

## ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL

### MODELING AND FORECASTING FOR MOLLUSK'S WITH ANGIOSTRONGILOSIS IN THE PROVINCE VILLA CLARA, CUBA USING OBJECTIVE REGRESSIVE REGRESSION (ROR)

### MODELACIÓN Y PREDICCIÓN PARA MOLUSCOS CON ANGIOSTRONGILOSIS EN LA PROVINCIA VILLA CLARA, CUBA UTILIZANDO LA REGRESIÓN OBJETIVA REGRESIVA (ROR)

Rigoberto Fimia-Duarte<sup>1\*</sup>; Ricardo Osés-Rodríguez<sup>2</sup>; Anai Carmenate-Ramirez<sup>2</sup>; José Iannacone<sup>3,4</sup>; Ramón González-González<sup>5</sup>; Lomberto Gómez-Camacho<sup>6</sup>; Omelio Cepero-Rodríguez<sup>6</sup> & Aurora M. Cabrera-García<sup>7</sup>

<sup>1\*</sup> Facultad de Tecnología de Salud «Julio Trigo López». Universidad de Ciencias Médicas «Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz». Villa Clara, Cuba. E-mail: rigobertofd@fts.vcl.sld.cu ; rigobertofd@infomed.sld.cu

<sup>2</sup> Centro Meteorológico Provincial Villa Clara. Calle Marta Abreu No 59 Altos, esquina Juan Bruno Sayas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. E-Mail: ricardo.oses@vcl.insmet.cu, anai.carmenate@vcl.insmet.cu, lomberto.camacho@vcl.insmet.cu

<sup>3</sup> Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú.  
E-mail: joseiannacone@gmail.com

<sup>5</sup> Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial (UPVLA). Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Villa Clara, Cuba.

<sup>6</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Cuba. E-mail: omelioc@uclv.edu.cu

<sup>7</sup> Policlínico Universitario Roberto Fleites. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. E-mail: yoilan@uclv.edu.cu

Autor a quien dirigir la correspondencia: Rigoberto Fimia Duarte.  
E-mail: rigobertofd@fts.vcl.sld.cu

Neotropical Helminthology, 2016, 10(1), ene-jun: 61-71.

## ABSTRACT

The objective of the research is to model the series of bi-six monthly data on total mollusk with angiostrongilosis in the province Villa Clara, Cuba in the period from 2004 to 2015 and forecast 2020 performance of this entity. Two methodologies were used: objective methodology Regressive (ROR) and regression with dummy variables, which allowed the development of three types: first, the climate variable that had the greatest influence on the angiostrongilosis entity using dummy variables; Second, a modeling using dummy variables for angiostrongilosis and finally, the use of the ROR methodology as independent variables, predicted in previous models. Correlation coefficients were obtained between the actual value and the prognosis of  $R = 1.0$  for Model 1, with an error of  $0.69^{\circ}C$ , for model 2,  $R = 0.96$  with an error of 338.02 cases, the third model  $R = 0.96$ , with an error of 324.15. The trend was positive for angiostrongylosis, with an increase in average temperature will accomplish an increase in angiostrongylosis for the year 2020, where they presented higher than 2015 values if the trend continues by extrapolation. We conclude that the model 3 presents minor errors and greater correlation between actual and predicted values; the trend is significant to the increase for maximum temperature and for angiostrongylosis.

**Keywords:** Angiostrongilosis – Cuba – impact – ROR modelation – prediction – trend

## RESUMEN

---

El objetivo de la investigación consistió en modelar la serie de datos bimestral de moluscos, para la angiostrongilosis total en la provincia Villa Clara, Cuba en el período comprendido desde el año 2004 hasta el 2015 y pronosticar el comportamiento hasta el año 2020 de esta entidad. Se utilizaron dos metodologías: la Metodología Objetiva Regresiva (ROR) y la regresión con variables dummy, lo cual permitió la elaboración de tres modelos: (1) el de la variable climática que mayor influencia tuvo en la entidad angiostrongilosis utilizando variables dummy; (2) una modelación empleando variables Dummy para la angiostrongilosis y por último, (3) la utilización de la metodología ROR empleando como variables independientes, las predichas en los anteriores modelos. Se obtuvieron coeficientes de correlación entre el valor real y el pronóstico de  $R=1,0$  para el modelo 1, con un error de  $0,69^{\circ}\text{C}$ , para el modelo 2,  $R=0,96$  con un error de 338,02 casos, y el tercer modelo  $R=0,96$ , con un error de 324,15. La tendencia de la angiostrongilosis fue positiva, donde un aumento de temperatura media traerá aparejado un aumento de la angiostrongilosis, para el año 2020, donde deben presentarse valores superiores a los del año 2015 si se mantiene la tendencia. Se concluye que el modelo 3 es el de menores errores y mayor correlación entre valores reales y pronosticados, la tendencia es significativa al aumento para la temperatura máxima y para la angiostrongilosis.

---

**Palabras clave:** Angiostrongilosis – Cuba – impacto – modelación ROR – predicción – tendencia

## INTRODUCCIÓN

---

No tan ancestral como la lucha entre el hombre y los insectos, lo es la entablada con los moluscos hospedantes de numerosas especies de trematodos digeneos y nematodos (Olazábal & Reina, 2006; Vázquez *et al.*, 2012). Estos animales son generalmente parásitos en su estado adulto de vertebrados, donde el hombre no escapa a esta interacción ecológica y muchas especies pueden provocar importantes enfermedades tropicales asociadas a la presencia de una especie de molusco determinada (Perera, 1996; Cañete *et al.*, 2004; Dayrat *et al.*, 2011).

Actualmente las enfermedades reemergentes transmitidas por vectores son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, pudiendo estar asociadas en gran medida al cambio climático y donde la malacofauna

fluvial no escapa a tal situación (Diéguez *et al.*, 1997; Fimia *et al.*, 2014a, 2015).

El reconocimiento de las especies de moluscos transmisoras es fundamental para prevenir y controlar cualquier brote epidémico con importancia en la salud pública o veterinaria, donde los conocimientos de sistemática y taxonomía de las especies involucradas son indispensables para una certera identificación (Mas-Coma *et al.*, 2005; Pointier *et al.*, 2005; Vázquez & Cobian, 2014). Si tenemos en cuenta, que Cuba es uno de los países con mayor riqueza, diversidad y endemismo de moluscos del mundo (Cañete *et al.*, 2004; Olazábal & Reina, 2006; Vázquez & Perera, 2010), entonces no pueden pasar por debajo del tapete los estudios relacionados con dicho grupo de organismos, donde cobran mucho más auge e importancia, los relacionados con la modelación matemática y la confección de modelos de pronósticos de alerta temprana,

tanto para los moluscos como para las poblaciones larvales de mosquitos de diferentes especies, todo lo cual se revertirá sin lugar a dudas, en la creación de sistemas de vigilancia de alerta temprana, que permiten estratificar el riesgo epidemiológico, de una forma profiláctica y oportuna (Fimia *et al.*, 2012a; Osés *et al.*, 2012a; García *et al.*, 2012).

Las enfermedades transmitidas por moluscos hospederos intermediarios pueden estar relacionadas con los efectos del cambio climático (Clausen *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2012a; Fimia *et al.*, 2014b). Las variables ambientales pueden influir en las oscilaciones poblacionales de la fauna malacológica dulceacuícola (Fimia *et al.*, 2012b; García *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2015).

El nematodo *Angiostrongylus* Kamensky, 1905 "gusanos de los pulmones" (Metastrongyloidea), presente algunas especies zoonóticas que habitan en las arterias pulmonares y en el ventrículo derecho, algunos desarrollan en el cerebro y luego migran a través del sistema venoso a las arterias del corazón y pulmonares, algunos se producen en las venas mesentéricas y otros se producen en los bronquiolos del pulmón (Spratt, 2015). *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) es el agente causante de la meningoencefalitis eosinofílica, una zoonosis de los seres humanos, es una enfermedad infecciosa emergente con recientes brotes principalmente en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo, incluyendo Hawaii (Kim *et al.*, 2014). *Angiostrongylus costaricensis*, como *A. cantonensis* (Morera & Cespedes, 1971), es una zoonosis y el agente causante de la angiostrongiliasis abdominal en seres humanos en Costa Rica, Honduras, México, Nicaragua, Brasil, Guatemala, Colombia y las islas del Caribe. Lesiones granulomatosas eosinofílicas con infiltraciones masivas ocurren en el intestino y en los ganglios linfáticos regionales (Spratt, 2015).

Todas las especies de *Angiostrongylus* en las que el ciclo de vida es conocido utilizan a los gasterópodos (caracoles terrestres y acuáticos) como hospedadores intermediarios. Los caracoles de zonas tropicales y templadas pueden transportar a *A. cantonensis*, lo que indica el potencial para la futura expansión de este parásito bajo el cambio climático y la necesidad de una continua preocupación por la angiostrongiliasis como una enfermedad infecciosa emergente (Kim *et al.*, 2014). Una revisión de la literatura mundial ha mostrado que muchas especies de gasterópodos de 36 familias adicionales también pueden actuar como vectores de angiostrongiliasis, principalmente *A. cantonensis* y *A. costaricensis* (Kim *et al.*, 2014). En Cuba se han registrado por lo menos tres especies de caracoles transmisores de angiostrongiliasis (Fimia-Duarte *et al.*, 2014c).

El objetivo de la investigación estuvo dirigido a realizar una modelación y predicción hasta el año 2020 para moluscos con angiostrongilosis en la provincia Villa Clara, Cuba utilizando la Regresión Objetiva Regresiva (ROR).

## **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 Spíritus y al sur tiene límites geográficos con la provincia Cienfuegos (figura 1).



Figura 1. Mapa político administrativo de Cuba y la provincia Villa Clara.

### Universo de muestreo

De un universo total de 329 ecosistemas fluviales, distribuidos en los 13 municipios de la provincia, se muestro 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).

### Colecta de moluscos

Para la colecta se emplearon: un colador de bronce de 15 cm de diámetro con 1 mm abertura/luz de malla y mango de 30 cm 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 min sin reposición. Los moluscos vivos recolectados fueron trasladados en

pequeñas cajas plásticas con tapas horadadas (18cm de largo x 8cm 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 los especímenes recolectados

El trabajo de identificación de los especímenes se realizó apoyado en las claves taxonómicas especializadas (Aguayo & Jaume, 1954; Vázquez & Cobian, 2014; Vázquez & Sánchez, 2015), para lo cual, se contaron las cantidades totales de moluscos recolectadas en la provincia, especialmente los ejemplares que son hospederos intermediarios para la entidad angiostrongilosis; hay que tener en cuenta que estos muestreos se realizan bimestralmente en cada municipio que conforma la provincia Villa Clara, por parte del personal especializado que atiende los criaderos malacológicos; es decir, se realizan seis muestreos al año, donde se abarcan los dos periodos estacionales existentes para Cuba.

En este trabajo se contó la cantidad de moluscos total en la provincia que presentan o son hospedantes intermediarios para la angiostrongilosis (bimestre) correspondientes al período 2004-2015 y se denominó esta variable como Angiostrongilosis Total de la provincia Villa Clara y en igual período se confeccionó una base de datos climáticos también bimestral, que constó con las siguientes variables climáticas de la estación Yabú: Temperatura Media (xy1); Temperatura Máxima Media; Temperatura Mínima Media; Humedad Relativa Media; Humedad Relativa Máxima Media; Humedad Relativa Mínima Media; Precipitación; Velocidad del viento y Presión atmosférica.

Primeramente se modeló a largo plazo hasta el año 2020 la variable climática que mayor influencia tiene en la angiostrongilosis total

(Wilks, 1987; Oses *et al.*, 2012a), utilizando variables dummy, después se realizó la modelación utilizando variables dummy de la angiostrongilosis y por ultimo un tercer modelo de la angiostrongilosis utilizando la metodología ROR y como variables independientes las predichas en los anteriores modelos 1 y 2. Se discute el impacto de la temperatura media que mayor impacta a la angiostrongilosis total.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta la estadística descriptiva de la variable angiostrongilosis total ( $n = 72$ ), como puede observarse el valor medio es de 911,57 casos con un error de 697,853, el valor mínimo es de 127 casos ocurridos en el bimestre (julio-agosto) del año 2006 y el máximo valor ocurrió en el bimestre julio-agosto del año 2014 con 2878 casos.

Posteriormente se obtuvo el modelo 1 (tabla 1) con variables dummy, para la temperatura media (xy1), en base a variables predictoras denominadas tend, ENE, FEB, MAR, ABR, MAY y JUN observándose una varianza explicada de 1, con un error de 0,69 °C, con valores de  $R^2 = 0,99$  y Durbin-Watson = 1,705.

El análisis de varianza de la ecuación modelo 1 fue significativo con una F de Fisher de 12694,9, significativa al 100 % en base a variables predictoras denominadas tend, ENE, FEB, MAR, ABR, MAY y JUN y con variable dependiente xy1 (temperatura media).

En la tabla 1 puede apreciarse dicho modelo, el mayor coeficiente corresponde a la variable ABR que representa el bimestre 4 (julio-agosto) y el menor valor quedó asignado a la variable ENE, correspondiéndole al bimestre enero-febrero. La tendencia de la temperatura media es al aumento, aunque es no significativa. Esta tendencia se mantiene y

coincide con otros trabajos (Osés *et al.*, 2010; Sarmiento 2010), donde se proyectó a largo plazo el comportamiento de la temperatura máxima, que influye de manera decisiva en la

temperatura media. La temperatura media según otros autores presentó una tendencia significativa al aumento en 0,26 °C, cada 10 años (Osés *et al.*, 2016).

**Tabla 1.** Modelo 1 con variables Dummy para la temperatura media en la estación meteorológica del Yabú, Cuba.

Modelo 1	Bimestre	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	sig
		B	EE	Beta		
ENE	1 enero-febrero	21,32	0,24	0,35	88,86	0,00
FEB	2 marzo-abril	23,16	0,24	0,39	95,61	0,00
MAR	3 mayo-junio	25,63	0,24	0,43	104,86	0,00
ABR	4 julio-agosto	26,57	0,24	0,44	107,67	0,00
MAY	5 septiembre-octubre	25,48	0,24	0,42	102,27	0,00
JUN	6 noviembre-diciembre	22,22	0,25	0,37	88,37	0,00
tend		0,02	0,02	0,006	0,842	0,40

a = Variable dependiente = temperatura media (xy1). b= Regresión a través del origen. t = t de Student. B y Beta = coeficientes de la ecuación de regresión. Sig = significancia. EE = Error estándar.

Posteriormente se obtuvo el modelo 2 para la angiostrongilosis, el cual presenta un R de 0,96, con un error de 338,02, la F de Fisher para este modelo fue de 108,75, significativo al 100 %. Los parámetros del modelo son los siguientes (tabla 2). Son significativos la

variable MAR (bimestre: mayo- junio) al 90 % y la variable JUN (bimestre: noviembre-diciembre), se presenta una tendencia significativa al aumento en 177 casos para el período estudiado.

**Tabla 2.** Modelo 2 Angiostrongilosis con variables Dummy para Villa Clara, Cuba.

Modelo 2	Bimestre	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	sig
		B	EE	Beta		
ENE	1 enero-febrero	-56,29	117,46	-0,020	0,47	0,63
FEB	2 marzo-abril	-175,29	118,54	-0,062	1,47	0,14
MAR	3 mayo-junio	-236,38	119,64	-0,084	1,97	0,05
ABR	4 julio-agosto	-97,14	120,77	-0,035	0,80	0,42
MAY	5 septiembre-octubre	-160,81	121,91	-0,057	1,31	0,19
JUN	6 noviembre-diciembre	-266,48	123,07	-0,095	2,16	0,03
tend		177,03	11,540	1,082	15,34	0,00

a = Variable dependiente = angiostrongilosis. b= Regresión a través del origen. t = t de Student. B y Beta = coeficientes de la ecuación de regresión. Sig = significancia. EE = Error estándar.

Por último, se obtuvo el modelo 3 de angiostrongilosis utilizando la metodología ROR (Osés *et al.*, 2011), el cual presenta un R de 0,96, con un error de 324,15. La F de Fisher 166,235, significativa al 100, este modelo presenta como variables independientes a los valores pronosticados por los anteriores modelos regresados. La angiostrongilosis regresada en tres bimestres (Lag3angiostrongilosis) y la Temperatura media de la estación Yabú, regresada en tres bimestres también. Las

variables DS y DI que recogen las subidas y las bajadas de la serie, no resultaron significativas, al igual que la tendencia, pero esto no debe preocuparnos, porque estamos utilizando para predecir variables pronosticadas, que presentan menor variabilidad que las reales. La angiostrongilosis regresada en tres bimestres sigue siendo significativa al 90 % (tabla 3). En cuanto a la tendencia NoC esta es menor que la reportada por otros autores (Osés *et al.*, 2012b), pero coincide en que es positiva.

**Tabla 3.** Modelo 3 de Angiostrongilosis para Villa Clara, Cuba utilizando como variables independientes los valores pronosticados por los modelos 1 y 2.

Modelo 3	Lag o retardo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	sig
		B	EE			
DS		11,54	502,62	0,007	0,023	0,98
DI		-35,42	502,57	-0,022	0,070	0,94
NoC		0,22	16,19	0,008	0,014	0,98
Lag3angiostrongilosis	Tres bimestres	1,05	0,54	0,94	1,19	0,059
Lag3XY1		1,18	20,30	0,02	0,058	0,95

a = Variable dependiente = angiostrongilosis. b = Regresión a través del origen. Temperatura media (xy1). NoC = Número de casos. . lag = retardo. T = t de Student. B y Beta = coeficientes de la ecuación de regresión. Sig = significancia. EE = Error estándar.

Se calculó el error medio cuadrático MSE, para el modelo 2 y modelo 3, también se calculó el índice de mejoría de una metodología sobre otra de la siguiente manera (Wilks *et al.*, 1987), que no es más que el SKILL de modelación.

$$SKILL\_SCORE = 1 - \frac{MSE\_Modelo\_a\_comprobar}{MSE\_Modelo\_establecido}$$

Se supone que el modelo establecido es el modelo dummy, donde el modelo a comprobar es la metodología ROR, observando que para la metodología ROR esta supera a la de

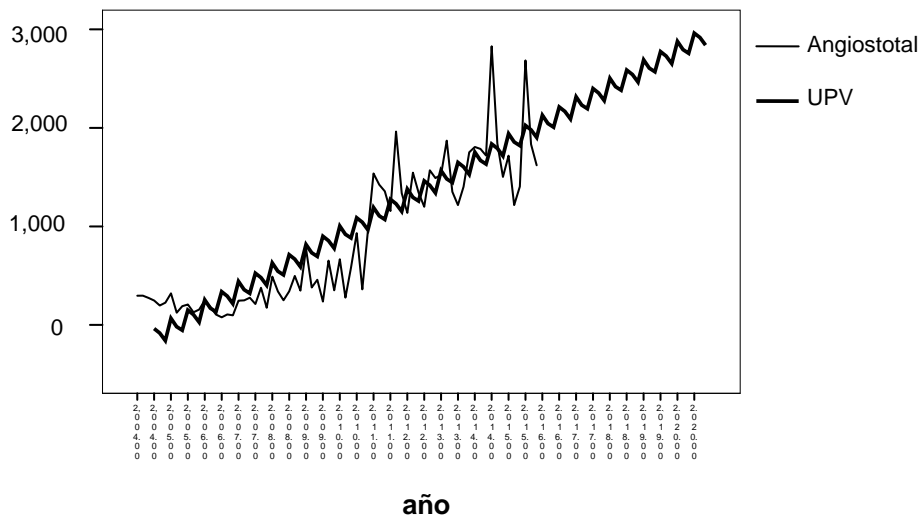
variable Dummy (Fimia *et al.*, 2012b) en 8,03 %; además, la correlación entre el valor real y el predicho para toda la serie es mejor en el caso del modelo 3 (metodología ROR, tabla 4), como puede observarse los resultados son buenos, aquí nuevamente la metodología ROR presenta mejores resultados al presentar menores errores cuadráticos medios y mayor correlación. En cuanto a la mejoría del modelo 3 con ROR respecto a la variable Dummy (8,03 %), este es menor que la mejoría reportada de la metodología ROR respecto a la ARIMA (Osés *et al.*, 2012c), que fue de 46,2 %.

**Tabla 4.** Parámetros estadísticos para la comparación con ambas metodologías. Modelo 2 con Dummy, y modelo 3 con ROR para todos los casos.

Serie	Mse	Mejoría Skill (%)	Correlación
Modelo 2 dummy	114257	8,03	0,88
Modelo 3 ROR	105075		0,89

Para tener una idea visual de la correlación entre el valor real de la angiostrongilosis total y del valor pronosticado por la metodología ROR (modelo 3), se plotearon ambas series (figura 2) observándose una buena correspondencia. Para el 2020 deberán presentarse valores inferiores a los 3000 casos,

otros trabajos también prevén aumentos en este caso en la densidad larval de mosquitos del género *Anopheles* (Osés *et al.* 2012a; Osés *et al.* 2012b), lo que refuerza la idea de que estamos en presencia de un cambio climático, el cual es inequívoco (Osés *et al.*, 2010; Osés *et al.*, 2016).



**Figura 2.** Valor Real y Predicho hasta el 2020 por modelo 3 (ROR) para Angiostrongilosis Total Villa Clara. Angiostotal (Angiostrongilosis Total en Villa Clara). UPV (Valor predicho por modelo 3).

Se pueden modelar los casos de angiostrongilosis total en toda una provincia como hemos visto e incluso esto se puede realizar a nivel de país, así como correlacionarlos con diferentes variables climáticas, tanto a corto, mediano y largo plazo. Los resultados obtenidos con la metodología ROR en nuestro caso resultaron ser mejores, ya que los errores medios cuadráticos fueron menores (que en la

modelación con variables Dummy), y los valores de correlación entre el real y el valor pronosticado fueron mayores. La angiostrongilosis y la temperatura media de la estación Yabú regresadas en tres bimestres fueron parámetros significativos en el modelo, al aumentar estas variables, aumenta la angiostrongilosis y la tendencia de la angiostrongilosis en la provincia Villa Clara fue positiva; o sea, al aumento con el tiempo.



**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguayo, CG & Jaume, ML. 1954. *Catálogo de los Moluscos Cubanos*. Ed. Mimeografiada. 725 p.
- 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*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, vol. 99, pp. 257-262.
- 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 tremátodos in Vietnamese Carp Nurseries*. PLoS Neglected Tropical Diseases, 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.
- Fimia, DR, González, GR, Cepero, RO, Valdés, AM, Osés, RR, Corona SE & Argota, PG. 2012a. *Influencia de algunas variables climáticas sobre la malacofauna fluvial con importancia zoonótica en la provincia Villa Clara*. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 13 (7), <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html>
- Fimia, R, Osés, R, Otero, M, Diéguez, L, Cepero, O, González, R, Silveira, E & Corona, E. 2012b. *El control de mosquitos (Diptera: Culicidae) utilizando métodos biomatemáticos en la Provincia de Villa Clara*. REDVET, Revista electrónica de veterinaria, vol. 13 N° 3 - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n03031.html> leído el 15 diciembre del 2015.
- Fimia, DR, Argota, PG, Osés, RR, Cepero, RO & González, GR. 2014a. *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, Roche, FD, Cruz, CL & López, GE. 2014b. *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, Iannacone, J, Argota-Pérez, G, Cruz-Camacho, L, Diéguez-Fernández, L, López-Gómez, JE & Alvarez-Valdes, R. 2014c. *Epidemiologic and zoonotic risk of the malacofauna in Capitán Roberto Fleites health area, Cuba*. Neotropical Helminthology, vol. 8, pp. 313-323.
- Fimia, DR, Iannacone, J, González, R, Argota, PG, Osés, R & de Armas, B. 2015. *Aspectos ecológicos de los moluscos de importancia médico-veterinaria en Villa Clara, Cuba*. Revista de Patología Tropical, vol. 44, pp. 323-336.
- 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*. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 13 N° 05B, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html> leído el 15 diciembre del 2015.

- González, GR, Fimia, DR, Cepero, RO, Osés, RR, Espinosa, S.Y. & González, R.Y. 2014. *Impacto de algunas variables climatológicas en el desarrollo y reproducción de moluscos fluviales y terrestres con importancia epidemiológica*. Villa Clara: 2008-2010. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 15 N° 08B, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html> leído el 15 diciembre del 2015.
- Kim, JR, Hayes, KA, Yeung, NW & Cowie RH. 2014. Diverse Gastropod hosts of *Angiostrongylus cantonensis*, the rat lungworm, globally and with a focus on the Hawaiian Islands. PLoS ONE, vol. 9(5), e94969.
- Mas-Coma, S, Bargues, MD & Valero, MA. 2005. *Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses*. International Journal for Parasitology, vol.35, pp. 1255-1278.
- Olazábal, E. & Reina, A. 2006. *Incidencia, evaluación del impacto y plan de medidas para disminuir el riesgo de la fasciolosis bovina en la provincia de Sancti Spíritus*. Tesis presentada en opción al título de master en Medicina preventiva veterinaria. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Cuba.
- Osés, R, Saura, GG & Pedraza, MA. 2010. *Impacto Climático hasta el 2020 en la temperatura de la provincia de Villa Clara. Cuba*. VI Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica. 2 al 4 de Noviembre. Villa Clara, Cuba. Editorial Feijóo. ISBN 978-959-250-602-2.
- Osés, R & Grau, R. 2011. *Modelación regresiva (ROR), versus modelación ARIMA usando variables dicotómicas en mutaciones del VIH*. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. 25 de Febrero. Ed. Feijóo. ISBN: 978-959-250-652-7.
- Osés, R, Fimia, R, Silveira, E, Hernández, W, Saura, G, Pedraza, A & González, R. 2012a. *Modelación matemática hasta el año 2020 de la densidad larvaria anofelínica de mosquitos (Diptera Culicidae) en Caibarién. Provincia de Villa Clara, Cuba*. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 13 N° 3, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html>.
- Osés, R, Saura, G & Pedraza, A. 2012b. *Modelación matemática ROR aplicada al pronóstico de terremotos de gran intensidad en Cuba*. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 13 N° 05 B, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050512B.html>.
- Osés, R, Saura, G, Otero, M, Pedraza, A, Socarras, J & Ruiz, N. 2012c. *Cambio climático e impacto en la salud animal en la provincia de Villa Clara, Cuba*. REDVET, Revista Electrónica Veterinaria, vol. 13 N° 05B, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050512B.html>
- Osés, R, Pedraza, MA & Saura, GG. 2014. *Modelación Matemática ROR aplicada al pronóstico del total de terremotos a nivel global - Mathematical Modeling (ROR) applied to the forecast of earthquakes in the global level*. REDVET, Revista Electrónica Veterinaria, 2014 vol. 15 N° 08B, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080814B.htm>
- Osés, RR, Carmenate, RA & Pedraza, MA. 2016. *El cambio climático y la temperatura del aire en la estación meteorológica del Yabú, Villa Clara, Cuba*. Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Biblioteca del Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara. Disponible en: <http://www.cmp.vcl.cu>
- Perera, G. 1996. *Ecologie des mollusques d'eau douce d'intérêt médical et*

- vétérinaire á Cuba* [tesis]. Perpignan, France: Université de Perpignan.
- Pointier, JP, Yong, M & Gutiérrez, A. 2005. *Guide to the freshwater Molluscs of Cuba*. Hackenheim: Conchbook. 116pp.
- Spratt, DM. 2015. *Species of Angiostrongylus (Nematoda: Metastrongyloidea) in wildlife: A review*. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife, vol. 4, pp. 178–189.
- Wong SL, Vázquez PA, Quesada MM, Sánchez, NJ, Hevia, JY & Fuentes, LJ. 2010. *Estudios ecológicos en moluscos de importancia médico-veterinaria en la granja de desarrollo La Coca*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 62, pp. 18-23.
- Vázquez, AA & Perera, S. 2010. *Endemic Freshwater molluscs of Cuba and their conservation status*. Tropical Conservation Science, vol.3, pp. 190-199.
- Vázquez, AA, Cobian, D, Sánchez, J & Pointier, JP. 2012. *First record of Littoridinops monroensis (Frauenfeld, 1863) (Gastropoda: Cochliopidae) in Cuba through a likely natural dispersal event*. Molluscan Research, vol. 32, pp. 50-54.
- 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.
- Wilks, SD. 1987. *Statistical methods in the atmospheric sciences. An introduction*. International Geophysics Series, vol. 59, pp. 255-256.

Received February 18, 2016.

Accepted April 11, 2016.