



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos "Alexander von Humboldt"
Colombia

Garcés-Restrepo, Mario F.; Patiño-Montoya, Angie; Gómez-Díaz, Mónica; Giraldo, Alan;
Bolívar-García, Wilmar

Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del
Cauca, Colombia

Biota Colombiana, vol. 17, núm. 1, enero-junio, 2016, pp. 44-52
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148412004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia

Alternative substances to control the African snail (*Achatina fulica*) in Valle del Cauca, Colombia

Mario F. Garcés-Restrepo, Angie Patiño-Montoya, Mónica Gómez-Díaz, Alan Giraldo y Wilmar Bolívar-García

Resumen

La presencia del caracol gigante africano *Achatina fulica* (Bowdich 1822) fue confirmada en Colombia en 2008. Debido a las implicaciones económicas y sanitarias que representa esta especie, así como las dificultades de su control y el alto costo que éste representa, se ha generado la necesidad de cuantificar la efectividad de los protocolos implementados para su control y el uso de sustancias alternativas de bajo costo. En la presente investigación se analizó la eficacia de la remoción manual y la remoción manual con aspersión de cal (óxido de calcio). Ambas técnicas presentaron eficacias similares, por lo cual se recomienda que la cal solo sea implementada para la disposición final de los individuos colectados, disminuyendo costos y repercusiones en la artropofauna. Adicionalmente, se evaluó la actividad molusquicida del hipoclorito de sodio comercial y el extracto vegetal de *Tabebuia rosea* y *Jatropha curcas*, comparándose con una sustancia molusquicida comercial (metaldehído). Las tres sustancias alternativas presentaron actividad molusquicida, con una eficacia menor a la sustancia comercial. La implementación del uso de los extractos de *T. rosea* y *J. curcas* en los programas de control del caracol africano podría ser relevante, debido a su bajo costo y la ausencia de efectos ambientales negativos.

Palabras clave. Control de especies. Hipoclorito de sodio. *Jatropha curcas*. Molusquicida. *Tabebuia rosea*.

Abstract

The presence of the giant African snail *Achatina fulica* (Bowdich 1822) was confirmed in Colombia in 2008. Due to economic and health implications of this species and the difficulties in controlling it, it is essential to establish the relevance of protocols and alternative inexpensive substances used to control the snail. In this research, the effectiveness of manual removal and manual removal with spray of calcium oxide was analyzed. Both techniques had similar efficiencies, so it is recommended that calcium oxide should be implemented only for the disposal of the collected individuals in order to reduce costs and decrease the impact on arthropofauna. In addition, we evaluated the molluscicide ability of commercial sodium hypochlorite, two plant extracts (*Tabebuia rosea* and *Jatropha curcas*), and commercial molluscicide (metaldehyde). We found that the three alternative substances were effective as molluscicides, but with lower effectiveness than the commercial substance. Implementation of the extracts of *T. rosea* and *J. curcas* is recommended because they have low cost, and do not present negative effects on the environment.

Key words. Control species. *Jatropha curcas*. Molluscicide. Sodium hypochlorite. *Tabebuia rosea*.

Introducción

El caracol gigante africano *Achatina fulica* (Bowdich 1822) en los últimos 200 años ha ampliado su área de distribución a través del trópico desde su región nativa en África, como consecuencia de procesos de introducción mediados por actividades humanas, ya que ha sido utilizado como fuente alternativa de comida, para fines cosméticos o como mascota (Raut y Barker 2002, Martínez-Escarbassiere *et al.* 2008). Esta especie se encuentra incluida entre las 100 especies invasoras más peligrosas a nivel mundial por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Lowe *et al.* 2000), debido a una combinación de factores relacionados con su historia natural, como una alta tasa reproductiva, capacidad fisiológica de resistir cambios climáticos, pocos depredadores naturales, amplio rango de uso de recursos alimentarios y una alta tasa de consumo de material vegetal (Fakrudin *et al.* 2004, Bhattacharyya *et al.* 2015). Además, esta especie es un vector para nemátodos parásitos entre los que se encuentran *Angiostrongylus cantonensis* (Alicata 1965, Morera 1973), *A. costaricensis* (Morera y Céspedes 1971) y *Caenorhabditis briggsae* (Constantino-Santos 2014), los cuales generan enfermedades en los humanos como la meningitis eosinofílica y la angiostrongiliasis abdominal (Neuhauss *et al.* 2007, Sabina-Molina *et al.* 2009, Maldonado *et al.* 2010).

A causa de las implicaciones económicas y sanitarias que genera la presencia del caracol gigante africano en un territorio, han sido implementadas diversas técnicas de control entre las que se encuentran la remoción manual (Raut y Baker 2002), el control biológico por parte de caracoles, artrópodos y algunos vertebrados (Peter *et al.* 2012, Bhattacharyya *et al.* 2015) y el uso de sustancias químicas tanto de origen natural, como comercial (Peterson 1957, Olson 1973, Takeuchi 1991, Griffiths *et al.* 1993, Simberloff y Stiling 1996), con el propósito de controlar el tamaño de sus poblaciones. Sin embargo, estas técnicas presentan grandes limitaciones y su implementación generalmente es costosa. Por ejemplo, los programas de erradicación manual en países como Brasil puede costar 50000 dólares al año para un municipio pequeño como Lauro de Freitas, Bahía (Albuquerque *et al.* 2008), mientras que en Estados Unidos puede

significar erogaciones estatales de entre 700000 a 1000000 dólares al año, solo en el estado de la Florida (Muniappan 1986, Smith y Fowler 2003). Por otra parte, muchas sustancias comerciales presentan baja mortalidad, debido a que no pueden ser esparcidas de una forma óptima o no afectan efectivamente algunos estados de desarrollo de esta especie (Albuquerque *et al.* 2008). Además, la implementación de algunos molusquicidas o la introducción de especies controladoras pueden afectar negativamente a otras especies o alterar algunos procesos ecológicos como la herbivoría y el flujo energético (Bhattacharyya *et al.* 2015).

En Colombia el caracol gigante africano se considera una especie exótica invasora (Figura 1), según la Resolución número 0848 del 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MADS 2008). El primer reporte de invasión en el país corresponde al departamento del Amazonas, en agosto de 2010 por parte de ejemplares provenientes de Brasil. Posteriormente se registraron individuos durante el 2011 en los departamentos de Arauca, Boyacá, Caquetá, Casanare, Guainía, Huila, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Tolima, Valle del Cauca y Vaupés.

Para el 2012 fue registrada en el departamento de Antioquia y Sucre (De La Ossa-Lacayo *et al.* 2012). Debido a la rápida dispersión de esta especie en el país y sus posibles consecuencias, el MAVDT



Figura 1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*) (Bowdich 1822). Ejemplar adulto 95 mm largo total concha (Cartago, Valle del Cauca). Foto: A. Giraldo.

estableció el “Plan nacional interinstitucional del sector ambiental, agropecuario, salud y defensa, para el manejo, prevención y control del caracol gigante africano (*A. fulica*)” y emitió la Resolución número 0654 del 7 de abril del 2011, en la que se planteaban las acciones a seguir y las entidades responsables de enfrentar esta problemática (De La Ossa-Lacayo *et al.* 2012, Giraldo *et al.* 2014).

Investigaciones anteriores han encontrado que esta especie es más frecuente y presenta mayores densidades en zonas pobres de los países en desarrollo donde los problemas de higiene son mayores (Takeda y Ozaki 1986, De Winter 1989), lo cual al parecer es un patrón que se repite en Colombia. Debido a la sinergia del alto coste existente para el control de esta especie y las bajas posibilidades económicas que presentan los pobladores de escasos recursos para hacer frente a este problema, esta investigación tuvo como objetivo evaluar y constatar la efectividad

molusquicida de sustancias económicas y de fácil obtención para controlar esta especie. Además, se evaluó el efecto del uso intensivo de cal (óxido de calcio) sobre *A. fulica*, método que tradicionalmente ha sido utilizado por las Corporaciones Autónomas Regionales para realizar el control de sus poblaciones (MAVDT 2011).

Material y métodos

Área de estudio

Las actividades de control y recolección de individuos desarrollaron en los municipios de Buenaventura (3°53'N-77°05'W), Bugalagrande (4°12'N-76°18'W), Cali (3°26'N-76°31'W), Cartago (4°44'N-75°54'W), Dagua (3°39'N-76°41'W), Jamundí (3°15'N-76°32'W), Palmira (3°31'N-76°81'W) y Tuluá (4°05'N-76°12'W), en el departamento del Valle del Cauca (Figura 2).

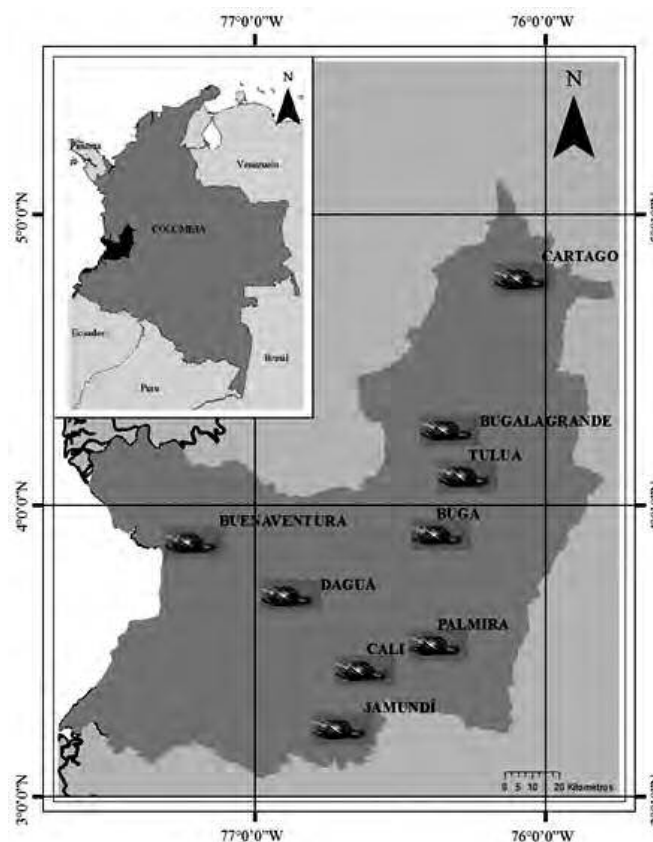


Figura 2. Localidades donde se realizaron actividades de control y recolección de individuos de caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia.

El municipio de Buenaventura está situado dentro de la región del Chocó Biogeográfico, con un promedio de 7 m s.n.m., presenta una vegetación de bosque muy lluvioso tropical, el promedio de precipitación anual es de 7650 mm al año, la humedad relativa promedio es del 89 % y la temperatura media anual se encuentra entre los 25 °C y los 28 °C (Rangel y Edgar 2003). El municipio de Dagua ubicado al occidente del departamento, tiene una temperatura media de 24 °C, una altitud de 1233 m s.n.m. y una precipitación media de 1159 mm anuales (Hoyos-Rengifo 2012). El resto de los municipios están ubicados en el valle geográfico del río Cauca, con una vegetación de bosque seco tropical dominante, los cuales presentan una topografía plana con una elevación promedio de 1000 m s.n.m., una precipitación anual de 900 mm y una temperatura media de 23,6 °C (Álvarez-López *et al.* 1984, Alberico *et al.* 2004).

Implementación de los tratamientos *in situ* y *ex situ*

Para evaluar el efecto del uso de cal como método de control, se establecieron aleatoriamente tres parcelas de 16 m² en cada uno de los municipios mencionados, donde previamente se había reportado la presencia de la especie y establecido su densidad (Giraldo *et al.* 2014). Los tratamientos definidos para este experimento *in situ* fueron: 1) remoción de individuos y huevos encontrados; 2) remoción de individuos y huevos encontrados, más aplicación de cal; 3) conteo, marcaje utilizando esmalte de uñas (Fenwick y Amin 1983) y liberación de individuos, como tratamiento control. Transcurrido un mes, cada una de las parcelas fue muestreada nuevamente y se evaluó la efectividad del tratamiento, a través de una comparación de la abundancia de caracoles gigantes africanos (Albuquerque *et al.* 2008).

Para los tratamientos *ex situ* se utilizaron caracoles recolectados en las zonas de muestreo y externos a las parcelas de estudio, los cuales se mantuvieron en periodo de aclimatación durante tres días y se alimentaron con lechuga común (*Lactuca sativa*) (Smith *et al.* 2013). Se probó el efecto molusquicida de dos extractos vegetales, extraídos usando el

protocolo de Liu *et al.* (1997): 1) semillas de *Jatropha curcas* (piñón) y 2) hojas *Tabebuia rosea* (guayacán rosado). Estas especies vegetales fueron utilizadas debido a la actividad molusquicida reportada para especies del mismo género (Liu *et al.* 1997, Silva *et al.* 2007). Adicionalmente, se evaluó la eficacia en la aplicación de hipoclorito de sodio en su presentación comercial (NaClO 10 %), producto utilizado por algunos pobladores para el control de esta especie, y de metaldehído, el cual es un molusquicida comercial de amplio espectro (Smith *et al.* 2013). Para establecer si el manejo en cautividad no tenía un efecto sobre los caracoles, se utilizó como control la aspersión de agua destilada.

Se utilizaron lotes de diez individuos en acuarios de 50 por 50 cm como unidad experimental, aplicando 3 cm³ de hipoclorito de sodio, extractos vegetales y agua destilada por aspersión uniforme, mientras que el metaldehído se dispuso siguiendo la recomendación del fabricante de 32 kg por hectárea. La mortalidad se evaluó 24 h después de la aplicación del tratamiento, corroborando la movilidad y respuesta de los individuos a una estimulación mecánica vigorosa (sondeo) (Smith *et al.* 2013). En total se realizaron 33 réplicas para todas las sustancias, a excepción del extracto de *J. curcas* del cual se realizaron 16 réplicas. La disposición final de los animales se llevó a cabo siguiendo la normativa establecida por el MADS, implementando la alternativa de enterramiento (Resolución No. 654 del 7 de abril de 2011).

Análisis de datos

Para evaluar si existían diferencias en las abundancias de caracoles previos y posteriores a utilizar los métodos de remoción, remoción con aspersión de cal y el control, se implementó una prueba T pareada (Zar 1999). Se calculó un porcentaje de efectividad del tratamiento utilizado para cada una de las parcelas, como la variación porcentual de abundancia entre el monitoreo inicial y el final. Se estimó la diferencia entre los tratamientos de control evaluados realizando pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y prueba post ANOVA de Tukey-Kramer (HSD), debido al incumplimiento de los supuestos paramétricos.

Resultados

De los tratamientos *in situ* utilizados para el control del caracol gigante africano, el método de remoción evidenció una mayor reducción en la abundancia poblacional de dichos organismos ($\chi^2=75,77$ T= 2,09; $p= 0,04$), seguida por el método de remoción con aspersión de cal ($\chi^2=72,52$ T= 2,12; $p= 0,04$) y por último el control ($\chi^2=58,86$ T= 2,35; $p= 0,02$). No obstante no se encontraron diferencias significativas, entre estos métodos ($H=2,98$; $p=0,19$) (Figura 3).

Para los experimentos de laboratorio, el metaldehído fue la sustancia que presentó la mayor mortalidad de caracoles con un 42,2 % ($H=58,89$; $df<0,01$), seguido de hipoclorito de sodio (NaClO 10%) con el 18,1 %, la *T. rosea* con 17,8 % y *J. curcas* con 17,5 %. Todos los tratamientos a su vez fueron significativamente mayores al control, el cual solo presentó una mortalidad de 4,2 % (Figura 4).

Discusión

Las tres técnicas evaluadas en campo mostraron una variación significativa al compararse con las abundancias iniciales presentadas por el caracol gigante africano. La remoción manual es una técnica implementada de forma constante para el control de esta especie, sin embargo, esta técnica tiene algunas desventajas, ya que no es efectivo en los individuos que se entierran para estivar (Albuquerque *et al.* 2008),

lo cual es común en algunas localidades visitadas debido a las altas temperaturas que se presentan. De igual manera, es ineficaz para recolectar posturas que se encuentran enterradas o dispersas. Para mejorar la eficiencia de esta técnica es necesario realizar esfuerzos continuos con el fin de erradicar individuos que nacen, emergen y que inmigran, lo cual genera sobrecostos (Albuquerque *et al.* 2008).

La aspersión de óxido de calcio o cal se ha establecido dentro del protocolo de erradicación en muchas entidades gubernamentales de Colombia (MAVDT 2008), sin embargo, los resultados de esta investigación muestran que el uso de esta sustancia no resulta en un incremento de la efectividad de control para la especie. Por el contrario, su uso puede generar efectos negativos en la dinámica iónica del suelo, ya que afecta las plantas y los microorganismos asociados como ha sido demostrado por Haynes (1982), Battles *et al.* (2013) y Zhang *et al.* (2015). Además, la artropofauna puede verse afectada debido al efecto abrasivo de esta sustancia sobre los lípidos de la epicutícula, generando la pérdida de agua y la muerte por deshidratación (Subramanyam y Roesli 2000, Ritter *et al.* 2014). Por lo tanto, el uso de la cal solo sería recomendable en el proceso de disposición final de caracoles colectados, como indica el protocolo de manipulación establecido por el MADS (MAVDT 2008).

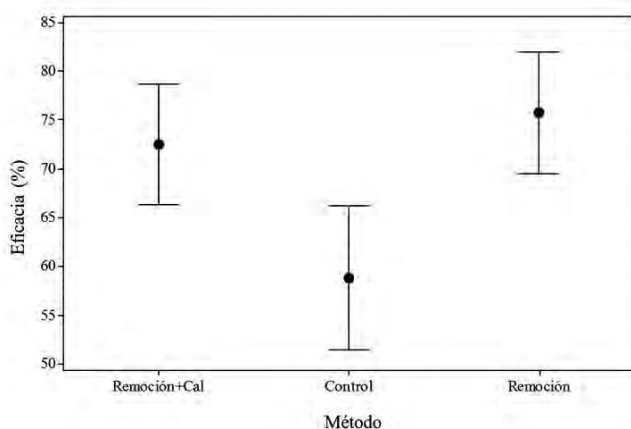


Figura 3. Eficacia de los tres métodos utilizados para el control *in situ* de la población de caracol africano (*Achatina fulica*). Círculos negros indican valores promedios e intervalos del error estándar.

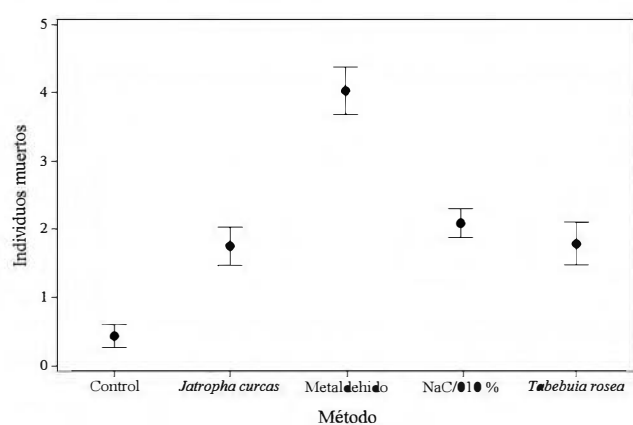


Figura 4. Número de individuos muertos por tratamiento utilizado en el control *ex situ* de la población de caracol africano (*Achatina fulica*). Círculos negros indican valores promedios e intervalos del error estándar.

Las diferencias de abundancia asociadas con el tratamiento control de captura y marcaje de individuos, aunque fue menor que los otros dos métodos, presentó una reducción significativa de abundancia. Este resultado no se asocia con el uso de esmalte para uñas a pesar de contener sustancias como Formaldehído y Ftalato de dibutilo, generadores de efectos bactericidas y fungicidas (Ku y Billings 1984, Bustamante *et al.* 2001, Covacevich y Echeverría 2003), puesto que esta es una técnica utilizada constantemente en estudios demográficos de caracoles sin reportes de consecuencias negativas (Fenwick y Amin 1983). Sin embargo, de acuerdo con Pattamarnon (2004) es posible que la manipulación del caracol gigante africano pueda conllevar al animal a condiciones de estrés fisiológico, lo que puede inducir la inanición y posterior estivación o la muerte del individuo.

A nivel de laboratorio, los resultados coinciden con otros estudios que han evaluado la efectividad molusquicida de algunas sustancias, siendo el metaldehído comercial la sustancia de mayor efectividad para el control del caracol gigante africano (Smith *et al.* 2013). Este compuesto actúa, provocando daños severos en las membranas celulares del animal y en la vía de producción de energía metabólica, lo cual desencadena una fuerte expulsión de baba, por lo que deja de alimentarse y conlleva a la muerte (Moreau *et al.* 2014). Sin embargo, esta sustancia no tiene un efecto especie-específica, pues provoca los mismos efectos sobre caracoles nativos y algunos vertebrados (Smith *et al.* 2013), razón por la cual su uso se ha restringido en algunas localidades (Smith *et al.* 2013). Por otro lado, las tres sustancias alternativas usadas presentaron una actividad molusquicida significativa, sin embargo, el hipoclorito de sodio pese a que es ampliamente usado en la eliminación de microorganismos como hongos, bacterias y protozoarios (Estrela *et al.* 2002), no es recomendable ya que puede generar daños en las plantas y el suelo (Ingersoll 2013).

Las propiedades molusquicidas de los dos extractos vegetales utilizados en esta investigación se deben a diferentes compuestos. *Jatropha curcas* es una planta de la familia Euphorbiaceae la cual debe su actividad molusquicida a la presencia de antraquinonas y polifenoles, los cuales participan en la activación

de la proteína kinasa C, la cual hace parte vital de la señalización de varias vías metabólicas (Liu *et al.* 1997). Por otra parte, el guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) es un árbol de la familia Bignonaceae, la cual presenta hidrotectol, un compuesto naftalénico con actividad molusquicida que interfiere en la señalización celular, bloqueando pasos en vías metabólicas importantes para el animal (Liu *et al.* 1997).

La propagación del caracol gigante africano y sus implicaciones económicas y sanitarias en Colombia han impuesto la necesidad de la implementación de métodos de control y erradicación efectivos (De La Ossa-Lacayo *et al.* 2012). Sumado a que esta especie presenta una mayor densidad y posibilidad de invasión en zonas pobres donde las condiciones de higiene son deficientes (Bhattacharyya *et al.* 2015), hacen que estas estrategias deban ser de fácil acceso para la comunidad. Los extractos vegetales utilizados en esta investigación se constituyen como una alternativa para la erradicación del caracol gigante africano, pues son económicos al no requerir equipos o químicos para su elaboración. Además, estas especies vegetales están distribuidas de forma natural en las localidades evaluadas (Janick *et al.* 2008) y no generan efectos negativos sobre vertebrados, invertebrados o plantas. Fases posteriores de investigación requieren del uso de estos extractos vegetales en condiciones naturales para verificar su efectividad. De igual manera es importante evaluar la eficacia de estos extractos a diferentes concentraciones, con el fin de mejorar la efectividad en el control del caracol gigante africano.

Conclusiones

La remoción manual y la remoción manual con aspersión de cal (óxido de calcio) presentaron eficacias similares, por lo cual se recomienda que la cal solo sea implementada para la disposición final de los individuos colectados, disminuyendo costos y efectos negativos en la artropofauna. Esta investigación provee evidencia que extractos vegetales de *J. curcas* y *T. rosea*, especies vegetales de fácil acceso pueden constituirse en alternativas eficaces para el control del caracol gigante africano, especie exótica de grandes implicaciones a nivel económico y sanitario, que ha mostrado una expansión constante en el

territorio colombiano. Investigaciones posteriores deberían implementar estas sustancias en condiciones naturales, así como mejorar las técnicas de extracción de los elementos molusquicidas.

Agradecimientos

A Rodrigo Lozano, Baltazar Gonzales, Laura Obando, Diego Córdoba, Natalia Rivera, Santiago Arboleda, María Angélica Prado por su colaboración durante las campañas de muestreo. A Jen Grauer por su colaboración en la traducción del resumen. A Pablo Emilio Flórez y María Isabel Salazar por sus recomendaciones a lo largo del proyecto. Este trabajo fue cofinanciado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Universidad del Valle, a través del proyecto “Generación de información de línea base sobre la especie invasora *Achatina fulica* en el departamento del Valle del Cauca”, Fase 1: Convenio 028 de 2013, Fase 2: convenio 054 de 2014. Mario Garcés tiene una beca del programa de doctorados internacionales de Colciencias.

Bibliografía

- Alberico, M., C. A. Saavedra-R. y H. García-Paredes. 2004. Criterios para el diseño e instalación de casas para murciélagos: Proyecto CPM (Cali, Valle del Cauca, Colombia). *Actualidades Biológicas* 26: 5-11.
- Albuquerque, F. S., M. C. Peso-Aguilar y M. J. T. Assuncao-Albuquerque. 2008. Distribution, feeding behavior y control strategies of the exotic land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) in the northeast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68 (4): 837-842.
- Alicata, J. E. 1965. Biology y distribution of the rat lungworm, *Angiostrongylus cantonensis*, and its relationship to eosinophilic meningoencephalitis and other neurological disorders of man y animals. *Advances in Parasitology* 3: 223-248.
- Álvarez, L. H., M. D. Heredia y M. C. Hernández. 1984. Reproducción del cucarachero común (*Troglodytes aedon*, Aves Troglodytidae) en el Valle del Cauca. *Caldasia* 14 (66): 85-124.
- Battles, J. J., T. J. Fahey, Jr, C. T. Driscoll, J. D. Blum y C. E. Johnson. 2013. Restoring soil calcium reverses forest decline. *Environmental Science & Technology Letters* 1 (1): 15-19.
- Bhattacharyya, B., H. M. Mrinmoydas, D. J. Nath y S. Bhagawati. 2015. Bioecology and management of giant African snail, *Achatina fulica* (Bowdich). *International Journal of Plant Protection* 7 (2): 476-681.
- Bowdich T. E. 1822. Elements of Conchology, including the fossil genera y the animals. Part I. Univalves. Printed by J. Smith, sold by Treuttel & Würtz, Paris. 79 pp.
- Bustamante, P., B. Lizama, G. Olaíz y F. Vázquez. 2001. Ftalatos y efectos en la salud. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 17 (4): 205-215.
- Constantino-Santos, D. M. A, Z. U. Basiao, C. M. Wade, B. S. Santos y I. K. C. Fontanilla. 2014. Identification of *Angiostrongylus cantonensis* and other nematodes using the SSU rDNA in *Achatina fulica* populations of Metro Manila. *Tropical Biomedicine* 31 (2): 327-335.
- Covacevich, F. y H. E. Echeverría. 2003. Utilización de formaldehído para la erradicación de hongos micorríticos arbusculares de muestras de suelo. *Ciencia del Suelo* 21: 9-17.
- De la Ossa-Lacayo, A., J. De la Ossa y C. A. Lasso. 2012. Registro del caracol africano gigante *Achatina fulica* (Bowdich 1822) (Mollusca: Gastropoda-Achatinidae) en Sincelejo, Costa Caribe de Colombia. *Biota colombiana* 13 (2): 247-252.
- De Winter, A. J. 1989. New records of *Achatina fulica* Bowdich from the Côte d'Ivoire. *Basteria* 53: 71-72.
- Estrela, C., C. R. Estrela, E. L. Barbin, J. C. E. Spanó, M. A. Marchesan y J. D. Pécora. 2002. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal* 13 (2): 113-117.
- Fakrudin, B., S. H. Prakash, K. B. Krishnareddy, P. B. Prasad, B. V. Patil y M. S. Kuruvinashetti. 2004. Ecofriendly way to keep away pestiferous Giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich from nursery beds. *Current Science* 87: 1657.
- Fenwick, A. y M. A. Amin. 1983. Marking snails with nail varnish as a field experimental technique. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 77 (4): 387-390.
- Giraldo, A., W. Bolívar y A. González. (Eds.). 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, Colombia. 19 pp.
- Griffiths, O., A. Cook y S. M. Wells. 1993. The diet of introduced carnivorous snail *Euglandina rosea* in Mauritius and its implication for threatened island gastropod faunas. *Journal Zoology* 229 (1): 79-89.
- Haynes, R. J. 1982. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. *Plant and Soil* 68 (3): 289-308.
- Hoyos-Rengifo, R. A. 2012. Instructivo sobre el potencial y sostenible del recurso suelo como apoyo a una estrategia de educación ambiental a los productores de Pila (*Ananas Comusus*) (L) en el corregimiento Los Alpes, municipio de Dagua, Valle del Cauca, Colombia. Informe Técnico. Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Ciencias Ambientales, Programa de Administración del Medio

- Ambiente y de los Recursos Naturales. Cali, Colombia. 124 pp.
- Ingersoll, C. G., E. L. Brunson, D. K. Hardesty, J. P. Hughes, B. L. King y T. P. Catherine. 2013. Use of lethal short-term chlorine exposures to limit release of nonnative freshwater organisms. *North American Journal of Aquaculture* 75 (4): 487-494.
- Janick, J. y R. E. Paull (Eds.). 2008. The encyclopedia of fruit and nuts. Cabi Publishing. 972 pp.
- Ku, R. H. y R. E. Billings. 1984. Relationships between formaldehyde metabolism and toxicity and glutathione concentrations in isolated rat hepatocytes. *Chemico-biological Interactions* 51 (1): 25-36.
- Liu, S. Y., F. Sporer, M. Wink, J. Jourdan, R. Henning, Y. L. Li y A. Ruppel. 1997. Anthraquinones in *Rheupalmatum* and *Rumex dentatus* (Polygonaceae), and phorbol esters in *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) with molluscicidal activity against the schistosome vector snails *Oncomelania*, *Biomphalaria* and *Bulinus*. *Tropical Medicine & International Health* 2 (2): 179-188.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. de Poorter. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database: Invasive Species Specialist Group. Auckland, New Zealand. 12 pp.
- Maldonado, J. A., R. O. Simões, A. P. Oliveira, E. M. Motta, M. A. Fernandez, Z. M. Pereira, S. S. Monteiro, E. J. Lopes-Torres y S. Carvalho-Thiengo. 2010. First report of *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in *Achatina fulica* (Mollusca: Gastropoda) from Southeast and South Brazil. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 105 (7): 938-941.
- Martínez-Escarbassiere, R., E. Martínez y O. Castillo. 2008. Distribución geográfica de *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (Bowdich, 1822) (Gastropoda-Stylommatophora-Achatinidae) en Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 169: 93-106.
- 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.
- MAVDT 2011. Resolución 0654 del abril 7 de 2011. Adopta medidas que deben seguir las autoridades ambientales para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT, Colombia.
- Moreau, P., T. Burgeot y T. Renault. 2014. In vivo effects of metal dehyde on Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: comparing hemocyte parameters in two oyster families. *Environmental Science and Pollution Research* 22 (11): 8003-8009.
- Morera, P. 1973. Life history and redescription of *Angiostrongylus costaricensis*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 22: 613-62.
- Morera, P. y R. Céspedes. 1971. *Angiostrongylus costaricensis* n. sp. (Nematoda: Metastrongyloidea), a new lungworm occurring in man in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 18 (1-2): 17.
- Muniappan, R., G. Duhamel, R. M. Santiago y D. R. Acay. 1986. Giant African snail control in Bugsuk Island, Philippines, by *Platydemus manokwari*. *Oleagineaux* 41: 183-186.
- Neuhauss, E., M. Fitarelli, J. Romanzini y C. Graeff-Teixeira. 2007. Low susceptibility of *Achatina fulica* from Brazil to infection with *Angiostrongylus costaricensis* and *A. Cantonensis*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102: 49-52.
- Olson, F. J. 1973. The screening of candidate molluscicides against the giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich (Stylommatophora: Achatinidae). University of Hawaii. Hawaii. 98 pp.
- Pattamarnon, T. 2004. Shell morphological differences and genetic variation of the giant African snail *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) in Thailand. Ph.D. Thesis, Suranaree University of Technology, Thailand.
- Peter, D., M. Widmer y T. Craven. 2012. Control of pest snail and slugs. *Western Australian Agriculture Authority, Garden note* 12: 530.
- Peterson, G. D. 1957. Studies on control of the giant African snail on Guam. *Hilgardia* 26 (16): 643-658.
- Rangel, E. S. y J. Edgar. 2003. Analysis of sea level data sequences in Colombian pacific and its relationship to climate change. *Meteorología Colombiana* 7: 53-66
- Raut, S. K. y G. M. Barker. 2002. *Achatina fulica* Bowdich and other Achatinidae as pest in tropical agricultura. Pp: 55- 114. En: Barker, G. M. (Ed.). Mollusc as crop pest. CABI publishing. Hamilton, New Zealand.
- Ritter, C., E. Richter, I. Knölek y K. U. Katroschan. 2014. Laboratory studies on the effect of calcium cyanamide on wireworms (*Agriotes ustulatus*, Coleoptera: Elateridae). *Journal of Plant Diseases and Protection* 121 (3): 133-137.
- Sabina-Molina, D., A. Espinosa-Brito, R. Nieto-Cabrera, O. Chávez-Troya, S. J. Romero-Cabrera y A. Díaz-Torralbas. 2009. Brote epidémico de meningoencefalitis eosinofílica en una comunidad rural. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 61 (1): 75-81.
- Silva, T. M. S., T. G. Da Silva, R. M. Martins, G. L. A. Maia, A. G. S. Cabral, C. A. Camara, M. F. Agra y J. M. Barbosa-Filho. 2007. Molluscicidal activities of six species of Bignoniaceae from northeastern Brazil,

- as measured against *Biomphalaria glabrata* under laboratory conditions. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 101 (4): 359-365.
- Simberloff, D. y P. Stiling. 1996. Risks of species introduced for biological control. *Biological Conservation* 78 (2): 185-192.
- Smith, J. W. y G. Fowleer. 2003. Internal Report. Pathway risk assessment for Achatinidae with emphasis on the giant African land snail, *Achatina fulica* (Bowdich and Limicolaria aurora (Jay) from the Caribbean and Brazil, with comments on related taxa *Achatina achatina* (linne) and *Archatichatina marginata* (Swaison) intercepted by PPQ. USDA-APHIS. Center for plant Health Science y Technology, Raleigh (N.C.).
- Smith, T. R., J. White-Mclean, K. Dickens, A. C. Howe y A. Fox. 2013. Efficacy of four molluscicides against the giant african snail, *Lissachatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae). *Florida Entomologist* 96 (2): 396-402.
- Subramanyam, B. y R. Roesli. 2000. Inert dust. Pp: 321-379. En: Subramanyam, B. y D. W. Hagstrum (Eds.). Alternatives to pesticides in stored product IMP. Kluwer Academic Publishers. Boston, MA. USA.
- Takeda, N. y T. Ozaki. 1986. Induction of locomotor behaviour in the giant African snail, *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 83: 77-82.
- Takeuchi, K., S. Koyano y K. Numazawa. 1991. Occurrence of the giant African snail in Ogasawara islands, Japan. *Micronesica* 3: 109-116.
- Zhang, X. P., T. Y. Ning, Y. Yang, T. Sun, S. M. Zhang y B. Wang. 2015. Effects of different application rates of calcium cyanamide on soil microbial biomass and enzyme activity in cucumber continuous cropping. *The Journal of Applied Ecology* 26 (10): 3073.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey. 663 pp.

Mario F. Garcés-Restrepo
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal
Cali, Colombia.

Doctoral student in Wildlife Ecology
University of Wisconsin-Madison
garcesrestre@wisc.edu

Angie Patiño-Montoya
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal
Cali, Colombia.
angie.montoya317@gmail.com

Mónica Gómez-Díaz
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal
Cali, Colombia.
monica.gomez.d@correounivalle.edu.co

Alan Giraldo
Universidad del Valle Grupo de Investigación en Ecología Animal,
Cali, Colombia.
alan.giraldo@correounivalle.edu.co

Wilmar Bolívar-García
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal,
Cali, Colombia.
wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co

Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia.

Cítese como: Garcés-Restrepo, M., A. Patiño-Montoya, M. Gómez-Díaz, A. Giraldo y W. Bolívar-García . 2016. Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 44-52. DOI: 10.21068/C2016v17r01a04

Recibido: 10 de mayo de 2016
Aprobado: 4 de agosto de 2016