

VALORACIÓN DE METODOLOGÍA ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DEL CARACOL GIGANTE AFRICANO (*Achatina fulica*)*

Angie Patiño-Montoya¹ & Alan Giraldo²

Resumen

Objetivo: evaluar la eficiencia del uso de extractos vegetales y sustancias de acceso común a la comunidad como método alternativo para el control del caracol gigante africano. **Alcance:** incentivar la investigación sistemática de sustancias alternativas para el control de caracol gigante africano y fortalecer las acciones de manejo de esta especie invasora. **Metodología:** se realizaron 25 ensayos de laboratorio para evaluar el efecto molusquicida de los extractos vegetales de guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), matarratón (*Gliricidia sepium*), comino (*Cuminum cyminum*), y cerveza, utilizando molusquicida comercial (metaldehído) como control negativo y agua destilada como control positivo. Cada ensayo estuvo compuesto de 15 individuos de caracol gigante africano, dispuestos en un terrario (60x30x20 cm) con piso de tierra esterilizada, comida en exceso (herbáceas en general) y entrada de aire constante. **Principales resultados:** se recolectaron y procesaron 375 individuos de caracol gigante africano, con longitud promedio de la concha de 39,1 mm \pm 12,6 mm y peso promedio de 6,98 g \pm 7,3 g. Solamente los tratamientos con producto comercial (56%) y extracto de comino registraron muertes, observándose con este tratamiento signos de estrés fisiológico similares a los exhibidos por los individuos expuestos al molusquicida comercial. **Conclusiones:** no se encontraron evidencias concluyentes de la eficacia del extracto de guayacán rosado, matarratón o cerveza como sustancia alternativa para el control del caracol gigante africano. Se sugiere continuar con el proceso de experimentación con el extracto de comino, aunque se hace necesario reglamentar los protocolos utilizados para evaluar el efecto de sustancias alternativas de potencial uso para el control del caracol gigante africano.

Palabras clave: especie invasora, metaldehído, Mollusca, *Tabebuia*, *Gliricidia*, *Cuminum*, cerveza.

* FR: 10-II-18. FA: 11-III-18.

¹ Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Ecología Animal. Cali, Colombia. E-mail: angie.patino@correounivalle.edu.co

² Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Ecología Animal. Cali, Colombia. alan.giraldo@correounivalle.edu.co

CÓMO CITAR:

PATIÑO, A. & GIRALDO, A., 2018.- Valoración de metodología alternativa para el control del caracol gigante africano (*Achatina fulica*). *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.U.de Caldas*, 22 (2): 183-192. DOI: 10.17151/bccm.2018.22.2.13



VALUATION OF ALTERNATIVE METHODOLOGY FOR THE CONTROL OF THE GIANT AFRICAN SNAIL (*Achatina fulica*)

Abstract

Objectives: to evaluate the efficiency of the plant extracts and substances of common access to the community as an alternative method for the control of the African giant snail. **Scope:** encourage the systematic investigation of alternative substances for the control of the African giant snail and strengthen the management actions of this invasive species. **Methodology:** Twenty-five laboratory trials were carried out to evaluate the molluscicidal effects of vegetal extracts of Pink Guayacan (*Tabebuia rosea*), Matarraton (*Gliricidia sepium*), Cumin (*Cuminum cyminum*), and beer, using commercial molluscicide (metaldehyde) as negative control and distilled water as a positive control. Each trial consisted of 15 individuals of African giant snails arranged in a terrarium (60x30x20 cm) with sterile ground floor, excess food (herbaceous in general) and constant air intake. **Main results:** A total of 375 individuals of African giant snails, with an average shell length of 39.1 mm \pm 12.6 mm and average weight of 6.98 g \pm 7.3 g, were collected and processed. Only treatments with the commercial product (56%) and cumin extract recorded deaths with signs of physiological stress similar to those exhibited by individuals exposed to the commercial molluscicide. **Conclusions:** No conclusive evidence was found of the efficacy of the extract of Pink Guayacan, Matarraton or beer as alternative substances for the control of the African giant snail. It is suggested to continue with the experimentation process with the cumin extract, although it is necessary to regulate the protocols used to evaluate the effect of alternative substances of potential use for the control of the African giant snail.

Key words: beer, invasive species, metaldehyde, Mollusca, *Tabebuia*, *Gliricidia*, *Cuminum*.

INTRODUCCIÓN

El caracol gigante africano (*Achatina fulica*) es un molusco gasterópodo de la familia Achatinidae. Esta especie se encuentra generalmente asociada con las zonas urbanas, en especial los sectores de bajos recursos económicos, lo que sumado a su rol como hospedero intermediario de parásitos como *Angiostrongylus cantonensis* y *Angiostrongylus costaricensis* causantes de meningitis eosinofílica y angiostrongiliasis abdominal respectivamente, su alta capacidad de adaptación y su impacto documentado sobre cultivos de interés comercial como el de arroz y papaya (FONTANILLA, 2010; MOLINA, 2013; CHACÓN & LOLLOBRIGIDA, 2014; GOLDDYN *et al.*, 2016, CORDOBA *et al.*, 2017, PATIÑO-MONTOYA *et al.*, 2018), han permitido incluirla en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más peligrosas del mundo (LOWE *et al.*, 2000).

En el mundo, la investigación sobre el control del caracol gigante africano se remonta a comienzos del siglo pasado, al tener como punto de partida iniciativas direccionadas al control biológico a partir de la introducción de un potencial depredador del molusco, siendo descartada la mayor parte del tiempo (GERLACH, 2001). Durante los últimos 50 años, el control físico y químico, consistente en la recolección manual y posterior eliminación por medios químicos, generalmente sal común (NaCl), cal viva (Ca₂OH), o el uso de cebos con metaldehído (C₈H₁₆O₄), u otro atrayente/repelente, han sido los métodos más utilizados (MOREAU *et al.*, 2015; GARCÉS-RESTREPO *et al.*, 2016). Sin embargo, el alto costo económico asociado a la implementación de este tipo de control, han impulsado a la comunidad científica a identificar metodologías alternativas, a través de procesos de investigación científica sistemática para fortalecer las iniciativas de control y manejo de las poblaciones (ESTÉVEZ *et al.*, 2015; COVA *et al.*, 2017).

En términos generales, las estrategias de control físico y químico, han demostrado una baja eficiencia en su propósito, acompañadas de daños colaterales al entorno, como acidificación del suelo y muerte de especies nativas debido a la baja especificidad de los cebos suministrados (ANDREWS, 2012; MOREAU *et al.*, 2015). Por lo tanto, se hace necesario direccionar los esfuerzos hacia una estrategia integral de manejo, que no se fundamente en las acciones de erradicación directa, sino que de manera sistemática incremente el papel de las comunidades locales en las acciones de control, atenuando el impacto de la especie invasora (GARCÉS-RESTREPO *et al.*, 2016). Una alternativa para alcanzar este propósito ha sido la identificación de sustancias molusquicidas de fácil acceso para las comunidades locales y con un menor efecto colateral. Estas sustancias han sido obtenidas a partir de extractos elaborados con especies de plantas propias de cada región, que de acuerdo con el saber etnocultural, presentan actividad molusquicida, especialmente de las familias Bignonaceae, Euphorbiaceae, Apiaceae o Fabaceae, familias vegetales que contienen antraquinonas y polifenoles en órganos como las hojas, las semillas o el tallo (GOVINDAPPA *et al.*, 2013; YADAVH & SINGH, 2014; SELVI *et al.*, 2015; VIEIRA *et al.*, 2016; NAWASH *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2017).

En Colombia, el control del caracol gigante africano se encuentra a cargo de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) por decreto del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2011). Actualmente, la medida de control dispuesta por la autoridad ambiental es la recolección manual y posterior tratamiento de los individuos con cal viva o sal común (GIRALDO *et al.*, 2014; GARCÉS-RESTREPO *et al.*, 2016). Recientemente, GARCÉS-RESTREPO *et al.* (2016) propusieron una metodología basada en la exposición del molusco a extractos vegetales de fácil acceso, sugiriendo el extracto de guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) como alternativa para el control, debido a su actividad molusquicida. Con la presente investigación se propone evaluar el uso de otros tipos de especie planta o producto

derivado para el control de caracol gigante africano y se evalúa la eficiencia de esta propuesta metodológica, destacando elementos a mejorar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron especímenes de caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en la zona urbana del municipio de Santiago de Cali, departamento del Valle del Cauca, Suroccidente colombiano. Esta es una ciudad capital, con población aproximada de 2.500.000 de habitantes, que se localiza a la margen izquierda del río Cauca, a una elevación promedio de 1000 m sobre el nivel del mar. La precipitación anual es del orden de 900 mm y la temperatura ambiente varía entre 23°C y 30°C, siendo la vegetación dominante de tipo bosque seco tropical (Bs-T) (PATIÑO-MONTOYA & GIRALDO, 2017).

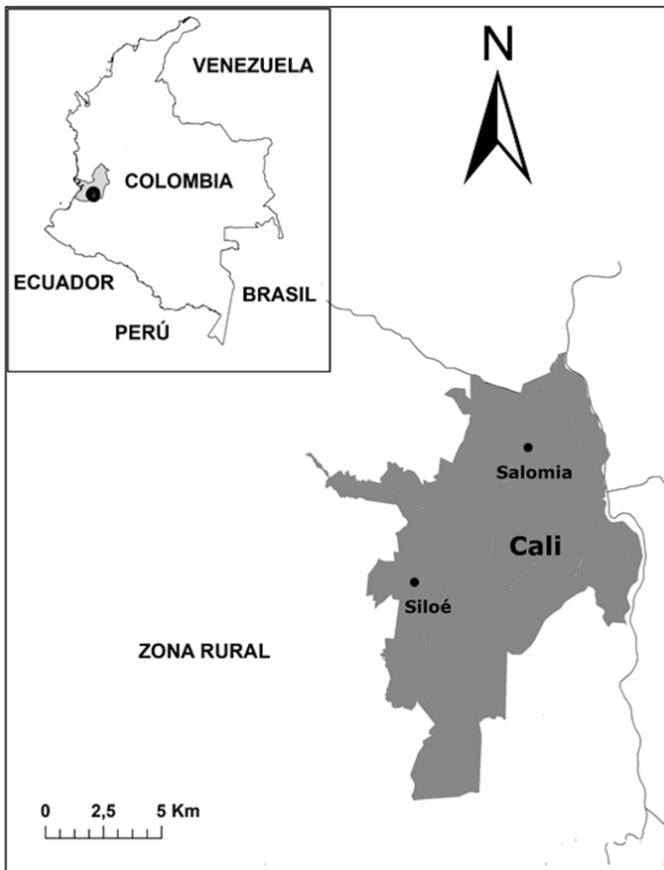


Figura 1. Ubicación de los sitios de recolección de especímenes de caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en la ciudad de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Para realizar la recolección de los especímenes de estudio se siguieron las recomendaciones de manipulación dispuestas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2011), la captura se realizó mediante un muestreo de oportunidad, a partir de la información suministrada por la comunidad de los barrios Salomia y Siloé de Cali (Figura 1). En cada uno de los sitios establecidos, se buscaron activamente los individuos mediante inspección visual y por excavación hasta 10 cm de profundidad en las zonas con refugios potenciales. Todos los especímenes fueron recolectados manualmente y se dispusieron en bolsas sella fácil para su traslado al laboratorio de Ecología Animal de la Universidad del Valle, sede Meléndez. De acuerdo con la normativa ambiental vigente, no se requiere permiso de recolección o investigación de parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para desarrollar trabajo de investigación en especies catalogadas como invasoras (MAVDT, 2008)

Se dispusieron seis tratamientos siguiendo las recomendaciones de SILVA *et al.* (2007) y KUMAR & SIMON (2016), tres fueron de extractos botánicos, guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), matarratón (*Gliricidia sepium*) y comino (*Cuminum cyminum*), uno de cerveza y uno de producto molusquicida comercial, usando agua destilada como tratamiento control. Los extractos de guayacán rosado y matarratón fueron preparados a partir de hojas maduras, secadas en horno a 80°C por 24 horas, luego de triturarlas, se realizaron infusiones con agua destilada a una concentración 30 gr/50 ml, siguiendo el protocolo de GARCÉS-RESTREPO *et al.* (2016). Para preparar el extracto de comino, se preparó una solución de 55 gr de comino comercial en polvo (composición: extracto de *Cuminum cyminum*, harina de cereales y tartrazina) en 100 ml de agua destilada. La cerveza utilizada consistió en bebida comercial de cebada, malta y lúpulo fermentado, con concentración de alcohol del 4%, y el producto molusquicida comercial tuvo como principio activo metaldehído 5%.

Para evaluar el efecto molusquicida de los extractos y derivados botánicos, se realizaron cinco ensayos por cinco semanas para un total de 25 ensayos. De los 25 ensayos se destinaron tres para el extracto de matarratón, seis para el extracto de guayacán rosado, seis para el producto molusquicida comercial, tres para la cerveza, tres para el extracto de comino y se realizaron cuatro ensayos de control con agua destilada. Un ensayo constó de un terrario (60x30x20 cm) con 15 individuos seleccionados al azar, un piso de tierra esterilizada de 5 mm, comida en exceso (herbáceas en general) y entrada de aire constante (Figura 2).

Cada tratamiento consistió en 60 aspersiones para los extractos y derivados botánicos, la cerveza y el agua destilada, utilizando la dosis recomendada por la casa comercial (32Kg/Ha) para realizar la oferta del molusquicida comercial. Cada semana al terminar los ensayos, se contabilizaron la cantidad de muertes, además se midieron los individuos con un pie de rey y se pesaron con una balanza digital. Se siguió la normativa vigente para la disposición final de los individuos (MAVDT, 2008; MAVDT, 2011).



Figura 2. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*). A. Caracol gigante africano alimentándose de materia vegetal del suelo en uno de los sitios de recolección (barrio Salomia, Cali). B. Especímenes de caracol gigante africano utilizados para el desarrollo de los experimentos de control. C. Condiciones experimentales de los ensayos.

Se describió la estructura de talla de los individuos recolectados a partir de un gráfico de distribución de frecuencias y se evaluó el efecto molusquicida de los tratamientos empleados, a partir de una prueba no paramétrica de varianza de Kruskal Wallis (KW), para la cual se consideró cada tratamiento como factor experimental y el número de individuos muertos por ensayo como variable de respuesta. Las pruebas estadísticas se realizaron en el programa PAST 3[®] y los gráficos en el programa Minitab 16[®].

RESULTADOS

Fueron recolectados y procesados 375 individuos de caracol gigante africano, siendo la talla (longitud total) promedio de la concha de 39,1 mm ± 12,6 mm y el peso

promedio de $6,98 \text{ g} \pm 7,3 \text{ g}$. Del total de individuos recolectados, 20 estuvieron en el intervalo de longitud de adulto (60,1 mm en adelante), 255 de adulto joven (30,1-60 mm) y 100 individuos de juvenil (0-30 mm) (Figura 3).

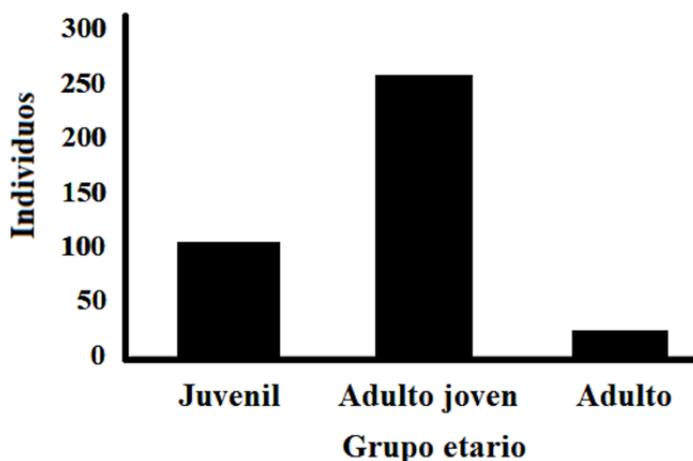


Figura 3. Distribución etaria de los individuos de *A. fulica* colectados en el barrio Salomía de Cali, Valle del Cauca.

Solamente los tratamientos con producto comercial (56%) y extracto de comino registraron muertes, aunque en este último solo se obtuvo una muerte. Sin embargo, con el tratamiento con comino se observaron signos de estrés fisiológico en los animales como inactividad, inanición y secreción de mucosa, en una intensidad menor al producto comercial.

Se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados (KW, χ^2 13,62, $p = 0,0005$), siendo la fuente de variación el tratamiento producto comercial. A este tratamiento se sometieron un total de 17 individuos juveniles, 62 individuos adultos jóvenes y 11 adultos, con 41% de muertes en juveniles, 58% en adultos jóvenes y de 63% para adultos.

DISCUSIÓN

La recolección manual es la forma de control del caracol gigante africano sugerida en Colombia, sin embargo, la mayor parte de los individuos recolectados para el desarrollo de este trabajo correspondieron a individuos juveniles y adultos, lo que sugiere que los esfuerzos de control (recolección manual) realizados por la autoridad ambiental han tenido un sesgo hacia individuos adultos, asociado a su detección y tendencia a permanecer en el mismo lugar (MARQUES, 2012; GARCÉS-RESTREPO *et al.*, 2016). Probablemente, la alta disponibilidad de adultos jóvenes y juveniles que

no se detecta durante las campañas de recolección, ya sea por su comportamiento (estivación) o el desplazamiento natural en busca de zonas de mejor oferta alimentaria, sigue manteniendo latente el problema y los impactos negativos de la especie en estos lugares (FONTANILLA, 2010), haciendo urgente la implementación de propuestas alternativas como lo sugieren GARCÉS-RESTREPO *et al.* (2016).

En este estudio se obtuvo mayor mortalidad con el producto comercial (metaldehído). Sin embargo, su uso a gran escala no es recomendable debido a la baja especificidad de los cebos (ANDREWS *et al.*, 2012; MOLINA, 2013; MOREAU *et al.*, 2015). De acuerdo con la literatura, el uso de extracto de guayacán rosado puede llegar a tener un 17% de mortalidad (GARCÉS-RESTREPO *et al.*, 2016). Aunque, en los ensayos realizados en la presente investigación el extracto de esta planta no presentó actividad molusquicida, los extractos de algunos congéneres, como *T. aurea*, *T. argentea* y *T. avellanedae*, han demostrado una alta actividad molusquicida (KIM *et al.*, 2013; GOVINDAPPA *et al.*, 2013; RAMALASKSHIMI & MUTHUCHELIAN, 2015). Sin embargo, es importante destacar que las condiciones experimentales bajo las cuales se realizó el presente experimento fueron sustancialmente diferentes a las condiciones descritas en la literatura bajo las cuales se estableció el efecto molusquicida de todas estas especies vegetales. Por ejemplo, los procesos de extracción fueron realizados con etanol y los ensayos experimentales se realizaron bajo condiciones estrictas de laboratorio, de tal manera que las modificaciones en el proceso de extracción y las condiciones experimentales (tiempo del ensayo, tipo de terrario y la incorporación del piso de tierra) pudieron contribuir a la disminución de la eficacia del extracto.

Aunque el extracto de matarratón en su perfil fitoquímico presenta compuestos polifenoles (CRUZ *et al.*, 2016; KUMAR & SIMON, 2016) y la cerveza contiene un 4% de alcohol, ambas sustancias no presentaron evidencia de acción molusquicida. Sin embargo, esta última ha sido ampliamente utilizada como cebo atrayente para recolectar moluscos terrestres por trampeo (CHACÓN & LOLLOBRÍGIDA, 2014).

De otro lado, a pesar de que extracto de comino, como aceite esencial, ha sido utilizado como control de moluscos acuáticos (SOUSA *et al.*, 2017), su efecto sobre el caracol gigante africano no fue concluyente, aunque los especímenes expuestos al extracto de esta planta exhibieron condición de estrés fisiológico similares a las generadas por el molusquicida comercial. Sin embargo, la presencia de tartrazina en la presentación comercial de comino utilizado para obtener el extracto utilizado en los ensayos podría llegar a generar una reacción alérgica en los especímenes expuestos, como lo sugiere SÁNCHEZ (2013).

En conclusión, no se encontraron evidencias concluyentes de la eficacia del extracto de guayacán rosado, matarratón o cerveza como sustancia alternativa para el control del caracol gigante africano. Sin embargo, teniendo en cuenta que el extracto de

comino ocasionó la muerte de una unidad experimental y que los especímenes expuestos exhibieron condiciones de estrés fisiológico similares a los que fueron observados con el uso del molusquicida comercial, se sugiere continuar con el proceso de experimentación con el extracto de esta planta. En este sentido, se hace necesario que la autoridad ambiental reglamente los protocolos utilizados para evaluar el efecto de sustancias alternativas de potencial uso para el control del caracol gigante africano. Específicamente, se requiere definir la procedencia de los especímenes que se van a utilizar en los ensayos, los procedimientos para obtener las sustancias experimentales que vayan a ser puestas a prueba, las características físicas de los terrarios a utilizar como unidades experimentales y las condiciones mínimas de diseño requeridas para establecer los efectos molusquicidas.

AGRADECIMIENTOS

A Vanessa Ayala, Humberto Calero, Andrés Carmona y Juan José Gallego por su colaboración durante el desarrollo del muestreo. Este trabajo fue cofinanciado por el Grupo de Investigación en Ecología Animal y el Departamento de Biología de la Universidad del Valle y hace parte del trabajo de investigación de maestría de Angie Patiño-Montoya, quien recibió una asistencia de docencia como estímulo académico por parte del programa de Postgrado en Ciencias Biología, durante el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- ANDREWS, K.L., 2012.- Control químico de babosas especialmente la babosa del frijol, *Sarasinula plebeia*. *CEIBA*, 26 (1): 90-102.
- CHACÓN, G. & LOLLOBRIGIDA, G., 2014.- Población y control de caracol en el cultivar papaya en San Antonio Santa Rosa: Tesis, Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias, Machala.
- CORDOBA, D., PATIÑO-MONTOYA, A. & GIRALDO, A., 2017.- Prevalence of Strongylida nematodes associated with African Snail, *Achatina fulica*, in Valle del Cauca, Colombia. *Rev.MVZ. Córdoba*, 22(3): 6276-6286.
- COVA, G.J.H., MORALES, M.D.V.C. & ARCAS, A.P., 2017.- Programa de capacitación para el control de *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinaceae) en la comunidad de Guatacaral, Parroquia San Juan, estado Sucre, Venezuela. *CLIC: Conocimiento Libre y Licenciamiento*, 15: 1-10.
- CRUZ, M.G.M. & CUI-LIM, K.M.R., 2016.- Phytochemical screening of the ethanol extract of (Jacq.) Steud *Gliricidia sepium* (Kakawate). *Asian J. Phar. Pharm.*, 2(6): 150-153.
- ESTÉVEZ, R.A., ANDERSON, C.B., PIZARRO, J.C. & BURGMAN, M.A., 2015.- Clarifying values, risk perceptions, and attitudes to resolve or avoid social conflicts in invasive species management. *Conserv. Biol.*, 29(1): 19-30.
- FONTANILLA, I.K.C., 2010.- *Achatina (Lissachatina) fulica* BOWDICH: Its molecular phylogeny, genetic variation in global populations, and its possible role in the spread of the rat lungworm *Angiostrongylus cantonensis* (CHEN): Tesis, Universidad de Nottingham, Inglaterra.
- GARCÉS-RESTREPO, M.F., PATIÑO-MONTOYA, A., GÓMEZ, M., GIRALDO, A. & BOLÍVAR, W., 2016.- Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1): 1-10.
- GERLACH, J., 2001.- Predator, prey and pathogen interactions in introduced snail populations: 203-209 (En) *Animal Conservation Forum*. Cambridge University Press.
- GIRALDO, A., BOLÍVAR, W. & GONZÁLEZ, A. (Comp.), 2014.- Caracol africano en el Valle del Cauca: línea base para el Valle del Cauca. Grupo de Investigación en Ecología Animal, Universidad del Valle. Cali. 19 p.
- GOLDYN, B., GUAYASAMÍN, P.R., SANCHEZ, K.A. & HEPTING, L., 2016.- Notes on the distribution and invasion potential of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae) in Ecuador. *Folia Malacol.*, 24 (2): 85-90.
- GOVINDAPPA, M., CHANNABASAVA, R., KUMAR, K.S. & PUSHPALATHA, K.C., 2013.- Antioxidant Activity and Phytochemical Screening of Crude Endophytes Extracts of *Tabebuia argentea* Bur. & K. Sch. *Am. J. Plant. Sci.*, 4 (08): 1641.
- KIM, M.G., JEON, J.H. & LEE, H.S., 2013.- Larvicidal activity of the active constituent isolated from *Tabebuia avellanedae* bark and structurally related derivatives against three mosquito species. *J. Agric. Food Chem.*, 61(45): 10741-10745.
- KUMAR, N.S. & SIMON, N., 2016.- In vitro antibacterial activity and phytochemical analysis of *Gliricidia sepium* (L.) leaf extracts.

- J. Pharmacogn. Phytochem.*, 5(2): 131.
- LOWE, S., BROWNE, M., BOUDJELAS, S. & DE POORTER, M., 2000.- 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. UICN.
- MARQUÉS, F., 2012.- Ecological mediators for the gregarious behavior of *Achatina fulica* (Mollusca: Achatinidae). *J. Conchol.*, 41 (3): 377.
- MAVDT., 2008.- Resolución Número 0848 del 23 de mayo de 2008. Por el cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT, Colombia.
- MADTV., 2011.- Resolución Número 654 de abril 7 2011: "Por el cual se corrige la Resolución No. 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*). MADTV, Colombia.
- MOLINA, N., 2013.- Efectos de los extractos botánicos para el control del caracol *Achatina fulica* en el cultivo de arroz *Oriza sativa*: Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Ecuador.
- MOREAU, P., BURGEOT, T. & RENAULT, T., 2015.- In vivo effects of metaldehyde on Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: comparing hemocyte parameters in two oyster families. *Environ. Sci. & Pollut. Res.*, 22 (11): 8003-8009.
- NAWASH, O., SHUDIEFAT, M., AL-TABINI, R. & AL-KHALIDI, K., 2013.- Ethnobotanical study of medicinal plants commonly used by local bedouins in the badia region of Jordan. *J. ethnopharmacol.*, 148 (3): 921-925.
- PATIÑO-MONTOYA, A. & GIRALDO, A., 2017.- Variación génica intrapoblacional del caracol africano (*Achatina fulica*) en el departamento del Valle del Cauca. *Rev. MVZ Córdoba*, 22(2): 5924-5936.
- PATIÑO-MONTOYA, A., MURILLO, O.E. & GIRALDO, A., 2018.- Variación morfológica de una especie invasora: el caracol gigante africano (*Achatina fulica*: Achatinidae). *Biota Colombiana*, 19(1): 1-10.
- SÁNCHEZ, J.R., 2013.- La química del color en los alimentos. *Química viva*, 12 (3).
- SELVI, V.A., RAM, L.C. & MASTO, R.E., 2015.- Molluscicidal effect of biogenic silica and botanical pesticides for the control of *Achatina fulica* (giant African land snail) and *Laevicaulis alte* (garden slug). *J. Phytopathology*, 2 (1): 12-21.
- SILVA, T.M.S., DA SILVA, T.G., MARTINS, R.M., MAIA, G.L.A., CABRAL, A.G.S., CAMARA, C.A. & BARBOSA-FILHO, J.M., 2007.- Molluscicidal activities of six species of Bignoniaceae from north-eastern Brazil, as measured against *Biomphalaria glabrata* under laboratory conditions. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 101 (4): 359-365.
- SOUSA, R.M.O., ROSA, J.S., CUNHA, A.C. & FERNANDES-FERREIRA, M., 2017.- Molluscicidal activity of four Apiaceae essential oils against the freshwater snail *Radix peregra*. *J. Pest. Sci.*, 1: 1-14.
- VIEIRA, L.R., GUSMAN, G.S. & VESTENA, S., 2016.- Avaliação da atividade moluscicida de extratos vegetais sobre *Achatina fulica* Bowdich (Mollusca, Achatinidae). *Arq. Inst. Biol.*, 83: 01-06.
- YADAV, R.P. & SINGH, A., 2014., Effects of Single, Binary and Tertiary Combinations with *Jatropha gossypifolia* And Other Plant-Derived Molluscicides on Reproduction and Survival of the Snail *Lymnaea acuminata*. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo.*, 56 (5): 421-426.