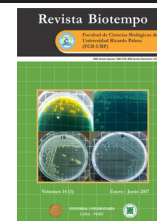




Biotempo (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

MODELING AND PREDICTION OF FASCIOSIS IN VILLA CLARA, CUBA

MODELACIÓN Y PREDICCIÓN DE LA FASCIOSIS EN VILLA CLARA, CUBA

Ricardo Osés Rodríguez¹; Rigoberto Fimia Duarte²; José Iannacone^{3,4}; Anai Carmenate Ramirez¹; Ramón González González⁵; Lomberto Gómez Camacho¹; Yasmany Figueroa Chaviano² & Mayra E. Cabrera Suárez²

¹ Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, Cuba. 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 y lomberto.camacho@vcl.insmet.cu.

² Facultad de Tecnología de Salud «Julio Trigo López». Universidad de Ciencias Médicas «Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz». Villa Clara, Cuba. E-mail: rigobertofd@infomed.sld.cu, yasmanyfigueroa1984@yahoo.es

³ Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú; joseiannaconeoliver@gmail.com

⁴ Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

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

ABSTRACT

The objective of the research was to model and predict the behavior of total fasciolosis in the province of Villa Clara, Cuba, until the year 2020. The research covered the period from January 2004 to June 2015. Two methodologies were used: the Regressive Objective Methodology and regression with Dummy variables. Three models were elaborated: the first one was the climatic variable that had the greatest influence on the fasciolosis using dummy variables; second, a model using Dummy variables of the fasciolosis; and a third model, using the Objective Regression methodology using independent variables predicted in previous models. Correlation coefficients were obtained between the real value and the forecast of $R = 0.99$ for model 1, with an error of $0.88\text{ }^{\circ}\text{C}$ for model 2, $R = 0.92$ with an error of 89.08 cases, and for the third model $R = 0.94$ with an error of 76.37. The tendency of fasciolosis is positive to the increase in 7.91 cases, where a minimum temperature increase of one degree brought with it a decrease in fasciolosis in 3.8 cases, so that by the year 2020 there must be values higher than those of 2015 for the tendency of fasciolosis to increase, with values below the 300 cases maintained. It is concluded that the trend for minimum temperature and fasciolosis to increase until the year 2020 was significant. Model 3 was the one with the smallest errors. Careful attention should be given to prevention plans for this disease to reduce the impact it may have on the population.

Key words: Fasciolosis – impact – forecasting – Villa Clara

RESUMEN

El objetivo de la investigación consistió en modelar y pronosticar el comportamiento de la fasciolosis total en la provincia

Villa Clara, Cuba hasta el año 2020. La investigación abarcó el periodo comprendido entre enero del 2004 hasta junio del 2015. Se utilizaron dos metodologías: la Metodología Objetiva Regresiva (ROR) y la regresión con variables Dummy. Se elaboraron tres modelos, el primero fue el de la variable climática que mayor influencia tuvo en la fasciolosis utilizando variables dummy, segundo una modelación utilizando variables Dummy de la fasciolosis, y un tercer modelo, con el empleo de la metodología ROR utilizando como variables independientes las predichas en los modelos anteriores. Se obtuvieron coeficientes de correlación entre el valor real y el pronóstico de $R=0,99$ para el modelo 1, con un error de $0,88\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el modelo 2, $R=0,92$ con un error de 89,08 casos, y para el tercer modelo $R=0,94$ con un error de 76,37. La tendencia de la fasciolosis es positiva al aumento en 7,91 casos, donde un aumento de temperatura mínima de un grado trajo aparejado, una disminución de la fasciolosis en 3,8 casos, por lo que para el año 2020 deben presentarse valores superiores a los del 2015 si se mantiene la tendencia al aumento de la fasciolosis, con valores inferiores a los 300 casos. Se concluye que la tendencia para la temperatura mínima y la fasciolosis fue significativa al aumento hasta el año 2020. El modelo 3 fue el de menores errores. Debe prestarse atención esmerada a los planes de prevención de esta enfermedad para disminuir el impacto que esta pueda tener en la población.

Palabras clave: Fasciolosis – impacto – predicción – Villa Clara

INTRODUCCIÓN

La lucha contra plagas vectores es una cuestión que ocupa y preocupa al hombre, donde estudios ecológicos desarrollados en moluscos, han permitido observar adaptaciones muy complejas y variadas, lo cual ha favorecido la colonización de ambientes a veces muy fluctuantes (Rodríguez *et al.*, 2003; Alarcón *et al.*, 2010).

En la actualidad y a nivel mundial, las enfermedades transmitidas por moluscos vectores/hospederos intermedios pueden estar asociadas a los efectos del cambio climático (Iannacone & Alvaríño, 2012; Clausen *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2012a; Iannacone *et al.*, 2013; Fimia *et al.*, 2014a). Las variables climáticas pueden influir sobre la dinámica poblacional de la malacofauna, tanto de Cuba como del resto del planeta (Fimia *et al.*, 2012a; García *et al.*, 2012; Fimia *et al.*, 2015). En Cuba una de las principales parasitosis en humanos relacionadas con la transmisión por moluscos fluviales, es la fasciolosis (Cañete *et al.*, 2004; Vázquez & Perera,

2010; Vázquez & Cobian, 2014; Vázquez & Sánchez, 2015).

El objetivo de la investigación consistió en modelar y pronosticar el comportamiento de la fasciolosis total en la provincia Villa Clara, Cuba hasta el año 2020.

MATERIAL 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 (Figura 1).

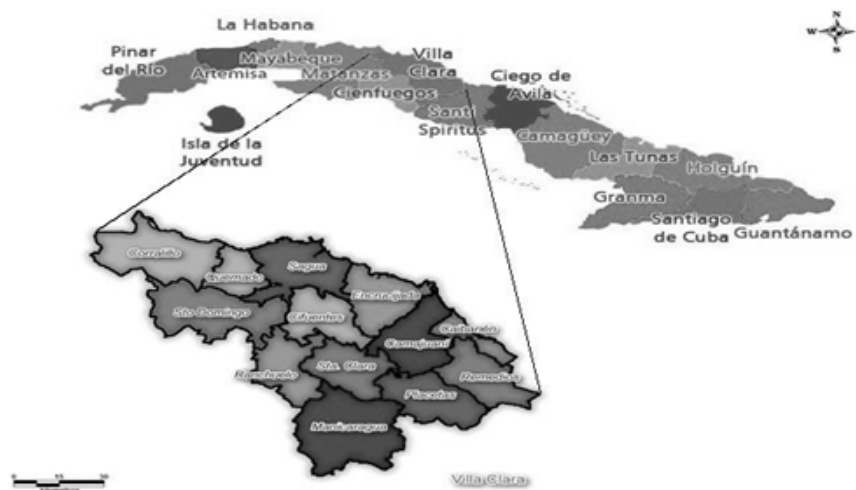


Figura 1. Mapa político administrativo de Cuba y la provincia Villa Clara. Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara.

En este trabajo se utilizaron los datos bimestrales correspondientes al período 2004-2015 para la Fasciolosis Total de la provincia Villa Clara, Cuba. En igual período se confeccionó una base de datos climática, que constó de las siguientes nueve variables de la estación Yabú (Estación 7 843): Temperatura Media; Temperatura Máxima Media; Temperatura Mínima Media; Humedad Relativa Media; Humedad Relativa Máxima Media; Humedad Relativa Mínima Media; Precipitación; Velocidad del viento, y Presión atmosférica. La estación meteorológica de Yabú se encuentra en el valle del Yabú, Carretera a Sagua la Grande, km 4 1/2, localidad, la Estrella, municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, Cuba (22°27'43'' N y 79°59'30'' O) y se localizan a 116 msnm. El rango de temperatura promedio en la estación Yabú es de 22°C a 27°C.

Primeramente, se modeló a largo plazo hasta el año 2020 la variable climática temperatura mínima, que fue la que mayor influencia tuvo en la fasciolosis total, similar a como se modeló para la angiostrongilosis (Osés *et al.*, 2012c; Fimia *et al.*, 2016), utilizando variables dummy (modelación que consta de variables ceros y unos, donde se crean doce variables mensuales que miden la estacionalidad, se crea una variable tendencia y se obtienen un modelo que explica gran cantidad de varianza de la variable a modelar, permite hacer valoraciones a largo plazo e incluso, hasta de varios años), seguidamente se realizó la modelación, con el empleo de variables Dummy de la fasciolosis, y por último, un tercer modelo de la fasciolosis, en el cual se utilizó la metodología ROR (Regresión Objetiva Regresiva), la

cual se basa en una combinación de variables Dummy con modelación ARIMA, donde se crean dos variables Dummy solamente y se crea la tendencia de la serie, requiere de pocos casos para ser utilizada y permite utilizar también, variables exógenas y lo que posibilita modelar y pronosticar a largo plazo, en dependencia de la variable exógena y como variables independientes, las predichas en los anteriores modelos 1 y 2.

También se calculó el error medio cuadrático MSE, para los modelos 2 y 3 y se determinó el índice de mejoría de un protocolo sobre otro, según metodología establecida por Wilks *et al.* (1987), que no es más que el SKILL de modelación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la estadística descriptiva de la variable fasciolosis, se observa un valor medio de $196,35 \pm 90,28$ casos. El valor mínimo fue de 29 casos en el primer bimestre del 2005 y el máximo valor fue de 473 casos en el segundo bimestre del 2011. Posteriormente se obtuvo el modelo con variables dummy (tabla 1) para la temperatura mínima. El análisis de varianza fue significativo con un valor de F de Fisher de 5170,91 y un valor de $p < 0,001$. Hay que reconocer, la utilidad del estadístico Durbin-Watson, el cual nos indica, que cuando el resultado es cercano a 2, no hay más información en los residuales, que agregar al modelo y por ende, el modelo es bueno, dicho en otras palabras, puede quedarse con los parámetros que se establecieron/seleccionaron.

Tabla 1. Modelo de temperatura media con variables dummy.

Resumen del Modelo ^{c,d}					
Modelo	R	R cuadrada ^a	R cuadrada ajustada	Error Estándar Estimado	Durbin-Watson
1	0,99b	0,99	0,99	0,88	1,43

a= Por regresión directa del origen (no-intercepción del modelo). R Cuadrado mide la proporción de la variabilidad en la variable dependiente sobre el origen explicado por regresión. b = Predictores: tendencia, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. c= Variable dependiente: temperatura mínima. d= Regresión linear directo del origen.

En la tabla 2 puede apreciarse el modelo 1, donde el mayor coeficiente corresponde a la variable abril, que representa el bimestre 4 (julio-agosto) y el menor valor quedó asignado a la variable enero, correspondiéndole al bimestre enero-febrero. La tendencia de la temperatura mínima es al aumento en 0,073 °C y es significativa al 95 %. Esta tendencia se mantiene y coincide

con otros trabajos (Osés *et al.*, 2010; Fimia *et al.*, 2014b; Fimia *et al.*, 2016). La temperatura mínima es un factor integrante de la temperatura media, que según otros autores presenta una tendencia significativa al aumento en 0,26 °C cada 10 años (Valencia-López *et al.*, 2012; Osés *et al.*, 2016).

Tabla 2. Modelo 1 con variables Dummy para la temperatura media en la estación meteorológica del Yabú, Cuba.

		Coeficientes ^{a,b}				
		Coeficientes sin Estandarizar		Coeficientes Estandarizados		
Modelo		B	Error Estándar	Beta	t	Sig.
1	enero	16,18	0,30	0,33	52,39	0,00
	febrero	17,50	0,31	0,35	56,16	0,00
	marzo	21,02	0,31	0,43	66,83	0,00
	abril	22,07	0,31	0,45	69,53	0,00
	mayo	21,43	0,32	0,43	66,86	0,00
	junio	17,88	0,32	0,36	55,27	0,00
	tendencia	0,073	0,03	0,02	2,41	0,01

a=Variable dependiente: temperatura media. b=Regresión linear directo del origen.

Posteriormente se obtuvo el modelo 2 para la fasciolosis (Tabla 3), el cual presenta una R de R=0,92, con un error de 89,08 casos. La F de Fisher para este modelo fue de 51,09 y fue significativa. Todas las variables

fueron significativas, con una tendencia significativa al aumento en 7,9 casos para el período estudiado, resultados que concuerdan con los obtenidos por Fox *et al.* (2011) y Valencia-López *et al.* (2012) en Colombia.

Tabla 3. Modelo 2 de fasciolosis con variables Dummy para Villa Clara, Cuba.

		Coeficientes ^{a,b}				
		Coeficientes sin Estandarizar		Coeficientes Estandarizados		
Modelo		B	Error Estándar	Beta	t	Sig.
1	enero	140,42	30,95	0,26	4,53	0,00
	febrero	171,35	31,24	0,32	5,48	0,00
	marzo	152,53	31,53	0,28	4,83	0,00
	abril	148,80	31,83	0,28	4,67	0,00
	mayo	144,48	32,13	0,27	4,49	0,00
	junio	131,74	32,43	0,24	4,06	0,00
	tendencia	7,91	3,04	0,25	2,60	0,01

a=Variable Dependiente: Fasciolosis Total. b=Regresión Linear directo del origen.

Por último, se obtuvo el modelo 3 de fasciolosis utilizando la metodología ROR (Osés & Grau, 2011), con un R de 0,94 y un error de 76,37. La F de Fisher de 72,37 fue altamente significativa. Dicho modelo presenta como variables independientes a los valores pro-

nosticados por los anteriores modelos regresados, la fasciolosis regresada en dos bimestres (Lag2FT) y la Temperatura mínima de la estación Yabú regresada en dos bimestres también (lag2TMI). Las variables DS y DI que recogen las subidas y las bajadas de la serie,

fueron no son 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, lo cual coincide con resultados obtenidos por Balajoko *et al.* (2015)

y Rinaldi *et al.* (2015) en otros grupos de animales. La fasciolosis regresada en dos bimestres no fue significativa tampoco, solo las variables de paso/Step resultaron significativas (Tabla 4).

Tabla 4. Modelo 3 de fasciolosis para Villa Clara, Cuba utilizando como variables independientes los valores pronosticados por los modelos 1 y 2.

		Coeficientes ^{a,b}				
		Coeficientes sin Estandarizar		Coeficientes Estandarizados		
Modelo		B	Error Estándar	Beta	t	Sig.
1	DI	209,93	139,02	0,68	1,51	0,13
	DS	209,15	135,75	0,67	1,54	0,12
	NoC	1,017	1,12	0,19	0,90	0,36
	Step43	280,84	77,97	0,15	3,60	0,001
	Step44	270,67	79,24	0,14	3,42	0,001
	Lag2FT	0,094	0,77	0,08	0,12	0,90
	Lag2TMI	-3,80	4,09	-0,34	-0,93	0,35

a=Variable Dependiente: Fasciolosis Total. b=Regresión Linear directo del Origen. Lag = retardo. DI y DS = Subidas y las bajadas de la serie (Altibajos). NoC= Número de casos. Step43= variable de paso. Step44= variable de paso. Lag2FT= Fasciolosis Total regresada en dos bimestres. Lag2TMI= Temperatura mínima de la estación Yabú regresada en dos bimestres. t= t de Student. B y Beta = coeficientes de la ecuación de regresión.

Se calculó el error medio cuadrático MSE, para el modelo 2 y modelo 3, y se determinó el índice de mejoría de un protocolo sobre otro de la siguiente manera (Wilks *et al.*, 1987), que no es más que el SKILL de modelación:

Se supone que el modelo establecido es el modelo dummy, y el modelo a comprobar es la metodología ROR,

$$SKILL_SCORE = 1 - \left(\frac{MSE_Modelo_a_comprobar}{MSE_Modelo_establecido} \right)$$

observando que para la metodología ROR esta supera a la de variable Dummy (Fimia *et al.*, 2012b; Fimia *et al.*, 2014b) en 26,49%. Además, la correlación entre el valor real y el predicho para toda la serie es menor en el caso del modelo 3 (metodología ROR, tabla 5). Como puede observarse, los resultados son buenos, aquí nuevamente la metodología ROR presenta mejores resultados, al poseer menos errores cuadráticos medio. En cuanto a la mejoría del modelo 3 con ROR respecto a la variables Dummy (26,49 %) este es menor que la mejoría registrada de la metodología ROR respecto a la ARIMA (Osés *et al.*, 2012b), que fue de 46,2%.

Tabla 5. Algunos parámetros estadísticos para la comparación con ambos protocolos. Modelo 2 con Dummy y modelo 3 con ROR para ambos los casos.

Serie	MSE	Mejoría Skill (%)	Correlación
Modelo 2 dummy	7936,55	26,49	0,80
Modelo 3 ROR	5833,60		0,50

Para tener una idea visual de la correlación entre el valor real de la fasciolosis total y del valor pronosticado por la metodología ROR (modelo 3), se graficaron ambas series (figura 2), observándose una buena correspondencia. Para el 2020 deberán presentarse valores inferiores a los 300 casos. Otros trabajos, también

prevén aumentos en este caso en la densidad larval de mosquitos del género *Anopheles* (Osés *et al.*, 2012b), lo que refuerza la idea, de que estamos en presencia de un cambio climático y que este es inequívoco (Osés *et al.*, 2010; Fox *et al.*, 2011, Osés *et al.* 2012a, Osés *et al.*, 2016).

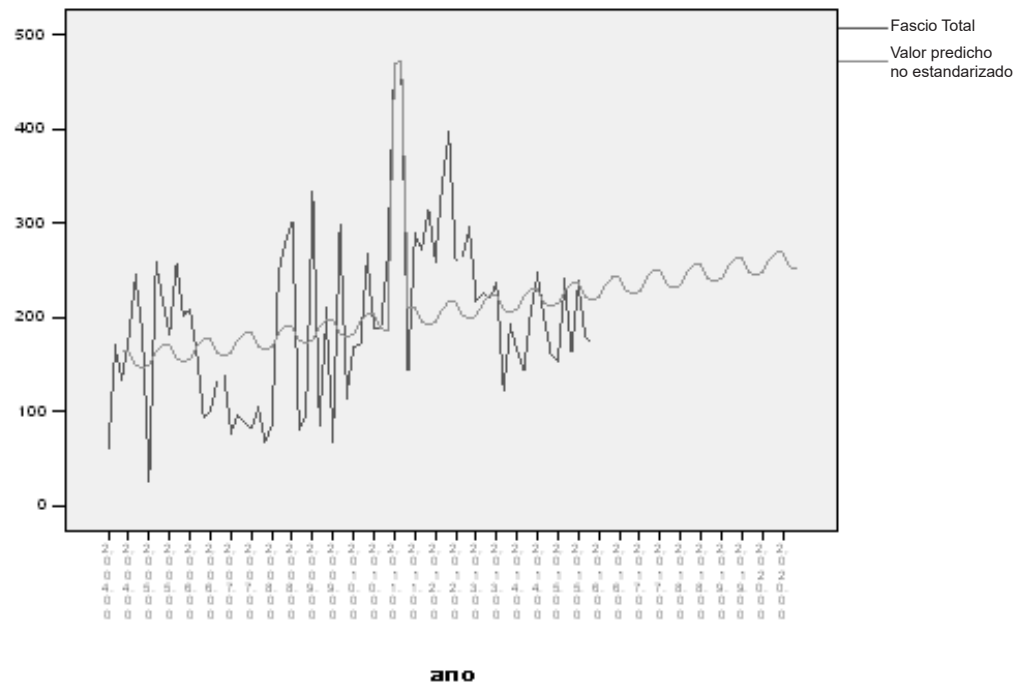


Figura 2. Valor Real y Predicho hasta el 2020 por modelo 3 (ROR) para Fasciolosis Total Villa Clara, Cuba. Fascio Total (Fasciolosis Total en Villa Clara). Valor predicho no estandarizado (Valor predicho por modelo 3).

Se obtuvieron mejores resultados con la metodología ROR, ya que los errores medios cuadráticos fueron menores que en la modelación con variables Dummy, donde la fasciolosis y la temperatura mínima de la estación Yabú regresadas en dos bimestres fueron parámetros significativos en el modelo, ya que al aumentar

la temperatura mínima, disminuye la fasciolosis. La tendencia de la fasciolosis en la provincia Villa Clara es positiva, o sea, al aumento con el tiempo y se espera, que para el año 2020 deberán presentarse valores inferiores a los 300 casos.

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*, 4: 17-36.
- Balajoko, M.B.; Rose, H.; Musella, V.; Bosco, A.; Rinaldi, L.; Van Dijk, J.; Cringoli, G. & Morgan, E.R. 2015. The basic reproduction quotient (Qo) as a spatial predictor of the seasonality of ovine haemonchosis. *Geospatial Health*, 9: 333-350.
- 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 Martínez Municipality, Cuba. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99: 257-262.
- Clausen, J.H.; Madsen, H.; Murrell, K.D.; Thi, V.P.; Manh, H.N. & Viet, K.N. 2012. Relationship between snail population density and infection status of snails and fish with zoonotic trematodos in Vietnamese Carp Nurseries. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6: e1945.
- Fimia, D.R.; González, G.R.; Cepero, R.O.; Valdés, A.M.; Osés, R.R.; Corona, S.E. & Argota, P.G. 2012a. Influencia de algunas variables climáticas sobre la malacofauna fluvial con importancia zoonótica en la provincia Villa Clara. *Revista Electrónica Veterinaria*, 13: <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. *Revista Electrónica Veterinaria*, 13: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n03031.html>
- Fimia, D.R.; Argota, P.G.; Osés, R.R.; Cepero, R.O. & González, G.R. 2014a. Influencia climatológica en el comportamiento de taxones de moluscos fluviales y terrestres. Villa Clara, Cuba. *Cátedra Villarreal*, 2: 21-28.
- Fimia, D.R.; Iannacone, J.; Roche, F.D.; Cruz, C.L. & López, G.E. 2014b. Epidemiological risk and zoonotic diseases in urban communities from the municipality of Santa Clara, Cuba. *The Biologist (Lima)*, 12: 225-239.
- Fimia, D.R.; Iannacone, J.; González, R.; Argota, P.G.; Osés, R. & de Armas, B. 2015. Aspectos ecológicos de los moluscos de importancia médico-veterinaria en Villa Clara, Cuba. *Revista Patología Tropical*, 44: 323-336.
- Fimia, D.R.; Osés, R.R.; Carmenate, R.A.; Iannacone, O.J.; González, G.R.; Gómez, C.L.; Cepero, R.O. & Cabrera, G.A. 2016. Modelación y predicción para moluscos con angiostrongilosis en la provincia Villa Clara, Cuba utilizando la Regresión Objetiva Regresiva (ROR). *Neotropical Helminthology*, 10: 61-71.
- Fox, J.N.; White, C.L.P.; McClean, J.C.; Marion, G.; Evans, A. & Hutching, R.M. 2011. Predicting impact of climate change on *Fasciola hepatica* risk. *PLoS ONE*, 6: 1-9.
- García, G.S.; Pérez, B.J.; Fimia, D.R.; Osés, R.R.; Garín, L.G. & González, G.R. 2012. Malacofauna de interés médico y su relación con el ecosistema Área de Salud Capitán Roberto Fleites 2009-2010. *Revista Electrónica Veterinaria*, 13: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html>
- Iannacone, J. & Alvarino, 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*, 1: 81-87.
- Iannacone, J.; La Torre, M.I.; Alvarino, 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.

- Osés, R.R.; Saura, G.G. & Pedraza, M.A. 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. Ed. Feijóo.
- 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.
- Osés, R.; Saura, G.; Otero, M.; Pedraza, A.; Socarrás, J. & Ruiz, N. 2012a. Cambio climático e impacto en la salud animal en la Provincia de Villa Clara, Cuba. *Revista Electrónica Veterinaria*, 13: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050512B.html>
- Osés, R.; Fimia, R.; Silveira, E.; Hernández, W.; Saura, G.; Pedraza, A. & González, R. 2012b. Modelación matemática hasta el año 2020 de la densidad larvaria anofelínica de mosquitos (Diptera Culicidae) en Caibarién Provincia de Villa Clara, Cuba. *Revista Electrónica Veterinaria*, 13: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312.html>.
- Osés, R.R.; Carmenate, R.A. & Pedraza, M.A. 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.
- Rinaldi, L.; Hendrickx, G.; Cringoli, G.; Biggeri, A.; Ducheyne, E.; Catelan, D.; Morgan, E.; Williams, D.; Charlier, J., von Samson-Himmelstjerna, G. & Vercruyssen, J. 2015. Mapping and modeling helminth infections in ruminants in Europe: experience from GLOWORM. *Geospatial Health*, 9: 257-259.
- Rodríguez, R.A.; Diéguez, L.; Quirós, A. & Herrera, A.M. 2003. Modificación del coeficiente peso/área del pie en dependencia de la densidad en *Tarebia granifera* (Lamarck), importante biorregulador de hospederos intermediarios de parasitosis al hombre. *Revista de Saúde Pública*, 37: 297-302.
- Valencia-López, N.; Malone, B.J.; Gómez, C.C. & Velásquez, E.L. 2012. Climate-based risk models for *Fasciola hepatica* in Colombia. *Geospatial Health*, 6: 75-85.
- Vázquez, A.A. & Perera, S. 2010. Endemic freshwater molluscs of Cuba and their conservation status. *Tropical Conservation Science*, 3: 190-199.
- Vásquez, A.A. & Cobian, R.D. 2014. Guía ilustrada de los moluscos fluviales de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Cuba Zoo*, 25: 11-15.
- Vázquez, P.A. & Sánchez, N.J. 2015. Clave ilustrada y comentada para la identificación de moluscos gastrópodos fluviales de Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 67: 231-243.
- Wilks, S.D. 1987. Statistical methods in the atmospheric sciences. An introduction. *International Geophysics Series*, 59: 255- 256.

Received July 15, 2016.

Accepted November 15, 2016.