados tienen tendencia a formar asociaciones, con sustancias minerales (carbonatos, sulfatos, etc.) y en mayor grado con sustancias orgánicas, mediante los fenómenos de intercambio iónico, adsorción, quelación, formación de combinaciones químicas, entre otros, por lo que se acumulan en el medio ambiente, principalmente en los sedimentos de ríos, lagos y mares, pueden solubilizarse por distintos fenómenos y ser directamente incorporados a las cadenas tróficas (Förstner y Wittmann, 1981; Dekov et al., 1998).

El cadmio, metal pesado, posee cuatro de las características más temidas de un tóxico: 1. Efectos adversos para el hombre y el medioambiente; 2. Bioacumulación; 3. Persistencia en el medio ambiente; y, 4. Viaja grandes distancias con el viento y en los cursos de agua (Ramírez, 2002; Ruíz, 2003). Además, puede desplazar al zinc de algunos de sus sitios activos y por el otro, compite con el calcio en ciertos sistemas biológicos (Olavarria, 2007).

Existen evidencias de contaminación en los ríos Guayas, Daule y Babahoyo. En los ríos Guayas y Daule se descargan aguas residuales sin tratar o sin el tratamiento adecuado, que al sumarle el deficiente sistema de alcantarillado de la ciudad y el crecimiento poblacional generaría en poco tiempo un colapso ambiental en la ciudad de Guayaquil. Así también, se ha reportado contaminación por metales pesados (As, Cd, Pb, Ni, Hg, Cr, Cu) en ambos ríos (Suárez y Zambrano, 1997; Solano, 2009; Huayamave, 2013).

La importancia que tiene el estudio de los metales pesados en aguas, sedimentos y organismos se debe a su elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación, aunque los efectos tóxicos no se detectan fácilmente a corto plazo, si puede haber una incidencia muy importante a mediano y largo plazo (Mero, 2010). No obstante, existen antecedentes investigativos sobre los ríos del Ecuador donde sólo se toman en cuenta a los metales pesados en agua y sedimento, obviando a los organismos. En el presente trabajo se propone la realización de un biomonitorio, el cual se basa principalmente en utilizar organismos que permitan estudiar de manera regular y sistemática el efecto de un contaminante en un ecosistema en un tiempo determinado (Hawksworth et al., 2005). Según Phillips y Rainbow (1993), un bioindicador ideal presenta los siguientes requisitos: Abundante, sedentario, de fácil identificación, capaz de poder

ser muestreado durante todo el año y aclimatable a condiciones experimentales. Basándonos en estas características, se seleccionó el uso de moluscos como organismos centinelas, por su reconocida capacidad para acumular una variedad de sustancias químicas como metales pesados y compuestos orgánicos (Kimbrough et al., 2008).

En el área de estudio habita el caracol manzana (*Pomacea canaliculata* Lamarck, 1828), éste presenta una concha esférica y globosa, su epíteto "canaliculata" hace referencia a las uniones de las espirales de su concha que son profundas, semejando "canales". Son dioicos, las hembras depositan huevos de color rosado de consistencia gelatinosa y de cáscara calcárea en agrupaciones en forma de racimos, sobre plantas acuáticas emergentes o en superficies sólidas fuera del agua (Figura 1). Resiste temperaturas muy bajas, más que ningún otro caracol de su género e incluso sobrevive a 0° C durante algunas horas, además puede vivir en agua contaminada o con escasez de oxígeno, se encuentra distribuido desde Colombia y Guayana hasta el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina) (Gobierno de Aragón, s.f.; Cazzaniga, 1990; Cowie, 2006; Ghesquiere, 2007; Báez et al., 2013). También posee ciertas características que lo convierten en un potencial biomonitor: Es fácil de localizar, siempre está disponible, posee suficiente masa corporal para el análisis, puede adaptarse



Figura 1. Caracol manzana (*Pomacea canaliculata*): A. Color café o marrón con bandas espirales oscuras (variedad silvestre), B. Color amarillito (variedad de acuario). C. Huevos de color rosado (característica determinante en la especie) puestos en racimos. Fuentes: Propia y The Apple snail Website, 2007. (<http://applesnail.net/>).

fácilmente a las diferentes condiciones ambientales, puede estar expuesto a largos periodos sin alimentarse y es sedentario (Bryan *et al.*, 1980; Phipps *et al.*, 1993). Con este antecedente, el objetivo del presente trabajo fue detectar la presencia de cadmio en los ríos Guayas, Daule y Babahoyo, utilizando al caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) como bioindicador y comparando sus concentraciones de cadmio con las halladas en el agua y sedimento.

## Materiales y Métodos

### Área de Estudio

La cuenca del río Guayas es la más grande del país, está formada por la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, estos ríos atraviesan extensas zonas de varias provincias y confluyen en la ciudad de Guayaquil. Se encuentra ubicada en la parte occidental del país, entre los meridianos 78° 36' W - 80° 36' W y los paralelos 00° 14' S - 02° 27' S; tiene una extensión de 33.214 Km<sup>2</sup>, constituye más del 12% de la extensión territorial del Ecuador, es el área más fértil y desde el punto de vista económico la zona más importante, genera aproximadamente el 40% del producto interno bruto. El río Daule posee una longitud de 260 km, recibe agua de los ríos Macul, Puca, Paján, Colimes y Pedro Carbo y aporta aproximadamente el 40% del caudal del río Guayas. El río Babahoyo posee una longitud aproximada de 175 km y a su vez recibe algunos tributarios que en sus cursos inferiores reciben los nombres de Vinces, Balzar, Quevedo, Catarama, Zapotal (Caracol), San Pablo y Yaguachi (Pesantes, 1998; Torres, 2012; Huayamave, 2013).

Se establecieron un total de seis estaciones de muestreo entre los ríos Guayas, Daule y Babahoyo (Figura 2), éstas fueron posicionadas geográficamente usando un GPS portátil modelo Triton (Magellan®) (Tabla 1). En cada estación se fijaron cinco puntos de muestreo con separación de 10 metros entre cada punto. Se colectaron muestras de agua superficial, sedimento y del organismo de estudio (*Pomacea canaliculata*) en período de marea baja entre septiembre de 2014 a octubre de 2015. En cada punto de muestreo se tomaron los parámetros de pH, temperatura y salinidad usando un pHmetro modelo YSI pH10 (EcoSense®) y un refractómetro modelo ATC/mil-E (Atago®) respectivamente.

### Toma de muestras, metodologías aplicadas en laboratorio y análisis de datos.

Se colectaron muestras de agua superficial que fueron conservadas en envases de polietileno de 1000 ml, tratados previamente con HNO<sub>3</sub> al 3% y lavadas con agua ultra pura (COVENIN 2709: 2002). Los sedimentos se tomaron de las orillas en la capa superficial (5-10 cm de profundidad) utilizando una espátula de plástico, éstos fueron conservados en fundas tipo ziploc con cierre hermético (Mero *et al.*, 2012). Las muestras de organismos de *Pomacea canaliculata* se colectaron manualmente utilizando guantes de examinación de nitrilo y fueron conservadas en fundas tipo ziploc con cierre hermético.

Siguiendo la metodología recomendada por Standard Methods (2005): Las muestras de agua al llegar al laboratorio se preservaron añadiendo 1 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado (Merck). Después, las muestras se homogenizaron, se filtraron por triplicado en papel Whatman N° 40.

Los sedimentos se extendieron en una superficie plástica y secaron a temperatura ambiente por 2 semanas aproximadamente. Se disgregaron y tamizaron mediante un tamiz de 71 µm, posteriormente se secaron a 100 ° C en una estufa por 1 hora para eliminar la humedad (Procedimiento específico de ensayo IIRN, 2013). Para detectar la fracción total de cadmio en las muestras de sedimento, se procedió a usar la metodología interna del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IIRN), donde por cada muestra de sedimento se pesó 0,5 gramos por triplicado en tubos de ensayo en una balanza analítica modelo BL210S (Sartorius), se añadió a cada tubo con muestra 5 ml de HNO<sub>3</sub> (Merck), se colocó a cada tubo una contratapa que fue cubierta con cinta de teflón y una tapa rosca para sellarlos herméticamente, fueron llevados a baño maría a 100 ° C por 1 hora, finalmente se filtraron con papel Whatman N° 40 y enrasaron a 50 ml con agua ultrapura.

Para detectar la fracción de Cd biodisponible en sedimentos se pesó un gramo (sedimento seco) por triplicado de cada muestra en una balanza analítica modelo BL210S (Sartorius), se añadió 15 ml de HCl 0,1 N (Merck) por 24 horas, luego se filtró con papel Whatman N° 40 y se enrasó a 50 ml con el mismo ácido (Parra & Espinosa, 2008).

A un total de 70 individuos colectados de *Pomacea canaliculata* se les retiró el cuerpo partiendo la concha con un mortero y teniendo mucho cuidado de no dañarlo, después se colocaron en cápsulas de porcelana y fueron secados en una estufa a 80 ° C durante 48 horas, se trituraron las muestras en un mortero y nuevamente fueron llevadas a la estufa por una hora. Posteriormente se pesó un gramo por triplicado de cada muestra en una balanza analítica modelo BL210S (Sartorius), donde se añadió 3 ml de HNO<sub>3</sub> (Merck) para la digestión en frío durante 3 horas. Finalmente, mediante un plato calentador, a 85 ° C se realizó la digestión en caliente de las muestras hasta la eliminación de humos marrones o rojos, se filtraron a través de papel Whatman N° 40 y se enrasaron a 25 ml con agua ultrapura (Alcívar & Mosquera, 2011).

Las lecturas de cadmio se realizaron por triplicado de cada muestra de agua superficial, sedimento y del organismo de estudio (*Pomacea canaliculata*) en un espectrofotómetro de absorción atómica de llama Perkin Elmer modelo AAnalyst100. Además, se usó blanco de reactivos, calibración del equipo con estándares certificados y material de referencia certificado para sedimento (Tabla 2).

Los cálculos (ppm) se realizaron a través del programa

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas (UTM) por cada estación de muestreo.

Río	Estación	Puntos de Muestreo	UTM	
			X	Y
Guayas	Instituto Nacional de Pesca	INP 1	624089	9755932
Guayas	Instituto Nacional de Pesca	INP 2	624087	9755922
Guayas	Instituto Nacional de Pesca	INP 3	624085	9755912
Guayas	Instituto Nacional de Pesca	INP 4	624283	9755902
Guayas	Instituto Nacional de Pesca	INP 5	624084	9755892
Guayas	Isla Santay	IS 1	624779	9754764
Guayas	Isla Santay	IS 2	624771	9754799
Guayas	Isla Santay	IS 3	624770	9754743
Guayas	Isla Santay	IS 4	625452	9756292
Guayas	Isla Santay	IS 5	625244	9755962
Daule	Mucho Lote 2	ML 1	623294	9771540
Daule	Mucho Lote 2	ML 2	624059	9772471
Daule	Mucho Lote 2	ML 3	623703	9772521
Daule	Mucho Lote 2	ML 4	623563	9772497
Daule	Mucho Lote 2	ML 5	623121	9772417
Daule	Malecón de Daule	MD 1	613265	9794143
Daule	Malecón de Daule	MD 2	613275	9794149
Daule	Malecón de Daule	MD 3	613287	9794155
Daule	Malecón de Daule	MD 4	613298	9794156
Daule	Malecón de Daule	MD 5	613315	9794166
Babahoyo	Ferrocarriles del Ecuador	FE 1	628121	9760724
Babahoyo	Ferrocarriles del Ecuador	FE 2	628114	9760716
Babahoyo	Ferrocarriles del Ecuador	FE 3	628106	9760709
Babahoyo	Ferrocarriles del Ecuador	FE 4	628098	9760702
Babahoyo	Ferrocarriles del Ecuador	FE 5	628090	9760695
Babahoyo	Barrio Guajala	BG 1	634457	9768544
Babahoyo	Barrio Guajala	BG 2	634785	9768946
Babahoyo	Barrio Guajala	BG 3	634798	9768964
Babahoyo	Barrio Guajala	BG 4	634813	9768987
Babahoyo	Barrio Guajala	BG 5	634430	9775133

**Tabla 2.** Condiciones standard para absorción atómica del elemento cadmio.

Longitud de Onda (nm)	Límite de detección (ppm)	Rango Lineal (ppm)	Concentración de comprobación (ppm)	Soluciones Estándar (ppm)	Curvas de calibración (ppm)	Reslope (ppm)
228,8	0,028	2,0	1,5	0,5 - 1,0 - 1,5	0,5 - 1,0 -2,0	1,0

**Tabla 3.** Promedio de variables físico-químicas (temperatura, pH y salinidad). Letras iguales señalan que no hay diferencias estadísticamente significativas según Kruskal Wallis o ANOVA de 1-vía ( $p < 0.05$ ) y test de Tukey.

Río	Temperatura (C°)		pH		Salinidad (°/OO)	
Guayas	27,7±0,07	B	7,23±0,10	B	1,9±0,60	A
Daule	28,7±0,52	A	7,92±0,25	A	0,4±0,60	B
Babahoyo	28,2±0,42	AB	7,68±0,15	AB	0	B

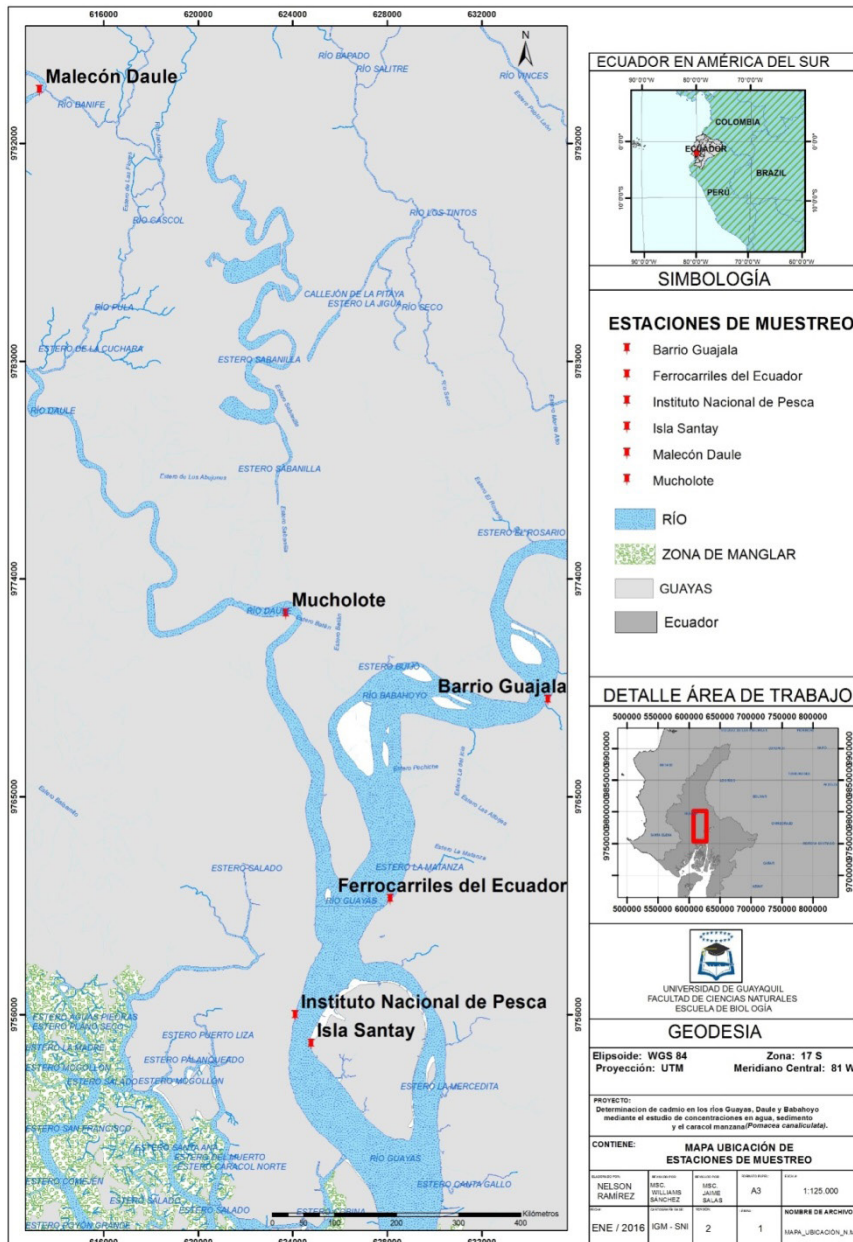


Figura 2. Área de estudio

Excel utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{ppm} = \frac{\text{pm en solución muestra (Lectura del equipo)} \times \text{Volumen Masa}}{\text{Masa}}$$

Se determinó la normalidad de los datos utilizando una prueba de Anderson-Darling. Se comparó las medias de las concentraciones de Cd por cada muestra de agua, sedimentos y *Pomacea canaliculata* en los distintos sitios de muestreo. Así también, se realizó una prueba de igualdad de varianzas (homocedasticidad de Levene). Después, para comparar las medias de

las concentraciones de Cd en los distintos sitios de muestreo se aplicó ANOVA de una vía, con  $p < 0.05$  como valor significativo y un test a posteriori de Tukey.

Para estudiar la correlación de los parámetros físico-químicos sobre la concentración de Cd en agua, sedimento y el organismo de estudio (*Pomacea canaliculata*), se realizó un test paramétrico de Pearson y se construyó una matriz de datos para realizar un análisis de componentes principales de correlación (ACP).



Todas las pruebas estadísticas se realizaron usando el programa MINITAB versión 17.0.

## Resultados

Las concentraciones de cadmio detectadas en agua fueron:  $0,011 \pm 0,002$  ppm para Guayas,  $0,011 \pm 0,003$  ppm para Daule (Figura 3). Comparativamente, no existe diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones halladas de los ríos Guayas y Daule. En cambio, para Babahoyo no se detectó concentración alguna de Cd en agua.

Las concentraciones de cadmio total en sedimento no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los ríos: Guayas ( $1,491 \pm 0,168$  ppm), Daule ( $1,922 \pm 0,581$  ppm) y Babahoyo ( $1,997 \pm 0,361$  ppm) (Figura 4).

Se encontró concentraciones biodisponibles de cadmio con diferencias estadísticamente significativas entre sí:  $0,733 \pm 0,114$  ppm para Guayas,  $0,301 \pm 0,057$  ppm para Daule y  $0,061 \pm 0,071$  ppm para Babahoyo (Figura 5).

Los promedios de temperatura determinados por cada río fueron:  $27,7 \pm 0,07^\circ\text{C}$  ( $27,2^\circ\text{C}$  Min.,  $28,8^\circ\text{C}$  Max.) para Guayas,  $28,7 \pm 0,52^\circ\text{C}$  ( $27,9^\circ\text{C}$  Min.,  $30,6^\circ\text{C}$  Max.) para Daule y  $28,2 \pm 0,42^\circ\text{C}$  ( $27,2^\circ\text{C}$  Min.,  $30,2^\circ\text{C}$  Max.) para Babahoyo. Los promedios obtenidos en Guayas y Daule presentaron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 3).

La salinidad fue tomada en bajamar y en época seca presentándose en promedios de:  $1,9 \pm 0,60^\circ/\text{OO}$  (Guayas),  $0,4 \pm 0,60^\circ/\text{OO}$  (Daule) y  $0^\circ/\text{OO}$  (Babahoyo) (Tabla 3), observándose diferencias estadísticamente significativas.

El pH promedio presentó diferencias estadísticamente significativas entre los ríos Guayas y Daule:  $7,23 \pm 0,10$  (Guayas),  $7,92 \pm 0,25$  (Daule) y  $7,68 \pm 0,15$  (Babahoyo) (Tabla 3).

En *Pomacea canaliculata* se halló concentraciones considerables de cadmio que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los ríos: Guayas ( $1,221 \pm 0,751$  ppm), Daule ( $0,954 \pm 0,602$  ppm) y Babahoyo ( $0,738 \pm 0,598$  ppm) (Figura 6).

El análisis de componentes principales dio a conocer que no existe correlación entre los parámetros físico-químicos y las concentraciones de Cd en la especie de estudio, y que, por el contrario, se observó correlación entre las concentraciones de Cd biodisponible, Cd en agua y en la especie en estudio (Figura 7). De igual manera, se realizó un análisis de correlación de Pearson, el cual comprobó que existe correlación entre las concentraciones de Cd en agua y en *Pomacea canaliculata* ( $r^2=0,502$ ,  $p=0,006$ ), concentraciones biodisponibles de Cd en sedimento y concentraciones de Cd agua ( $r^2=0,768$ ,  $p=0,000$ ),

finalmente concentraciones biodisponibles de Cd en sedimento y concentraciones de Cd en *Pomacea canaliculata* ( $r^2=0,528$ ,  $p=0,004$ ), por lo que se indica que a mayor concentración de Cd biodisponible en sedimento - mayor será la concentración de Cd en agua y en el organismo de estudio (Figura 8).

## Discusión

El Anexo 1 - Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental del Ministerio del Ambiente del Ecuador (TULSMA) establece 0.001 ppm como el límite máximo permitido para el Cd, dentro de los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario. En este estudio, se determina que las concentraciones de Cd obtenidas en los ríos Guayas y Daule superan 11 veces al límite máximo establecido en el TULSMA. De manera similar, las concentraciones excedieron los límites máximos expuestos en la Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (0.00009 ppm) y la National Oceanic and Atmospheric Administration o NOAA (0.002 ppm), en 122 veces y 5,5 veces, respectivamente. Así también, los resultados obtenidos en el agua se hallaron dentro del rango de concentración de Cd en muestras de aguas obtenidas del río Mazán, de 0,005-0,5 ppm (Cuenca-Ecuador), publicado por Hewitt & Candy (1990), los cuales indican que las partículas de cadmio llegan al medio acuático debido a la influencia de emisiones vehiculares y no de una fuente antropogénica directa, la cual no existe en dicho río. Sin embargo, el caso es distinto en el río Guayas, ya que el Cd podría provenir de las aguas residuales urbanas e industriales que se vierten sin ningún tratamiento y en el río Daule quizás se deba a la intensa actividad agrícola que se desarrolla en sus riberas, la cual estaría aportando agroquímicos contaminados con metales pesados.

La normativa ambiental vigente del estado ecuatoriano no posee criterios de calidad admisibles y límites máximos permitidos para el elemento cadmio en sedimentos, por lo que las concentraciones de cadmio total halladas en sedimento se compararon con el límite permitido de 0,6 ppm de Cd para sedimentos en aguas dulces de la Canadian Environmental Quality Guidelines, superándolos en 2,48 veces (Guayas), 3,20 veces (Daule) y 3,32 veces (Babahoyo), respectivamente. A su vez, también están muy por encima del rango permitido para Cd de 0,1 - 0,3 ppm en sedimentos de aguas dulces propuesto por la NOAA en: 14, 1 veces (Guayas), 19,22 veces (Daule) y 19,97 veces (Babahoyo), respectivamente. Así mismo, estos resultados son de gran importancia ya que según Arcos y Castro (2005), los sedimentos actúan como un reservorio para los compuestos metálicos de forma insolubles que dependiendo de las condiciones físico-químicas podrían transformarse en biodisponibles y convertirse en una fuente de contaminación.

Según Brunetti *et al.* (2009), el cadmio puede subir a través de la columna de agua y ser bioacumulado

llegando a biomagnificarse, debido a que el mismo se libera de las arcillas de los sedimentos al cual está retenido mediante diversos factores medio ambientales y por su comportamiento químico. Con lo antes mencionado, es necesario que se estudie concentraciones biodisponibles de Cd en el sedimento, para conocer si el Cd de verdad se encuentra en fracciones biodisponibles para la biota.

En cuanto a temperatura, solo se pudo observar diferencias estadísticamente significativas entre los ríos Guayas y Daule, denotando que estos valores se relacionan con las variaciones de temperatura medioambientales, debido a que los valores fueron tomados *in situ* durante la época seca.

Se registró un promedio alto de salinidad en el río Guayas, éste quizás se debe a que cerca de las estaciones de muestreo se encuentran varaderos de barcos y tuberías de descargas de aguas residuales domésticas e industriales y a su vez, también los puntos de muestreo se encuentran muy cerca al estuario del río Guayas. En las zonas donde se detectó mayor salinidad también se detectaron los valores más altos de Cd biodisponible, hecho que coincide con lo reportado por García & Dorronsoro (2005), quienes señalan que al aumentar la salinidad incrementa la biodisponibilidad del Cd, debido a que los cationes asociados a las sales pueden reemplazar a los metales en los lugares de adsorción y los cloruros pueden generar complejos solubles con el Cd.

El cadmio al ser considerado el más móvil y biodisponible de los metales en sedimento presenta un alto grado de importancia debido a que el ion cadmio predomina en un pH inferior a 6,5 como sulfato de cadmio o cloruro de cadmio, además en sedimentos con  $\text{pH} < 8$  y bajo condiciones oxidantes el Cd está principalmente en forma de iones intercambiables y carbonatos (Rosas, 2000; Pozo, Sanfeliu y Carrera, 2011), esto hace resaltar que el Cd es uno de los elementos químicos que presenta mayores proporciones de iones intercambiables, por lo que quizás el cadmio influiría de esta manera en el área de estudio.

La idea de usar al caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) como bioindicador de cadmio se basa en bioensayos de laboratorio, donde se demostró que era capaz de acumular concentraciones de Zn, Ba, Fe, U, Br, As, Se, Hg, Cr, Mn, Sb, Cu y Zn; así mismo, se ha detectado que puede llegar a acumular altas concentraciones de Pb halladas en individuos muestreados en campo, pudiendo ser usado como biomonitor de contaminación por metales en sedimento (Losussachan, 2006; Peña & Pocsidio, 2008; Dumme *et al.*, 2012; Vega *et al.*, 2012). No obstante, ninguno de los estudios mencionados anteriormente ha detectado concentraciones de cadmio en *Pomacea canaliculata*. Lamentablemente, *Pomacea canaliculata* en Ecuador es considerado una especie invasora y muy destructiva para los agricultores que poseen parcelas de cultivo cercanas a las riberas de los

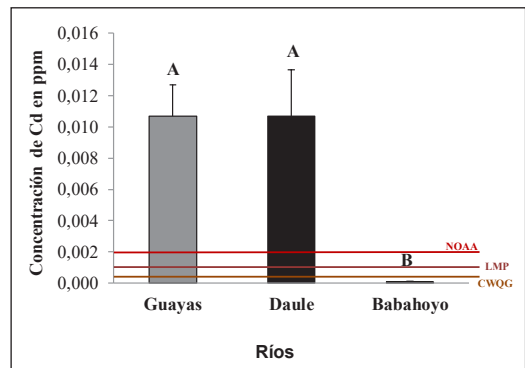


Figura 3. Concentraciones de Cd en agua superficial por cada río: Guayas (plomo), Daule (negro) y Babahoyo (café, imperceptible). LMP: Limite máximo permisible según TULSMA, CWQG: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando la Media  $\pm$  DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ( $p < 0.05$ ) y test de Tukey.

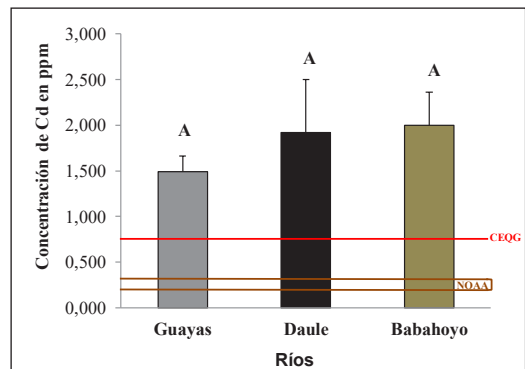
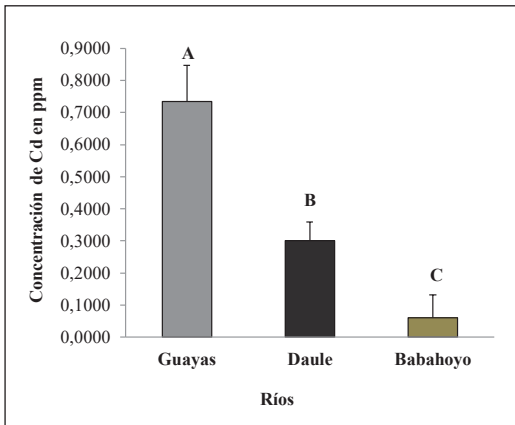


Figura 4. Concentraciones totales de Cd en sedimento por cada río: Guayas (plomo), Daule (negro) y Babahoyo (café). CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines, NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando la Media  $\pm$  DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ( $p < 0.05$ ) y test de Tukey.

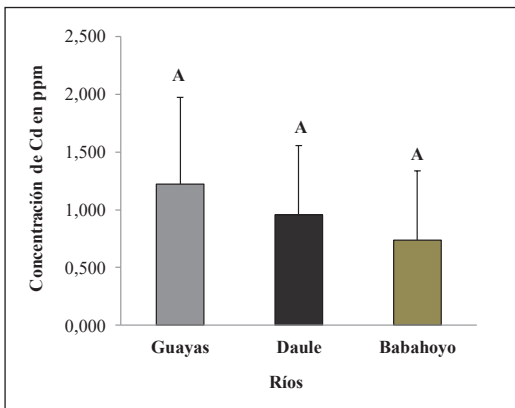
ríos Guayas, Daule y Babahoyo, pero al ser un especie común en el área de estudio debería ser tomado en cuenta, debido a que todo organismo es indicador de las condiciones del medio en el cual se desarrolla y habita, porque su existencia en un espacio y momento determinados responde a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales (Layana, 2013). Finalmente, lo mencionado demuestra que *Pomacea canaliculata* es un bioindicador bueno y confiable de la presencia de Cd dentro del área de estudio.

## Conclusiones

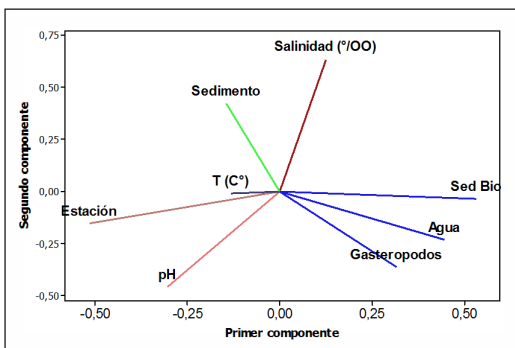
Se detectaron concentraciones considerables de cadmio en *Pomacea canaliculata* dentro del área de



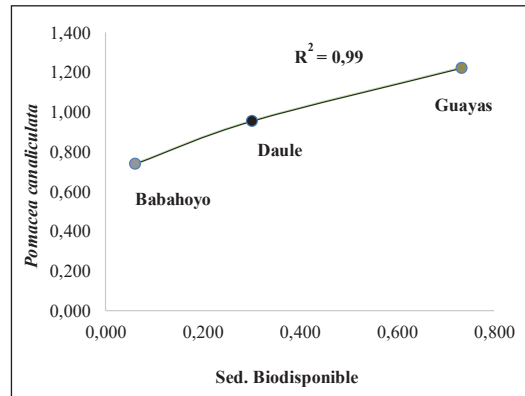
**Figura 5.** Concentraciones promedio de Cd biodisponible en sedimento por cada río: Guayas (plomo), Daule (negro) y Babahoyo (café). Los resultados obtenidos se presentan como barras representando la Media  $\pm$  DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ( $p < 0.05$ ) y test de Tukey.



**Figura 6.** Concentraciones promedio del organismo de estudio (*Pomacea canaliculata*) por cada río: Guayas (plomo), Daule (negro) y Babahoyo (café). Los resultados obtenidos se presentan como barras representando la Media  $\pm$  DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ( $p < 0.05$ ) y test de Tukey.



**Figura 7.** Representación de componentes principales y su correlación entre las concentraciones (Cd) de agua, sedimentos biodisponibles y el organismo de estudio (*Pomacea canaliculata*).



**Figura 8.** Correlación lineal resultante entre las concentraciones de Cd obtenidas de sedimentos biodisponibles y el organismo de estudio (*Pomacea canaliculata*).

estudio, demostrando ser un excelente bioindicador de la presencia y de contaminación por este elemento.

Los valores promedio de concentraciones de Cd en agua de los ríos Guayas y Daule sobrepasan los valores máximos permisibles según las normas ecuatorianas, canadienses y la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) respectivamente.

Los promedios en concentraciones totales de Cd obtenidos por cada río (Guayas, Daule y Babahoyo) exceden los límites máximos permitidos en la norma canadiense y en la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Se presentaron concentraciones biodisponibles de cadmio en niveles considerables en el área de estudio, demostrándose así que en esta forma los metales pesados ingresan a las cadenas tróficas.

Todos los valores obtenidos de cadmio en agua, sedimentos (concentraciones totales y biodisponibles) y en *Pomacea canaliculata* proporcionan antecedentes primarios (línea base) para comparar a futuro con otros estudios realizados con este metal pesado.

## Recomendaciones

Continuar con la evaluación de cadmio dentro del área de estudio dado el impacto que puede generar a la salud y su posible incorporación a la cadena trófica y crear planes de monitoreo anuales para controlar la contaminación.

Realizar futuros estudios con otros metales pesados (Hg, Cr, Ni, Pb, As) en agua y sedimentos (totales y biodisponibles) dentro del área de estudio.

Se sugiere realizar estudios en concentraciones biodisponibles con otros metales pesados (Pb, Hg, Cr, Ni, As, Sb) en sedimento dentro del área de estudio, debido a que de esta manera se puede saber si éstos están incidiendo directamente en la biota.

Realizar otros estudios en *Pomacea canaliculata* en diversos metales pesados aparte del cadmio, como: Hg, Pb, Ni, As, Sb, Cr, dada su capacidad como bioindicador.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Sr. Oswaldo Álvarez Amores, egresado de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, durante el período de colección de las muestras.

## Referencias

- Alcívar, M. y Mosquera, J. 2011. Concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el Estero Salado (Guayaquil). *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales* 5: 28 - 40.
- Arcos, V. y Castro, R. 2005. Metales pesados en agua, sedimentos y organismos. *Revista de Ciencias Naturales y Ambientales*, 1 (1): 103 - 120.
- Báez, P., Letelier, S., Rojas, G., Rebollo, A., Martínez, A. y Paredes, P. 2013. Patrimonio natural acuático y bioseguridad en los humedales costeros del semiárido de Chile: reflexiones para un estudio de caso, el caracol exótico *Pomacea canaliculata*. *Gestión Ambiental*, 26: 51-63. [http://ceachile.cl/revista/cdn\\_numero26/4\\_GA\\_26\\_2013\\_Baez.pdf](http://ceachile.cl/revista/cdn_numero26/4_GA_26_2013_Baez.pdf). (Consultado Mayo 27, 2015).
- Brunetti, P., Soler-Rovira, G., Farrag, K. y Senesi, N. 2009. Tolerance and accumulation of heavy metals by wild plant species grown in contaminated soils in Apulia region, Southern Italy. *Plant Soil*, 318: 285-298.
- Bryan, G.W., Langston, W.J., Hummerstone, L.G. 1980. The use of biological indicators of heavy metal contamination in estuaries: with special reference to an assessment of the biological availability of metals in estuarine sediments from south - west Britain. *Occ Publ Mar Biol Ass UK*, 1: 1 - 73
- Cazzaniga, N.J. 1990. Sexual dimorphism in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Veliger*, vol. 33, No. 4: 390 - 394.
- Cowie, R. 2006. Apple snail as agricultural pests: their biology, impacts and management. Honolulu. Hawái.
- Dekov, V.M., Araujo, F. Van Grieken, R. y Subramanian, V. 1998. Chemical composition of sediments and suspended matter from the Cauvery and Brahmaputra (India). *The Science of the Total Environment*, 212: 89 - 105.
- Dumme, V., Kruatrachue, M., Trinachartvanit, W., Tanhan, P., Pokethitiyook, P., Damrongphol, P. 2012. Bioaccumulation of heavy metals in water, sediments, aquatic plant and histopathological effects on the Golden Apple snail in Beung Boraphet reservoir, Thailand. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 86: 204 - 212. Doi:10.1016/j.ecoenv.2012.09.018. (Consultado Abril 14, 2015).
- Förstner, U. y Wittmann, G.T.W. 1981. Heavy metal pollution in the aquatic environment (2nd Ed.). Spring - Verlag. Berlín. Heidelberg. New York, pp. 486.
- García, I. y Dorronsoro, C. 2005. Contaminación por metales pesados. En: Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola.
- Ghesquiere, S. 2007. The Apple snail Website. <http://applesnail.net/> (Consultado Abril 14, 2015).
- Gobierno de Aragón - Departamento de Medio Ambiente. "*Pomacea canaliculata*. Caracol Manzana". s.f. [http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/06/docs/%C3%81reas/Biodiversidad/EspecExotInvasor/FichasEspeciesInvasorasFauna/Invertebrados/CARACOL\\_MANZANA.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/06/docs/%C3%81reas/Biodiversidad/EspecExotInvasor/FichasEspeciesInvasorasFauna/Invertebrados/CARACOL_MANZANA.pdf). (Consultado Abril 4, 2015).
- Hewitt, C.N. & Candy, G.B. 1990. Soil and Street Dust Heavy Metal Concentrations in and around Cuenca, Ecuador. *Environmental Pollution*, 63: 129 - 136.
- Huayamave, J. 2013. Estudio de las aguas y sedimentos del río Daule, en la provincia del Guayas, desde el punto de vista físico químico, orgánico, bacteriológico y toxicológico. (Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).
- Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IIRN). 2013. Procedimiento específico de ensayo, determinación de metales pesados en sedimentos por espectrofotometría de absorción atómica. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.
- Kimbrough, K L., W. E. Johnson, G., G. Lauenstein, J., D. Christensen y D. A. Apeti. 2008. An Assessment of two decades of contaminants monitoring in the nation's coastal zone. *Silver Spring, MD. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 74*, 2008: 105 pp.
- Layana, E. 2013. Estudio de la Calidad del Agua del río Babahoyo y sus afluentes: Índice Saprobio. Universidad de Guayaquil.
- Losussachan, W. 2006. Accumulation and distribution of heavy metals in water, sediment, *Pomacea canaliculata* and some fish species in the Phi Lok canal system, Samut Songkhram province. (Tesis de Maestría en Ciencias, Mahidol University). <http://www.etm.sc.mahidol.ac.th/thesis/index.asp?ls=gp&group=9&sort=desc>. (Consultado Noviembre 21, 2015).
- Mero, M. 2010. Determinación de metales pesados (Cd y Pb) en moluscos bivalvos de interés comercial de cuatro esteros del golfo de Guayaquil. (Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil).
- Mero, M., Arcos, V., Egas, F., Siavichay, R. & Lindao, G. 2012. Determinación de metales pesados (Cd y Pb) en moluscos bivalvos de interés comercial *Anadara tuberculosa* y *A. grandis* de Puerto El Morro, Ecuador. *Revista de Divulgación de La Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos de La Universidad de Guayaquil*. 4 (4), 19-32
- Olavarría, Y. 2007. Determinación de trazas de cadmio en cholga (*Aulacomya ater*), chorito (*Mytilus chilensis*) y ostra chilena (*Ostrea chilensis*) en la zona de Chiloé. (Hueihue). (Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar de Químico Farmacéutico, Universidad Austral-Chile).
- Parra, J. y Espinosa, L. 2008. Distribución de metales pesados (Pb, Cd y Zn) en perfiles de sedimento asociado a *Rhizophora mangle* en el río Sevilla, Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 37(1), 95-110.
- Peña, S. y Pocsidio, G. 2008. Accumulation of copper by Golden apple snail *Pomacea canaliculata* Lamarck. *Philippine Journal of Science*, 137 (2): 153 - 158. <http://philjournalsci.dost.gov.ph/vol137no2/pdfs/accumulation%20of%20copper%20by%20golden%20apple%20snail.pdf>. (Consultado Abril 9, 2015).
- Pesantes, F. 1998. Algunas características geográficas y oceanográficas del estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo durante 1994 - 1996. *Instituto Nacional de Pesca*, Guayaquil, Ecuador, pp. 5 - 13.
- Phillips, D. y Rainbow, P. 1993. *Biomonitoring of trace aquatic contaminants*. New York: Elsevier.
- Pozo, W., Sanfeliu, T. y Carrera, G. 2011. Metales pesados en humedales de arroz en la cuenca baja del río Guayas. *MASKANA*, 2 (1): 17 - 30.
- Ramírez, A. 2002. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales de la Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 63 (1): 51 - 64.
- Rosas, H. 2000. Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6978>. (Consultado Octubre 9, 2014).

- Rosas, H. 2005. Contaminación de sedimentos del río Anoia por metales pesados (Barcelona - España). Investigación & Desarrollo, 5: 75 - 89. <http://www.upb.edu/sites/default/files/7RosasN5.pdf> (Consultado Octubre 8, 2014).
- Ruiz, J. (Ed.). 2003. *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. pp. 275 - 280. [https://www.academia.edu/2159057/QU%C3%8DMICA\\_DIVERTIDA\\_EXPERIENCIAS\\_DE\\_C%C3%81TEDRA\\_QU%C3%8DMICA\\_PARA\\_ESTUDIANTES\\_DE\\_NIVEL\\_MEDIO](https://www.academia.edu/2159057/QU%C3%8DMICA_DIVERTIDA_EXPERIENCIAS_DE_C%C3%81TEDRA_QU%C3%8DMICA_PARA_ESTUDIANTES_DE_NIVEL_MEDIO). (Consultado Octubre 29, 2014).
- Solano, J. 2009. Simulación, evaluación y diagnóstico de la contaminación de las aguas del río Guayas, desde el extremo sur del Malecón 2000 (2° 12' Latitud Sur) hasta el estero Cobina (2° 15' 30'' Latitud Sur), aplicando el modelo exams y recomendaciones. (Tesis de Maestría, ESPOL).
- Suárez, P. & Zambrano, I. 1997. Influencia de la contaminación por vertientes industriales terrestres sobre el río Guayas en La Grilla de latitud 02° 12' Sur - 02° 14' Sur entre la ciudad de Guayaquil y la isla Santay. (Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniero Civil, ESPOL. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 2005. Edición 21.
- Torres, J. 2012. Fortalecimiento de la institucionalidad para la Gestión Integrada de la subcuenca del río Daule, Prefectura del Guayas - Dirección de Medio Ambiente. pp. 1 - 4.
- Vega, I. A., Arribére, M. A., Almonacid, A. V., Ribeiro Guevara, S. y Castro-Vásquez, A. 2012. Apple snails and their endosymbionts bioconcentrate heavy metals and uranium from contaminated drinking water. *Environ Sci Pollut Res.*, 19: 3307-3316. DOI 10.1007/s11356-012-0848-6. (Consultado Octubre 29, 2015).

## Distribución per cápita del agua en el Ecuador

### Distribution per capita of water in Ecuador

Campos Antonio<sup>1,\*</sup>, Banda Richard<sup>2</sup>, Sinichenko E.-K.<sup>3</sup> & Gritsuk I.-I.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Carrera de Ingeniería Civil, Av. Urbina y Che Guevara, Tel. (593-05) 2632677 - 2632692; Fax: (593-05) 2651569

<sup>2</sup> Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Escuela de Ingeniería Geológica y Ambiental, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanka Marengo. Tel. (593-04) 3080777.

<sup>3</sup> Universidad de la Amistad de los Pueblos de Rusia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Hidráulica y Obras Hidrotécnicas, Ordzhonikidze 3, Moscú, Rusia, 115419. Tel./Fax +7 (495) 9520829. engr@pochta.rudn.ru, rks47@mail.ru

<sup>4</sup> Academia de Ciencias de Rusia, Instituto de Problemas Hídricos, Gubkina 3, Moscú, Rusia, 119333, Tel. +7 (499) 1355456 - 1350427 - 1357201; Fax: +7 (499) 1355415. grizli2881@mail.ru

Recibido 12 de enero 2016; recibido en forma revisada 22 de mayo 2016, aceptado 4 de junio 2016  
Disponibile en línea 30 de junio 2016

#### Resumen

Se describe la disponibilidad de agua a nivel mundial para luego concretar en las estimaciones a nivel per cápita en el territorio continental ecuatoriano al año 2016. Para el estudio se tomó como base los caudales modulares estimados por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) y los datos poblacionales del Censo de Población y Vivienda realizado en Ecuador en el año 2010. El estudio demostró que la disponibilidad de agua global por habitante se encuentra dentro del rango propuesto por el Banco Mundial, sin embargo, la repartición real es inequitativa y deficiente, sobre todo en la provincia de Manabí y otras regiones de la costa ecuatoriana, cuyos ríos sólo se alimentan de las precipitaciones en el período de lluvias.

**Palabras clave:** Agua, Ecuador, Hidrogeología, caudales modulares, déficit hídrico.

#### Abstract

The availability of water at global scale and the estimation of this resource per capita in the Ecuadorian mainland until 2016 are described. This paper is supported on the modular volumes estimated by the The National Water Secretary of Ecuador (SENAGUA) and the population data from the Census of Population and Housing conducted in Ecuador in the year 2010. The study showed that the overall availability of water per capita is within the range proposed by the World Bank; however, the present distribution is inequitable and deficient, especially in the province of Manabí and other regions of the coast of Ecuador, whose rivers are fed only by the rainfalls during the rainy season.

**Keywords:** Ecuador, hydrogeology, modular flows, hydric deficit, water.

#### Introducción

El agua existe en la Tierra en el espacio llamado la hidrosfera, que se extiende aproximadamente 1.50 km en la atmósfera, y cerca de 1 km hacia abajo en la corteza terrestre, donde ésta se mueve a través de un laberinto denominado ciclo del agua.

El agua se evapora de la superficie del océano y de la tierra para convertirse en parte de la atmósfera; donde se condensa para luego precipitarse a la tierra en forma de lluvia o nieve.

Del agua dulce de la Tierra, alrededor de 2 - 3 partes del total, se encuentra contenida en el hielo polar, y la gran parte del volumen restante, se presenta en forma de aguas subterráneas, localizadas a una profundidad de 200 a 600 metros, en concordancia con las investigaciones y estimaciones hidrogeológicas realizadas. Por debajo de esta profundidad, la mayor parte del agua subterránea es salina, sólo el 0.006% del agua dulce está contenida en los ríos. El agua biológica, es decir, aquella contenida en los tejidos de las plantas y los animales, es de aproximadamente 0,003% de toda el agua dulce, que es la mitad del

\* Correspondencia del autor:  
E-mail: acampos@utm.edu.ec



volumen contenido en los ríos (Danilov-Danilyan, 2006).

Según los cálculos realizados por la UNESCO en 1978, la cantidad total de agua en la Tierra es de 1,385'984,610 km<sup>3</sup>, de los cuales sólo 35'029,210 km<sup>3</sup> son de agua dulce, lo cual equivale al 2,53%. El volumen total aproximado de agua dulce contenido en los ríos es de aproximadamente 2,115.00 km<sup>3</sup>. Su distribución por continentes depende de las condiciones geográficas y climáticas (Ismayilov & Perminov, 2013).

Un reservorio singular de agua dulce, a nivel mundial, es el lago Baikal, el cual es de origen tectónico y se encuentra ubicado en la parte sur de Siberia Oriental. Su contenido de agua es 11 veces mayor al existente en todos los ríos del mundo, es decir, 23,000 km<sup>3</sup>. La mayor profundidad del lago Baikal es 1,741 km, por lo que se lo considera como el lago más profundo del mundo con agua dulce de la mejor calidad. El lago se formó en una profunda fosa tectónica en la corteza terrestre, misma que tiene la posibilidad de seguir creciendo.

La mayor parte de agua dulce se encuentra en América del Sur y las islas de Oceanía (Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Tasmania, etc.), donde la escorrentía anual para 1 km<sup>2</sup> de superficie, ha sido estimada en 661,000 y 1'556,000 m<sup>3</sup>, respectivamente. En este ámbito, Australia es la zona que tiene menor disponibilidad de agua dulce, misma que ha sido calculada en 39,000 m<sup>3</sup>/año por kilómetro cuadrado. La Antártida ocupa un lugar especial, ya que en esta zona de la Tierra, los ríos no fluyen, encontrándose el agua dulce en forma de hielo y se ha llegado a estimar que ésta constituye el 62% del agua dulce de todo el planeta (Markov, 2004).

América del Sur tiene una superficie de 17,8 millones de km<sup>2</sup>, con una densidad poblacional de 10 personas por kilómetro cuadrado. Se encuentra inscrita en la dirección meridional, rodeada perimetralmente por grandes extensiones de agua de los océanos Pacífico y Atlántico. A lo largo de la margen occidental del continente se extiende la denominada Cordillera de los Andes, misma que sirve de barrera en el movimiento de las masas de aire, desempeñando un importante papel en la transferencia de humedad en la zona oriental.

La característica principal de la distribución de la precipitación en América del Sur, consiste en que una gran parte de su territorio, debido al efecto de apantallamiento de la Cordillera de los Andes, se encuentra humedecido por una precipitación cuya suma anual sobrepasa 1,600mm.

La mayor parte de la precipitación cae en el área de gran altitud orográfica (8000 mm, al sur de Chile y al norte de Colombia), y la menor, en la zona costera estrecha del Pacífico, entre 12 y 280 mm (Dublyansky & Oliferov, 2005).

El objetivo del presente estudio consiste en determinar la disponibilidad de agua dulce per cápita para la parte continental del Ecuador, esto es para las regiones Costa, Sierra y Oriente.

## Materiales y Métodos

El Ecuador es un país que se distingue por poseer 4 regiones bien diferenciadas por sus características climáticas: Costa, Sierra, Oriente y Región Insular, con una superficie total de 283,560 km<sup>2</sup>. El país se compone de 24 provincias, cada una con su correspondiente codificación; en la **Costa** se tiene 6: 07 El Oro, 08 Esmeraldas, 09 Guayas, 12 Los Ríos, 13 Manabí y 24 de Santa Elena; en la **Sierra**, 11: 01 Azuay, 02 Bolívar, 03 Cañar, 04 Carchi, 05 Cotopaxi, 06 Chimborazo, 10 Imbabura, 11 Loja, 17 Pichincha, 18 Tungurahua y 23 de Santo Domingo de los Tsáchilas; en el **Oriente**, 6: 14 Morona Santiago, 15 Napo, 16 Pastaza, 19 Zamora Chinchipe, 21 Sucumbíos y 22 Orellana; y, en la **Región Insular**, 1: 20 Galápagos (Figura 1).

Los ríos más grandes de la Costa son Esmeraldas y Guayas. La Cordillera de los Andes se constituye en la divisoria (parteaguas) de las vertientes del Pacífico y del Amazonas. Los principales ríos de la región oriental son: Pastaza, Putumayo, Napo y Aguarico (Figura 2).

Para la administración de los recursos hídricos en lo relacionado al control, uso, gestión, diseño y construcción de infraestructura hidráulica, el país está dividido en nueve sistemas hidrográficos llamados demarcaciones hidrográficas (Figura 2).

El concepto de *demarcación hidrográfica* está enlazado con el de *cuenca hidrográfica*, sólo que, a mayor escala, una demarcación hidrográfica está conformada por varias cuencas hidrográficas que pertenecen a una misma red de drenaje.

Con la creación de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), por decreto presidencial Nro. 1088 del 15 de mayo de 2008, desaparecieron las instituciones que regionalmente venían administrando lo relacionado con el desarrollo de recursos hídricos, tales como la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE), la Corporación Reguladora de los Recursos Hídricos de Manabí (CRM), Comisión de Desarrollo para Chone, Flavio Alfaro, El Carmen, Pedernales y Sucre (CEDEM), entre otras.

Dentro de las primeras actividades desarrolladas por SENAGUA, a quien se le atribuyó las competencias de las desaparecidas instituciones, fue hacer un inventario de la infraestructura y de los recursos hídricos existentes, para lo cual el país fue dividido en cuencas hidrográficas según la metodología Pfafstetter, las mismas que después, se las clasificó en 9 grupos, que llegaron a constituirse en las llamadas "Demarcaciones hidrográficas".

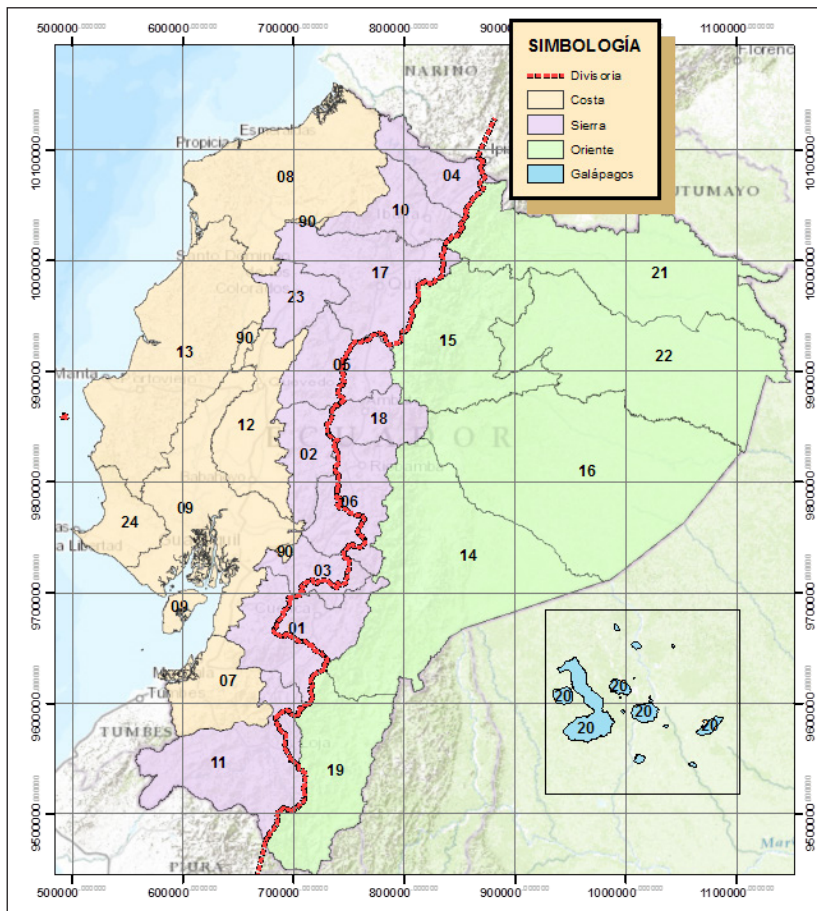


Figura 1. División política del Ecuador  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

Al oeste de la divisoria de vertientes se encuentran 6 demarcaciones, cuyos ríos descargan al océano pacífico, las cuales son: Mira, Esmeraldas, Manabí, Guayas, Jubones y Puyango-Catamayo; y, las 3 demarcaciones restantes: Napo, Pastaza y Santiago, están en la parte oriental del país, y sus ríos pertenecen a la vertiente del río Amazonas.

Todos los ríos del Ecuador, excluyendo a los de la Demarcación Hidrográfica de Manabí, reciben aporte del agua de los glaciares de la cordillera de los Andes. Por esta razón los ríos de Manabí prácticamente se secan en los meses de estiaje.

Debido a su ubicación geográfica, en Ecuador existen dos periodos climáticos bien diferenciados: el lluvioso y el seco, comúnmente llamados por la población, invierno y verano, respectivamente. El período lluvioso dura de 5 a 6 meses, de diciembre a abril o mayo y se caracteriza por lluvias constantes con incremento de la temperatura, mientras que, en el seco, de junio a noviembre, las lluvias son escasas y la temperatura descende.

Como información base para el desarrollo de la investigación, se tiene: 1) Caudales Modulares estimados la Secretaría del Agua (SENAGUA) en 2008; 2) Censo de Población y Vivienda del Ecuador del 28 de noviembre del 2010.

Sobre la base de datos de lluvias y las superficies de cuencas y microcuencas hidrográficas, SENAGUA efectuó una primera estimación de la repartición del agua por unidad de área (1 km<sup>2</sup>), que es lo que se conoce como *caudales modulares* (Cuenca, 2008) (Figura 3).

La disponibilidad de agua por habitante fue estimada en función de los indicados caudales modulares y de la población asentada. La población empleada en los cálculos fue tomada del Censo Poblacional realizado en 2010, misma que fue proyectada al 2016. Para dicha proyección, de acuerdo a lo estimado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se tomó como una tasa de crecimiento demográfica intercensal anual de 1.52% (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015). El estudio fue llevado a cabo en el período noviembre de 2013 a enero de 2016.





Figura 2. Demarcaciones hidrográficas del Ecuador y ríos principales  
 Fuente: Secretaria Nacional del Agua -SENAGUA

Para la estimación de la disponibilidad de agua anual por habitante, los autores de la presente investigación elaboraron la siguiente fórmula, basados en técnicas similares (Materón, 1991) usadas para el diseño de sistemas de agua potable, en lo que a estimación de demanda se refiere:

$$D = \frac{P Q A G}{T} \quad (1)$$

Donde:

- D, Disponibilidad anual de agua, m<sup>3</sup>/hab./año
- P, Población asentada en la zona de análisis, habitantes
- Q, Caudal modular en la zona de análisis, l/s/km<sup>2</sup>
- A, Área de la zona de análisis, km<sup>2</sup>
- G, Garantía hídrica, %
- T, Tiempo medido en 1 año, segundos

En la fórmula (1) la garantía hídrica G es un factor de seguridad expresado en porcentaje, misma que considera el porcentaje asegurado de la provisión de un todo.

En el caso de la escorrentía, ésta puede disminuir por la infiltración del suelo, por la cobertura vegetal, por las obras para el almacenamiento del agua, como son las represas, reservorios, albardas, evaporación, entre otras.

Debido a que la investigación se inscribe en todo el territorio nacional continental ecuatoriano, y tomando como base los datos contenidos en normas ex IEOS vigentes, se adopta una garantía del 60%, misma que se obtuvo como una media aplicable a los valores más críticos (SSA & IEOS, 2015).

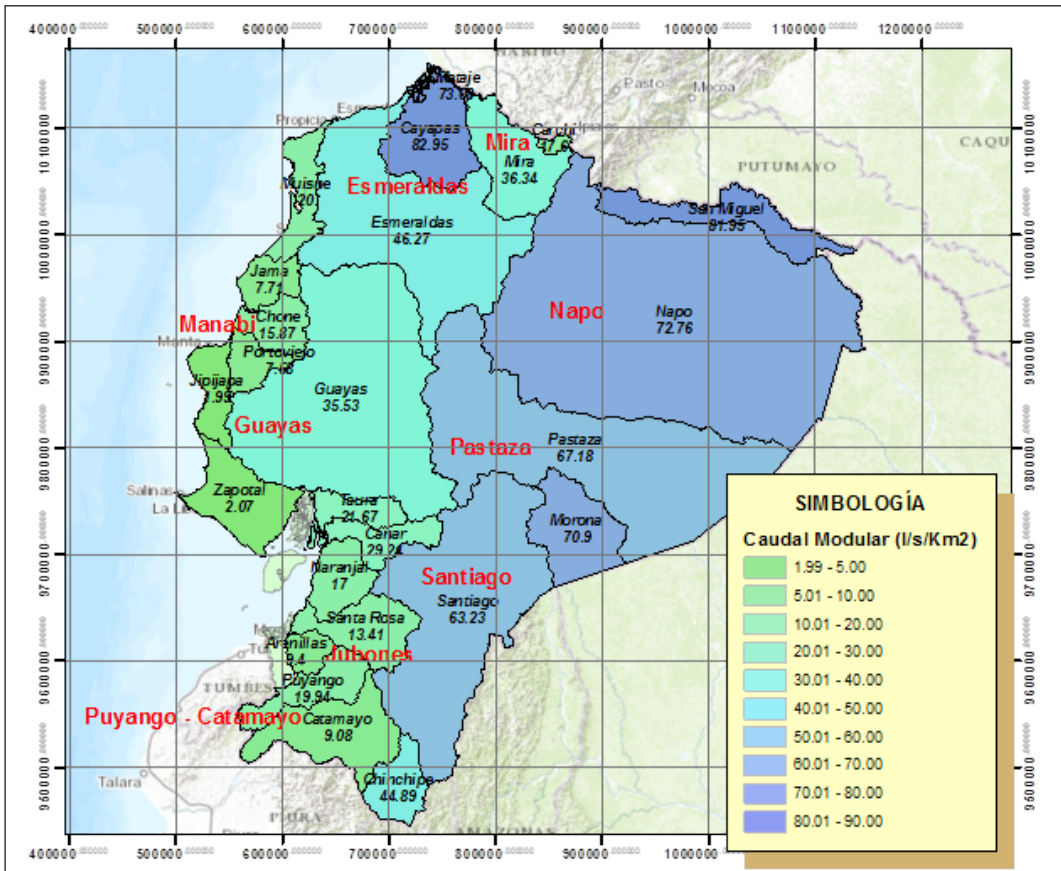


Figura 3. Caudales modulares por sistemas hidrográficos  
 Fuente: Secretaria Nacional del Agua -SENAGUA

## Resultados y Discusión

En concordancia con los datos tomados del Censo de Población y Vivienda de 2010 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015), y el crecimiento demográfico anual del 1,52%, para 2016 tenemos las siguientes proyecciones de población: 13'601,032 habitantes asentados en las áreas correspondientes a la vertiente del Pacífico; y, 2'227,081, para la vertiente del río Amazonas (Tabla 1).

Sobre base de la metodología propuesta se llegó a estimar los volúmenes anuales de agua de 68,262.25 y 172,786.36 hm<sup>3</sup>, para las vertientes del Pacífico y del río Amazonas, respectivamente (Tabla 2).

Con los datos estimados de volúmenes anuales y población asentados en las vertientes del Ecuador, se obtuvo las siguientes disponibilidades de agua: 5,018.90 m<sup>3</sup>/hab./año para la vertiente del Pacífico, y para la del Amazonas 77,584.23 m<sup>3</sup>/hab./año (Figura 4, tabla 3).

Aunque la disponibilidad de agua de la cuenca del Pacífico supera 1.700 m<sup>3</sup>/hab./año, valor

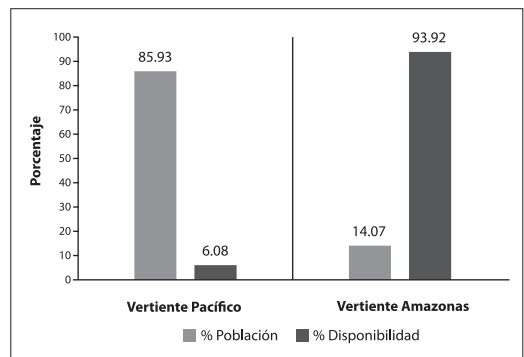


Figura 4. Valores porcentuales de población y disponibilidad de agua

correspondiente a la norma calculada por el Banco Mundial y las Naciones Unidas, en ciertas zonas costeras, cuyos ríos no tienen el aporte de los deshielos de los nevados, los valores de la disponibilidad del agua se encuentran por debajo de este nivel, sobre todo en el periodo de estiaje. Los valores promedio de los caudales modulares para todos los sistemas hidrográficos del país (Cuenca, 2008), fluctúan entre

1.99 a 90.00 l/s/km<sup>2</sup> (Figura 3), las estimaciones parciales por sistemas hidrográficos de los volúmenes anuales disponibles se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Proyección de la población del Ecuador por vertientes hidrográficas al 2016

Provincia	Censo 2010 (hab.)	Proyección 2016 (**) (hab.)
<b>Vertiente Del Pacífico</b>		
El oro	600.659	201,039
Esmeraldas	534.092	246,517
Guayas	3.645.483	180,110
Los Ríos	778.115	657,563
Manabí	1.369.780	584,690
Santa Elena	308.693	3,990,844
Carchi	164.524	435,972
Imbabura	398.244	491,500
Pichincha	2.576.287	851,831
Santo Domingo de los Tsáchilas	368.013	1,499,548
Bolívar	183.641	2,820,356
Cañar	225.184	402,877
Loja	448.966	337,938
Zonas no delimitadas	32.384	35,452
Azuay (*)	356.064	389,796
Chimborazo (*)	229.291	251,013
Cotopaxi (*)	204.603	223,986
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12.424.022</b>	<b>13,601,032</b>
<b>Vertiente Del Amazonas</b>		
Sucumbíos	176.472	193,190
Napo	103.697	113,521
Orellana	136.396	149,318
Pastaza	83.933	91,885
Morona Santiago	147.940	161,955
Zamora Chinchipe	91.376	100,033
Tungurahua	504.583	552,385
Azuay (*)	356.064	389,796
Chimborazo (*)	229.291	251,013
Cotopaxi (*)	204.603	223,986
<b>Subtotal</b>	<b>2.034.354</b>	<b>2,227,081</b>

**Nota**

(\*) Para las estimaciones, por ser provincias territorialmente ubicadas en las dos vertientes hidrográficas, se asignó el 50% de la población total a cada una de las vertientes.

(\*\*) Para la proyección poblacional al 2016, se consideró un crecimiento por progresión geométrica, donde se tomó una tasa de crecimiento demográfica intercensal anual de 1.52% de acuerdo a lo estimado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

En confrontación con los resultados obtenidos por SENAGUA en 2008, frente a los obtenidos en esta investigación, se determinó que existe una disminución del recurso hídrico per cápita, a razón del 5.30 y 15.30 %, para las cuencas del Pacífico y Amazonas, respectivamente (Tabla 4), lo que, prorrateado para el periodo de análisis, arroja tasas de disminución anual de 0.66 y 1.91 %.

SENAGUA realizó sus estimaciones en 2008, para lo cual, debido a la ausencia de información actualizada, se empleó los siguientes insumos: a) Rendimiento de caudales, datos tomados del Plan Nacional de Recursos Hidráulicos de la República del Ecuador, Recursos Hídricos Superficiales, INERHI - CEDEX, 1989; y b) División Hidrográfica del Ecuador a nivel de sistemas cuencas y subcuencas, tomado de la Propuesta interinstitucional de división hidrográfica del Ecuador (MMREE, IGM, MOP, MIDUVI, CNRH, DINAREN, CONELEC, CLIRSEN, INAMHI, 2002).

Las cuencas con déficit se concentran fundamentalmente en dos provincias: Manabí (sistema hidrográfico de Jama, Portoviejo y Jipijapa) y el este y el sur del Golfo de Guayaquil (sistema de Arenillas y Zapotal).

Esta situación se da principalmente por el hecho de que los ríos de estas zonas no cuentan con una fuente de alimentación permanente de agua de los deshielos de la cordillera de los Andes, como es el caso de las otras zonas del país, lo cual ha creado la necesidad de proyectar y construir obras de regulación y almacenamiento para satisfacer las necesidades hídricas de abastecimiento, riego y otros usos en el periodo seco.

**Conclusiones**

La cantidad anual promedio de agua disponible en el paisaje de Ecuador es 241,048.61 hm<sup>3</sup>, de los cuales para la vertiente del Pacífico corresponden 68,262.25; y, los restantes 172,786.36, para la vertiente amazónica.

La disponibilidad de agua per cápita para el año 2016 es de 5,018.90 m<sup>3</sup>/hab./año para la vertiente del Pacífico, y para la del Amazonas 77,584.23 m<sup>3</sup>/hab./año.

La tasa de disminución anual de la disponibilidad per cápita es de 0.66 y 1.91 % para las vertientes del Pacífico y Amazonas, respectivamente.

**Recomendaciones**

En aras de garantizar el recurso agua en cantidad y calidad para la población actual y futuras, el gobierno nacional a través de las entidades competentes y de las universidades del país, debe implementar planes y proyectos, tendientes en primer lugar, a determinar con datos actualizados la situación de los recursos

hídricos en el Ecuador; para después concentrarse el monitoreo periódico, manejo, conservación y optimización de dichos recursos.

## Referencias

- Cuenca, N. (05 de marzo de 2008). *Gestión de Recursos Hídricos en el Ecuador*. Obtenido de <http://memorias.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentacion/periodismo2013/utpl-Gestion-Recursos-Hidricos-Ecuador.pdf>
- Danilov-Danilyan, V. I. (2006). *Uso del agua*. Moscú: Nauka.
- Dublyansky, V. N. y Oliferov, A. N. (2005). *Recursos hídricos continentales*. Simferópol: Universidad Nacional de Tauro V. I. Vernadsky.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (17 de febrero de 2015). *Población y Demografía del Ecuador*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Ismaylov, G. J. y Perminov, A. V. (2013). *Balace hidrico mundial y los recursos hídricos de la Tierra*. Moscú: FGBOU - Universidad Agraria.
- Markov, Y. G. (2004). *Ecología Social. Interacción de la sociedad y la naturaleza*. Novosibirsk: Editorial de la Universidad de Siberia.
- Materón, H. (1991). *Obras hidráulicas rurales*. Colombia: Universidad del Valle.
- MMREE, IGM, MOP, MIDUVI, CNRH, DINAREN, CONELEC, CLIRSEN e INAMHI. (2002). *Propuesta interinstitucional de división hidrográfica del Ecuador*. Quito.
- SSA e IEOS (2015). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/normas.pdf>

Tabla 2. Disponibilidad de volúmenes de agua por sistemas hidrográficos del Ecuador

Nro.	Demarcación Hidrográfica (*)	Sistema Hidrográfico (*)	Superficie (*) (km <sup>2</sup> )	Caudal Modular (*) (l/s/km <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Volumen Anual (hm <sup>3</sup> )
<b>Vertiente Del Amazonas</b>						
1	Napo	San Miguel	5.534,75	81,95	453,57	8.582,32
2		Napo	59.726,00	72,76	4.345,66	82.226,91
3	Pastaza		32.181,80	67,18	2.161,97	40.908,00
4	Santiago	Chinchi	3.133,10	44,89	140,64	2.661,23
5		Santiago	25.069,10	63,23	1.585,12	29.992,99
6		Morona	6.272,57	70,90	444,73	8.414,91
					SUBTOTAL	172.786,36
<b>Vertiente Del Pacífico</b>						
7	Mira	Mira	6.499,57	36,34	236,19	4.469,18
8		Carchi	367,16	17,60	6,46	122,27
9	Esmeraldas	Muisne	3.320,45	20,00	66,41	1.256,56
10		Esmeraldas	23.646,90	46,27	1.094,14	20.702,92
11		Cayapas	6.647,88	82,95	551,44	10.434,16
12		Mataje	172,38	73,08	12,60	238,36
13	Manabí	Jipijapa	2.761,87	1,99	5,50	104,00
14		Portovejo	2.080,96	7,58	15,77	298,46
15		Chone	2.733,54	15,87	43,38	820,84
16		Jama	2.203,31	7,71	16,99	321,43
17	Guayas	Guayas	32.169,90	35,53	1.143,00	21.627,32
18		Cañar	2.839,23	29,24	83,02	1.570,85
19		Taura	2.278,67	21,67	49,38	934,33
20		Zapotal	5.811,06	2,07	12,03	227,61
21	Jubones	Naranjal	3.296,22	17,00	56,04	1.060,29
22		Santa Rosa	4.716,59	13,41	63,25	1.196,78
23		Arenillas	1.396,76	9,40	13,13	248,43
24	Puyango	Catamayo	7.219,89	9,08	65,56	1.240,44
25		Puyango	3.678,87	19,94	73,36	1.388,03
					Subtotal	68.262,25

### Nota

(\*) Fuente: Secretaría Nacional del Agua

**Tabla 3.** Disponibilidad de agua per cápita

Vertiente	Población		Disponibilidad De Agua		
	(hab.)	(%)	Total	Per cápita	Porcentual
			(hm <sup>3</sup> /año)	(hm <sup>3</sup> /hab./año)	(%)
Pacífico	13,601,032	85.93	68,262.25	5,018.90	6.08
Amazonas	2,227,081	14.07	172,786.36	77,584.23	93.92
<b>Total</b>	<b>15,828,113</b>	<b>100.00</b>	<b>241,048.61</b>	<b>82,603.13</b>	<b>100.00</b>

**Nota**

Fuente: Secretaría Nacional del Agua

**Tabla 4.** Disponibilidad de agua per cápita, comparación con otros estudios

Vertiente	Disponibilidad De Agua			Tasa
	Senagua (2008)(*)	Investigación (2016)	Disminución	Disminución
	(m <sup>3</sup> /hab./año)	(m <sup>3</sup> /hab./año)	(%)	(%/año)
Pacífico	5,300.00	5,018.90	5.30	0.66
Amazonas	91,600.00	77,584.23	15.30	1.91

**Nota**

(\*) Fuente: Secretaría Nacional del Agua

---

# Normas para la publicación de artículos

## “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”

---

### Guidelines for publishing articles

#### “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”

---

La Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, es una revista científica-académica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Su objetivo es contribuir a la producción científica, su socialización y debate, en el ámbito de las Ciencias Naturales y Ambientales. La publicación es semestral en los meses de julio y diciembre.

Los autores pueden someter sus trabajos a la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, en español o inglés. Deben asumir los siguientes lineamientos, los artículos que no lo sigan serán rechazados o devueltos para que se realicen las correcciones pertinentes:

#### Tipos de artículos

1. La Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales publicará artículos sobre diversos aspectos de las Ciencias Naturales, pudiendo ser de cuatro tipos:

- De investigación, que reportan investigación básica original relacionada con los campos de las ciencias antes descritas, usando enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos.
- De revisión, que contribuyan al progreso de la producción de conocimiento en alguno de los campos de las ciencias antes descritas. Se trata de manuscritos orientados a sintetizar investigación científica previa, a discutir problemas metodológicos o conceptuales.
- De discusión, que contribuyan a la discusión de los diversos aspectos de las Ciencias antes descritas.
- De ensayo.

*No se publicarán artículos que expresen exclusivamente opiniones, anécdotas o interpretaciones no fundamentadas.*

#### Originalidad

2. Los trabajos deben ser originales e inéditos. No deben haber sido presentados en otra editorial simultáneamente.

#### Componentes de los escritos

3. La estructura de los documentos presentados contendrán los siguientes apartados:

a) Título

- b) Resumen  
c) Palabras clave  
d) Introducción  
e) Materiales y métodos  
f) Resultados  
g) Discusión  
h) Conclusiones  
i) Recomendaciones  
j) Referencias

4. El “Título” debe incluir la siguiente información:

- a) Título del artículo, éste debe estar en Español e Inglés.  
b) Nombre completo del autor o de los autores; éste debe tener un sólo apellido, en caso de incluir el apellido materno los dos apellidos deben estar unidos con un guión, por ejemplo: Torres-Pinto.  
c) Nombre y dirección completa de la institución, centro de estudio o trabajo actual a la que pertenece y posición que desempeña, incluyendo números telefónicos y correo electrónico.

*Los datos personales facilitados por los autores a esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito.*

5. El resumen debe estar escrito en español e inglés y no debe superar las 200 palabras. Éste debe resumir la información sobre el propósito, objetivos e hipótesis del trabajo, así como su procedimiento, resultados y conclusión.  
6. Después del resumen se indicarán cuatro palabras clave en español e inglés, esas deben de estar escritas en orden alfabético según cada idioma. Con este fin se utilizará el Tesoro de la UNESCO (Consulte en: <http://databases.unesco.org/thesp/>).  
7. Las referencias deben de incluirse todas y únicamente las publicaciones citadas en el texto.

#### Normas de estilo

8. Los trabajos deben ser compatibles con Microsoft Word. La extensión no debe superar las 7.000 palabras, incluyendo el título, el resumen, las referencias bibliográficas, tablas y figuras.  
9. Deben estar configurados en formato A4, con letra Times New Roman de 12 puntos con interlineado de 1,5, a una columna, justificado al margen izquierdo.

\* Correspondencia de la revista:

E-mail: [revistacienciasnaturales@ug.edu.ec](mailto:revistacienciasnaturales@ug.edu.ec)



10. Para la entrega del documento, las tablas y las figuras deben estar aparte del archivo, no incluido.
11. Las imágenes, las fotografías en blanco y negro deben tener una resolución mínima de 300 dpi, las fotografías a color deben tener una resolución mínima de 600 dpi y las ilustraciones o dibujos en blanco y negro deben tener una resolución de 1.200 dpi. en formato .jpg, .tiff, .raw o psd.
12. Las tablas deberán estar en excel o algún editor de hojas de cálculo.
13. Se recibirán un máximo de 5 figuras y 5 tablas por artículo, salvo resolución editorial para casos particulares.
14. Toda tabla y figura debe estar citado dentro del texto del manuscrito.
15. Las leyendas de las tabla o figuras, se deben colocar al final del documento, después de la bibliografía, debidamente numeradas.
16. Para la redacción de los trabajos los autores deberán apearse a las pautas del Manual de Estilo de Chicago de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Cuando se haga referencia de manera general a una obra, se escribirá el apellido del autor, el año de publicación y el número de página, dentro de un paréntesis: (Alberti, 2002), o en el caso de dos autores (Rodríguez y García: 1998); si son más de dos autores se anotará (Sánchez *et al.*, 2003).

En el caso de citar obras del mismo autor publicadas en el mismo año, esas se ordenarán alfabéticamente y se les distinguirá con una letra minúscula después del año: “La poesía no puede sacar partido del arrepentimiento, pues no bien se plantea este último, el escenario es interno” (Kierkegaard, 1992a)... “Un momento así exige tranquilidad, no debe ser perturbado por la reflexión” (Kierkegaard, 1992b). Se debe citar en orden cronológico.

La bibliografía debe estar escrita en el mismo sistema, ordenada alfabética y cronológicamente según corresponda. No usar mayúsculas continuas. Los apellidos y nombres de los autores deben estar completos, es decir, no deben anotarse solo abreviaturas. Como norma general, los títulos de libros se reseñarán en cursiva; y los títulos de artículos con tipografía normal; véanse los siguientes ejemplos:

**Para revistas:**

- Van Beusekom, C. F. 1971. Revision of *Meliosma* (Sabiaceae) section *Lorenzanea* excepted, living and fossil, geography and phylogeny. *Blumea* 19: 355-529.
- Johnson, L. A. S. & B. G. Briggs. 1975. On the Proteaceae: The evolution and classification of a southern family. *Bot. Jour. Linnean Soc.* 70:83-182.

**Para libros:**

- Holdridge, L. R. 1967. *Life zone ecology*. Edición revisada. Tropical Science. Center. San José, Costa Rica.

- Pennington, T. D. 1997. *The genus Inga, Botany*. The Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom.
- Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez. 1999. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: 1-1181.

**Para series monográficas:**

- Berg, C. C. 1998. Moraceae (excl. *Ficus*). *Flora of Ecuador* 60: 1-128.
- Henderson, A. 2000. *Bactris* (Palmae). *Flora Neotropica Monograph* 79: 1-181.

**Para capítulos de libros:**

- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica. En: L. D. Gómez (ed.). *Vegetación y clima de Costa Rica*. Vol. 2. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Herrera-MacBryde, O., T. R. Maldonado, V. Jiménez & K. Thomsen. 1997. Osa Península and Corcovado National Park Costa Rica. En: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.). *Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation* Vol. 3, World Wildlife Fund, International Conservation Union.

**Para referencias a sitios web:**

**Para publicaciones disponibles en línea:**

- Bestland, E. A. & G. Retallack. 1994. *Geology and paleoenvironments of the Clarno unit, John Day Fossil Beds National Monument, Oregon. Final report*. [http://www.nps.gov/history/history/online\\_books/joda/besttland-retallack1/index.htm](http://www.nps.gov/history/history/online_books/joda/besttland-retallack1/index.htm) Consulta Agosto 2014.

**Para publicaciones disponibles en línea que están en permanente actualización:**

- Stevens, P. F. 2001, en adelante. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 [en actualización continua]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

**Para páginas web de instituciones:**

- The New York Botanical Garden (NYBG). Consulta 2010. *The C. V. Starr Virtual Herbarium* <http://sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp> The New York Botanical Garden, Bronx, New York.

**En caso de haber dos o más publicaciones de un mismo autor:**

- Cornejo, X. 2009. Two new species of *Pentagonia* (Rubiaceae, Hippotidae) from Colombia and Ecuador. *Novon* 19:25-31.
- . 2010. *Pentagonia lanciloba*: A new Rubiaceae (Hippotidae) from northwestern Ecuador. *Brittonia* 62:7-11.

En caso de haber dos o más publicaciones de un mismo autor y durante el mismo año, agregar un literal después del año:

Cornejo, X. & H. H. Iltis. 2008a. The reinstatement of *Cappariastrum* (Capparaceae). *Harvard Pap. Bot.* 13:229-236.

---- & ----. 2008b. A revision of the American species of the genus *Crateva* (Capparaceae). *Harvard Pap. Bot.* 13:121-135.

### Proceso editorial

17. El documento recibido por el editor responsable pasa por dos procesos de selección:
  - a) El primero se lleva a cabo en el Consejo Editorial Interno, quien determinará la pertinencia y solvencia científica del manuscrito.
  - b) El segundo proceso lo realiza el Consejo Editorial Externo, según el sistema de revisión por pares (doble ciego). En el caso de resultados discrepantes se remitirán a un tercer dictamen, el cual será definitivo.
18. El Consejo Editorial notificará a los autores la decisión de los evaluadores en cuanto a la aceptación, solicitud de revisión o rechazo del artículo.
19. Si el artículo es aceptado para la publicación, los editores combinarán los comentarios de los revisores con sus propias observaciones editoriales y regresarán el manuscrito al autor principal para su revisión final. Para su aceptación final, el autor debe entonces realizar las correcciones y cambios necesarios. Usualmente el tiempo dado para los cambios no será mayor a dos semanas.
20. La coordinación editorial de la revista se reserva el derecho de hacer corrección de estilo y cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.
21. Una vez diagramado el texto, se enviará una prueba de composición del artículo para corregir errores y su aprobación. En este punto no será posible hacer cambios en el manuscrito, sino solamente corregir errores. El autor debe retornar la prueba de impresión a los editores máximo una semana después de haberla recibido.
22. Si un artículo es publicado en la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, el artículo será subido a la página web: <https://www.revistas.ug.edu.ec/index.php/cna>

### Declaración de responsabilidad

23. Como parte del proceso de envío, se requiere que los autores indiquen si sus envíos cumplen con las siguientes indicaciones:
  - a. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación al Editor responsable).
  - b. El fichero enviado está en formato Microsoft Word o compatible, y no tiene una extensión superior a 7.000 palabras.
  - c. El texto tiene interlineado 1.5; el tamaño de fuente es 12 puntos y el tipo es Times New Roman; y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final.
  - d. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo de la norma Chicago.
  - e. La página "Título" incluye todos los datos identificativos de los autores.

### Derechos de autor

24. Las obras que se publican en esta revista están sujetas a los siguientes términos:
  - a. El Servicio de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (la editorial) conserva los derechos patrimoniales (copyright - © 2015, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador) de las obras publicadas, y favorece y permite la reutilización de las mismas bajo la licencia de uso indicada en el literal b.
  - b. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales se publica en versión escrita bajo una licencia <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ec/>. Se pueden copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista e editorial); ii) no se usen para fines comerciales; iii) se mencione la existencia y especificaciones de esta licencia de uso.

### Presentación

25. Los artículos deben ser enviados mediante archivos adjuntos al e-mail: [revistacienciasnaturales@ug.edu.ec](mailto:revistacienciasnaturales@ug.edu.ec), con copia al editor responsable: [carmenbonifaz@hotmail.com](mailto:carmenbonifaz@hotmail.com).



# Contenidos de la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales Vol. 10 (1)

Steriphoma menispermifolia: Una nueva especie de Capparaceae de Colombia / Steriphoma menispermifolia: A new species of Capparaceae from Colombia.....	3
.....Xavier Cornejo & Jorge Mercado.....	
Lista anotada de anurofauna presente en la estación científica “Pedro Franco Dávila” (Los Ríos-Ecuador) durante los meses de mayo - agosto del 2015 / Annotated checklist of anuran-fauna in the scientific station “Pedro Franco Dávila” (Los Ríos-Ecuador) during May to August 2015.....	11
.....Caicedo Delgado, Ayala Bazurto, Pillasagua Tóala, Pivaque Jiménez, León Montero & Quishpe Jadán.....	
Endoparásitos de Achatina fulica Bowdich, 1822 (Gastropoda: Achatinidae), en el recinto Mata de Cacao, cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos, Ecuador/ Endoparasites of Achatina fulica Bowdich, 1822 (Gastropoda: Achatinidae) from Mata de Cacao, Babahoyo parish, Province of Los Ríos, Ecuador.....	18
.....Jessica Cuasapaz-Sarabia .....	
Pomacea canaliculata (Lamarck, 1828) como bioindicador de la presencia de cadmio en el río Guayas, Daule y Babahoyo / Pomacea canaliculata (Lamarck, 1828) as bioindicator of the presence of cadmium in the rivers Guayas, Daule and Babahoyo.....	28
..... Nelson Ramírez, Beatriz Pernía, Mariuxi Mero, Erwin Larreta, Alfredo Noboa, Lissette Ramírez, David López, Josué Zambrano, Jorge Muñoz, Kenya Bravo, Michelle Baquerizo, Ámbar Benavides, Roberto Castro .....	
.....	
Distribución per cápita del agua en el Ecuador / Distribution per capita of water in Ecuador .....	36
.....Campos Antonio, Banda Richard, Sinichenko E.-K. & Gritsuk I.-I.....	
.....	
Normas para la publicación de artículos “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales” / Guidelines for publishing articles “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”	