

## Efecto molusquicida del fruto de *Sapindus saponaria* sobre *Galba cubensis*, hospedero intermediario de fasciolosis en Cuba

### Molluscicidal effects of *Sapindus saponaria* fruit on *Galba cubensis*, intermediary hosts of Fasciolosis in Cuba

Orlando A. Abreu Guirado<sup>1\*</sup>; Marlene Piña Pérez<sup>1</sup>; Lorenzo Diéguez Fernández<sup>2</sup>; Raisa Vázquez Capote<sup>3</sup>; Rigoberto Fimia Duarte<sup>4</sup>

1. Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba

2. Departamento de Control de Vectores, Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología de Camagüey, Cuba

3. Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial, Camagüey, Cuba

4. Facultad de Tecnología de la Salud Julio Trigo López, Universidad de Ciencias Médicas Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz, Villa Clara, Cuba

[orlando.abreu@reduc.edu.cu](mailto:orlando.abreu@reduc.edu.cu)

---

### RESUMEN

**Antecedentes y objetivo:** *Galba cubensis* es el hospedero intermediario principal de *Fasciola hepatica* en Cuba. El objetivo de este trabajo fue demostrar el efecto molusquicida de *Sapindus saponaria* L. sobre *Galba cubensis* a nivel de laboratorio para proponer esta planta como un candidato para el control ecológico de este caracol.

**Métodos:** Diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico del pericarpio de *S. saponaria* de seis meses de colectado fueron testadas sobre individuos de *G. cubensis* según la metodología de la Organización Mundial de la Salud. Con el gradiente de las concentraciones obtenidas se determinó la CL50 y CL90, a las que fue determinada la influencia sobre la frecuencia cardíaca de los moluscos.

**Resultados:** Se constató que el efecto molusquicida del extracto vegetal fue considerable ( $P \leq 0,01$ ;  $R_2 = 60,6$ ), con un comportamiento de mortalidad, así como de la disminución de la frecuencia cardíaca dependiente de la concentración. Entre las CL50 = 39,8 mg/L y CL90 = 67,9 mg/L obtenidas se observaron diferencias significativas en la prueba de disminución de las frecuencias cardíacas ( $P \leq 0,01$ ), y entre la CL90 y el grupo control ( $P \leq 0,01$ ); no así entre el grupo control y la CL50 ( $P = 0,24$ ).

**Conclusiones:** El hecho de que el material vegetal luego de seis meses de colectado tuviera actividad molusquicida es muy importante para proponer esta planta como candidato para el control de los hospederos intermediarios de Fasciolosis en nuestra región.

**Palabras clave:** extractos vegetales, *Fasciola hepatica*, toxicología

### ABSTRACT

**Aim:** In Cuba, *Galba cubensis* is the main intermediate hosts of *Fasciola hepatica*. The objective of this research is to determine at the laboratory level the molluscicidal activity of *S. saponaria* on *G. cubensis* to propose this plant as another candidate for ecological control of this snail.

**Methods** Different hidroalcoholic extract concentrations from *S. saponaria* pericarp after six months collected were assessed according to the WHO methodology. With a concentrations gradient, CL50 y CL90 were determined, at these concentrations influence on hearth rate of the mollusks were evaluated.

**Results:** It was verified a considerable molluscicidal effect of extracts respect to the lethality ( $R^2 = 60.6$ ;  $P \leq 0.01$ ) in a concentration dependent manner, as well as in the decrease of the heart rate frequency at  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$ . Differences between  $LC_{50} = 39.8$  mg/l and  $LC_{90} = 67.9$  mg/l were significant ( $P \leq 0.01$ ), and also between the control group and  $LC_{90}$  ( $P \leq 0.01$ ); but not between control group and  $LC_{50}$  ( $P = 0.24$ ).

**Conclusion:** The fact that plant material after six months collected has molluscicidal activity is very important in order to propose this plant as a Fasciolosis intermediate host control candidate in our area.

**Key words:** *Fasciola hepatica*, plant extract, toxicology

## INTRODUCCIÓN

Los tremátodos son parásitos que causan en el hombre y los animales: Esquistosomiasis (Bilharziosis), Angiostrogilosis, Fasciolosis y Parangominosis, entre otras enfermedades; pero antes de desarrollarse y ser infectantes para los mamíferos, estos organismos están obligados a pasar por diferentes moluscos como hospederos intermediarios (Perera *et al.*, 1983; Amunarriz, 1991). La esquistosomiasis es la de mayor significación actualmente, al afectar a millones de personas, fundamentalmente en países subdesarrollados (Knopp *et al.* 2012; Rollinson *et al.* 2013).

La Fasciolosis también constituye una zoonosis importante de gran interés en el mundo, principalmente en áreas ganaderas. En Cuba, se refiere la presencia de dos especies de moluscos de agua dulce: *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839) (*Lymnaea cubensis*, *Fossaria cubensis*) y *Pseudosuccinea columella* (Say, 1817) (*L. francisca*, *L. columella*), como hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica* (duela de hígado) (Vázquez *et al.*, 2014). La primera fue causa de un brote importante en humanos de Fasciolosis en el Municipio Esmeralda, Provincia Camagüey, en 1999, en el cual afortunadamente no hubo fallecidos; no obstante, tanto en Cuba como en otros países, la morbosidad que más se reporta es en ganado bovino y ovino, con importantes costos económicos debido a la disminución de producción de leche y carne (Vázquez *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2013), así como la confiscación de los hígados (Palacio *et al.*, 2017).

Los molusquicidas químicos se han empleado en los programas destinados a reducir la morbi-mortalidad de la esquistosomiasis; sin embargo, frecuentemente estos productos tienen efectos adversos irreversibles en los ecosistemas y poseen precios inaccesibles para las economías de los países del Tercer Mundo (McCullough, 1992). Desde hace algunas décadas la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha registrado un elevado número de plantas con potencial molusquicida, que pueden tener un importante papel en el control de la Esquistosomosis y otras enfermedades tropicales, y en contraste con los productos sintéticos son menos agresivas al ambiente. A pesar de ello, no abundan los reportes de programas nacionales de control malacológico empleando esta alternativa, que pudiera ser una opción efectiva y menos peligrosa al ambiente (WHO, 1983; Marston y Hostettmann, 1985; Singh *et al.*, 2010).

*Sapindus* (Sapindaceae) es un género constituido por una docena de especies de árboles o arbustos distribuidos por los trópicos y subtropicos. Abreu (2005) y Goyal *et al.*, (2014) revisaron la etnobotánica, actividades biológicas y fitoquímica de las tres especies más prominentes: *S. saponaria*, *S. mukorossi* y *S. trifoliatus*, las que contienen saponinas triterpénicas y se refieren con actividad molusquicida. En la cuenca del Caribe crece *S. saponaria* L. (*S. inaequalis* D.C., *S. emarginatus* Willd.), conocido como “jaboncillo” (León y Alaín, 1953; Roig, 1974).

El objetivo principal de este trabajo es determinar a nivel de laboratorio la actividad molusquicida de *S. saponaria* sobre *G. cubensis*, para proponer esta planta como candidato en el control ecológico de este caracol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Molluscos*

Los ejemplares de *G. cubensis* se colectaron en la Zanja de Vázquez, pequeño biotopo de aproximadamente 50 m de largo por 90 cm de ancho, ubicada dentro de la Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial de Camagüey (UPVLA-C). Los moluscos, una vez identificados en el Laboratorio de Malacología Médica de la UPVLA-C, fueron mantenidos en el laboratorio por varias generaciones. Su tamaño (alto de la concha) osciló entre 10 y 12 mm. Los experimentos se realizaron en condiciones controladas de humedad y temperatura ( $78 \% \pm 1$ ;  $230 \text{ C} \pm 1$ ).

### *Material vegetal*

El pericarpio de *S. saponaria* fue almacenado por seis meses en un lugar a fresco y seco. La colecta del fruto se realizó en la finca "Taburete", en la ciudad de Camagüey, y la autenticación botánica se realizó por Eddy Martínez, curador del herbario del Centro de Investigaciones Ambientales de Camagüey (voucher: HACC-970). Luego de secarse a  $40^\circ \text{ C}$  en un horno con recirculación de aire y pulverizado, se obtuvo un extracto fluido con una solución etanólica (800) mediante el método de percolación fraccionada (Soler *et al.*, 1992).

### *Bioensayo*

La acción molusquicida del extracto en condiciones de laboratorio se realizó según la metodología establecida por la OMS (1983). Se realizaron tres series experimentales con 24 moluscos en cada una (72 en total) por cada una de las seis concentraciones del extracto evaluadas, se colocaron ocho caracoles en cada placa de Petri (110 mm de diámetro y 18 mm de alto) con un papel de filtro de grado fino en su fondo y el testigo con agua de clorinada. El volumen final de los extractos y del testigo fue de 5 ml. La mortalidad se leyó a las 24; 48 y 72 h, esta se determinó por la inmovilidad de los moluscos y se confirmó mediante la observación de los latidos del corazón de los caracoles, los cuales se desecharon (Malek and Cheng, 1974). Para determinar las concentraciones letales (CL), se tomaron diferentes valores con mortalidades que oscilaron entre 5 y 100 %, los que fueron procesados en el programa Probit-Log, mediante la transformación del  $\log_{10}$  de las concentraciones (Raymond, 1985).

También se evaluó el efecto del extracto sobre la frecuencia cardíaca de los moluscos en tres grupos de diez caracoles cada uno: a la  $CL_{50}$ ,  $CL_{90}$  y con agua de clorinada como testigo. La frecuencia cardíaca se determinó durante 1 min cada 20 min, por un período de 2 h. La observación de los latidos del corazón se realizó a través de la concha del molusco colocado con la abertura semilunar hacia arriba mediante un microscopio estereoscópico (Malek y Cheng, 1974). Se consideró como tiempo cero el instante de la aplicación del extracto vegetal.

### *Análisis estadístico*

Para determinar las diferencias significativas entre las medias de la frecuencia cardíaca de *G. cubensis* a las  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$ , respecto al grupo control y entre sí, se realizó un ANOVA de clasificación simple. Para los cálculos se empleó el programa Statistica-6.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La actividad molusquicida del gradiente de concentraciones de las soluciones etanólicas de *S. saponaria* se muestra en la Tabla 1, en la que se aprecia un patrón del efecto dependiente de la concentración. Las concentraciones letales obtenidas de estos resultados fueron  $CL_{50} = 39,8 \text{ mg/l}$  y  $CL_{90} = 67,9 \text{ mg/l}$ , con un  $CH_{12} = 12,11$ ; g.l. = 4; Prob. = 0,9834 y la ecuación de regresión fue:  $Y = 5,0875 + 5,6644 (X - 10,616)$ , donde X es la concentración del extracto y Y la mortalidad del molusco.

**Tabla 1. Actividad molusquicida *in vitro* del extracto etanólico del fruto de *Sapindus saponaria* L. sobre *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839) y concentraciones letales (CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub>)**

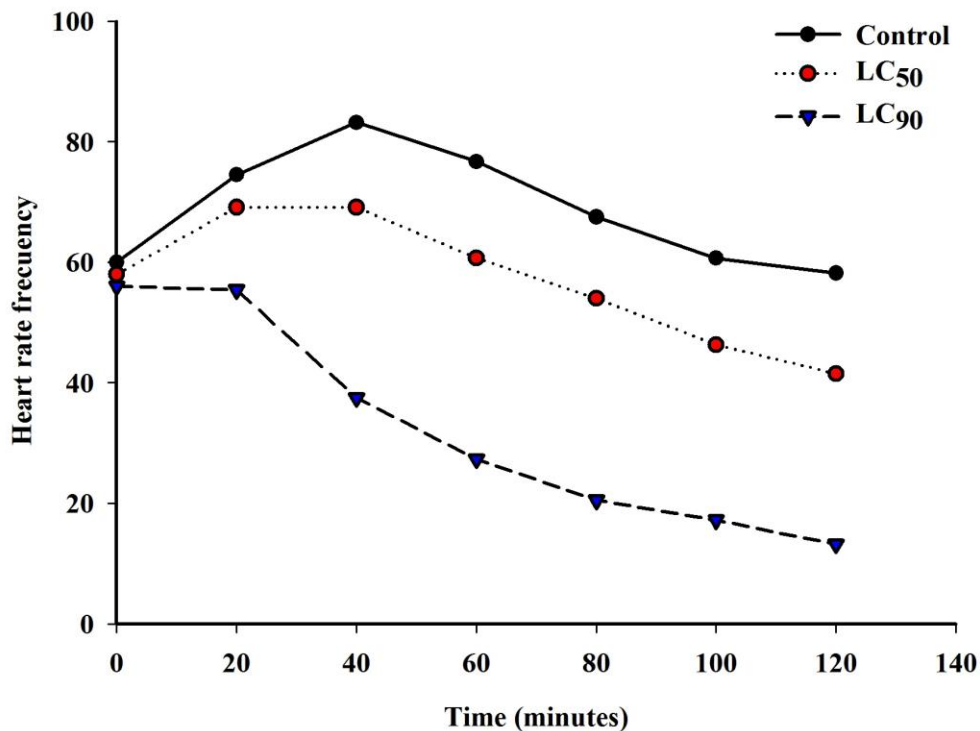
Concentración (ml/l)	Expuestos	Muertos	Mortalidad observada/esperada		Probit general	Rango (intervalo de confianza: 95%)
20	72	7	9,7	3,22		
30	72	12	16,6	17,4		
40	72	38	52,7	36,2	CL <sub>50</sub> =39,8	34.1 < CL < 46.4
50	72	45	62,5	51,1	CL <sub>90</sub> =67,9	52.7 < CL < 86.9
70	72	69	95,8	66,0		
100	72	72	100	71,1		

Mozle (1939), citado por Ojewole (2004) y Torreaalba *et al.* (1953), en estudios desarrollados en África y en Venezuela describieron *S. saponaria* como una planta promisoriosa para el control de *Bulinus africanus* y *Australorbis glabratus*, respectivamente. Desde entonces el efecto de varias partes de esta planta y de otras especies de *Sapindus* han sido objeto de estudio como molusquicida. El extracto metanólico y saponinas del fruto de *S. saponaria* se halló que fueron activos frente a *B. glabrata*, con una CL<sub>100</sub> en 24 h de 5 – 10 ppm (Ribeiro *et al.*, 1995); esto es similar a la actividad reportada de este fruto en *Melania scabra* (Muley, 1978) y *Melanoides tuberculata*, un caracol interés de distribución pantropical (Iannacone *et al.*, 2013).

En Ecuador también mostraron buena actividad *in vitro* en *Pomacea canaliculata*, una importante plaga agrícola, mezclas de extractos acuosos de *S. saponaria* con *Solanum mammosum* (*Solanaceae*) y con *Jatropha curcas* (*Euphorbiaceae*), principalmente la primera mezcla con una CL<sub>50</sub> = 17,78 ppm (Quijano *et al.*, 2014). Los mismos autores reportan en condiciones de campo que *S. saponaria* (100 %) fue más activo que la formulación con *S. mammosum* (50:50 m/m), con una CL<sub>50</sub> = 66,6 ppm y CL<sub>50</sub> = 192,3 ppm, respectivamente. No obstante, las CL<sub>90</sub> obtenidas indican que ambas formulaciones pudieran no ser consideradas como buenos candidatos para programas de control de moluscos (Quijano *et al.*, 2016).

*Sapindus* spp. han sido descritas con actividad molusquicida, *S. laurifolius* en *Bellamyia bengalensis*, *S. trifoliatus* en *Lymnaea luteola* y, *S. mukorossi* en *P. canaliculata* (Sukumaran *et al.*, 2008; Huang *et al.*, 2003; Deshmane y Nanaware, 2011). Upadhyay y Singh (2012) refieren que frente a *L. acuminata*, el fruto de *S. mukorossi* fue más activo que otros extractos menos polares; mientras que fracciones purificadas fueron más activas que algunos productos comerciales en este molusco, considerado el principal hospedero de *Fasciola gigantica* en el norte de la India.

El efecto de los extractos sobre la frecuencia cardiaca a la CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub>, se representa en la Fig. 1. Como se muestra en la Tabla 2, se hallaron diferencias significativas entre la frecuencia de los latidos de ambas concentraciones letales, también entre la CL<sub>90</sub> y el grupo control, pero no con la CL<sub>50</sub>.



**Fig. 1.** Frecuencia cardiaca a las CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> del extracto etanólico del fruto de *Sapindus saponaria* L. sobre *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839).

**Tabla 2.** ANOVA del efecto sobre la frecuencia cardiaca en *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839) a las CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> del extracto etanólico del fruto de *Sapindus saponaria* L.

	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F	p
Entre grupos	4 788,13	2	2 394,06		
Dentro de grupos	3 109,76	18	172,76		13,860,0002
Total	7 897,89	20			

R<sup>2</sup>=0,61 %

A diferencia del grupo con la CL<sub>90</sub>, en el caso del grupo testigo hay un ligero aumento de los latidos hasta los 40 min, al igual que en los moluscos tratados con la CL<sub>50</sub> en los primeros 20 min, lo cual pudiera deberse a la influencia de factores estresantes del propio medio, así como la manipulación de los moluscos durante el experimento. Se pudo verificar que a partir de los 40 min existe una declinación en la cantidad de latidos del corazón en los dos grupos de estudio.

Otros extractos de plantas obtenidos de la flora cubana han mostrado efecto en la frecuencia cardiaca de *Biomphalaria havanensis*, un caracol de relevancia médica, que mostró mortalidades importantes por extractos de *Agave legrilliana* (Agavaceae), *A. franzosinii* and *A. fourcroydes*, un género que también contiene saponinas como metabolito activo, pero del tipo esteroidal (Díaz and Ferrer, 1996; Hevia *et al.*, 2009). La frecuencia cardiaca es una forma importante de determinar el efecto molusquicida de un pro-

ducto (Malek y Cheng, 1974), en este sentido se evidencia que el extracto *S. saponaria* la disminuye; por tanto, las funciones vitales del molusco.

En el pericarpio de *S. saponaria* y de *Sapindus* spp., como uno de los compuestos activos se han descrito saponinas monodesmosídicas tipo hederagenina (ácido 23-hidroxioleanólico), las que son responsables de sus efectos deterosivos y de la actividad biológica (Lemos *et al.*, 1992; Ribeiro *et al.*, 1995; Abreu, 2005; Goyal *et al.*, 2014). Estos glucósidos son particularmente tóxicos para animales de sangre fría, como mecanismo de acción biocida adjudicado a *Sapindus* spp. se propone la pérdida de agua, una modificación en la permeabilidad de la membrana del molusco que puede causar la muerte cuando se afectan las mucosas de las branquias (Lacaille\_Dubois and Wagner, 1996; Chaieb, 2013). Las saponinas bidesmosídicas son más solubles en agua y generalmente inactivas biológicamente (Lacaille\_Dubois y Wagner, 1996).

Además de las saponinas tipo hederagenina, Murgu y Rodríguez (2006) aislaron oligoglucósidos sesquiterpénicos acíclicos como compuestos mayoritarios de *S. saponaria* en Brasil y evaluaron también la dinámica de acumulación de estos metabolitos en diferentes estadios del desarrollo del fruto.

Un requerimiento importante para el éxito en el empleo de moluscicidas de origen vegetal, además de su actividad biológica en los moluscos, huevos y juveniles, es la aplicación combinada de otras técnicas para el manejo integrado de enfermedades causadas por tremátodos, primeramente, a partir de recursos locales (Knopp *et al.*, 2005; Singh *et al.*, 2010; Kiros *et al.*, 2014). En este sentido se han propuesto especies que también tienen otros usos como *Moringa oleifera* (da Silva *et al.*, 2013). En el caso de *S. saponaria*, constituye una planta de creciente interés en Sur América, donde se han desarrollado investigaciones para su explotación tecnológica y manejo silvicultural (Sánchez y Silva, 2008; Flechas *et al.*, 2009).

El hecho de que el material vegetal de *S. saponaria* empleado posea efecto a escala de laboratorio sobre *G. cubensis*, aunque no fuera colectado recientemente, indica que la degradación de los compuestos activos que existió no fue significativa o, que en este proceso se los compuestos que se generaron también fueron activos. Esta posibilidad debe ser considerada en futuros estudios, debido a que un tiempo de vida medio prolongado de actividad constituye una cualidad deseada para un producto moluscicida de origen vegetal. Nuevas perspectivas de interés emergen con esta planta como un candidato que puede ser empleado en el control de huéspedes intermediarios de parasitosis tremátodos en animales y humanos. Es necesario proseguir con estudios adicionales en condiciones de campo.

## CONCLUSIONES

Se constató letalidad y disminución de los latidos del corazón sobre *G. cubensis*, en condiciones de laboratorio, del extracto etanólico del pericarpio del fruto de *S. saponaria* con seis meses de colectado.

## REFERENCIAS

- ABREU, O. (2005). Potencial medicinal del género *Sapindus* L. (Sapindaceae) y de la especie *Sapindus saponaria* L. *Rev Cubana Plant. Med.*, 10 (3-4), 45-50.
- AMUNARRIZ, M. (1991). Intermediated hosts of *Paragonimus* in the Easter Amazonic Region of Ecuador. *Trop. Med. Parasitology*, 42 (3), 164-166.
- CHAIIEB, I. (2013). Novel Advances and Perspectives to Use of Plant Saponins as Pesticides. *Acta Horticulturae*, 97 (21), 177-184.
- DA SILVA, C.; VARGAS, T. S.; BAPTISTA, D. F. (2013). Molluscicidal activity of *Moringa oleifera* on *Biomphalaria glabrata*: integrated dynamics to the control of the snail host of *Schistosoma mansoni*. *Rev Bras Farmacogn*, 23 (5), 848-850.
- DESHMANE, J.; NANAWARE, S. G. (2011). The Effects of Plant Toxin from Fruit Extract of *Sapindus laurifolius* on Mortality of Fresh Water Snail, *Bellamya bengalensis* (Lamarck). *Biological Forum – An International Journal*, 3 (2), 48-51.

- DÍAZ, R.; FERRER, J. R. (1996). Efecto de las dosis letales de plantas molusquicidas de la familia Agavaceae sobre la actividad cardiaca y la ovoposición de *Biomphalaria havanensis* (Mollusca: Planorbidae). *Rev Cubana Med Trop.*, 48 (1), 15-20.
- FLECHAS, H. A.; ARAGÓN, C.; MORALES, N. B.; JIMÉNEZ, P. J. A. (2009). Investigación y desarrollo de tres productos del jaboncillo (*Sapindus saponaria* L.) como base para la industrialización. *Colombia Forestal*, 12 (1), 171-182.
- GOYAL, S.; KUMAR, D.; MENARIA, G.; Singla, S. (2014). Medicinal Plants of the Genus *Sapindus* (*Sapindaceae*) a Review of their Botany, Phytochemistry, Biological Activity and Traditional Uses. *J Drug Del Ther.*, 4 (5), 7-20.
- HEVIA, Y.; SÁNCHEZ, J.; TACORONTE, J. E.; GUTIÉRREZ, A.; VÁZQUEZ, A. A.; WONG, L.; TIOMNOVA, O. T. (2009). Efecto de la colofonia sobre la actividad cardiaca y eclosión de los huevos de *Biomphalaria havanensis*. *Rev Cubana Med Trop.*; 61 (3), 244-247.
- HUANG, H. C.; LIAO, S. C.; CHANG, F.C; KUO, Y. H.; WU, Y. C. (2003). Molluscicidal saponins from *Sapindus mukorossi*, inhibitory agents of golden apple snails, *Pomacea caniculata*. *J. Agric. Food. Chem.*, 51 (17), 4916-4919.
- IANNACONE, J.; LA TORRE, M. I.; ALAVARIÑO, L.; CEPEDA, C.; AYALA, H.; ARGOTA, G. (2013). Toxicidad de los bioplaguicidas *Agave americana*, *Furcraea andina* (*Asparagaceae*) y *Sapindus saponaria* (*Sapindaceae*) sobre el caracol invasor *Melanoides tuberculata* (Thiaridae). *Neotropical Helminthology*, 7 (2), 231-241.
- KHAN, M. K.; SAJID, M. S.; RIAZ, H.; AHMAD, N. E.; HE, L.; SHAHZAD, M. *et al.* (2013). The Global Burden of Fasciolosis in Domestic Animals with an Outlook on the Contribution of New Approaches for Diagnosis and Control. *Parasitol Res.*; 112 (7), 2421-2430.
- KIROS, G.; ERKO, G.; GIDAY, M.; MEKONNEN, Y. (2014). Laboratory Assessment of Molluscicidal and Cercariacidal Effects of *Glinus lotoides* Fruits. *BMC Research Notes*, 7 (1), 220.
- KNOPP, S.; MOHAMMED, K. A.; ALI, S. M.; KHAMIS, I. S.; AME, S. M.; ALBONICO, M. *et al.* (2012). Study and Implementation of Urogenital Schistosomiasis Elimination in Zanzibar (Inguja and Pemba Islands) using an Integrated Multidisciplinary Approach. *BMC Public Health*, 12 (1), 930-943.
- LACAILLE\_DUBOIS, A.; WAGNER, H. (1996). A Review of Biological and Pharmacological Activities of Saponins. *Phytomedicine*, 2 (4), 365-386.
- LEMONS, T. L. G.; MENDES, A. L.; SOUSA M. P. (1992). New saponin from *Sapindus saponaria*. *Fitoterapia*, 63 (6), 515-517.
- LEÓN, H.; ALAÍN, H. (1953). *Flora de Cuba III*. La Habana, Cuba: Museo de Historia Natural.
- MALEK, E.; CHENG, T. (1974). *Medical and Economic Malacology*. London: Ed. Academic Press.
- MARSTON, A.; HOSTETTMANN, K. (1985). Plant molluscicides. *Phytochemistry*, 24 (4), 639-652.
- MCCULLOUGH, F. S. (1992). *The role of mollusciciding in Schistosomiasis control*. Geneva: World Health Organization.
- MOZLEY, A. (1939). Fresh-water Mollusca of the Tangayika Territory and the Zanzibar Protectorate, and their relation to human schistosomiasis. *Trans Roy Soc Edinburgh*, 59 (3), 687-691.
- MULEY, E. V. (1978). Biological and chemical control of snail vector *Melania scabra* (Gastropoda: Prosobranchia). *Bull Zool Survey India*, 1 (1), 1-6.
- MURGU, M.; RODRÍGUEZ-FILHO, E. (2006). Dereplication of glycosides from *Sapindus saponaria* using liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Braz. Chem. Soc.*, 17 (7), 1281-1290.
- OJEWOLE, J. A. O. (2004). Indigenous plants and schistosomiasis control in South Africa: molluscicidal activity of some Zulu medicinal plants. *BLACPMA*, 3 (1), 8-22.
- PALACIO, D.; BERTOT, J. A.; BELTRAO, M.; VÁZQUEZ, A.; IZQUIERDO, N.; ARENAL, A.; ARTEAGA, A. (2017). Comportamiento estacional de *Fasciola hepatica* en bovinos sacrificados en el matadero Chacuba, Camagüey, Cuba. *Rev prod anim.*, 29 (1), 31-36.

- PERERA, G.; YONG, M.; RODRÍGUEZ, J.; GÁLVEZ D. (1983). Cuban endemic mollusks infected with *Angiostrongylus cantonensis*. *Malacological Review*, 16 (1-2), 97-98.
- QUIJANO, M.; LARA, G.; RIERA-RUIZ, C.; BARRAGÁN, A.; MIRANDA, M.; MANZANO, P. (2016). Field evaluation of plants molluscicide against *Pomacea canaliculata*. *Emirates J Food Agric.*, 28 (3), 224-226.
- QUIJANO, M.; RIERA-RUIZ, C.; BARRAGÁN, A.; MIRANDA, M.; ORELLANA, T.; MANZANO, P. (2014). Molluscicidal activity of the aqueous extracts from *Solanum mammosum* L., *Sapindus saponaria* L. and *Jatropha curcas* L. against *Pomacea canaliculata*. *Emirates J. Food Agric.*, 26 (10), 871-877.
- RAYMOND, M. (1985). Presentation d'un programme basic d'analyse log-probit micro-ordinateur. Cah ORSTOM ser. *Ent Med et Parasitol.*, 23 (2), 117-121.
- RIBEIRO, A.; ZANI, C. L.; ALVES, T. M. A.; MENDES, N. M.; HAMBURGUER, M.; HOSTETTMAN, K. (1995). Molluscicidal saponins from the pericarp of *Sapindus saponaria*. *Int J Pharmacog.*, 33 (3), 177-180.
- RODRÍGUEZ, R.; TORRADO, L.; RIVERO, T.; XAVIER, F. (2000). La fasciolosis hepática humana en Camagüey. 1999. *Rev. Arch. Méd. de Camagüey.*, 4 (2), 22-29.
- ROIG, J. T. (1974). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*. La Habana: Editorial Ciencia y Técnica.
- ROLLINSON, D.; KNOPP, S.; LEVITZ, S.; STOTHARD, J. R.; TCHUENT, L. A.; GARBA, A.; 2013. Time to set the agenda for schistosomiasis elimination. *Acta Tropica.*; 128 (2), 423-440.
- SÁNCHEZ, J. A.; SILVA, J. (2008). Estudio silvicultural de la especie *Sapindus saponaria* L. (Jaboncillo) como base para el aprovechamiento silvoindustrial. *Colombia Forestal*, 11 (1), 71-82.
- SINGH, S. K.; YADAV, R. P.; SINGH, A. (2010). Molluscicides from some common medicinal plants of eastern Uttar Pradesh, India. *J Appl Toxicol.*, 30 (1), 1-7.
- SOLER, B.; SÁNCHEZ, E.; MÉNDEZ, G.; GARCÍA, M.; MIRANDA, M. (1992). *Normas ramales. Medicamentos de origen vegetal*. La Habana, Cuba: MINSAP.
- SUKUMARAN, D.; PARASHAR, B. D.; RAO, K. (2008). Evaluation of some plant molluscicides against a freshwater snail *Lymnaea luteola*, the vector of animal schistosomiasis. *Pharm Biol.*, 40 (6), 450-455.
- TORREALBA, J. F.; SCORZA, J. V.; SANABRIA, M. S.; VÁZQUEZ, A. D.; RAMOS, B.; RICCARDI, B., *et al.* (1953). Nota preliminar sobre la acción malaquisita del fruto de paraparo (*Sapindus saponaria*). *Gaceta Medica Caracas*, 61 (10-12), 299-307.
- UPADHYAY, A.; SINGH, D. K. (2012). Pharmacological effects of *Sapindus mukorossi*. *Rev Inst Med Trop de Sao Paulo*, 54 (5), 273-280.
- VÁZQUEZ, A. A.; SÁNCHEZ, J.; HEVIA, Y. (2009). Distribución y preferencia de hábitats en moluscos hospederos intermediarios de *Fasciola hepática* en Cuba. *Rev. Cubana Med. Trop.*, 61 (3), 248-253.
- VÁZQUEZ, R.; DIÉGUEZ, L.; DEL RISCO, U.; FIMIA, R.; VÁZQUEZ, A. A. (2014). *Pseudosuccinea columella* (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) en Camagüey. *Rev. Cubana Med Trop.*, 65 (3), 388-393.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1983). *Report of the Scientific Working Group on Plant Molluscicides*. Geneva: World Health Organization (TDR/SCH-SWG,4).

Recibido: 10-9-2018

Aceptado: 16-9-2018

**Conflicto de intereses:** Ninguno