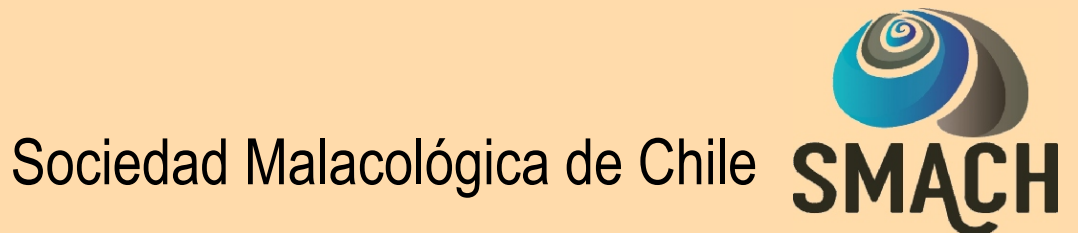


AMICI MOLLUSCARUM

Número 27(1-2), año 2020



Sociedad Malacológica de Chile





AMICI MOLLUSCARUM

Número 27(1-2), año 2020

SMACH

SOCIEDAD
MALACOLÓGICA
DE CHILE

Amici Molluscarum es una revista de publicación anual bilingüe, editada por la Sociedad Malacológica de Chile (SMACH) desde el año 1992, siendo la continuación del boletín *Comunicaciones*, publicado entre 1979 y 1986. Cuenta con el patrocinio del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (MNHNCL). Tiene el propósito de publicar artículos científicos originales, así como también comunicaciones breves (notas científicas), fichas de especies, comentarios de libros y revisiones en todos los ámbitos de la malacología.

ISSN 0718-9761 (versión en línea)

Los textos e ilustraciones contenidos en esta revista pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen, indicando el nombre del autor o su procedencia, y se agregue el volumen y año de publicación.

Imagen de la cubierta: Ejemplar de *Lissachatina fulica* (R. Valente *et al.*).

Imagen de la contracubierta: Aparato genital de *Limacus flavus* (V. Castillo).

Amici Molluscarum · <http://www.amicimolluscarum.com>
Sociedad Malacológica de Chile (SMACH) · <http://www.smach.cl>

AMICI MOLLUSCARUM
Sociedad Malacológica de Chile (SMACH)

Comité editorial

Editor jefe

Gonzalo Collado Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile

Editor de producción

Cristian Aldea Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile

Editores asociados

Omar Hernando Ávila-Poveda	Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México
Roberto Cipriani	California State University, Fullerton, Estados Unidos
Felipe Briceño	Instituto Noruego de Investigación de Aguas (NIVA) Chile S.A. Puerto Varas, Chile
Gonzalo Giribet	Universidad de Harvard, Estados Unidos
Laura Huaquín	Sociedad Malacológica de Chile, Santiago, Chile
Christian Ibáñez	Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile
Sergio Letelier	Sociedad Malacológica de Chile, Santiago, Chile
Sven Nielsen	Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
Cecilia Osorio	Universidad de Chile, Santiago, Chile
Francisco Rocha	Universidad de Vigo, Vigo, España
Néstor J. Cazzaniga	Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina

Representante legal

Sergio Letelier Sociedad Malacológica de Chile, Santiago, Chile.
Email: smach.chile@gmail.com

Instrucciones para los autores

Amici Molluscarum es la revista editada por la Sociedad Malacológica de Chile (SMACH), con publicación anual. Se publican artículos científicos relacionados con todas las áreas de la malacología (ecología, taxonomía, sistemática, evolución, biodiversidad, paleontología, anatomía, desarrollo, bioensayos, entre otros temas).

La revista publica artículos científicos originales, revisiones temáticas, comunicaciones breves, fichas de moluscos, comentarios de artículos y revisiones de libros.

Envío online

Los autores deben enviar sus manuscritos online a contacto@amicimolluscarum.com. Los manuscritos que se envíen deben contener las siguientes partes y características.

General

El texto puede ser escrito en español o inglés. La hoja debe ser tamaño carta con márgenes superior e inferior de 2,5 cm e izquierdo y derecho de 3,0 cm. El tipo de letra utilizada debe ser "Times New Roman" a 12 puntos, con excepción del título. La primera vez que se nombre una especie se debe incluir el género (sin abreviatura) más nombre específico, autor y año de descripción. Autor y año también debe ser aplicado a *taxa* de nivel superior. Para trabajos en español el separador de unidades decimales debe ser ",".

Título

El título debe ser escrito en minúsculas y negrita, tamaño 14. Nombres científicos de especies en cursiva más su categoría taxonómica. Debe ser escrito en español e inglés si el trabajo está escrito en español.

Autores

Los manuscritos deben incluir el nombre del autor o autores así como también los nombres de las instituciones y direcciones. Se debe incluir la dirección electrónica, teléfono y fax (opcionales) del autor para correspondencia.

La estructura principal del manuscrito debe incluir:

Resumen · Introducción · Materiales y métodos · Resultados · Discusión · Agradecimientos · Referencias bibliográficas.

Resumen

El resumen no debería sobrepasar 250 palabras. No debe contener abreviaturas ni referencias bibliográficas. Debe estar escrito en español e inglés si el texto principal está escrito en español. Para trabajos escritos en inglés no se requiere resumen en español.

Palabras claves

Especifique bajo el resumen cinco palabras claves que no estén en el título. Bajo el resumen en inglés también incluir cinco *Keywords*.

Vocablos y citas

Las palabras o términos de raíces que no sean del idioma original del manuscrito, deberán escribirse en cursivas (por ejemplo: *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *fide*, *sensu*). Las referencias a las figuras y tablas se deben puntualizar entre paréntesis, *e.g.*: (Fig. 1), (Tabla 1). Las referencias bibliográficas se deben señalar inmersas en el texto con el siguiente estilo, *e.g.*: "...se han encontrado altas concentraciones del compuesto (Araya & Basualto, 2003)" o "Araya & Basualto (2003) encontraron altos valores...", "...Araya *et al.* (2003) demostraron...", "como ha sido demostrado en otros estudios (Araya *et al.*, 2003)...".

Referencias bibliográficas

Las referencias bibliográficas se ordenarán por orden alfabético según autor o autores, seguidos por el año, nombre del artículo, nombre completo de la revista (sin abreviarlo), volumen/número y páginas. Estas últimas deben ser señaladas utilizando guiones (-), no semirrayas (–). Todas las citas del texto deben ser incluidas en las referencias bibliográficas y viceversa.

· Si la referencia bibliográfica es un artículo científico, el formato debe ser (*e.g.*):

Avedaño, M. & M. Le Pennec. 1996. Contribución al conocimiento de la biología reproductiva de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en Chile. *Estudios Oceanológicos* 15: 1-10.

Pérez, M.C., D.A. López, K. Aguila & M.L. González. 2006. Feeding and growth in captivity of the octopus *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852. *Aquaculture Research* 37(3): 550-555.

· Si la referencia bibliográfica es un libro, el formato debe ser (*e.g.*):

Osorio, C. 2002. Moluscos de importancia económica. Editorial Salesianos. Santiago, Chile. 211 pp.

· Si la referencia bibliográfica es un capítulo de libro, el formato debe ser (*e.g.*):

Nesis, K. N. 1993. Cephalopods of seamounts and submarine ridges. En: Okutani, T., R.K. O'Dor & T. Kubodera (eds.) *Recent Advances in Fisheries Biology*. Tokai University Press, Tokyo. pp. 365-373.

· Si la referencia bibliográfica es una tesis, el formato debe ser (*e.g.*):

Espoz, C. 2002. Ecología y evolución de patelogastrópodos endémicos a la costa rocosa de Perú y Chile: distribución, abundancia y filogenia. Tesis doctoral, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 252 pp.

· Si la referencia proviene de una fuente académica de Internet, el formato debe ser (*e.g.*):

Rudman, W.B. 2000. Larval development and metamorphosis of *Aplysia oculifera*. *Sea Slug Forum* (<http://www.seaslugforum.net/aplyoev.htm>). Consultado el 3/12/2009.

Figuras y tablas

Las imágenes y/o figuras y tablas deben ser presentadas al final del manuscrito, debiendo numerarse con números arábigos. La calidad de las imágenes debe ser mayor a 300 PPP y de formatos de uso estándar (JPG, TIFF, PNG). La tipografía a utilizar en las figuras será "Arial" de tamaño adecuado para la correcta visualización de las mismas. Las tablas deben ser diseñadas en formato Word, con tipografía "Arial Narrow". Las etiquetas de las figuras y tablas deben ser escritas en español e inglés si el texto principal está escrito en español.

Comunicaciones breves

El estilo de presentación debe ser similar a la de los artículos científicos, aunque sin indicación de secciones ni resumen, con la excepción de las Referencias bibliográficas, que deben ser incluidas al final del texto. No hay límite de páginas, figuras o tablas.

Fichas de moluscos

Las fichas de especies deben contener la mayor cantidad de información, por ejemplo: Nombre científico, Clasificación (Taxonomía/Sistemática), Sinonimia, Nombre común, Diagnóstico, Características biológicas, Distribución geográfica, Hábitat, Importancia económica (si la tiene) e Historia natural. Se debe incluir las referencias bibliográficas citadas. La ficha de una especie debe ir acompañada al menos de una imagen o fotografía de la especie, deseándose además figuras de distribución geográfica, etc. Para ser sometida a evaluación, una ficha debe incorporar información original (no publicada previamente) del autor o autores.

Los manuscritos deben ser enviados por correo electrónico al director del comité editorial de *Amici Molluscarum*:

Dr. Gonzalo Collado
Universidad del Bío-Bío
contacto@amicimolluscarum.com

AMICI MOLLUSCARUM
Sociedad Malacológica de Chile (SMACH)

Número 27(1-2)

Año 2020

Contenido

ARTÍCULOS

Spatial and temporal distribution of *Cittarium pica* (Gastropoda: Tegulidae) in the intertidal rocky shore of southeastern of Cuba
Indira Hernández, Yander L. Diez & Abdiel Jover Capote 7

The invasive snail *Lissachatina fulica* (Mollusca: Achatinidae): its population structure in an area of recent colonization in Argentina
Romina Valente, Julia Inés Díaz, Oscar Daniel Salomón & Graciela Teresa Navone 13

FICHAS DE MOLUSCOS

Limacus flavus (Linnaeus, 1758): Antecedentes de la especie
Viviana M. Castillo 21

NOTICIAS

Próximos congresos 27

Spatial and temporal distribution of *Cittarium pica* (Gastropoda: Tegulidae) in the intertidal rocky shore of southeastern of Cuba

Distribución espacial y temporal de *Cittarium pica* (Gastropoda: Tegulidae) en la costa rocosa intermareal del sureste de Cuba

Indira Hernández^{1*}, Yander L. Diez² & Abdiel Jover Capote²

¹Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). Enramadas 601, esquina Barnada. Santiago de Cuba, Cuba. CP 90100.

²Universidad de Oriente, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología y Geografía, Avenida Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba, Cuba. CP 90500.

*Autor corresponsal, e-mail: indira@bioeco.cu

Abstract

The gastropod *Cittarium pica* is one of the main conspicuous herbivore-detritivore in the Caribbean intertidal rocky shore. The inadequate management of its fisheries throughout its distribution area is the main reason of the population decline and is considered a Vulnerable-specie by IUCN. On this paper, we evaluate the spatial and temporal variation of the density of this specie in four localities of southeastern Cuba. Bimonthly sampling campaigns were conducted between March 2013 and February 2014. The sampling unit was a square of 25 cm on side, placing 10 units in the rocky intertidal of each locality, separating 5 m one from the other. On each sampling unit was determined the number of specimens and the macroalgae coverage percent. The significance of the density variation among localities and months was tested with a PERMANOVA, and the relation between the density and the macroalgal coverage with a Mantel test. The spatial distribution pattern shown a marked variation among localities ($p = 0.0034$), but not among months ($p = 0.29$) and rainy-periods ($p = 0.29$). The density of *C. pica* was inversely proportional to the macroalgae coverage on eutrophic areas, and directly proportional on non-eutrophic ones. The results show that the distribution of *C. pica* on the intertidal rocky shore of southeastern Cuba is strongly determined by the algal coverage and the exposed to eutrophication.

Keywords: density, eutrophication, algal coverage, Caribbean Sea, fisheries.

Resumen

El gasterópodo *Cittarium pica* es uno de los más conspicuos herbívoros-detritívoros en la costa rocosa intermareal del Caribe. La gestión inadecuada de sus pesquerías en toda su área de distribución es la razón principal de la disminución de la población y la UICN la considera una especie vulnerable. En este trabajo se evalúa la variación espacial y temporal de la densidad de esta especie en cuatro localidades del sureste de Cuba. Se realizaron campañas de muestreo bimestrales entre marzo de 2013 y febrero de 2014. La unidad de muestreo fue un cuadrante de 25 cm de lado, el cual fue dispuesto 10 veces en el intermareal rocoso de cada localidad, separando 5 m uno de otro. En cada unidad de muestreo se determinó el número de ejemplares y el porcentaje de cobertura de macroalgas. La significación de la variación de densidad entre localidades y meses se probó con un PERMANOVA, y la relación entre la densidad y la cobertura de macroalgas con una prueba de Mantel. El patrón de distribución espacial mostró una marcada variación entre localidades ($p = 0,0034$), pero no entre meses ($p = 0,29$) ni períodos lluviosos ($p = 0,29$). La densidad de *C. pica* fue inversamente proporcional a la cobertura de macroalgas en las áreas eutróficas y directamente proporcional en las no eutróficas. Los resultados muestran que la distribución de *C. pica* en la costa rocosa intermareal del sureste de Cuba está fuertemente determinada por la cobertura de algas y la exposición a la eutrofización.

Palabras clave: densidad, eutrofización, cobertura de algas, mar Caribe, pesca.

Introduction

The gastropod *Cittarium pica* (Linnaeus, 1758) is known in Cuba and other Caribbean islands as “cigua” or “burgao”. It is distributed on the septentrional Caribbean, from Florida to the norther of South America (Robertson, 2003). This mollusc is one of the largest animals, and higher consumer of algae in the intertidal rocky shore (Randall, 1964; Castell, 1987). *Cittarium pica* is predated by other gastropods and octopuses, and its shell is used by several species of anomuran crabs (Robertson, 2003).

Cittarium pica has been fished since pre-Columbian times (Scudder & Quitmer, 1998) Currently, it is the most economic important gastropod, after *Lobatus gigas* (Linnaeus, 1758), on the West Indies (Robertson, 2003). It can be collected manually on rocky and reef bottoms, being one of the main incomes for several coastal communities, that use its flesh as food and bait, and the shell for craftwork (Nieto-Bernal *et al.*, 2013).

Currently, some studies show that the populations of *C. pica* have decreased in last decades due to excessive fisheries (Schmidt *et al.*, 2002; Rico *et al.*, 2017; Daza-Guerra *et al.*, 2018). Despite this situation, the conservation status of the species has not been evaluated globally. However, in Colombia and Venezuela it is classified as Vul-

nerable (Gracia & Díaz, 2002, Rodríguez & Rojas-Suárez, 2008). In Cuba, *C. pica* is recognized in Critical Risk although there are not studies that prove its population decline in the archipelago (CITMA, 2011). On the southeastern coast of Cuba, have been identified areas severely affected by eutrophication, being the most affected the areas closest to the bay. This process affects the structure of invertebrate populations, particularly molluscs, affecting density and growth. Therefore, studies on the distribution and abundance of *C. pica* in Cuba are necessary, in order to evaluate the impact of the fisheries and pollution.

In this study, we characterized the spatial and temporal variation of the density of *C. pica* in four localities of the southeastern coast of Cuba and the relationship of the density of this specie with the coverage of macroalgae in the intertidal rocky shore.

Materials and methods

Bimonthly samplings were conducted from March 2013 to February 2014, in four localities of southeastern Cuba (Fig. 1): Mar Verde (19°57'56" N; 75°56'37" W), La Socapa (19°58'25" N; 75°52'22" W), Aguadores (19°58'01" N; 75°49'55" W), and Siboney (19°57'36" N; 75°42'17" W).

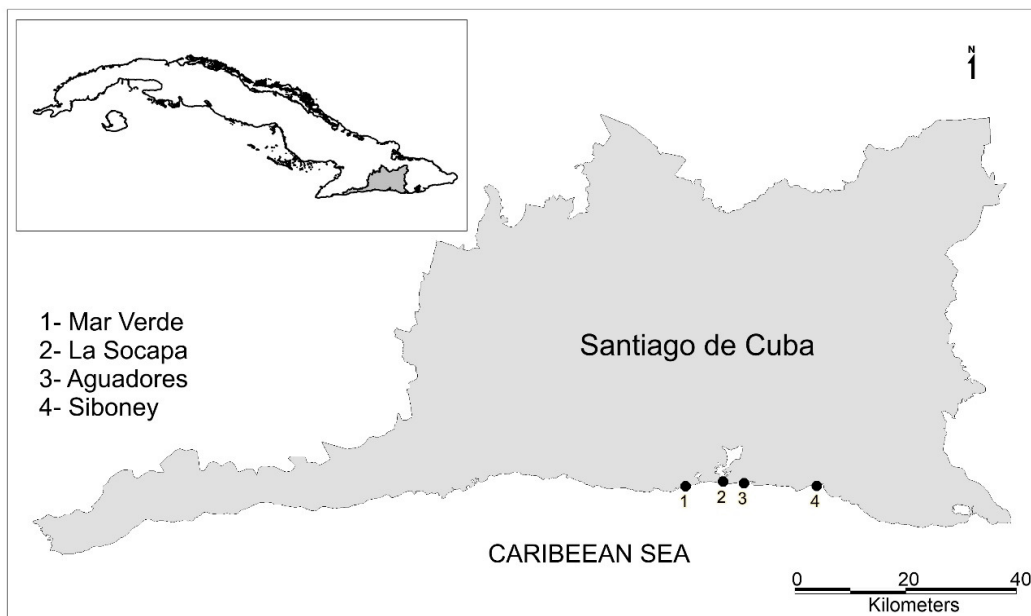


Figure 1. Geographical location of the study localities in Santiago de Cuba province.

Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades de estudio en la provincia de Santiago de Cuba.

Rainy and non-rainy periods were represented during the collecting period (Lecha *et al.*, 1994). The localities were selected according to the criteria of Jover *et al.* (2014). The sampling unit was a square of 25 cm of side, placing 10 units on each locality, separated at 5 m one from the other. The macroalgae coverage percent was determined visually on each unit (Veiga, 1999), likewise the number of specimens of *C. pica* in order to calculate the density.

A PERMANOVA test was performed in order to determine the significance of the density variation among localities, eutrophized (La Socapa and Aguadores) and non-eutrophized areas (Mar Verde and Siboney) (Diez *et al.*, 2013), and months, using the statistic program Past v. 3.0 (Hammer, A. T. Harper & P. D. Ryan, 2001). Statistical signification of each relation was detected using 10 000 permutations ($p < 0,05$). The relation between the density and the algal coverage was detected with a Mantel test, using the XLStat Pro v.6.0 package (Addinsoft, 2013).

Results

Spatial variation: On the sampling period were detected 151 specimens of *C. pica*. The highest density was found in Siboney (29.4 ind.m⁻²) and the lowest density in La Socapa (1.9 ind.m⁻²) (Table 1). The spatial distribution of the density shown significant differences among the localities (PERMANOVA, $F = 5.989$; $p = 0.0034$) and between eutrophic and non-eutrophic areas ($F = 6.713$; $p = 0.0068$).

Temporal variation: The months where was found the highest density corresponded with the rainy period (August and October). The lowest density was found on April, corresponding to the transition between the rainy and the non-rainy period (Table 1). The temporal distribution of the density did not show significant differences among months (PERMANOVA, $F = 0.962$; $p = 0.29$) and rainy periods ($F = 1.377$; $p = 0.29$).

Table 1. Density (ind.m⁻²) of *Cittarium pica* on the intertidal rocky shore of four localities of the southeastern Cuba (April 2013 to February 2014).

Tabla 1. Densidad (ind.m⁻²) de *Cittarium pica* en la costa rocosa intermareal de cuatro localidades del sureste de Cuba (abril de 2013 a febrero de 2014).

Months	Localities			
	Mar Verde	La Socapa	Aguadores	Siboney
April	1.6	4.8	-	6.4
June	6.4	-	-	14.4
August	25.6	-	14.4	56.0
October	6.4	-	1.6	48.0
December	11.2	-	8.0	-
February	8.0	4.8	1.6	22.4

Relation with macroalgae coverage: The macroalgae coverage was higher on August and February in Aguadores, and on April in La Socapa, both localities are eutrophized. Mar Verde and Siboney were the localities with the lowest macroalgae coverage, and both are non-eutrophized areas (Table 2). In eutrophized zones the density of *C. pica* was inversely related to the macroalgae coverage; this relation was significant (Aguadores: $pM = 0.045$ and La Socapa: $pM = 0.034$). In non-eutrophic zones, the density was directly related to the macroalgae coverage, however, this relation

was not significant (Mar Verde: $pM = 0.87$ and Siboney: $pM = 0.49$).

Discussion

The density of *C. pica* in the intertidal rocky shore in Santiago de Cuba was higher than the critical values for some areas of the Caribbean Sea, where it reaches 4.7 ind.m⁻² (Osorno *et al.*, 2009). Lower values of density were found in Aguadores and La

Socapa. This finding can be related to the influence of the eutrophication, due these areas have been considered very eutrophized (Diez & Jover, 2013; Diez *et al.*, 2013). The eutrophication is the main reason for the decrease of the biodiversity in Caribbean ecosystems (Osorno *et al.*, 2009). These

localities are nearby to urban areas of Santiago de Cuba, and are preferred by fishermen. Osorno (2005) indicated a high degree of exploitation of this resource in areas close to population settlements.

Table 2. Macroalgae coverage (%) on the intertidal rocky shore of four localities of the southeastern Cuba (April 2013 to February 2014).

Tabla 2. Cobertura de macroalgas (%) en la costa rocosa intermareal de cuatro localidades del sureste de Cuba (abril de 2013 a febrero de 2014).

Localities	Months					
	April	June	August	October	December	February
Mar Verde	20	15	50	25	45	25
La Socapa	80	50	75	70	-	60
Aguadores	35	35	80	65	85	85
Siboney	25	10	10	10	-	10

The higher density found in Siboney can be determined by its topographic characteristic, because it is mostly a cliff coast and it difficult to the fishermen collect the molluscs. Additionally, Siboney is a non-eutrophized area. In areas of Costa Rica where *C. pica* is not under fisheries, its density is three times higher than in areas under fisheries (Schmidt *et al.*, 2002). In addition, the rocky intertidal in Siboney is exposed to strong waves. In other localities from the Caribbean it has been recorded highest densities of *C. pica* in environments subjected to strong waves (Debrot, 1990a, b).

The medium value of density between the studied localities (10.9 ind.m⁻²) is lower than the recorded by Schmidt *et al.* (2002) from Costa Rica (14.0 ind.m⁻²). However, values found in Siboney and Mar Verde (9.9 ind.m⁻² and 29.4 ind.m⁻²) are higher than the critical density value considered for some areas of the Caribbean (4.7 ind.m⁻²) (Osorno *et al.* 2009). These values of density of *C. pica* recorded for the Caribbean have been conditioned by it over fishery. The highest density detected in August can be determined because this is one of the months when spawning has been detected in the Caribbean rocky shore (Daza-Guerra *et al.*, 2018). In addition, during the months of the rainy season there are strong winds and waves that subserve the higher density of *C. pica* (Debrot, 1990a,

b). These meteorological conditions also difficult the exploitation of the animal by fishermen (Osorno, 2005; Osorno & Díaz, 2009; Daza-Guerra *et al.*, 2018).

Density on the intertidal rocky shore is inversely related to the macroalgae coverage on eutrophic zones, due this species has a lower tolerance to eutrophication (Lubchenco and Menge, 1978). However, it has been demonstrated that the presence of macroalgae is favourable for *C. pica*, because they provide refuge and food (Fernández and Niell, 1983). It is known that in the intertidal rocky shore of Santiago de Cuba the macroalgae coverage determines the spatial and temporal variation of the molluscs (Jover *et al.*, 2014). Previously, in the Caribbean the abundance and distribution of the populations of *C. pica* have been related to the macroalgae present in the intertidal rocky shore (Osorno *et al.*, 2009; Daza-Guerra *et al.*, 2018). According to these authors, the macroalgae provide food, refuge and camouflage, minimizing the predation of *C. pica*.

Conclusions

The spatial distribution of the density of *Cittarium pica* shown a distinctive variation among localities;

this finding seems to be determined by the eutrophication. The temporal distribution of the density of *C. pica* is related with the succession of rainy and non-rainy periods, due the increase of organic matter during rainy periods. The density of *C. pica* is related with macroalgae coverage, due it provides conditions for the survival of this species.

References

- Addinsoft, XLSTAT 2013 v.2013.6.03: Data analysis and statistics software for Microsoft Excel, Addinsoft, Paris, France, 2013.
- Bell, L. J. 1992. Reproduction and larval development of the West Indian Top Shell, *Cittarium pica* (Trochidae), in the Bahamas. *Marine Pollution Bulletin* 51(2): 250-266.
- Castell, L. L. 1987. Algunos aspectos de la biología y ecología de *Cittarium pica* (L.), "Quigua" (Prosobranchia, Trochidae), en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 135 pp.
- CITMA. 2011. Resolución 160: Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país. *Gaceta Oficial de la República de Cuba* 26: 1-83.
- Daza-Guerra, C. N. Martínez-Hernández & J. Narváez-Barandica. 2018. Aspectos poblacionales del burgao *Cittarium pica* (Gastropoda: Tegulidae) en el litoral rocoso de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 430-442.
- Debrot, A. 1990a. Temporal aspects of population dynamics and dispersal behavior of the West Indian Top Shell, *Cittarium pica* (L.), at selected sites in the Exuma Cays, Bahamas. *Bulletin of Marine Science* 47: 431-437.
- Debrot, A. 1990b. Survival, growth, and fecundity of the West Indian top shell, *Cittarium pica* (Linnaeus), in various rocky intertidal habitats of the Exuma Cays, Bahamas. *The Veliger* 33: 363-361.
- Diez, Y. & A. Jover. 2012. Moluscos marinos del sector Bahía de Puerto Padre-Bahía de Nipe, Cuba. *Amici Molluscarum* 20: 17-28.
- Diez, Y. & A. Jover. 2013. Lista y distribución de los moluscos marinos de Santiago de Cuba, costa suroriental de Cuba. *Amici Molluscarum* 21: 23-38.
- Fernández C., X. Niell & R. Anadon. 1983. Comparación de dos comunidades de horizontes intermareales con abundancia de *Bifurcaria bifurcata* Ros. En las costas N y NO de España. *Investigaciones Pesqueras*, 47(3): 435-455.
- Gracia, A. & J. M. Díaz. *Cittarium pica*. En N. Ardila, G. R. Navas & J. Reyes (Eds.). Libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio del Medio Ambiente. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. pp 69-70
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Jover, A., Y. Diez & D. Tamayo. 2014. Composición de los moluscos de la zona fital del mesolitoral rocoso en Santiago de Cuba. *Amici Molluscarum* 22(1): 15-27
- Lecha, L., L. Paz & B. Lapinel. 1994. El Clima de Cuba. Editorial Academia, La Habana, Cuba. 186 pp.
- Lubchenco, J. & B. A. Menge. 1978. Community development and persistence in a low rocky intertidal zone. *Ecological Monographs* 48: 67-94.
- Nieto-Bernal, R. L. Chasqui, A. Rodríguez, E. Castro & D. Gil-Agudelo. 2013. Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial en La Guajira, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 61(2): 683-700.
- Osorno, A. 2005. Bioecología de la "cigua" o "burgao" *Cittarium pica* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda: Trochidae) en la costa continental del Caribe colombiano. Tesis Biol. Mar. Univ. Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 115 pp.
- Osorno, A. & J. M. Díaz. 2006. Explotación, usos y estado actual de la cigua o burgao *Cittarium pica* (Mollusca: Gastropoda: Trochidae) en la costa continental del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 35: 133-148.
- Osorno, A. D. Gil-Agudelo & L. Gómez-Lemos. 2009. Plan de Investigación para la conservación de *Cittarium pica* (Linnaeus, 1758). INVEMAR Serie de Publicaciones Especiales, Santa Marta, Colombia, 72 pp.

- Randall, H. E. 1964. A study of the growth and other aspects of the biology of the West Indian Top Shell *Cittarium pica* (Linnaeus). Bulletin of Marine Sciences, 14: 424-443.
- Rico, J., J. Mancera-Pineda & L. Guerra. 2017. Ecología poblacional de *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae) de San Andrés Isla, Reserva Internacional de Biósfera, Seaflower. Revista de Biología Tropical 65(4): 1496-1506.
- Robertson, R. 2003. The edible West Indian Whelk *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae): natural history with new observations. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 153(1): 27-47.
- Rodríguez, J. P. & Rojas-Suárez, F. (Eds.) (2008). Libro Rojo de la Fauna Venezolana, tercera edición. Provita y Shell Venezuela, S. A. Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Schmidt, S., M. Wolff & J. Vargas. 2002. Population ecology and fishery of *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae) on the Caribbean coast of Costa Rica. Revista de Biología Tropical 50(3-4): 1079-1090.
- Scudder, S.J. & J.R. Quitmer. 1998. Evaluation of evidence of pre-Columbian human occupation at Great Cave, Cayman Brac, Cayman Islands. Caribbean Journal of Sciences, 34(1-2): 41-49.
- Veiga, A. 1999. Caracterización de la flora y vegetación bentónica intermareal y de su riqueza en recursos explotables en las rías baixas gallegas (NO. Península Ibérica). Tesis Doctoral, Universidad de la Coruña, España, 175 pp.

Recibido: 29 de agosto de 2019

Aceptado: 20 de agosto de 2020

The invasive snail *Lissachatina fulica* (Mollusca: Achatinidae): its population structure in an area of recent colonization in Argentina

El caracol invasor *Lissachatina fulica* (Mollusca: Achatinidae): su estructura poblacional en una zona de reciente colonización en Argentina

Romina Valente^{1,3*}, Julia Inés Diaz^{1,3}, Oscar Daniel Salomón^{2,3} & Graciela Teresa Navone^{1,3}

¹Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), CONICET, FCNyM, UNLP, calle 120 e/61 y 62, B1900FWA La Plata, Buenos Aires Province, Argentina.

²Instituto Nacional de Medicina Tropical (INMeT), Jujuy s/n, 3370. Puerto Iguazú, Misiones Province, Argentina.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

*Autor correspondiente, e-mail: romina_valente81@hotmail.com

Abstract

The giant African snail *Lissachatina fulica* is an invasive mollusk native to Africa. The first record of this snail in Argentina was in Puerto Iguazú, in 2010. *Lissachatina fulica* cause severe impacts as displaces native fauna and produce considerable damage to agricultural systems. For this reasons, it is recognized as one of the world's most damaging pests listed in the Global Invasive Species Database. The objective of this work was to know the population structure of *L. fulica* in function of time and environmental variables in order to analyze and evaluate the establishment of the giant African snail population in Puerto Iguazú, Argentina, an area of recent colonization. The snail shells were measured and separated into four equal size ranges. The results showed that the smaller size (0-3cm) is more represented in the dry season and the intermediate sizes (3-6 and 6-9 cm) in the wet season. The body growth and biomass in *L. fulica* is influenced by environmental factors. This result indicates that *L. fulica* populations are already established in Puerto Iguazú, showing the importance of incorporate management programs and control strategies of this pest.

Key words: exotic species, pest, colonization, human health, control strategies.

Resumen

El caracol gigante africano *Lissachatina fulica* es un molusco invasor nativo de África. El primer registro de esta especie en Argentina fue en Puerto Iguazú, el año 2010. *Lissachatina fulica* causa severos impactos, ya que desplaza a la fauna nativa y produce daños considerables a los sistemas agrícolas. Por esta razón, es reconocida como una de las plagas más dañinas del mundo, enumeradas en la Base de datos mundial de especies invasoras. El objetivo de este trabajo fue conocer la estructura poblacional de *L. fulica* en función del tiempo y variables ambientales con el fin de analizar y evaluar el establecimiento de la población de caracoles gigantes africanos en Puerto Iguazú, Argentina, zona de reciente colonización. Las conchas de los caracoles se midieron y separaron en cuatro rangos de igual tamaño. Los resultados mostraron que la talla más pequeña (0-3 cm) está más representada en la estación seca y las tallas intermedias (3-6 y 6-9 cm) en la estación húmeda. El crecimiento corporal y la biomasa de *L. fulica* están influenciados por factores ambientales. Este resultado indica que las poblaciones de *L. fulica* ya están establecidas en Puerto Iguazú, mostrando la importancia de incorporar programas de manejo y estrategias de control de esta plaga.

Palabras clave: especies exóticas, plagas, colonización, salud humana, estrategias de control.

Introduction

The giant African snail *Lissachatina fulica* (Férrusac, 1821), gastropod belonging to the family Achatinidae Swainson, 1840, is an invasive land pulmonate mollusk native to northeast Africa. The dispersion of the species started at the beginning of the nineteenth century in Africa (Raut & Barker, 2002). In 1847, this species was reported for the first time in Asia and then it expanded to almost the entire continent (Cross, 2007).

Lissachatina fulica was observed for the first time in the American continent in 1966, but it was officially reported in 1984, later it was established in several islands in the Caribbean Sea (Alicata, 1991; Cross, 2007). The invasion of South America by this mollusk was in the 90's arriving to Venezuela, Ecuador, Colombia, Brazil, Bolivia and Paraguay (Thiengo *et al.*, 2007). The first record of the species in Argentina was in 2010 in Puerto Iguazú, Misiones Province (Gutiérrez Gregoric *et al.*, 2011; Diaz *et al.*, 2013) and some years later the species was reported in Corrientes Province (Gutiérrez Gregoric *et al.*, 2013).

The giant African snail is recognized as one of the world's most damaging pests listed in the Global Invasive Species Database (Lowe *et al.*, 2004). This gastropod consumes basically vegetation and, although it is more frequently observed in warm and semi-arid zones, it prefers sites not directly exposed to sunlight, with both high humidity (70%) and temperatures (20°C) (Matinella *et al.*, 2009).

The dispersion of *L. fulica* in new areas is mainly due to the anthropocentric influence, because the species is used as exotic food, as exotic pets, as bait to fishing, and is associated with some African religion traditions (Thiengo *et al.*, 2007; Neto *et al.*, 2012).

This invasive exotic species can establish in new tropical and subtropical areas causing severe impacts as displaces native fauna by habitat and food competition (Beltramino *et al.*, 2015) and produce considerable damage to agricultural systems causing economic losses (Matinella *et al.*, 2009). However, the main interest in *L. fulica* is its implication in the human health because this mollusk can act as intermediate host of parasites of medical and veterinary importance (Acha & Szyfres, 2003; Thiengo *et al.*, 2007). In this sense, this snail harbors the larvae stage of the Metastrongylidae nematodes *Angiostrongylus cantonensis* Chen, 1935, *Angiostrongylus*

costaricensis Morera and Céspedes, 1971, *Angiostrongylus vasorum* Baillet, 1866, and *Aelurostrongylus abstrusus* Railliet, 1898 (Ash, 1970; Franco-Acuña *et al.*, 2009; Maldonado Jr. *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2010) causing neurological, pulmonary and abdominal pathologies.

Considering the importance of this species on human health, the objective of this work was to know the population structure of *L. fulica* in function of time and environmental variables in order to analyze and evaluate the establishment of the giant African snail population in Puerto Iguazú, Argentina.

Materials and methods

This study was carried out in Puerto Iguazú (25°36'39" S, 54°34'49" W), Misiones Province, Argentina (Fig. 1). The climate in this region is subtropical, with a mean annual temperature of 21.2°C and an average annual rainfall of 1731 mm. The driest month is July (99 mm) whereas in October it is the maximum peak of precipitations (194 mm) (www.climate-data.org).

Samples of *L. fulica* were collected between October 2013 and November 2015. Sampling was done every two months (October-November, February-March and June-July) and they were called bimester, with intervals of two-month rest. The bimester were abbreviated as O-N, F-M and J-J. In each sampling all found specimens in the field during an interval of 15 minutes were collected by one person.

Mollusks were transferred alive in plastic vials to the laboratory. Snail shells were measured and separated into four equal size ranges (S): S1: 0.0 – 2.9 cm; S2: 3.0 – 5.9 cm; S3: 6.0 – 8.9 cm and S4: 9.0 – 12.0 cm.

The environmental variables temperature, humidity and rainfall were checked out during each sampling (National Meteorological Service, Iguazú Air).

Correspondence analyses were done to observe the association between host size distribution in function of time (bimesters) and environmental variables. Analyses were done using Rstudio version 1.0.136 (RStudio Team, 2016).

Figure. 1. Puerto Iguazu area study.

Figura. 1. Área de estudio en Puerto Iguazú.



Results

A total of 995 *L. fulica* specimens were collected (Fig. 2). The frequency distribution of each ranges size in each bimester is shown in Table 1 and Fig. 1. It was observed that the number of total specimens collected was increasing towards the end of the investigation. Also, it is evident that S1 and S4 are the intervals less represented, whereas S2 and S3 are the most numerous, representing more than 80% of the samples (Table 1; Fig. 3).

The correspondence analyzes between size distribution (ordered for size in the second dimension) and bimester (environmental variables are represented in the first dimension) indicated that the smaller size S1 is associated with the bimester J-J, the intermediate size S2 is associated with the bimester O-N, and the largest sizes S3 and S4, are related with the bimester F-M (Fig. 4). The bimester and the size ranges are represented in the

Figure 4 with a geometrical figure: black circle (bimester) and grey triangle (size ranges).



Figure. 2. *Lissachatina fulica*.

Figura. 2. *Lissachatina fulica*.

Table 1. Frequency distribution of each ranges size in function of the environmental variables in each bimester.

Tabla 1. Distribución de frecuencias de cada intervalo de tamaño en función de las variables ambientales en cada bimestre.

Ranges of size (cm)	O-N 2013	F-M 2014	J-J 2014	O-N 2014	F-M 2015	J-J 2015	O-N 2015	SubTotal
S1 0.0-2.9	n= 11	n= 8	n= 17	n= 39	n= 19	n= 65	n= 6	N= 165 P= 0.166
S2 3.0-5.9	n=37	n= 10	n= 15	n= 90	n= 53	n= 68	n= 217	N= 490 P= 0.492
S3 6.0-8.9	n= 18	n= 27	n= 22	n= 51	n= 101	n= 49	n= 51	N= 319 P= 0.32
S4 9.0-12	n= 1	n= 8	n= 1	n= 2	n= 4	n= 1	n= 4	N=21 P= 0.021
Subtotal	N= 67 P= 0.067	N= 53 P= 0.053	N= 55 P= 0.055	N= 182 P= 0.182	N= 177 P= 0.177	N= 183 P= 0.183	N= 278 P= 0.278	TOTAL 995

P= Proportion of snails by range size and by bimester; n= number of snail by range size vs bimester; N= subtotal of snails by range size and by bimester.

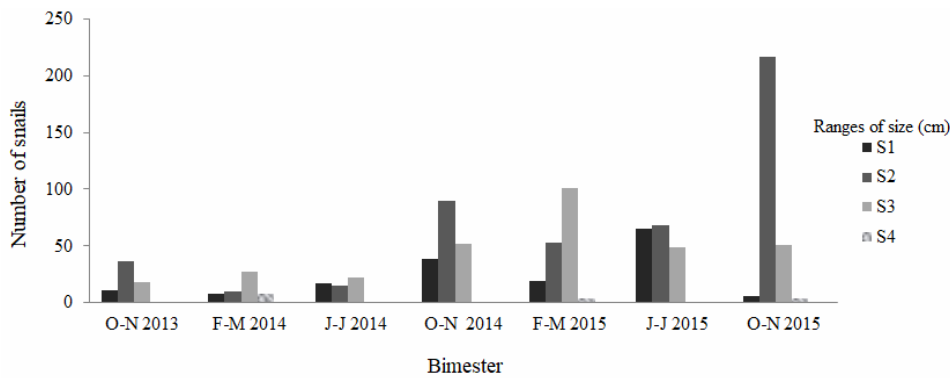


Figure 3. Frequency distribution of each ranges size of *Lissachatina fulica* in Puerto Iguazú by bimester.

Figura 3. Distribución de frecuencias de cada intervalo de tamaño de *Lissachatina fulica* por bimestre en Puerto Iguazú.

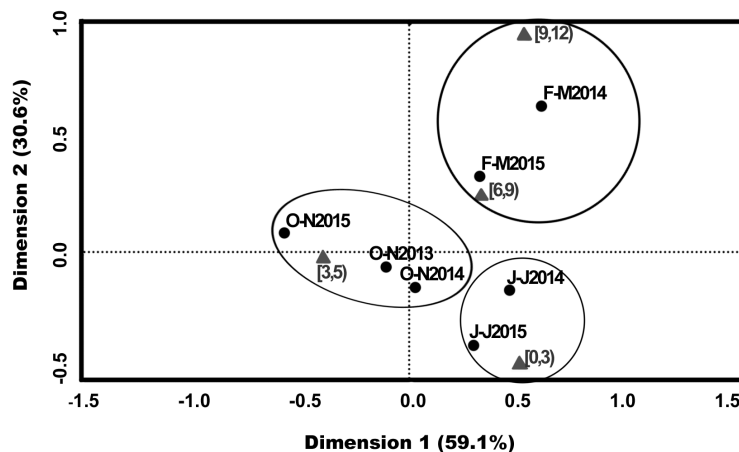


Figure 4. Correspondence analyses between host size of *Lissachatina fulica* in Puerto Iguazú in function of time (bimesters) and environmental variables.

Figura 4. Análisis de correspondencia entre el tamaño del hospedador *Lissachatina fulica* en Puerto Iguazú, en función del tiempo (bimestres) y variables ambientales.

Discussion

Previous studies have showed that the success of *L. fulica* as invasive species is due to several reasons: a) high reproduction rate, which generates explosive population growth in comparison with other terrestrial native snails; b) large number of eggs per oviposition (50-1000 eggs); c) polyphagous eating habits, and d) lack of natural enemies (Fischer & Costa, 2010).

The introduction of this mollusk species in Argentina probably responds to the nearness to Brazil and the frequent fishing practices (Valente *et al.*, 2016). The proportions of size intervals in a population can indicate the degree of establishment of the giant African snail (Mead, 1961; Albuquerque *et al.*, 2009) and allows to identify in which size range *L. fulica* has reached its sexual maturity. Simão & Fischer (2004) determined that four size ranges were established for the giant African snail in Brazil according to the length of the shell: immature (0-1cm), juvenile (1.1-4 cm), sub- adult (4.1-7 cm) and adult (7.1- ∞). The most frequent intervals in Bahia, Brazil were juvenile and sub-adult (Albuquerque *et al.*, 2008). The same was observed in Puerto Iguazú, in were only few specimens of S4 (more than 9 cm) were found.

Lissachatina fulica has a gregarious behaviour that would favour the cannibalism among individuals of the same population and reduce the survival of smaller sizes individuals (Fischer & Colley, 2005; Fischer *et al.*, 2006). Unlike the present study in which S1 were little represented, Gutiérrez Gregoric *et al.* (2013) registered sizes 0-4 cm as the mean interval in Corrientes province. The observed differences may be due because Gutierrez Gregoric *et al.* (2013) based their analysis on a single sampling conducting in May 2013. Avendaño & Linares (2015) suggest that the settling time of a population is reflected in the size of their specimens. It could be inferred that in those sites where larger specimens and different size intervals are represented, as in Puerto Iguazú, *L. fulica* population have a considerable time of establishment and species is well adapted, whereas in those areas in which small size predominate, the arrival is very new.

The body growth and biomass in *L. fulica* is influenced by environmental factors. Thus, climatic conditions can induce periods of lethargy, especially if the temperature and humidity reach low values. Once this lapse of time has passed, physiological changes that affect its development may appear in *L. fulica* (Albuquerque *et al.*, 2009).

In the present study, it was observed that the environmental conditions of the “wet season” favour the pickup of specimens, in where the sub-adult and adult stages (S2 and S3) are more representative. These snails have reached sexual maturity and are preparing to reproduction, having established some time ago in this environment. In contrast, during the “dry season”, where there are scarce precipitations and low temperature, the immature and juvenile stages were the most abundant samples. It would be explained considering that the unfavourable environmental conditions determined the beginning of the hibernation period of the snails and they are buried and are difficult to find.

Present results indicated that *L. fulica* population is already established in Puerto Iguazú, showing the importance of incorporate management programs and control of this pest. Taking into account that the snails begins to be active after hibernation period in which temperature increase gradually, it would be the most appropriate moment to fight *L. fulica*.

Studies like the present can be important tools to establish strategies of control and management that do not affect other mollusk populations or pollute the natural environments, which are closely linked to human populations.

Acknowledgements

We wish to thank M. L. Morote (CEPAVE) for her help with the figures and Pilar Martínez (National Public Translator in English Language) for the English revision of the manuscript.

References

- Acha, P. & B. Szyfres. 2003. Angiostrongyliasis, intestinal angiostrongyliasis, angiostrongyliasis (*Parastrongylus cantonensis*). In: Pan American Health Organization (eds) Zoonoses and Communicable Diseases Man and Animals, Washington DC: PAHO, Scientific and Tech Publications Press. pp. 225-231.
- Albuquerque, F.S., M.C. Peso-Aguiar & M.J. Assunção-Albuquerque. 2008. Distribution, feeding behavior and control strategies of

- the exotic land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) in the northeast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68(4): 837-842.
- Albuquerque, F.S., M.C. Peso-Aguiar, M.J.T. Albuquerque & L. Gálvez. 2009. Do climate variables and human density affect *Achatina fulica* (Bowdich) (Gastropoda: Pulmonata) shell length, total weight and condition factor? *Brazilian Journal of Biology* 69(3): 879-885.
- Alicata, J.E. 1991. The discovery of *Angiostrongylus cantonensis* as a cause of human eosinophilic meningitis. *Parasitology Today* 7(6): 151-153.
- Ash, L. 1970. Diagnostic morphology of the third stage larvae of *Angiostrongylus cantonensis*, *Angiostrongylus vasorum*, *Aelurostrongylus abstrusus*, and *Anafilaroides rostratus* (Nematoda: Metastrongyloidea). *Journal of Parasitology* 56(2): 249-253.
- Avendaño, J.M. & E. Linares. 2015. Morfometría del caracol gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae) en Colombia. *Cuadernos de Investigación* 7(2): 287-293.
- Beltramino, A.A., R.E. Vogler, D.E. Gutiérrez Gregoric & A. Rumi. 2015. Impact of climate change on the distribution of a giant land snail from South America: predicting future trends for setting conservation priorities on native malacofauna. *Climatic Change* 131(4): 621-633.
- Cross, J.H. 2007. The spread of angiostrongyliasis: the globetrotting rat lungworm. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 38(1): 43-46.
- Diaz, J.I., E. Lorenti, R. Valente, S. Capasso, D.E. Gutiérrez Gregoric & G.T. Navone. 2013. Estado actual del conocimiento de las parasitosis del molusco invasor *Achatina fulica* en la Argentina. Su importancia como posible hospedador intermediario de Angiostrongyliasis. In: Oscar Daniel Salomon (ed), *Moluscos de Interés sanitario en la Argentina*, Ministerio de Salud de la Nación, Buenos Aires. pp. 40-53.
- Fischer, M.L. & E. Colley. 2005. Espécie Invasora em Reservas Naturais: Caracterizacao da Populacao de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca – Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraquecaba, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica* 5(1): 1-18.
- Fischer, M.L., M. Simião, E. Colley, R. Dudeque Zenni, D.A. Teodoro da Silva & N. Latoski. 2006. O caramujo exótico invasor na vegetação nativa em Morretes, PR: diagnóstico da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa aluvial. *Biota Neotropica* 6(2): 1-5.
- Fischer, M.L. & L.C.M. Costa. 2010. O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil. Editorial Champagnat Editora PUCPR, Curitiba, Brazil. 13-99 pp.
- Franco-Acuña, D.O., J. Pinheiro, E.J.L. Torres, R.M. Lanfredi & S.V. Brandolini. 2009. Nematode cysts and larvae found in *Achatina fulica* Bowdich, 1822. *Journal of Invertebrate Pathology*. 100(2): 106-110.
- Gutiérrez Gregoric, D.E., V. Nuñez, R.E. Vogler & A. Rumi. 2011. Invasion of the Argentinean Paranense rainforest by giant African snail, *Achatina fulica*. *American Malacological Bulletin* 29(1/2): 135-137.
- Gutiérrez Gregoric, D.E., A. Beltramino, R. Vogler & A. Rumi. 2013. Expansión del rango de distribución de *Achatina fulica* (Gastropoda) y su concordancia con modelos predictivos. *Amici Molluscarum* 21(1): 17-21.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas & M. De Poorter. 2004. Cien de las especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Editorial School of Geography and Environmental Sciences (SGES), Nueva Zelanda. 11 pp.
- Maldonado Júnior, A., R. Simoes, A.P. Oliveira, E. M. Motta, A.M. Fernandez, Z.M. Pereira, M.M. Monteiro, E.J. Lopes Torres & C.S. Thiengo. 2010. First report of *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in *Achatina fulica* (Mollusca: Gastropoda) from Southeast and South Brazil. *Memoria do Instituto Oswaldo Cruz* 105(7): 938-941.
- Matinella, L., G. Morales, C. Sierra, I. Silva & L. Pino. 2009. *Achatina fulica*: Un caracol de interés para la salud pública. *Revista INIA HOY* 6: 200-210.
- Mead, A.R. 1961. Economic status. In: The University of Chicago Press (ed) *The giant African snail; a problem in economic malacology* University of Chicago Press. pp. 35-60.
- Neto, N.A., R.A. Voeks, T.L. Dias & R. Alves, 2012, Mollusks of Candomblé: symbolic and ritualistic importance. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(10): 1-10.

- Oliveira, M.A., E. Torres, A. Maldonado Jr, J. Araujo, M. Fernandez, & C.S. Thiengo. 2010. *Achatina fulica* como hospedador intermediario de nematodos de interés sanitario-veterinario en Goiás, Brasil. *Revista de Patologia Tropical*. 39(3): 199-210.
- Raut, S.K. & G.M. Barker. 2002. *Achatina fulica* Bowdich and other achatinidae as a pests in tropicultural agriculture. *Molluscs as Crop Pest*. Editorial CABI Publishing, Wallingford. 55–114 pp.
- RStudio Team, 2016. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>. Versión 1.0.136.
- Simão, S., & L. Fischer. 2004. Estimativa e inferências do método de controle do molusco exótico *Achatina fulica* Bowdich 1822 (Stylommatophora; Achatinidae) em Pontal do Paraná, Litoral do Estado do Paraná. *Cadernos da Biodiversidade* 4(2): 74-78.
- Thiengo, C.S., A.F. Faraco, N.C. Salgado, R.H. Cowie & M.A. Fernandez. 2007. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail *Achatina fulica*. *Biological Invasions* 9: 693-702.
- Valente, R., J.I. Diaz, E. Lorenti, O.D. Salomón & G.T. Navone. 2016. Nematodes from *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Gasterópoda) in Argentina. *Helminthologia* 53(1): 109-112.

Recibido: 23 de marzo de 2020
Aceptado: 20 de agosto de 2020

***Limacus flavus* (Linnaeus, 1758): Antecedentes de la especie**

Viviana M. Castillo

Laboratorio de Malacología, Departamento de Laboratorios y Estaciones Cuarentenarias.
Servicio Agrícola y Ganadero, Chile.
e-mail: viviana.castillo@sag.gob.cl

Sistemática

Clase Gastropoda Cuvier, 1795
Subclase Heterobranchia Burmeister, 1837
Infraclass Euthyneura Spengel, 1881
Subterclase Tectipleura Schrödl et al., 2011
Superorden Eupulmonata Hazprunar & Huber, 1990
Orden Stylommatophora A. Schmidt, 1856
Suborden Helicina Rafinesque, 1815
Infraorden Limacoidei Férussac, 1801
Superfamilia Limacoidea Lamarck, 1801
Familia Limacidae Lamarck, 1801
Subfamilia Limacinae Lamarck, 1801
***Limacus flavus* (Linnaeus, 1758)**

Nombre común

Babosa amarilla.

Sinonimia

Para *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758) se han recuperado de la literatura los siguientes sinónimos (Barker, 1979):

- Limax flavus* Linnaeus, 1758. Systema Naturae, Editio decima, reformata 1: 692. Localidad tipo Suecia.
- Limax variegatus* Draparnaud, 1801. Tabl. Moll. 103.
- Limacella unguicula* Brard, 1815. Hist. terr. fluv. Environs Paris: 115.
- Limax megaldontes* Quoy and Gaimard, 1824. Voyage l'Uranie et la Physic. Zool.: 428.
- Limax umbrosus* Philippi, 1844. Enum. Moll. Siciliae: 102.
- Krynickyllus maculatus* Kaleniczenko, 1851. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 24: 226.

- Limax olivacius* Gould, 1852. U.S. Expl. Exped. XII: 4.
- Limax erenbergii* Bourguignat, 1853. Cat. Moll. Saulcy: 3.
- Krynickyia maculata* P. Fischer, 1856. J. Conchylol. 5: 69.
- Limax deshayesi* Bourguignat, 1861. Rev. Mag. Zool. (2)13: 302.
- Limax companyoi* Bourguignat, 1863. Rev. Mag. Zool. (2)15: 179.
- Limax breckworthianus* Lehmann, 1864. Malakozool. Bl. 11: 145.
- Limax bicolor* Selenka, 1865 Malakozool. Bl. 12: 105.
- Limax beaticus* Mabilie, 1868. Rev. Mag. Zool. (2)20: 145.

Morfología externa

Limacus flavus (Linnaeus, 1758) es una babosa terrestre, su cuerpo en el extremo dorsal es de color verde-grisáceo con una red de manchas irregulares de color amarillo que cubren todo el cuerpo, y los tentáculos son de color azulado, el manto es de forma ovalada, el pneumostoma se encuentra detrás de la línea media del manto. La quilla dorsal es corta y sólo se observa en el extremo caudal (Figs. 1 A-B). Castillejo (1998) indicó que la coloración del cuerpo de *L. flavus* puede variar desde gris-oliva a gris-verdoso o marrón; y las manchas pueden ser blanco amarillento o naranja-oliva. La longitud de los individuos extendidos en estado adulto puede alcanzar 150 mm (Castillejo & Garrido, 1996). Se ha descrito que el mucus del cuerpo es amarillento y muy adhesivo, mientras que el mucus del pie es incoloro, asimismo, el área ventral del pie es de color blanco amarillento (Castillejo & Garrido, 1996).

Sistema reproductor

El sistema reproductor se extiende desde el extremo caudal del animal al cuello (Figs. 1 C-E). A nivel proximal, la ovotestis presenta una coloración blanquecina (Fig. 1 E). A continuación, le sigue el conducto hermafrodita de organización contorneada, el cual desemboca en la glándula de la albúmina de tamaño prominente, donde aparece la vesícula seminal (Figs. 1 C, E). El espermioviducto está conformado por la fusión de la parte espermática y la parte oviductal (Fig. 1 C). La parte masculina está recubierta externamente por la próstata (Fig. 1 C). En la parte distal las dos vías se separan. La parte femenina forma un oviducto libre, también se caracteriza por una bursa copulatrix ovalada; vagina y atrio cortos; el conducto deferente abre próximo a la inserción del músculo retractor en la base del pene con forma cilíndrica y dilatado ligeramente en la zona distal (Figs. 1 C-D). Se ha descrito que la coloración de la ovotestis varía de acuerdo con el estado de madurez del animal (Castillejo, 1998), y que en el interior del pene hay pliegues longitudinales crenulados, cuyo número varía a lo largo de su extensión (Castillejo & Garrido, 1996; Virgilito, 2012).

Aparato digestivo

El aparato digestivo posee maxila amplia con proyección ántero-medial redondeada. La fórmula radular es 50 + 65 + C + 65 + 50 con ectoconos y endoconos muy pobremente desarrollados o ausentes; e intestino con un ciego muy largo (Virgilito, 2012).

Hábitat y requerimientos ecológicos

Thomas *et al.* (2010) indican que *L. flavus* es una especie altamente invasora asociada estrechamente con áreas de tipo sinantrópicas. Igualmente, se ha informado que esta especie se puede encontrar en diversos hábitats, por ejemplo, en Europa se ha observado a la especie habitando jardines, viveros y bosques (Quick, 1960; Castillejo, 1998). Sin embargo, la especie también ha sido reportada asociada a hospedantes de tipo no vegetal como productos relacionados con la jardinería, bodegas, cobertizos, grietas estructurales, madera apilada, entre otros (Barker, 1999; Forsyth, 2004). Asimismo, se ha informado que *L. flavus* posee hábitos nocturnos y se alimenta preferentemente de vegetales en descomposición,

hortalizas, hongos, líquenes y basura, siendo encontrada en áreas residenciales y recintos comerciales relacionados con el comercio de productos agrícolas (Barker, 1999; Godan 1983), también se ha reportado la presencia de *L. flavus* en composteras (Castillo *et al.*, 2020). Mohamed & Ali (2013) indican que *L. flavus* causa daños severos en brotes jóvenes, follaje y flores de las plantas. Además, se ha informado que la especie ataca a productos almacenados (Godan, 1983).

Distribución geográfica

La localidad tipo de *L. flavus* corresponde a Suecia (Barker, 1979), sin embargo, su rango nativo es desconocido, y podría ser el Mediterráneo occidental, central u oriental (Wiktor 1996; Barker, 1999; Wiktor, 2001; Welter-Schultes 2012). En muchas localidades *L. flavus* es confundida comúnmente con *L. maculatus* Kaleniczenko, 1851, esto ha dificultado especificar su rango de distribución (Rowson *et al.* 2014).

Por otra parte, *L. flavus* ha ampliado su distribución a otras localidades del mundo (Fig. 2) (Wiktor, 1983; Castillejo & Garrido, 1996; Barker, 1999; Yildirim & Kebapçı, 2004; Campos & Calvo, 2006; Thomas *et al.*, 2010; Agudo-Padrón, 2011; Virgilito, 2012; Telebac *et al.*, 2013; Stojnic *et al.*, 2016; Ostrovsky, 2017; Schikov, 2017; GBIF, 2019). En el caso de Sudamérica, la especie se encuentra ampliamente distribuida, lo cual ha sido complementado con registros de observaciones en proyectos de ciencia ciudadana como iNaturalist.org (GBIF, 2019).

Distribución geográfica en Chile

La presencia de esta especie en Chile fue informada por Stuardo & Vega (1985), quienes establecieron su rango de distribución desde el norte de Chile hasta Valdivia. Posteriormente, Valdovinos (1999) establece su ubicación entre las latitudes 30° y 40° S. Finalmente, Valdovinos *et al.* (2005) informan que su distribución comprende desde La Serena (29°53' S; 71°15' O) hasta Chiloé (42°34' S; 73°57' O). Estos autores indicaron que el establecimiento de *L. flavus* estaba restringido a Chile continental, sin embargo, Castillo *et al.* (2020) reportaron el primer registro de esta especie en la Isla Robinson Crusoe. A pesar de estos registros de distribución de la especie, se desconoce la vía por la que *L. flavus* se introdujo a Chile.

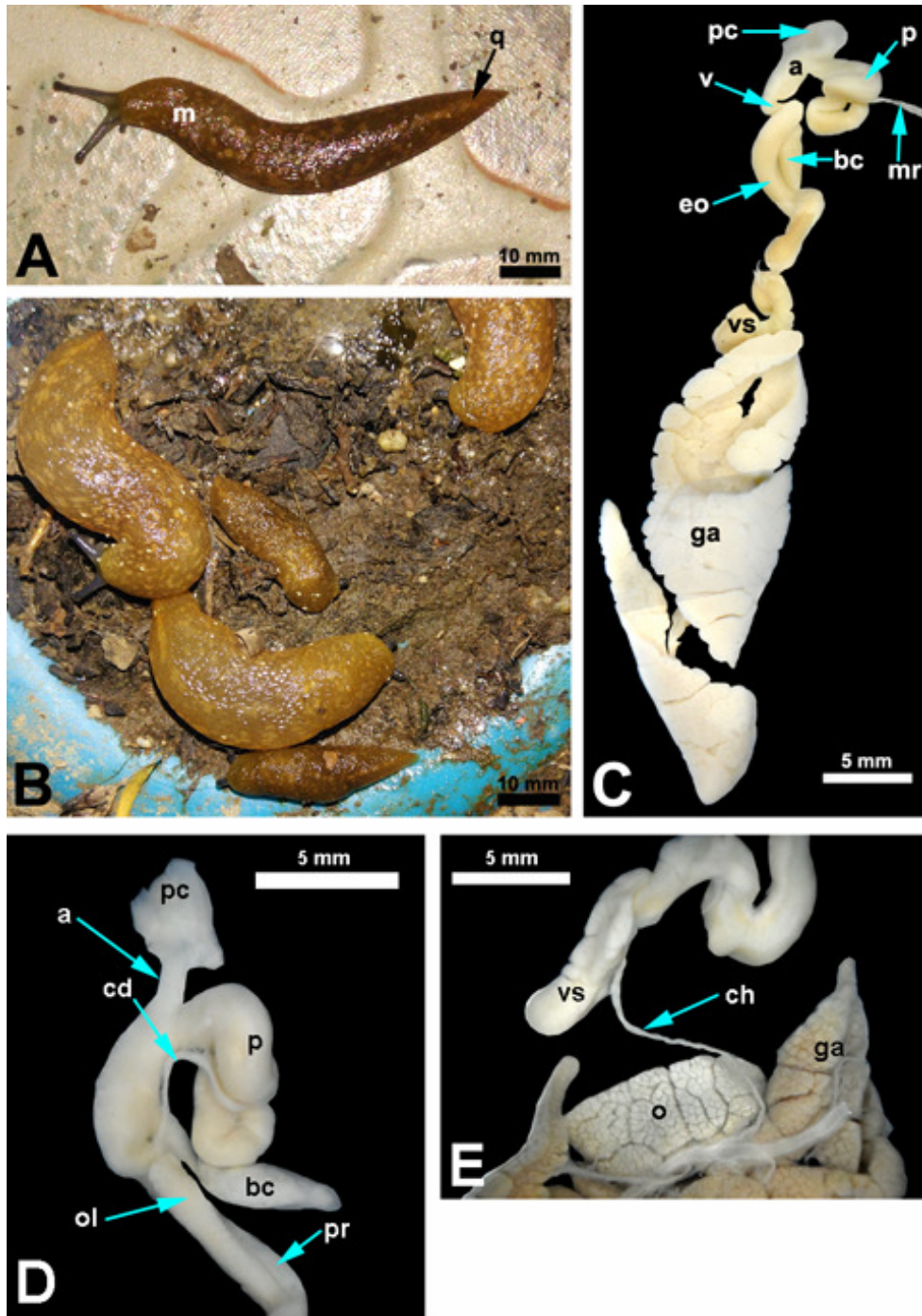


Figura 1. *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758). Ejemplares recolectados en Viña del mar, Región de Valparaíso, Chile **A.** Ejemplar adulto. **B.** Ejemplares agregados. **C.** Sistema reproductor (aislado). **D.** Aparato genital distal. **E.** Conexión de ovotestis y canal hermafrodita. **Abreviaciones:** a: atrio genital; bc: bursa copulatrix; cd: conducto deferente; ch: conducto hermafrodita; eo: espermioviducto; ga: glándula de la albúmina; m: manto; mr: Músculo retractor; o: ovotestis; ol: oviducto libre; p: pene; pc: pared corporal; pr: próstata; q: quilla; v: vagina; vs: vesícula seminal.

Figure 1. *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758). Specimens collected from Viña del mar, Valparaiso Region, Chile **A.** Adult specimen. **B.** Aggregate specimens. **C.** Reproductive system (isolated). **D.** Distal genital tract. **E.** Ovotestis and hermaphrodite duct connection. **Abbreviations:** a: genital atrium; bc: bursa copulatrix; cd: vas deferens; ch: hermaphrodite duct; eo: spermioviduct; ga: albumen gland; m: mantle; mr: retractor muscle; o: ovotestis; ol: free oviduct; p: penis; pc: body wall; pr: prostate; q: keel; v: vagina; vs: seminal vesicle.

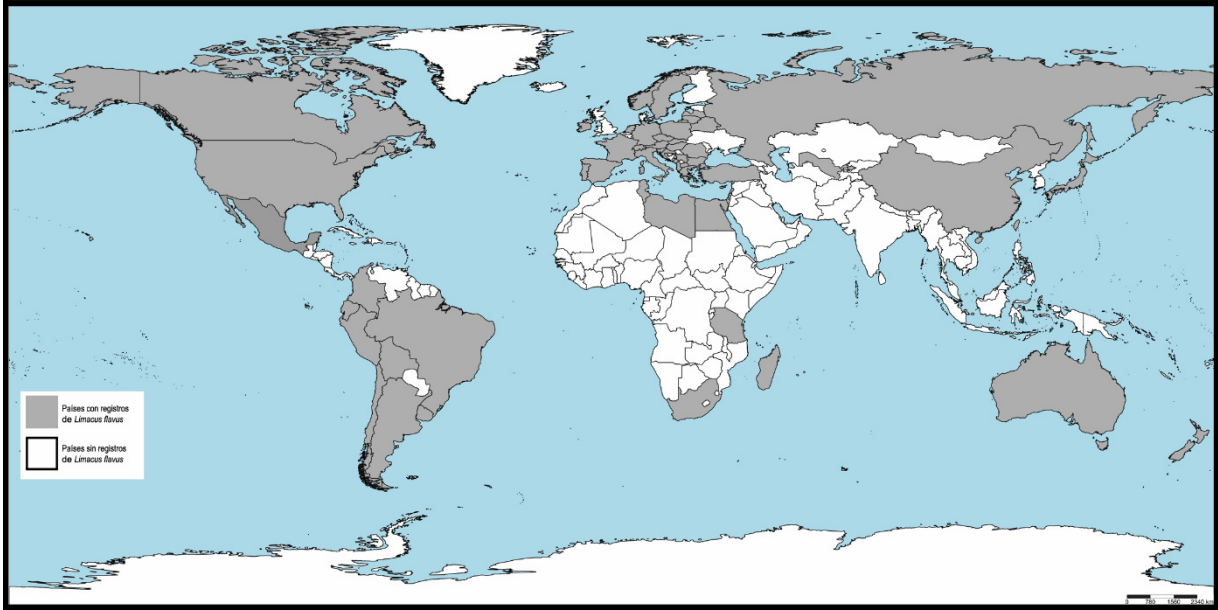


Figura 2. Distribución mundial de *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758). Mapa elaborado a través de registros bibliográficos y datos de presencia de esta especie en la base de datos GBIF (según Wiktor, 1983; Castillejo & Garrido, 1996; Barker, 1999; Yildirim & Kebapçı, 2004; Campos & Calvo, 2006; Thomas *et al.*, 2010; Agudo-Adrón, 2011; Virgilito, 2012; Telebac *et al.*, 2013; Stojnic *et al.*, 2016; Ostrovsky, 2017; Schikov, 2017; GBIF, 2019).

Figure 2. Worldwide distribution of *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758). Map prepared through bibliographic records and presence data of this species in GBIF database (according to Wiktor, 1983; Castillejo & Garrido, 1996; Barker, 1999; Yildirim & Kebapçı, 2004; Campos & Calvo, 2006; Thomas *et al.*, 2010; Agudo-Adrón, 2011; Virgilito, 2012; Telebac *et al.*, 2013; Stojnic *et al.*, 2016; Ostrovsky, 2017; Schikov, 2017; GBIF, 2019).

En Chile, *L. flavus* se encuentra asociada a áreas urbanas, generalmente, se observan ejemplares solitarios (Fig. 1 A), y en algunas ocasiones agregaciones de individuos (Fig. 1 B), las que están constituidas por grupos homogéneos que mantienen contacto entre los conoespecíficos, no habiendo otras especies en las agregaciones ni cercanas a éstas (Fig. 1 B), coincidiendo con el patrón de agregación descrito para *L. flavus* por Cook (1981).

Biología reproductiva

L. flavus es una especie de sexualidad hermafrodita simultánea que posee la capacidad de autofecundarse produciendo una progenie viable, a modo de estrategia reproductiva, lo que ha sido demostrado por Evans (1983) a través de pruebas experimentales. De igual modo, Mohamed & Ali (2013) indicaron que para *L. flavus* la cópula no es

esencial para la oviposición, por lo que utiliza la autofecundación como un modo normal de reproducción en individuos que no se encuentran agrupados.

L. flavus puede ovipositar entre 60 a 138 huevos cuyo diámetro fluctúa entre 5,0 a 6,3 mm; éstos son depositados en grupos constituidos por 12 a 32 huevos durante las horas de luz (Karlin & Bacon, 1961; Branson, 1980). Mohamed & Ali (2013) informaron que el período de incubación del huevo oscila entre 18 y 25 días en condiciones ambientales de $20,5 \pm 1,7$ ° C y humedad relativa de $61,4 \pm 7,8\%$.

El período desde la incubación hasta que los juveniles alcanzan la madurez sexual, fluctúa entre 110 y 165 días a temperatura ambiente y humedad ambiental del 62%. En la fase juvenil hay una mortalidad del 46,8% siendo mayor que en la fase adulta (Mohamed & Ali, 2013).

Godan (1983) indica que *L. flavus* puede vivir durante un período comprendido entre 28 a 30

meses y que la madurez sexual es alcanzada después que los animales han alcanzado el peso corporal máximo.

Parasitosis asociada a la especie

En la literatura hay registros que indican que *L. flavus* es hospedante intermediario de los nematodos: *Cystocaulus ocreatus* (Railliet & Henry, 1907); *Muellerius capillaris* (Müller, 1889) (Anderson, 2000); *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898); *Skrjabingylus chitwoodorum* Hill, 1939 (Hobmaier, 1941); *Troglostrongylus brevior* Gerichter, 1949; *Angiostoma spiridonovi* Morand, 1992 (Gerichter, 1949; Morand, 1992; Brianti *et al.*, 2012). Asimismo, de representantes del género *Angiostrongylus* Kamensky, 1905 (Grewal *et al.*, 2003). De este modo, Karlin & Bacon (1961) demostraron que *L. flavus* tiene la capacidad de transmitir los nematodos *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971, el cual causa problemas abdominales en humanos y, *A. cantonensis* (Chen, 1935), causante de meningitis eosinofílica en humanos.

Por otra parte, se ha informado que el ácaro *Riccardoella oudemansi* Thor, 1932 parasita a diferentes especies de babosas, entre éstas, *L. flavus* (Stojnic *et al.*, 2016).

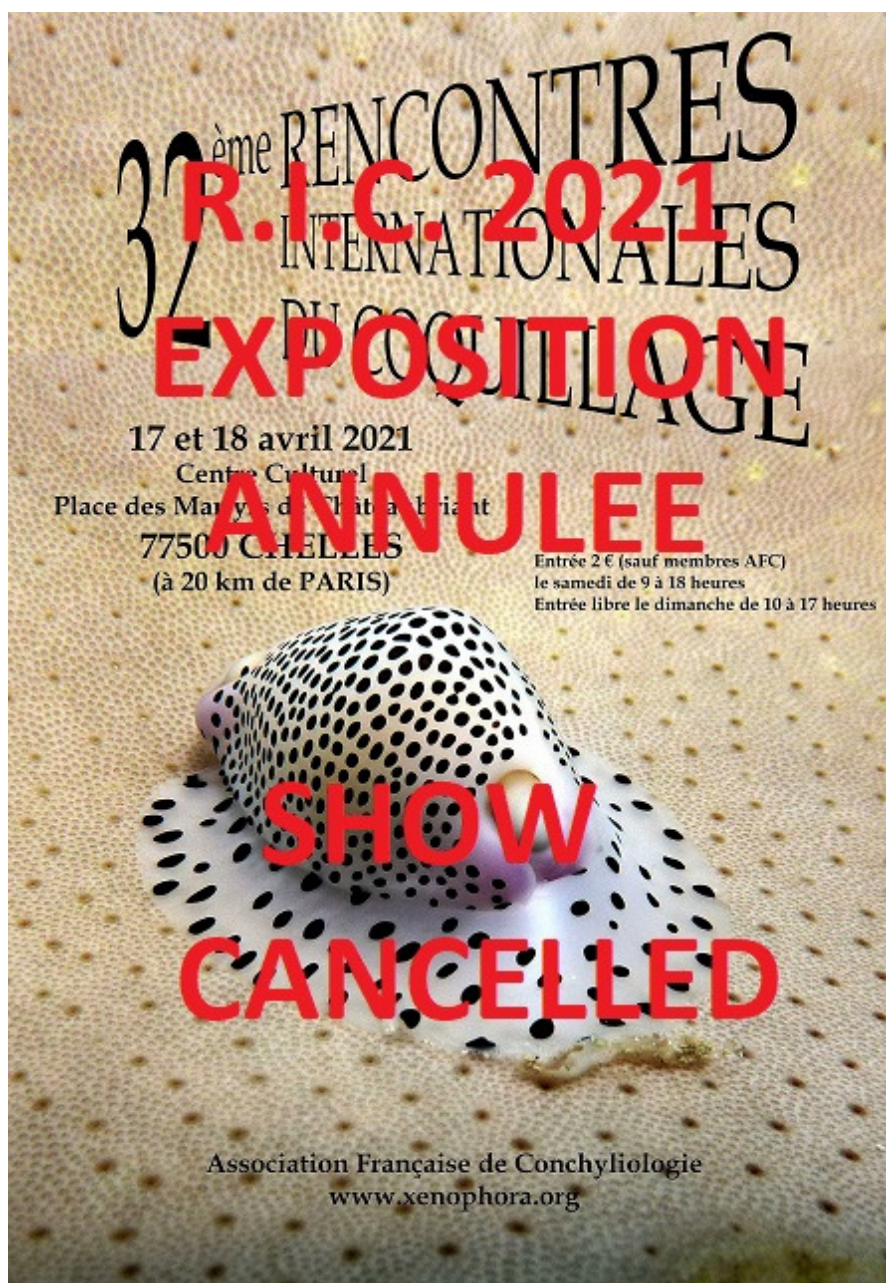
Referencias bibliográficas

- Agudo-Padrón, A. I. 2011. Exotic molluscs (Mollusca, Gastropoda et Bivalvia) in Santa Catarina State, Southern Brazil region: check list and regional spatial distribution. *Biodiversity Journal* 2(2): 53-58.
- Anderson, R. 2000. Nematodes parasites of vertebrates: their development and transmission. CABI Publish, Wallingford, Oxon, UK. 650 pp.
- Barker, G. 1979. The introduced slugs in New Zealand (Gastropoda: Pulmonata). *New Zealand Journal of Zoology* 6(3): 411-437.
- Barker, G. 1999. Naturalised terrestrial Stylommatophora (Mollusca: Gastropoda). *Fauna of New Zealand Ko te Aitanga Pepeke o Aotearoa*, 38. Manaaki Whenua Press, Canterbury, New Zealand. 253 pp.
- Branson, B. 1980. The recent Gastropoda of Oklahoma, Part VIII. The slug families Limacidae, Arionidae, Veronicellidae, and Philomycidae. *Oklahoma Academy of Sciences* 60: 29-35.
- Brianti, E., G. Gaglio, S. Giannetto, G. Annoscia, M. S. Latrofa, F. Dantas-Torres, D. Traversa & D. Otranto. 2012. *Troglostrongylus brevior* and *Troglostrongylus subcrenatus* (Strongylida: Crenosomatidae) as agents of broncho-pulmonary infestation in domestic cats. *Parasites and vectors* 5(1):178.
- Campos, J. & A. Calvo. 2006. Moluscos introducidos en Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 9(89): 75-78.
- Castillejo, J. 1996. Las babosas como plaga en la agricultura. Clave de identificación y mapas de distribución. *Revista Real Academia Galega de Ciencias XV*: 93-142.
- Castillejo, J. 1998. Guía de las babosas ibéricas. *Real Academia Galega de Ciencias, Santiago de Compostela, España*. 154 pp.
- Castillejo, J. & C. Garrido. 1996. Las babosas de la familia "Limacidae" Rafinesque, 1815 (Gastropoda, Pulmonata, Terrestria nuda) de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Morfología y distribución. Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 6:131-143.
- Castillo, V. M., H. González & A. Yáñez. 2020. Monitoring of introduced and endemic terrestrial gastropods in the Juan Fernandez Archipelago. *Tentacle* 28: 29-31.
- Cook, A. 1981. A comparative study of aggregation in Pulmonate slugs (Genus *Limax*). *Journal of Animal Ecology* 50(3): 703-713.
- Evans, N. J. 1983. Notes on self-fertilization and variation in body colour in *Limax flavus* L. and *Limax pseudoflavus* Evans. *The Irish Naturalists' Journal* 21(1): 37-40.
- Forsyth, R. G. 2004. Land Snails of British Columbia. *Royal British Columbia Museum Handbook*. Royal BC Museum. Victoria, Canada. 188 pp.
- GBIF.org (27 December 2019) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.hitnje>
- Gerichter, C. B. 1949. Studies on nematodes parasitic in the lungs of felidae in Palestine. *Parasitology* 39:251-262.
- Godan, D. 1983. Pests slugs and snails. *Biology and control*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. X + 448 pp.
- Grewal, P. S., S. K. Grewal, L. Tan & B. J. Adams. 2003. Parasitism of Molluscs by Nematodes: Types of Associations and

- Evolutionary Trends. *Journal of Nematology* 27(3): 146-156.
- Hobmaier, M. 1941. Extramammalian phase of *Skrjabingylus chitwoodorum* (Nematoda). *The Journal of Parasitology* 35(2): 237-239.
- Karlin, E. J. & C. Bacon. 1961. Courtship, mating, and egg-laying behavior in the Limacidae (Mollusca). *Transactions of the American Microscopical Society* 80(4): 399-406.
- Mohamed, M. & R. Ali, 2013. Laboratory observations on biology of the tawny garden slug *Limax flavus* (Linnaeus) (Limacidae: Mollusca). *Animal Biology Journal* 4(1): 51-62.
- Morand, S. 1992. *Angiostoma spiridonovi* sp. n. (Nematoda: Angiostomatidae) from *Limax flavus* (Gastropoda: Limacidae) *Journal of the Heminthological Society of Washington* 59(2): 212-217.
- Ostrovsky, A. M. 2017. New records of synanthropic species of slugs *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758) and *Krynickyllus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora) in Belarus. *Ruthenica* 27(14): 155-158.
- Quick, H. E. 1960. British slugs (Pulmonata: Testacellidae, Arionidae, Limacidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, *Zoology* 6(3): 103-226.
- Rowson, B., R. Anderson, J. Turner & W. Symondson. 2014. The Slugs of Britain and Ireland: Undetected and undescribed species increase a well-studied, economically important fauna by more than 20%. *Plos One* 9(4): e91907.
- Schikov, E. V. 2017. Some adventitious species of terrestrial molluscs Central Asia. *Ruthenica* 27(2): 81-86.
- Stojnic, B., B. Vidovic, G. Jokic, M. Vukša, T. Blažic & S. Dedovic. 2016. First record of two slug mite species of the genus *Riccardoella* Berlese (Acari: Ereynetidae) in Serbia. *Journal Pesticides and Phytomedicine (Belgrade)* 31(3-4): 145-150.
- Stuardo, J.R. & R. Vega. 1985. Synopsis of the land mollusca of Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 20(3): 125-146.
- Telebak B., M. Brajkovic & S. Curcic. 2013. Contribution to the knowledge of the slugs (Gastropoda: Stylommatophora: Limacidae and Milacidae) from Montenegro. *Bulletin of the Natural History Museum* 6: 55-64.
- Thomas, A. K., R. J. Mc Donnell, T. D. Paine & J. D. Harwood. 2010. *A field guide to the slugs of Kentucky*. University of Kentucky College of Agriculture, Lexington. 34 p.
- Valdovinos, C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: base de datos taxonómica y distribucional. *Gayana Zoología* 63: 111-164.
- Valdovinos, C., V. Olmos & C. Moya. 2005. Moluscos terrestres y dulceacuícolas de la cordillera de la costa. En: Smith-Ramirez, C., J. J. Armesto & C. Valdovinos (eds.) *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques de la Cordillera de la Costa*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, pp. 269-285.
- Virgilito, 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, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 101 pp.
- Wiktor, A. 1983. The slugs of Bulgaria (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae – Gastropoda, Stylommatophora). *Annales Zoologici* 39(3): 71-206.
- Wiktor, A. 1996. The slugs of the former Yugoslavia (Gastropoda terrestria nuda - Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae). *Annales Zoologici* 46: 1-110.
- Wiktor, A. 2001. The slugs of Greece (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae Gastropoda Stylommatophora). *Fauna Graeciae*, vol. VIII. Hellenic Zoological Society, Iraklion. 240 pp.
- Yildirim, M. Z. & U. Kebapçı. 2004. Slugs (Gastropoda: Pulmonata) of the Lakes Region (Göllü Bölgesi) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 28: 155-160.

Recibido: 31 de diciembre de 2019.

Aceptado: 10 de septiembre de 2020.



Reunión Internacional de Moluscos de París

La 32^a Reunión Internacional de Moluscos de París (32^{ème} *Rencontres Internationales du Coquillage*) se ha anulado debido a la pandemia Covid-19 y será reprogramada próximamente.

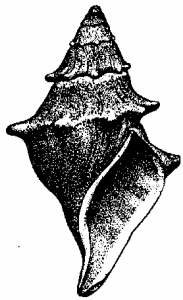
Más información: http://www.xenophora.org/fr/ric/ric_accueil.php



Reunión Anual de la Sociedad Occidental de Malacólogos

La Quincuagésima Tercera Reunión Anual de la Sociedad Occidental de Malacólogos (*53rd Annual Meeting of the Western Society of Malacologists*) se ha anulado debido a la pandemia Covid-19 y será reprogramada en el futuro.

Más información: <http://westernsocietymalacology.org/conferences/upcoming-conferences/>



The American Malacological Society

Reunión Anual de la Sociedad Americana de Malacología

La 87^a Reunión Anual de la Sociedad Americana de Malacología (*87th Annual Meeting of the American Malacological Society*) será realizada en Cape Breton University, Sydney, isla de Cabo Bretón, Nueva Escocia, Canadá, desde el 14 al 18 de junio de 2021.

Más información: <https://ams.wildapricot.org/AMS-2021>



Congreso de las Sociedades Malacológicas Europeas

El Noveno Congreso de las Sociedades Malacológicas Europeas (*9th Congress of the European Malacological Societies*) se ha reprogramado de manera telemática desde Praga, República Checa, desde el 5 al 9 de septiembre de 2021.

Más información: <https://www.euromal.cz/>



Congreso Latinoamericano de Malacología

La undécima edición del Congreso Latinoamericano de Malacología (XI CLAMA) será reprogramado para una fecha a definir a fines de 2021, en función de la evolución de la pandemia Covid-19.

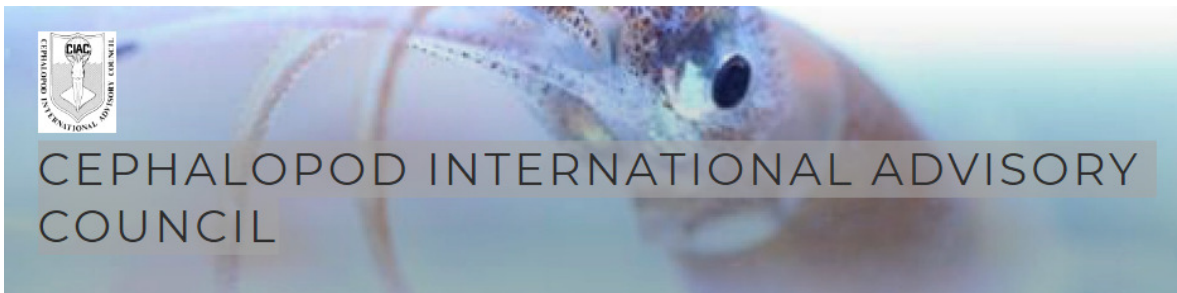
Más información: <https://www.xiclama-peru2020.com/>



Encuentro Brasileño de Malacología

El *XXVII Encontro Brasileiro de Malacologia* (XXVII EBRAM) será realizado en Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, en fecha a definir del año 2021.

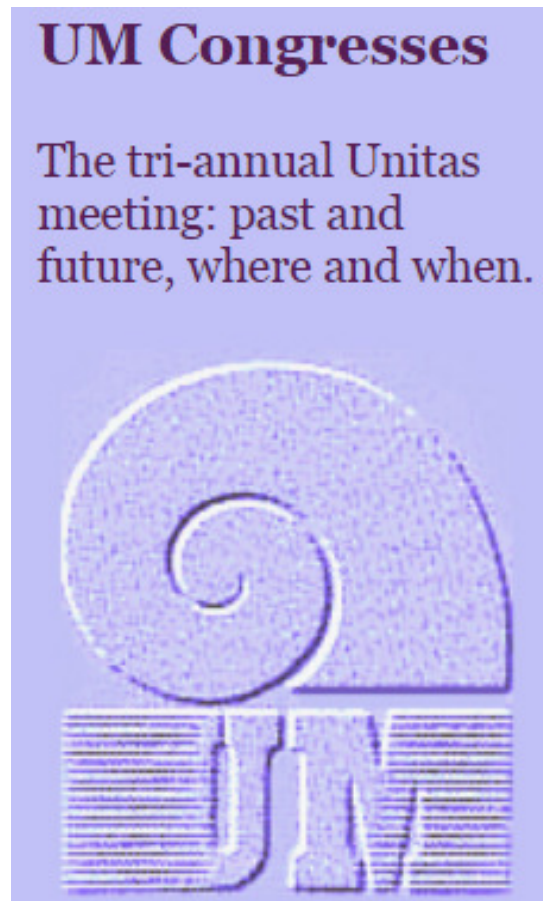
Más información: <http://sbmalacologia.com.br/xxvii-encontro-brasileiro-de-malacologia/>



Simposio del Consejo Asesor Internacional de Cefalópodos

El próximo *Cephalopod International Advisory Council Symposium (CIAC Conference)* será realizado en Lisboa, Portugal, desde el 4 al 8 de abril de 2022.

Más información: <https://cephalopod.wordpress.com/2020/10/22/change-of-date-for-ciac-meeting-portugal-april-2022/>



Congreso Mundial de Moluscos

El próximo Congreso Mundial de Moluscos (*World Congress of Malacology*) será realizado en Munich, Alemania, en fecha a definir del año 2022.

Más información: <http://www.unitasmalacologica.org/congress.html>

