

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ASSOCIATION OF SOME CLIMATIC VARIABLES WITH FASCIOSIS, ANGIOSTRONGILOSIS AND FLUVIAL MALACOFUNA IN VILLA CLARA PROVINCE, CUBA

ASOCIACIÓN DE ALGUNAS VARIABLES CLIMATICAS CON LA FASCIOSIS, ANGIOSTRONGILOSIS Y LA MALACOFUNA FLUVIAL DE LA PROVINCIA VILLA CLARA, CUBA

Rigoberto Fimia-Duarte^{1*}; José Iannacone^{2,3}; Ricardo Osés-Rodríguez³; Ramón González- González¹; Rafael Armiñana-García⁴; Lomberto Gómez-Camacho³; Belkis García-Cárdenas⁵ & Yanira Zaita-Ferrer¹

^{1*} Facultad de Tecnología de la Salud «Julio Trigo López». Universidad de Ciencias Médicas «Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz» de Villa Clara, Cuba. rigobertofd@fts.vcl.sld.cu, capacitacionvec@capiro.vcl.sld.cu, yanirazf@fts.vcl.sld.cu y rigobertofd@infomed.sld.cu

² Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica del Sur (Científica). Lima, Perú. joseiannacone@gmail.com

³ Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). joseiannacone@gmail.com

⁴ Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, Cuba. ricardo.oses@vcl.insmet.cu

⁵ Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Villa Clara, Cuba. rarminana@uclv.cu

⁶ Facultad de Estomatología. Universidad de Ciencias Médicas «Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz» de Villa Clara, Cuba. belkisgc@ucm.vcl.sld.cu

Neotropical Helminthology, 2016, 10(2), jul-dic: 259-273.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of some climatic variables in the angiostrongilosis and fasciolosis diseases of Villa Clara province, Cuba during the years 2014 and 2015. Samples were taken bimonthly in 329 river ecosystems of the 13 municipalities of the province. The method used was the catch per unit effort of 15 min. Collected live mollusks were transferred to the Medical Malacology Laboratory of Villa Clara, for identification. 21 species of mollusks were identified, of which two were classified as endemic, 12 as local and seven as introduced. The most prevalent families were Planorbidae, Lymnaeidae and Ampullariidae. The most abundant and best represented species were *Tarebia granifera*, *Physella acuta*, *Galba cubensis* and *Melanoides tuberculata*. The weather variables that had the greatest impact on fasciolosis entity were the regressive average temperature in two bimonth period and the precipitation in 4 bimonth periods. Angiostrongilosis was more closely correlated with minimal relative humidity in the municipalities of Santo Domingo and Cifuentes. For the rest of variables, no other significant correlations were found. The high richness of mollusks species are associated with public health interest in the province. The correlations with climatic variables in angiostrongilosis and fasciolosis indicate the potential risk for human and animal health in this province because of the existence of shellfish species with potential to complete the life cycle of many species of trematodes and nematodes.

Keywords: Angiostrongilosis – climatic variables – Cuba – fasciolosis – river malacofauna– Villa Clara

RESUMEN

El objetivo de la investigación estuvo dirigido a determinar la posible incidencia de algunas variables climatológicas sobre las entidades fasciolosis y angiostrongilosis en la provincia Villa Clara, Cuba durante los años 2014 y 2015. Se realizaron seis muestreos por cada año (bimestral) en 329 ecosistemas fluviales de los 13 municipios que conforman la provincia. El método empleado fue el de captura por unidad de esfuerzo durante 15 min. Los moluscos vivos recolectados fueron trasladados al Laboratorio de Malacología Médica de Villa Clara, para su identificación. Se identificaron 21 especies de moluscos; de las cuales, dos se clasificaron como endémica, 12 como locales y siete como introducidas. Las familias mejor representadas y distribuidas resultaron ser Planorbidae, Lymnaeidae y Ampullariidae. Las especies más abundantes y mejor representadas fueron *Tarebia granifera*, *Physella acuta*, *Galba cubensis* y *Melanoides tuberculata*. Las variables climáticas que mayor incidencia tuvieron sobre la fasciolosis fueron la temperatura media regresada en un bimestre y la precipitación regresada en 4 bimestres, mientras que para la angiostrongilos fue la humedad relativa mínima; para las demás variables no se encontraron correlaciones significativas. Si tenemos en cuenta la elevada riqueza de especies de moluscos de interés sanitario existente en la provincia y la alta incidencia que tienen las variables climáticas en la fasciolosis y angiostrongilosis, pues es evidente el riesgo potencial que representa para la salud humana y animal de esta provincia la existencia de especies de moluscos con potencialidades para cerrar el ciclo biológico de numerosas especies de tremátodos y nemátodos.

Palabras clave: Angiostrongilosis – Cuba – fasciolosis - malacofauna fluvial - variables climáticas - Villa Clara

INTRODUCCIÓN

Los moluscos constituyen el filo animal de mayor número de especies, solo superado por los artrópodos (Yong, 1998; Mas-Coma *et al.*, 2005). Se estima que existen aproximadamente 120 000 especies en el mundo, con unas 35 000 especies fósiles (Dayrat *et al.*, 2011). En contraposición a la elevada riqueza de especies de moluscos terrestres y marinos, la fauna de moluscos fluviales es mucho más reducida (Pointier *et al.*, 2005).

El conocimiento biológico de las especies de moluscos dulceacuícolas resulta de gran interés desde los puntos de vistas: médico, epidemiológico y ecológico, ya que la mayoría de las especies de moluscos fluviales forman

parte del ciclo de vida de numerosas especies de tremátodos digeneos y de nemátodos (Perera, 1996; Benenson, 2005). Por otra parte, los moluscos le han brindado al hombre toda una serie de beneficios (Rumi *et al.*, 2003); además, se han utilizado como indicadores biológicos de calidad del agua y de sus procesos de purificación (Iannacone & Alvarino, 2002; Martínez, 2003; Iannacone *et al.*, 2013), así como controladores biológicos de otras especies de moluscos implicadas en la transmisión de enfermedades (Rondelaud *et al.*, 2004; Anónimo, 2007; Alarcón *et al.*, 2010). Sin embargo, el mayor interés de los moluscos fluviales desde el punto de vista médico veterinario, radica en que sirven como hospederos intermediarios a varias parasitosis, ya que pueden cerrar el ciclo vital de éstos parásitos, dentro de las que resaltan: la fasciolosis, angiostrongilosis,

paramfistomosis y esquistosomosis (Rondelaud *et al.*, 2004; Faltýnková *et al.*, 2008; Vázquez & Sánchez, 2015).

En Cuba las principales parasitosis en humanos relacionadas con la transmisión por moluscos fluviales, son la fasciolosis y la angiostrongilosis, mientras que la esquistosomosis se mantiene con un alto riesgo de introducción (Perera, 1996; Diéguez *et al.*, 1997; Fimia *et al.*, 2015a), razón por la cual, los estudios malacológicos médicos han cobrado gran auge; todo esto, asociado a que Cuba es uno de los países con mayor riqueza en diversidad y endemismo de moluscos del mundo (Cañete *et al.*, 2004; Vázquez & Perera, 2010; Vázquez & Cobian, 2014).

En la actualidad y a nivel mundial, las enfermedades transmitidas por moluscos vectores/hospederos intermediarios pueden estar asociadas a los efectos del cambio climático (Clausen *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2014a). Las variables climáticas pueden asociarse con la dinámica poblacional de la malacofauna, tanto de Cuba como del resto del planeta (Fimia *et al.*, 2012; García *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2015a; Fimia *et al.*, 2016).

El objetivo de la investigación estuvo dirigido a determinar la posible asociación de algunas variables climatológicas sobre las entidades fasciolosis y angiostrongilosis en la provincia Villa Clara, Cuba durante los años 2014 y 2015 por medio de la modelación matemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La provincia Villa Clara está ubicada en la región central de la isla de Cuba, la misma está conformada por 13 municipios: Corralillo, Quemado de Güines, Sagua la Grande, Encrucijada, Camajuaní, Caibarién,

Remedios, Placetas, Santa Clara (capital provincial), Cifuentes, Santo Domingo, Ranchuelo y Manicaragua). Tiene límites al oeste con Matanzas, al este, con la provincia Sancti Spiritus y al sur tiene límites geográficos con la provincia Cienfuegos.

Universo de muestreo

De un universo total de 329 ecosistemas fluviales, distribuidos en los 13 municipios de la provincia, se muestrearon el 100% de los mismos. La distribución por municipios fue la siguiente: Corralillo (8/ 2,43%); Quemado de Güines (10/ 3,03%); Sagua La Grande (41/ 12,4%); Encrucijada (20/ 6,07%); Camajuaní (20/ 6,07%); Caibarién (45/ 13,6%); Remedios (26/ 7,9%), Placetas (30/ 9,11%), Santa Clara (53/ 16,10%), Cifuentes (21/ 6,38%), Santo Domingo (22/ 6,68%), Ranchuelo (18/ 5,47%) y Manicaragua (15/ 4,59%).

El mayor número de reservorios muestreados correspondió a las zanjas (133/40,42%), seguido de las cañadas (89/27,05%), luego los arroyos (48/14,58%), a continuación, los embalses lacustre (25/7,59%), las lagunas de oxidación (19/5,77%) y los ríos (15/4,55%). Se realizaron seis muestreos por cada año, con una periodicidad bimestral, por lo que se abarcaron los dos períodos estacionales existentes en Cuba (lluvioso: mayo a octubre y poco lluvioso: noviembre hasta abril) del 2014 y 2015.

Colecta de moluscos

Para la colecta se emplearon: un colador de bronce de 15cm de diámetro con 1mm abertura/luz de malla y mango de 30cm de longitud y el colador de mano largo, con 1mm de abertura/luz de malla, diámetro de 15cm y mango de 2m de longitud (González *et al.*, 2014), con el que fueron removidos los sustratos arenosos, fangosos y areno fangosos, así como la vegetación colindante y flotante. También se utilizaron pinzas duras y blandas para extraer los especímenes sin dañarles las conchas y colocarlos en las cajas/vasijas para

el traslado. El método empleado fue el de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) durante 15 minutos sin reposición. Los moluscos vivos recolectados fueron trasladados en pequeñas cajas plásticas con tapas horadadas (18cm de largo x 8 cm ancho y 2,5cm de altura) con papel de filtro humedecido, con agua de los propios reservorios hacia el Laboratorio de Malacología Médica de la Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial (UPVLA) de Villa Clara, Cuba.

Identificación de moluscos

El trabajo de identificación de los especímenes se realizó apoyado en las claves taxonómicas especializadas (Simone, 2006; Vázquez & Cobian, 2014; Vázquez & Sánchez, 2015). Las especies de moluscos fueron catalogadas como endémicas (E), locales (L) (aquellas que normalmente ocurren en Cuba y en otras regiones cercanas) e introducidas (I), se refiere a las especies exóticas. Iannacone & Alvarino (2007) clasificaron las especies de moluscos según su frecuencia de ocurrencia (FO), en constantes (FO > 50%), comunes (FO = 10-50%) y raras (FO < 10%).

Variables climáticas

Los datos fueron tomados de la estación meteorológica valle del Yabú. Las variables climáticas empleadas en la investigación se obtuvieron del Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, las cuales fueron: TM (Temperatura Media, °C); TMa (Temperatura Máxima, °C); TMi (Temperatura Mínima, °C); HRMa (Humedad Relativa Máxima, %); HRMi (Humedad Relativa Mínima, %); HRM (Humedad Relativa Media %); PM (Precipitación Mensual, mm); Nubosidad, En octavos de cielo cubierto; VMViento (Velocidad Media del Viento, m/s), y PA (Presión Atmosférica a nivel de estación, hPa).

Fasciolosis y Angiostrongilosis

Se realizó una pequeña modificación

propuesta de los investigadores a la escala convencional de infestación para las entidades fasciolosis y angiostrongilosis (WHO, 1982), para discernir entre cinco los niveles de infestación: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. Los datos bimensuales de fasciolosis y angiostrongilosis fueron obtenidos de los registros de cada municipio que conforma la provincia Villa Clara. Se realizaron seis grupos de datos por cada año, con una periodicidad bimestral, por lo que se abarcaron los dos períodos estacionales existentes en Cuba (lluvioso: mayo a octubre y poco lluvioso: noviembre hasta abril) del 2014 y 2015.

Análisis estadístico

Los dendrogramas de asociación de grupos pareados (Paired group) emplearon la distancia Euclídeana y se usaron para determinar la asociación entre las especies de moluscos procedentes de las 13 municipalidades de la provincia de Villa Clara para el 2014 y 2015. También se emplearon los dendrogramas de asociación de grupos pareados (Paired group) que emplearon la distancia Euclídeana y se usaron para determinar la asociación entre las municipalidades de la provincia de Villa Clara en base a los moluscos para el 2014 y 2015.

Se realizaron las correlaciones de la angiostrongilosis y fasciolosis por municipios con las diez variables climáticas antes mencionadas. En el caso de la entidad fasciolosis, estas variables se incluyeron en los modelos matemáticos, tomando como base, los datos recopilados de los años 2014 y 2015, los que nos permitieron hacer pronósticos a corto plazo (año 2016). Se utilizó la modelación ARIMA de Box & Jenkins (1994), donde estos modelos facilitan la predicción del comportamiento de estas enfermedades. Toda la modelación se realizó con el paquete estadístico SPSS, Versión 13.

Tabla 1. Frecuencia de Ocurrencia (FO) de moluscos fluviales de importancia médico veterinario en Villa Clara, Cuba durante el 2014 y 2015.

Familia	Género	Especies	Total	Estado	FO
Subclase Caenogastropoda					
Ampullariidae	<i>Pomacea</i>	<i>P. poeyana</i> (Pilsbry, 1927)	177	E	96,15
		<i>P. paludosa</i> (Say, 1829)	56	L	76,92
		<i>P. diffusa</i> (Reeve, 1856)*	12	I	84,62
Hydrobiidae	<i>Marisa</i>	<i>M. cornuarietis</i> (Linné, 1758)	144	I	92,31
		<i>P. parvulus</i> (Guilding, 1828)	20	L	34,62
Thiaridae	<i>Tarebia</i>	<i>T. granifera</i> (Lamarck, 1816)	1748	I	100,00
		<i>Melanoides</i>	419	I	100,00
Pachychilidae	<i>Pachychilus</i>	<i>P. nigratus</i> (Poey, 1858)	131	E	7,69
Subclase Heterobranchia					
Lymnaeidae	<i>Galba</i>	<i>G. cubensis</i> (Pfeiffer, 1839)	457	L	100,00
		<i>Pseudosuccinea</i>	82	L	88,46
		<i>Physella</i>	899	L	100,00
Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> ***	<i>B. pallida</i> (C.B. Adams, 1846)	25	L	50,00
		<i>B. helophila</i> (d' Orbigny, 1835)	31	L	61,54
		<i>D. anatinum</i> (d' Orbigny, 1835)	18	L	30,77
	<i>Drepanotrema</i>	<i>D. aeruginosum</i> (Morelet, 1851)	8	L	23,08
		<i>D. cimex</i> (Moricand, 1839)	20	L	46,15
		<i>D. lucidum</i> (Pfeiffer, 1839)	21	L	42,31
		<i>H. duryi</i> (Wetherby, 1879)	65	I	65,38
	<i>Helisoma</i>	<i>H. trivolvis</i> (Say, 1817)****	17	I	30,77
		<i>Gyraulus</i>	7	I	15,38
		<i>Gundlachia</i>	33	L	61,54
Total	14	21	4390	--	

Leyenda: E = Endémico, I = Introducido, L = Local, FO = Frecuencia de Ocurrencia. * *Pomacea diffusa*=*Pomacea bridgesi*. ** Se mantiene el género *Physella* y no *Haitia*, ya que la filogenia hasta el momento mantiene el género tal y como estaba (*Physella*) y hasta que no se demuestre lo contrario, basado/sustentado en estudios moleculares, entonces lo que tenemos es *Physella acuta*. *** Las tres especies registradas para Cuba del género *Biomphalaria* son *B. helophila*, *B. pallida* y *B. havanensis* (esta última tiene como localidad tipo, la zanja Ferrer en la provincia La Habana), **** *Helisoma trivolvis* no puede ser diferenciada de *H. duryi* a partir de la concha, solo algunas características de la genitalia (pene y glándulas nidamental más larga) permiten una certera diferenciación. FO = Frecuencia de ocurrencia del 2014 y 2015.

RESULTADOS

Los resultados de los seis muestreos en los 329 ecosistemas fluviales de la provincia Villa Clara objeto de investigación, se muestran en la siguiente tabla 1. *Physella acuta* fue la especie más abundante. La mayoría de las especies fueron locales (n = 12). Los moluscos fluviales según su frecuencia de ocurrencia (FO) durante el 2014 y 2015 muestra que 12 fueron constantes (FO > 50%), 8 comunes (FO = 10-50%) y una rara (FO < 10%).

La Figura 1 señala el dendrograma de asociación cuantitativa de grupos pareados

indicó cuatro grupos, observándose escasa asociación con *T. granifera* y *P. acuta* versus las otras especies de moluscos durante el 2014 y el 2015. En el caso del dendrograma de distancia euclideana se vieron dos grupos entre las 13 municipalidades durante el 2014 y el 2015. El municipio de Santa Clara y Placetas se encontró menos asociado a las otras 12 municipalidades de Villa Clara (figura 2).

En relación con la entidad fasciolosis, se constató, que a medida que ha avanzado el tiempo, ha variado la cantidad de fasciolosis pronosticada; de un valor de 22 casos en el año 2014 para la categoría media, pasó a 25 casos en el 2015 y decayó a 17 en el 2016. En el caso

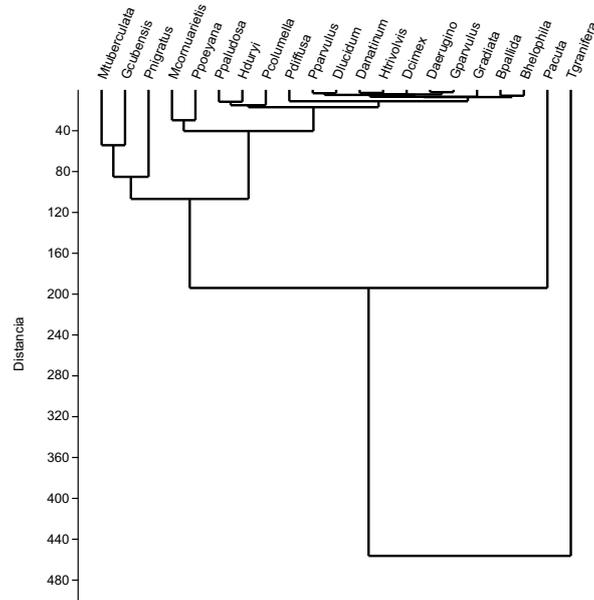


Figura 1. Dendrograma de asociación de grupos pareados (Paired group) ($r=0,99$) empleando la distancia Euclídeana entre especies de moluscos procedentes de 13 municipalidades de la Provincia de Villa Clara, Cuba durante el 2014-2015. *B. pallida* = *Biomphalaria pallida*; *B. helophila* = *B. helophila*; *Daerugino* = *Drepanotrema aeruginosum*; *Danatimum* = *Drepanotrema anatinum*; *Dcímex* = *Drepanotrema cimex*; *Dllucidum* = *Drepanotrema lucidum*; *Gcubensis* = *Galba cubensis*; *Gradiata* = *Gundlachia radiata*; *Gyraulus parvulus* = *G. parvulus*; *Hduryi* = *Helisoma duryi*; *Htrivolvis* = *Helisoma trivolvis*; *Mcornuarietis* = *Marisa cornuarietis*; *Mtuberculata* = *Melanoides tuberculata*; *Pcolumella* = *Pseudosuccinea columella*; *Pacuta* = *Physella acuta*; *Pparvulus* = *Pyrgophorus parvulus*; *Pnigratus* = *Pachychilus nigratus*; *Ppalludosa* = *Pomacea palludosa*; *Ppoeyana* = *Pomacea poeyana*; *Pdiffusa* = *Pomacea diffusa*; *Tgranifera* = *Tarebia granifera*.

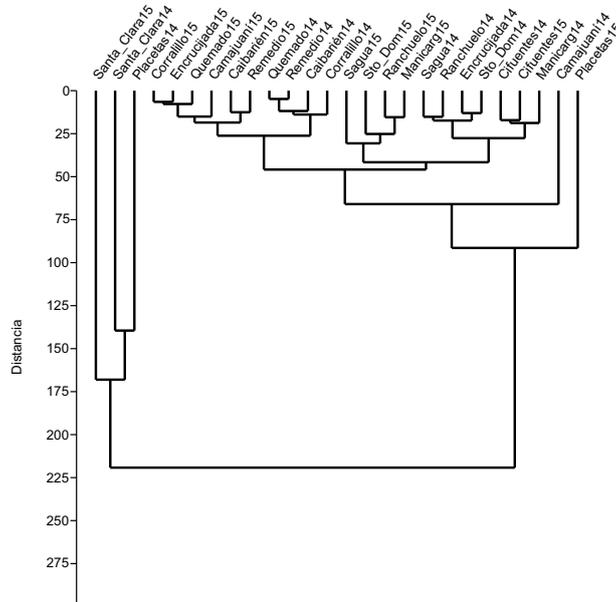


Figura 2. Dendrograma asociación de grupos pareados (Paired group) ($r=0,92$) empleando la distancia Euclídeana entre 13 municipalidades de la Provincia de Villa Clara, Cuba durante el 2014 y el 2015 en base a las especies de moluscos. Corralillo; Encrucijada; Camajuani; Caibarién; Remedios; Placetas; Santa Clara; Cifuentes; Santo Domingo; Ranchuelo; Manicaragua.

de la categoría muy alta, esta pasó de 50 casos en el año 2014 a 52 casos en el 2015, para decaer en el 2016 a 37 casos. Esta disminución en el año 2016 puede estar asociada al evento climatológico «El Niño», que se está desarrollando en éste año y que puede favorecer la disminución de esta enfermedad al presentarse temperaturas más bajas en este bimestre.

También podemos apreciar que existe un ligero aumento en el municipio Sagua la Grande en el año 2015 si lo comparamos con el año 2014, ya que en el 2014 la categoría baja, era mayor a ocho casos, mientras en el 2015 pasó a ser categoría media, con más de 25 casos (figuras 3, 4 y 5).

Se observa que los municipios con mayor incidencia de fasciolosis en el bimestre enero-febrero del año 2016 fueron Manicaragua y Santa Clara, más exactamente la franja centro-sur de la provincia, con valores superiores a los

27 casos para la categoría de alta, el resto de los municipios presentan valores bajos y muy bajos (figura 3).

En resumen, los municipios con mayores valores de abundancia de moluscos fluviales, con capacidad para cerrar el ciclo de vida para la fasciolosis resultaron ser Manicaragua (32,8%/2014 y 23,0%/2015), Santa Clara (19,2%/2014 y 30,0%/2015), Santo Domingo (13,3%/2014 y 11,0%/2015) y Sagua la Grande (12,2%/2014 y 9,1%/2015), mientras que para la entidad angiostrongilosis fueron en el año 2014 los municipios de Santa Clara (51,6%), Santo Domingo (15,4%) y Manicaragua (5,8%) los de mayor abundancia poblacional. En el año 2015, continuó siendo el municipio de Santa Clara el que mostró los valores más altos de abundancia poblacional (57,3%); pero esta vez, seguido de los municipios Santo Domingo (11,2%) y Cifuentes (6,03%), para replegar al cuarto lugar al municipio Manicaragua (3,7%).

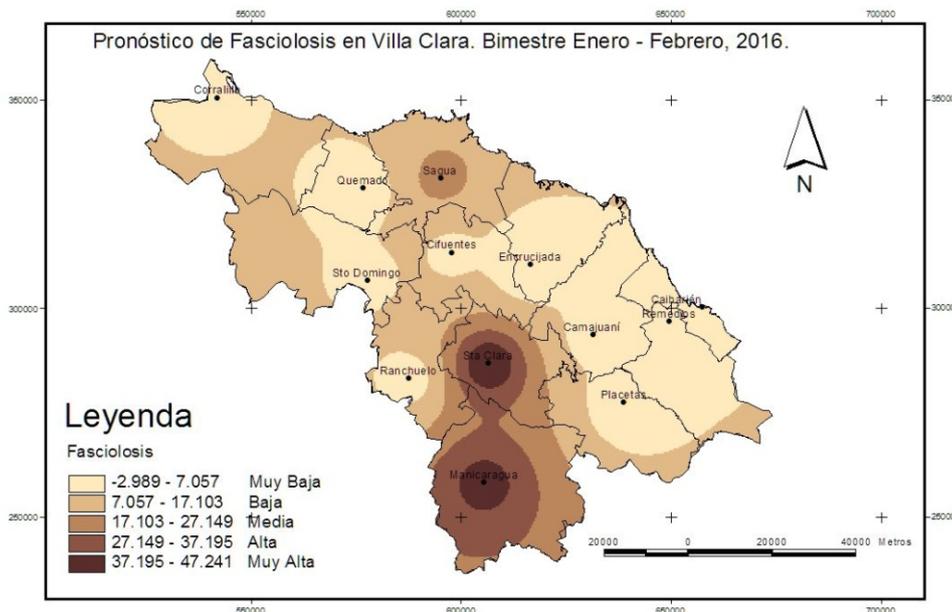


Figura 3. Distribución de la fasciolosis en los Municipios de Villa Clara, Cuba. Bimestre Enero-Febrero 2016.

Para el bimestre enero-febrero de 2015 se observa que los municipios de mayor cantidad

de fasciolosis resultaron ser Manicaragua, Santa Clara y Ranchuelo; es decir, la franja

centro-sur de la provincia, con valores superiores a los 25 casos para la categoría media y se presentan valores bajos a muy bajos, en el resto de los municipios o franja este-oeste (figura 4).

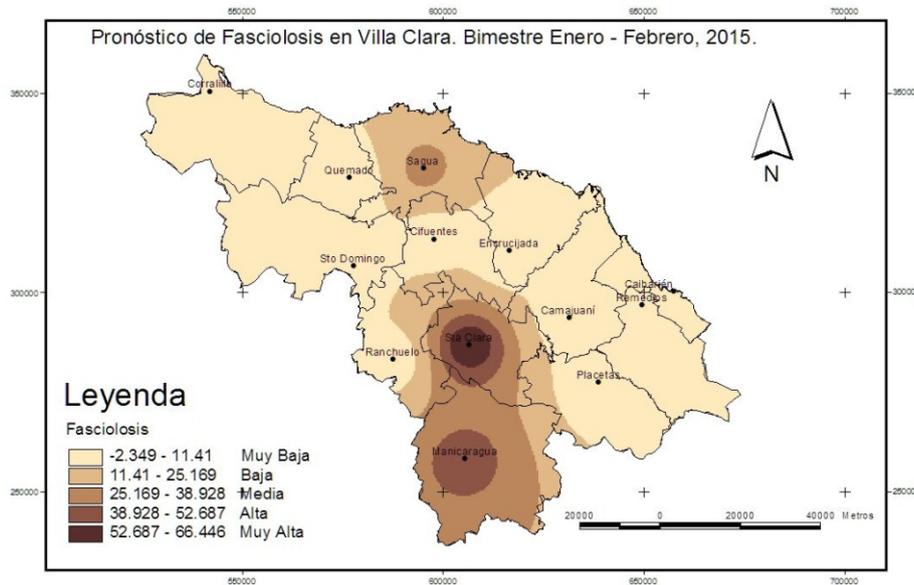


Figura 4. Distribución de la fasciolosis en los Municipios de Villa Clara, Cuba. Bimestre Enero-Febrero 2015.

En el bimestre enero-febrero de 2014 se aprecia que los municipios de mayor cantidad de fasciolosis fueron también Manicaragua, Santa Clara y Ranchuelo, con valores superiores a los 22 casos para la categoría media, el resto de los municipios o franja norte, presentan valores bajos a muy bajos (figura 5).

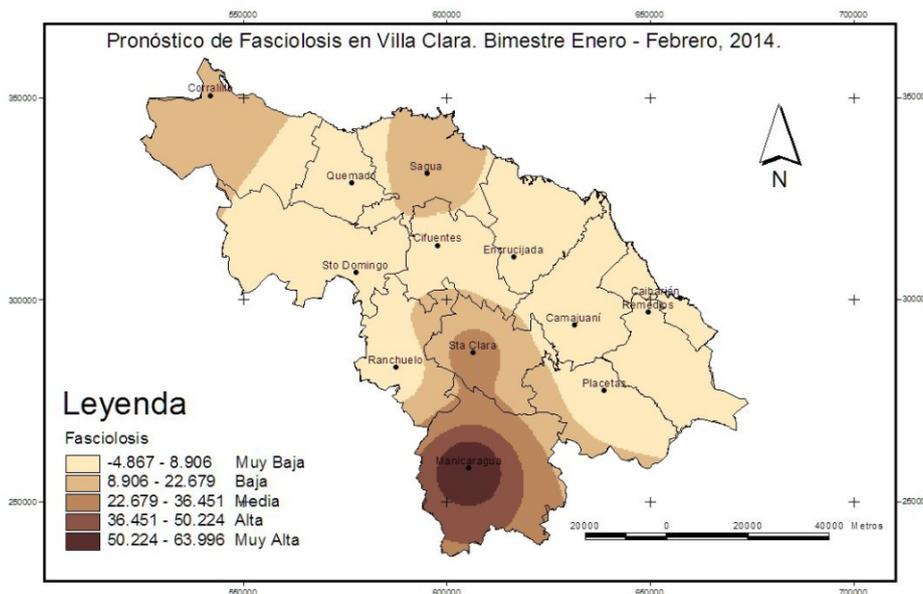


Figura 5. Distribución de la fasciolosis en los Municipios de Villa Clara, Cuba. Bimestre Enero-Febrero 2014.

En relación con la entidad angiostrongilosis, a medida que avanza el tiempo, varía la cantidad de angiostrongilosis pronosticada; de un valor de 658 casos en 2014 para la categoría Muy Alta, pasó a 643 casos en el 2015 y aumentó a 696 en el 2016. Este aumento puede estar asociado también al evento climatológico «El Niño» y que puede favorecer el aumento de

esta enfermedad al presentarse menores temperaturas en este bimestre.

Los valores más altos para el bimestre enero-febrero 2016 se presentan en Santa Clara y los alrededores con valores superiores a los 696 casos para la categoría de muy altos, el resto de los municipios presentan valores muy bajos (figura 6).

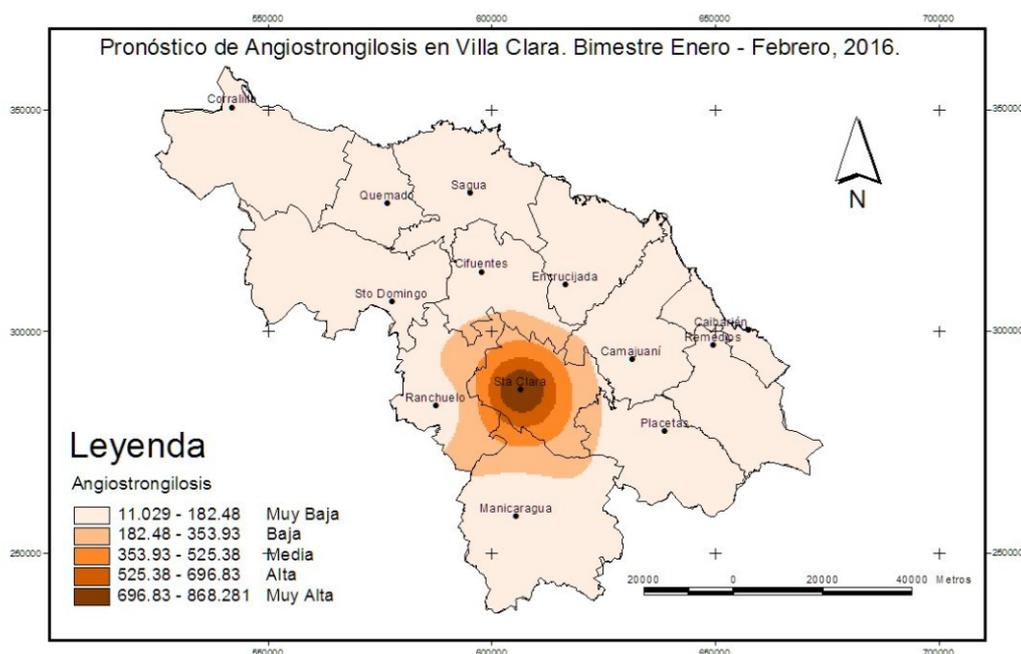


Figura 6. Pronóstico a corto plazo de angiostrongilosis en los Municipios de Villa Clara, Cuba. Bimestre Enero-Febrero 2016.

Los valores mas altos para el bimestre enero-febrero 2015 se presentan en Santa Clara y los alrededores con valores superiores a los 643 casos para la categoría de muy altos, el resto de los municipios presentan valores muy bajos, (figura 7).

Los valores mas altos para el bimestre enero-febrero 2014 se presentan en Santa Clara y los alrededores con valores superiores a los 658 casos para la categoría de muy altos, el resto de los municipios presentan valores muy bajos, la dispersión de valores medios es mayor en este año en comparación a años anteriores (figura 8).

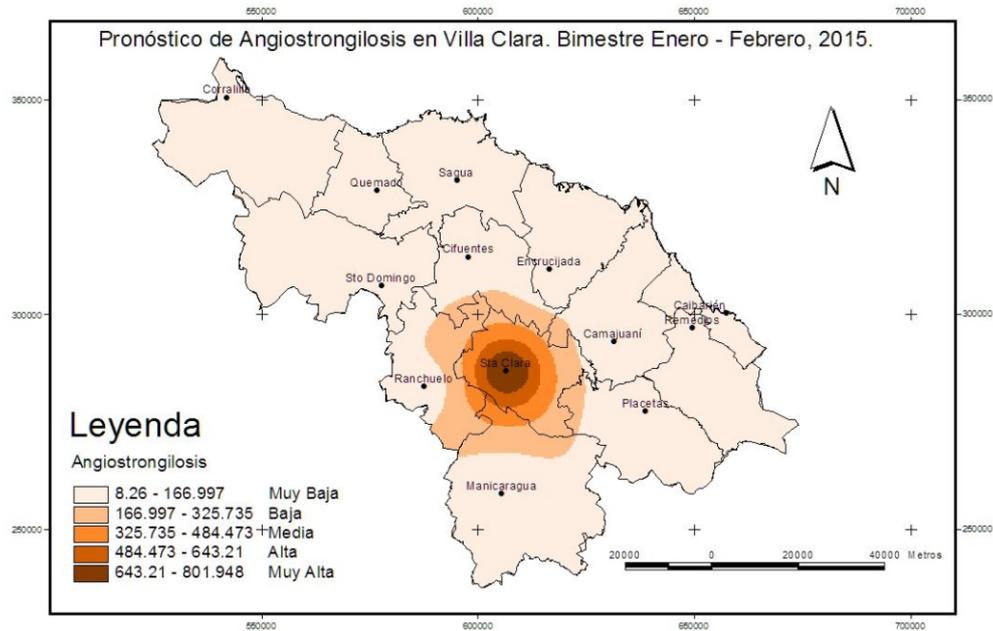


Figura 7. Pronóstico a corto plazo de angiostrongilosis en los Municipios de Villa Clara, Cuba. Bimestre Enero-Febrero 2015.

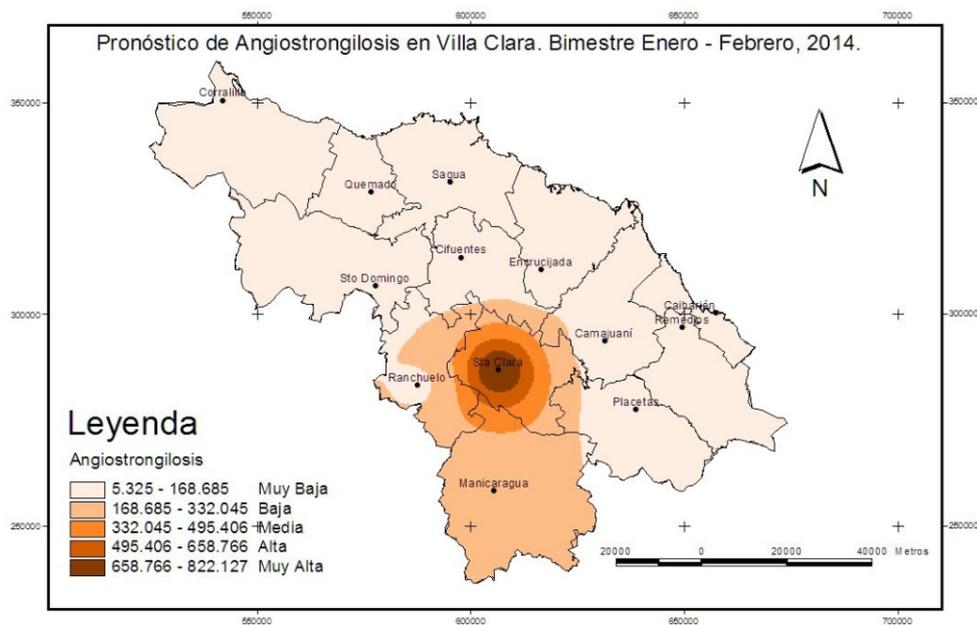


Figura 8. Pronóstico a corto plazo de angiostrongilosis en los Municipios de Villa Clara, Cuba. Bimestre enero-Febrero 2014.

En el caso de la angiostrongilosis, los municipios que tuvieron una correlación más fuerte con la HRMi fueron Santo Domingo ($r = 0,25$, $p = 0,02$) y Cifuentes ($r = 0,24$; $p = 0,03$).

Es por esta razón, que las ecuaciones para la angiostrongilosis se realizan solo con variables

estadísticas y no con las variables climáticas, mientras que para la fasciolosis, si se utilizaron para la modelación las variables climáticas. La tabla 2 presenta las variables climáticas que entraron en las ecuaciones de pronóstico. Las variables más significativas fueron la temperatura media regresada en un bimestre y la precipitación regresada en cuatro bimestres.

Tabla 2. Variables climáticas y su retardo que tuvieron relación con la fasciolosis por municipios de Villa Clara, Cuba.

Fasciolosis/Municipios	Temperatura Media regresada en 1 bimestre	Precipitación regresada en 4 bimestres
Corralillo	Si	Si
Sagua	Si	No
Camajuaní	Si	No
Caibarién	Si	No
Placetás	Si	No
Santa Clara	Si	No
Cifuentes	Si	Si
Santo Domingo	No	Si
Ranchuelo	Si	No
Manicaragua	Si	No

DISCUSIÓN

De las 36 especies de moluscos fluviales identificadas hasta la fecha para Cuba (Vázquez & Sánchez, 2015), 21 se reportan en la provincia Villa Clara, lo cual equivale al 58,33 %. Si comparamos esta cifra, con resultados obtenidos en muestreos realizados en años anteriores, pues la misma es mucho más alta, ya que 16 especies eran las que se tenían identificadas (Fimia *et al.*, 2014b, 2015a); es decir, se suman ahora 5 especies más. Se corrobora *Tarebia granifera* como la especie más abundante, mejor establecida y distribuida, resultado que coincide con los obtenidos por Fimia *et al.* (2014b) para esta provincia; lo cual demuestra su amplia

radiación adaptativa y elevada plasticidad ecológica, al igual que la especie *Melanoides tuberculata*, que ocupó el cuarto puesto, solo antecedida de *Physella acuta* y *Galba cubensis*, resultados que confirman lo alcanzado por Pointier *et al.* (2005) y Vázquez & Perera (2010).

A pesar del papel preponderante y el espacio que ha ido ganado *T. granifera*, continua siendo aún *P. acuta* una de las especies mejor representada y distribuida en la provincia, lo cual se pudo corroborar en este estudio, donde la especie ocupó el segundo lugar, por delante de *G. cubensis* y *M. tuberculata*, que en años anteriores se encontraban antecediéndola (Ferrer *et al.*, 1985; Vázquez & Gutiérrez, 2007).

Continúan siendo los municipios de la franja centro sur los que arrojan los valores más altos de abundancia poblacional, tanto para la fasciolosis como la angiostrongilosis, resultados que concuerdan con los obtenidos por Fimia *et al.* (2015a); aunque esta vez, se le suman los municipios de Santo Domingo (franja centro-sur) y Sagua la Grande (costa norte), para así desplazar en cierta medida, al municipio Ranchuelo; resultados estos, que coinciden en la realidad con los brotes ocurridos en la provincia, donde la mayor ocurrencia de brotes se concentran precisamente en el municipio Santa Clara.

Las variables climáticas que mayor incidencia ejercieron en las poblaciones fluviales de moluscos en la investigación resultaron ser: TM, PM y HRMi, las que pueden favorecer o no, tanto la reproducción como el desarrollo de los moluscos e incluso, disminuir los valores de abundancia total de los mismos, tal y como se demostró por Fimia *et al.* (2014b, 2015a) y González *et al.* (2014) para esta misma provincia.

Hasta ahora, en todas las investigaciones realizadas en la provincia Villa Clara sobre la asociación de las variables climáticas en la malacofauna fluvial (Fimia *et al.*, 2012, 2014b, 2015a, González *et al.*, 2014), han sido las variables climáticas: temperatura (mínima, media y máxima) y humedad (en especial, la máxima), las que han mostrado las correlaciones más significativas, hechos que demuestran la interacción constante entre los organismos vivos con el ambiente (Gutiérrez *et al.*, 1997; Perera, 2006; Dillon *et al.*, 2011, Fimia *et al.*, 2015a,b); por lo que es innegable la influencia que está ejerciendo el cambio climático en los organismos vivos, agentes etiológicos y entidades infecciosas (Cassab *et al.*, 2011; Cepero, 2012).

Teniendo en cuenta la elevada riqueza de especies de moluscos con interés sanitario existente en la provincia y la alta incidencia

que tienen las variables climáticas en las entidades: fasciolosis y angiostrongilosis, pues es evidente el riesgo potencial que representan para la salud humana y animal de esta provincia la existencia de especies de moluscos con potencialidades para la transmisión de las referidas entidades; resulta innegable la influencia que está ejerciendo el cambio climático en los organismos vivos, agentes etiológicos y entidades infecciosas, tanto en Cuba como a nivel planetario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, M, Iannacone, J & Espinosa, Y. 2010. *Parasitosis intestinal, factores de riesgo y seroprevalencia de Toxocariosis en pobladores del Parque Industrial de Huaycan, Lima, Perú*. Neotropical Helminthology, vol. 4, pp.17-36.
- Anónimo, E. 2007. *Especies de moluscos de interés especial*. Informe Final de la Región Occidental de la Cuenca del Canal. Disponible en: <http://www.pancanal.com/esp/cuenca/rocc/6-7.pdf>. [Visitado el 22 de febrero del 2013].
- Benenson, D. 2005. *El control de las enfermedades transmisibles para el hombre*. Organización Panamericana de la Salud. Washington.
- Box, GE & Jenkins, G.M. 1994. *Time series analysis forecasting and control*. 3rd ed. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Cañete, R, Yong, M, Sánchez, J, Wong, L & Gutiérrez, A. 2004. *Population dynamics of intermediate snails host of Fasciola hepatica and some environmental factors in San Juan y Martinez Municipality, Cuba*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, vol. 99, pp. 257-262.
- Cassab, A, Morales, V & Mattar, S. 2011. *Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia. 2003-2008*. Revista de Salud Pública de Colombia, vol. 13, pp. 1-12.

- Cepero, RO. 2012. *El cambio climático: su efecto sobre enfermedades infecciosas*. Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET, vol. 13, (05B). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/> leído el 12 de julio del 2016.
- Clausen, JH, Madsen, H, Murrell, KD, Thi, VP, Manh, HN & Viet, KN. 2012. *Relationship between snail population density and infection status of snails and fish with zoonotic trematodes in Vietnamese Carp Nurseries*. PLoS Neglected Tropical Disease, vol.6, e1945.
- Dayrat, B, Conrad, M, Balayan, S, White, TR, Albrecht, C, Golding, R, Gomes, SR, Harasewych, MG & de Frias Martins, AM. 2011. *Phylogenetic relationships and evolution of pulmonate gastropods (Mollusca): new insights from increased taxon sampling*. Molecular Phylogenetics and Evolution, vol. 59, pp. 425-437.
- Diéguez, L, Hernández, R, Perera, G, Vázquez, R & Escalante, A. 1997. *Presencia de la Corbicula fluminea (Müller, 1774) y estudios estacionales sobre su abundancia en el lago artificial "La jia" de Camagüey*. Malacological Review, vol. 30, pp. 93-100.
- Dillon, RT, Wethington, AR & Liderad, C. 2011. *The evolution of reproductive isolation in a simultaneous hermaphrodite, the freshwater snail Physa*. BMC Evolutionary Biology, vol. 11, 144.
- Faltýnková, A, Nasincová, V & Kablásková, L. 2008. *Larval trematodes (Digenea) of planorbis snails (Gastropoda: Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification*. Systematic Parasitology, vol. 69, pp. 155-78.
- Ferrer, JR, Perera, G. & Yong, M. 1985. *Estudio de los moluscos fluviales de una localidad afectada por un brote de fasciolosis*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 37, pp. 155-160.
- Fimia, DR, González, GR, Cepero, RO, Valdés, AM, Osés, RR, Corona, SE & Argota, PG. 2012. *Influencia de algunas variables climáticas sobre la malacofauna fluvial con importancia zoonótica en la provincia Villa Clara*. Revista Electrónica Veterinaria, REDVET, vol. 13, 7 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html> leído el 15 de junio del 2016.
- Fimia, D.R.; Iannacone, J.; Roche, F.D.; Cruz, C.L. & López, G.E. 2014a. *Epidemiological risk and zoonotic diseases in urban communities from the municipality of Santa Clara, Cuba*. The Biologist (Lima), vol. 12, pp. 225-239.
- Fimia, DR, Argota, PG, Osés, RR, Cepero, RO & González, GR. 2014b. *Influencia climatológica en el comportamiento de taxones de moluscos fluviales y terrestres*. Villa Clara, Cuba. Cátedra Villarreal, vol. 2, pp. 21-28.
- Fimia, DR, Iannacone, J, González, R, Argota, PG, Osés, R & de Armas, B. 2015a. *Aspectos ecológicos de los moluscos de importancia medico-veterinaria en Villa Clara, Cuba*. Revista de Patología Tropical, vol. 44, pp. 323-336.
- Fimia, DR, Marquetti, FM, Iannacone, J, Hernández, CN, González, MG, Poso del Sol, M. & Cruz, RG. 2015b. *Factores antropogénicos y ambientales sobre la fauna de culicidos (Diptera: Culicidae) de la provincia Sancti Spiritus, Cuba*. The Biologist (Lima), vol. 13, pp. 41-51.
- García, GS, Pérez, BJ, Fimia, DR, Osés, RR, Garín, LG & González, GR. 2012. *Malacofauna de interés médico y su relación con el ecosistema Área de Salud Capitán Roberto Fleites 2009-2010*. Revista Electrónica Veterinaria, REDVET, vol. 13, 05B - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html> leído 10 de junio del 2016.

- González, GR, Fimia, DR, Cepero, RO, Osés, RR, Espinosa, SY & González, RY. 2014. *Impacto de algunas variables climatológicas en el desarrollo y reproducción de moluscos fluviales y terrestres con importancia epidemiológica. Villa Clara: 2008-2010*. Revista Electrónica Veterinaria, R E D V E T , v o l . 1 5 B . <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html> leído 10 de junio del 2016.
- Gutiérrez, A, Perera, G, Yong, M & Fernández, J. 1997. *Relationships of the prosobranch snail Pomacea paludosa, Tarebia granifera and Melanoides tuberculata with the abiotic environment and freshwater snail diversity in the central region of Cuba*. Malacological Review, vol. 30, pp. 39-44.
- Iannacone, J & Alvaríño, L. 2002. *Efectos del detergente doméstico alquil aril sulfonato de sodio lineal (LSA) sobre la mortalidad de tres caracoles dulceacuícolas en el Perú*. Ecología Aplicada, vol. 1, pp. 81-87.
- Iannacone, J, La Torre, MI, Alvaríño, L, Cepeda, C, Ayala, H & Argota, G. 2013. *Toxicity of biopesticides Agave americana, Furcraea andina (Asparagaceae) and Sapindus saponaria (Sapindaceae) on invader snail Melanoides tuberculata (Thiaridae)*. Neotropical Helminthology; 7: 231-241.
- Mas-Coma, S, Bargues, MD & Valero, MA. 2005. *Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses*. International Journal for Parasitology, vol. 35, pp.1255-1278.
- Martínez, R. 2003. *Moluscos*. Tomo 1. pp. 488-513. Aguilera, M, Azócar, A & Jiménez, E.G (eds.). *Biodiversidad en Venezuela*. Fundación Polar. Caracas, Venezuela.
- Perera, G. 1996. *Ecologie des mollusques d'eau douce d'intérêt médical et vétérinaire à Cuba* [tesis]. Perpignan, France: Université de Perpignan.
- Perera, G. 2006. *Ecological structures and factors regulating the population dynamics of the freshwater snail in Hanabanilla lake Cuba*. Malacological Review, vol. 28, pp. 63-69.
- Pointier, JP, Yong, M & Gutiérrez, A. 2005. *Guide to the freshwater Molluscs of Cuba*. Hackenheim: Conchbook.
- Rondelaud, D, Vignoles, P, Vareille-Morel, C, Abrous, M, Mage, C, Mouzet, R & Dreyfuss G. 2004. *Fasciola hepatica and Paramphistomum daubneyi: field observations on the transport and outcome of floating metacercariae in running water*. Journal of Helminthology, vol. 78, pp.173-177.
- Rumi, A, Gutiérrez, GDE & Núñez, V. 2003. *Species richness, diversity and distributional patterns of freshwater Gastropoda in Mesopotamian Region (Argentina)*. XVIII Encontro Brasileiro de Malacología EBRAM, Río de Janeiro. 199p.
- Vázquez, AA & Gutiérrez, A. 2007. *Ecología de Moluscos fluviales de importancia médica y veterinaria en tres localidades de La Habana*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 59, pp. 149-153.
- Vázquez, AA & Perera, S. 2010. *Endemic Freshwater molluscs of Cuba and their conservation status*. Tropical Conservation Science, vol.3, pp. 190-199.
- Vásquez, AA & Cobian, RD. 2014. *Guía ilustrada de los moluscos fluviales de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba*. CubaZoo, vol.25, pp. 11-15.
- Vázquez, PA & Sánchez, NJ. 2015. *Clave ilustrada y comentada para la identificación de moluscos gastrópodos fluviales de Cuba*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 67, pp. 231-243.
- Yong, M. 1998. *Biosystème des Mollusques d'Eau Douce d'Intérêt Medical et Vétérinaire à Cuba*. PhD Thesis, Université de Perpignan,

France, 104 pp.
WHO (World Health Organization). 1982.
*Data sheet on the biological control
agent*. WHO/VBC/82.837, 11 pp.

Received June 18, 2016.
Accepted October 6, 2016.