

**Características del virus del dengue y su pronóstico bioclimático en el Departamento de Cortés**

**Characteristic of the dengue virus and its bioclimatic prognosis in Cortés Department**

**Dr. Adrián Palú Orozco,<sup>I</sup> Dr. Rafael César García Fernández,<sup>II</sup> Dra. Delia Tercero Méndez,<sup>III</sup> Dr. Mario Torres Hernández<sup>III</sup> y Dra. Lourdes Carolina Estrada<sup>III</sup>**

<sup>I</sup> Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>II</sup> Policlínico Docente III "René Vallejo Ortiz", Manzanillo, Granma, Cuba.

<sup>III</sup> Región Sanitaria de Cortés, Honduras.

**RESUMEN**

Se efectuó un estudio observacional, descriptivo y transversal en el Departamento de Cortés, en Honduras, durante el período de 2003 a 2013, con vistas a determinar las características del dengue en esta región, describir su historicidad y desarrollar un modelo matemático de pronóstico basado en variables bioclimáticas. En la serie el sexo no constituyó un factor predisponente, mientras que los grupos etarios de 5-9 y de 20-49 años, el ser habitante en Choloma, Villanueva y Puerto Cortés, resultaron elementos importantes en la aparición del dengue. Asimismo las formas graves de la enfermedad en niños y jóvenes indicaron una baja memoria inmunológica y/o varias exposiciones a serotipos del virus. Se obtuvo un patrón definido, cíclico-epidémico (de 4 a 5 años) y estacional, pues correspondía al período lluvioso de la región. Finalmente, se concluyó que las condiciones climáticas de Cortés están condicionando la transmisión del dengue, de manera que puede ser posible la predicción de los acontecimientos epidémicos.

**Palabras clave:** virus del dengue, pronóstico bioclimático de enfermedades, Honduras.

**ABSTRACT**

An observational, descriptive and cross-sectional study was carried out in Cortés Department, Honduras, during the period of 2003 at 2013, aimed at determining the characteristics of dengue in this region, describing its history and developing a prognosis mathematical model based on bioclimatic variables. In the series, sex didn't constitute a predisposing factor, while the age groups 5-9 and 20-49 years, being inhabitant in Choloma, Villanueva and Puerto Cortés were important elements in the emergence of dengue. Also the severe forms of the disease in children and young persons indicated a low immunologic memory and/or several exposures to serotypes of the virus. A defined, seasonal recurrent-epidemic pattern was obtained (of 4 to 5 years), because it corresponded to the rainy period of the region. Finally, it was concluded that the climate conditions of Cortés are conditioning the transmission of dengue, so that the prognosis of the epidemic events can be possible.

**Key words:** dengue virus, prognosis of bioclimatic prognosis of diseases, Honduras.

## INTRODUCCIÓN

El dengue es una enfermedad infecciosa de transmisión vectorial, producida por un virus de la familia *Flaviviridae*, del cual se han identificado hasta la fecha 4 serotipos y cuyo transmisor fundamental es el mosquito *Aedes aegypti*. Según fuentes del *Center for Infectious Disease Research and Policy*, investigadores de la universidad de Minnessotta identificaron un quinto serotipo del virus del dengue, el primero en 50 años.<sup>1-4</sup>

Durante los últimos 30 años esta enfermedad ha experimentado un marcado incremento y es considerada la más importante de las arbovirosis. Actualmente el dengue es endémico en casi todos los países tropicales y abarca varios continentes. Los factores ambientales y socioculturales, las condiciones y los estilos de vida desfavorables, unido a la insuficiencia de recursos financieros, influyen en el mantenimiento de altos niveles de infestación del vector.<sup>4,5</sup>

En 1977 se detectó la transmisión de la enfermedad en Honduras y en 1978 se presentó una epidemia causada por el DEN-1, con alrededor de 100 mil casos, que afectó principalmente poblaciones de Islas de la Bahía, Cortés, Colón y Valle. En la ciudad de San Pedro Sula 5 personas fallecieron por enfermedad hemorrágica (Informe Técnico Nacional y Regional de Dengue, Honduras, año 2012).

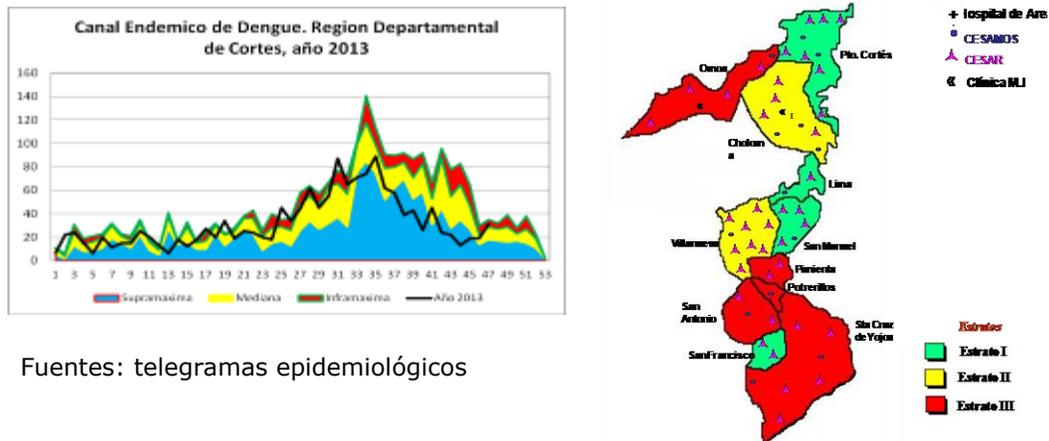
Diez años después se presentó la segunda epidemia en la ciudad de Choluteca, donde se estimaron 28 606 casos y el serotipo predominante aislado fue el DEN-1, aunque también se aisló el DEN-4. En 1988 se detectó una epidemia en Yusguare, Choluteca, con 300 casos. Un año después se registró la tercera epidemia en Tegucigalpa, con 1300 pacientes y en 1991 se presentó la cuarta, donde se notificaron los primeros casos de dengue hemorrágico con un fallecido, el serotipo identificado fue el DEN-4 (Informe Técnico Nacional y Regional de Dengue, Honduras, 2012).

En este período, el dengue ha mostrado 2 diferentes etapas en Honduras, a saber:

- Brotes en áreas localizadas (1978-1994).
- Circulación viral endémica o epidémica a nivel nacional (1995–2014), con predominio en las regiones sanitarias Metropolitana de Tegucigalpa y de San Pedro Sula, con aislamiento de los 4 serotipos.

El Departamento de Cortés tiene una altitud de 2 242 metros, limita al norte con el mar Caribe y Atlántida, al extremo este con Yoro y Comayagua, al oeste con Santa Bárbara y con Guatemala, y al sur limita con Comayagua y con el Lago Yojoa. Este Departamento cuenta con una rica hidrografía; se encuentra rodeado por un complejo montañoso y está ubicado en el Valle de Sula, por lo cual posee características favorables para la vida de vectores de toda especie. Cortés cuenta con San Pedro Sula como municipio, la capital industrial del país, además con el Puerto Cortés, principal de entrada y vías de comunicación que conectan con la capital.

La Región Sanitaria de Cortés está conformada por 11 municipios (figura 1), con una población estimada en el 2014 de 936 121 habitantes, exceptuando San Pedro Sula, que es considerada una región metropolitana. La cobertura médica no satisface las demandas de atención de la población. Se cuenta con 2 hospitales, 4 clínicas maternas, 18 centros asistidos por médicos y 35 por enfermeras. Epidemiológicamente no existe una red fortalecida en los municipios, solo se encuentra a nivel departamental.



Fuentes: telegramas epidemiológicos

**Fig. 1.** Notificaciones de dengue hasta la semana 47 y municipios en riesgo epidemiológico en la Región de Salud de Cortés

La complejidad de la dinámica del dengue en esta región, el escaso número de recursos humanos dedicados a la investigación epidemiológica, la inexistencia de una adecuada vigilancia sanitaria y la importancia que reviste para la salud de los cooperantes cubanos una adecuada caracterización del problema de investigación, llevaron al desarrollo del actual un estudio.

**MÉTODOS**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal, con recolección retrospectiva de la información, en el Departamento de Cortés, en Honduras, durante el período de 2003 a 2013. Este fue desarrollado por integrantes de la Brigada Médica Cubana, en coordinación con las autoridades sanitarias locales, con los objetivos de determinar la situación actual del dengue, describir la historicidad de la enfermedad y su posible relación con variables meteorológicas seleccionadas, y además diseñar un modelo matemático para el pronóstico de casos de dengue en esta región.

Se trabajó con informes de dengue leve y grave, donde figuraron las siguientes variables: edad, sexo, municipio, clasificación de la enfermedad, lugar de diagnóstico. Como variables climatológicas de interés, se trabajó con valores del NAO (siglas en inglés de *North Atlantic Oscillation*) y con los valores de El Niño para la región del Caribe, porque no se contaba con otras estadísticas. Las variables epidemiológicas se obtuvieron de informes oficiales de la Secretaría de Salud de Honduras y de la Región de Cortés, y las variables meteorológicas de la gestión satelital, a través del proyecto NOAA (siglas del inglés *National Oceanic and Atmospheric Administration*), mediante los satélites MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) y Terra.

Toda la información fue procesada estadísticamente, con el empleo del porcentaje y las tasas como medidas de resumen. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el test de la t de Student para diferencias de medias, la regresión logística y el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías. Para el estudio de la serie temporal, se procedió a su descomposición estacional con el método de Hordrick Prestott y el análisis de periodogramas. Los datos se procesaron en Excel, SPSS, Statistical y Eviews,

realizándose con este último las corridas de pronósticos con modelación compleja (ARCH, por sus siglas en inglés *Auto Regressive Conditioned Heteroskedasticity*).

## RESULTADOS

Durante el período de estudio se habían diagnosticado 2 492 casos de dengue para una tasa de 26,62 por cada  $10^4$  habitantes; de ellos, 1 663 padecieron la forma leve, para una tasa de  $17,76 \times 10^4$  habitantes, y 829 la forma grave, para una tasa de  $8,86 \times 10^4$  habitantes.

Por fichas epidemiológicas (notificación obligatoria, historia epidemiológica), se notificaron 990 afectados con las formas leves y graves. Se dejaron de recibir 1 502 fichas en relación con el total de casos por telegramas (2 492). Según el sexo, 519 correspondieron al masculino y 471 al femenino, para una razón hombre/mujer de 1,1. La prueba estadística de la  $X^2$  resultó no significativa.

Predominaron los pacientes en las edades de 20 a 49 años, con 382 (176 féminas y 206 varones), para 38,6 %. En menor frecuencia le continuó el grupo etario de 5-9 años, con 161 registros (81 féminas y 80 varones), para 16,3 % en relación con el total de casos.

De los 990 informes realizados, 798 presentaron formas leves y 192, graves. Del total de féminas (471), 388 padecieron la forma leve de la enfermedad (82,4 %) y 83 la grave (17,6 %). En los varones se presentaron 410 formas leves (79,0 %), en relación con el total de casos en este sexo, y 109 formas graves (21,0 %). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre el sexo y la forma de presentación.

La tasa específica de dengue para féminas fue de  $9,60 \times 10^4$  y para varones de  $11,64 \times 10^4$ . Según formas graves, para el sexo femenino la tasa específica fue  $1,69 \times 10^4$  y para el masculino de  $2,44 \times 10^4$ . Las formas graves de la enfermedad fueron más frecuentes en el grupo de 20 a 49 años, con 83 pacientes (43,2 % en relación con el total de formas graves). Para este grupo poblacional representó un riesgo epidemiológico de  $2,09 \times 10^4$  habitantes.

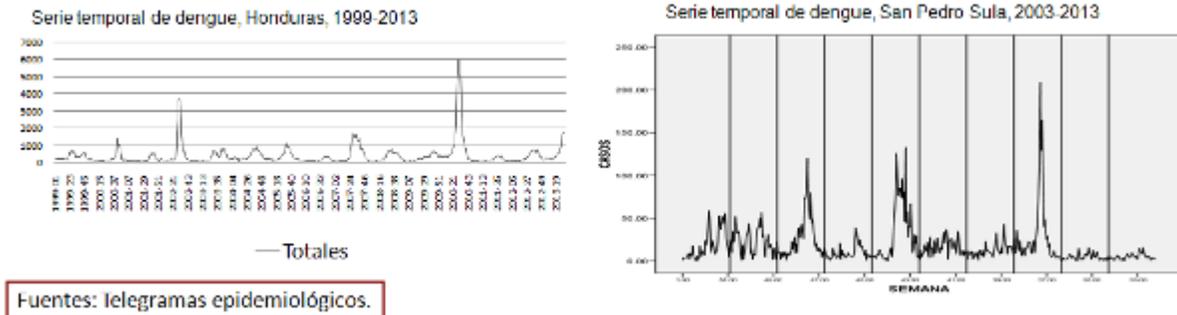
El predominio de casos se encontró en Choloma, con 263 (26,5 %), de los cuales 203 resultaron leves y 60 graves, porque fue el municipio con mayores registros de las formas agravadas. Por su parte, Villanueva fue el segundo municipio en orden de frecuencia, con 239 informes (24,2 %): 178 leves y 61 graves, seguido de Puerto Cortés, con 198 casos (20,0 %), y de ellos 167 y 31 en las formas leves y graves de la enfermedad, respectivamente.

En cuanto al riesgo, para Choloma fue de  $8,81 \times 10^4$  habitantes, para Villanueva de  $15,98 \times 10^4$  y para Puerto Cortés de  $15,29 \times 10^4$  habitantes. En Choloma la tasa para dengue grave fue  $2,0 \times 10^5$  habitantes, en Villanueva de  $4,07 \times 10^5$  y en Puerto Cortés de  $2,39 \times 10^5$  habitantes. La prueba de la  $X^2$  de Pearson indicó una elevada relación estadísticamente significativa entre las formas del dengue y el municipio.

Según el canal endémico, las 2 primeras semanas del año transcurrieron en epidemia; igual situación se presentó en las semanas 12, 17, 19, 25 y 31. El resto de las semanas el dengue se manifestó entre zonas de alarma y seguridad.

Las series cronológicas de Honduras y de Cortés exhibieron características de similitud, contrastado con los análisis de varianzas, test de la t de Student y el coeficiente de correlación de Pearson. La realización de periodogramas demuestra similitudes

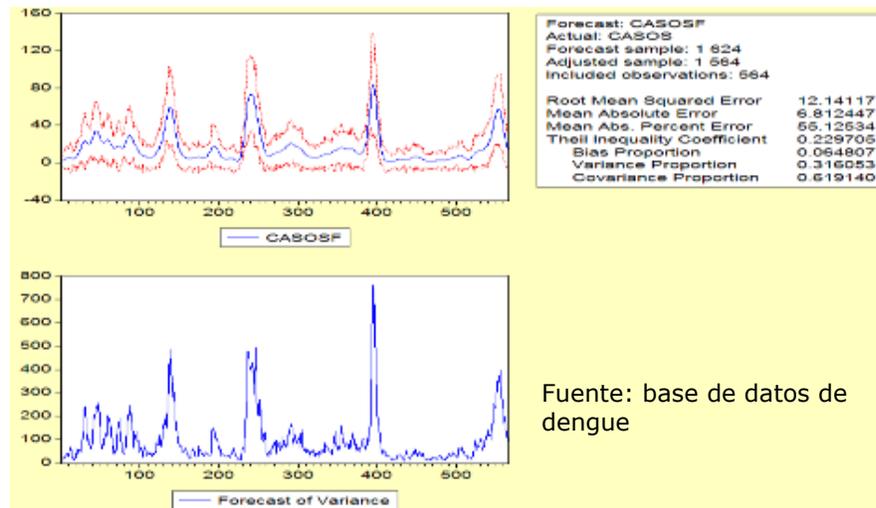
importantes. En ambas series se definió un patrón cíclico de aparición de volatilidades (brotes o epidemias) en períodos de 4 años (figura 2).



**Fig. 2.** Series cronológicas comparativas: Honduras y Cortés (años de 2003 a 2013)

La descomposición de la serie de Cortés demuestra complejidad e irregularidad, con leve tendencia al descenso. Se apreció correlación entre la enfermedad y los registros de actividad de El Niño como fenómeno climatológico y muy débil respecto a la Oscilación del Atlántico Norte, con un retardo de aproximadamente 2 a 3 meses.

El modelo de pronóstico calculado se ajustó con flexibilidad a la serie de casos observados, y muestra un movimiento irregular de la varianza. Los análisis de correlación entre ambas series (pronosticada y observada) exhibieron fuertes coeficientes y una amplitud máxima de pronóstico confiable extensible hasta 8 semanas (figura 3).



**Fig. 3.** Pronóstico de casos de dengue obtenido por modelación compleja

## DISCUSIÓN

Honduras se encuentra expuesta al “cinturón del dengue”, constituyendo un país de importancia, con conexión obligada para ambos hemisferios. Según informes de la Secretaría Nacional de Salud de Honduras, hasta el año 2013 Cortés era identificada como una de las regiones de mayor carga de morbilidad por dengue.

Para los casos de dengue según sexo y grupos etarios, la prueba estadística de la  $X^2$  resultó no significativa, o sea, que hombres y mujeres presentaban igual probabilidad de enfermar. El predominio en los grupos de 20 a 49 años de edad y de 5 a 9 años sugiere un riesgo epidemiológico incrementando para estos.

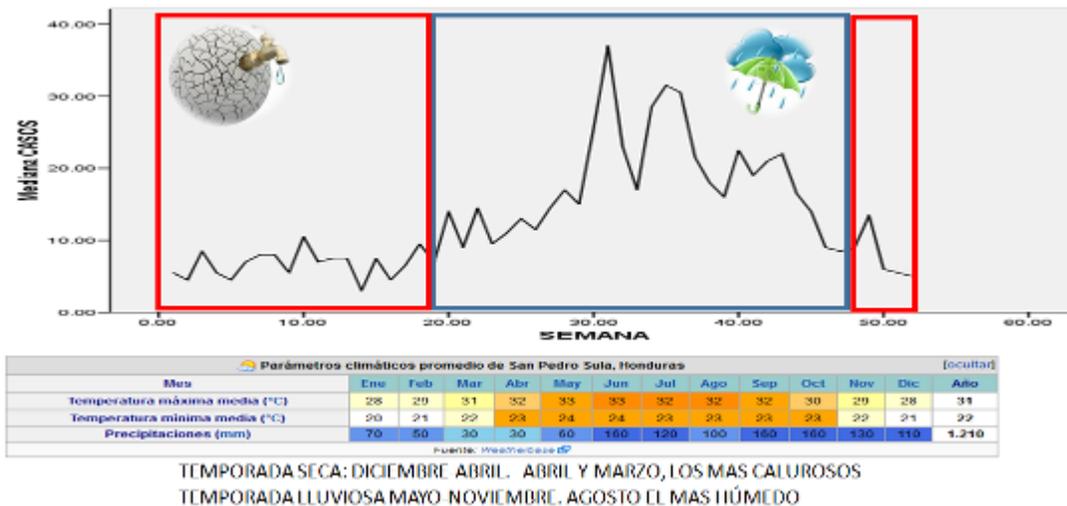
No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el sexo y la forma de presentación de la enfermedad, lo cual sugiere que el sexo no constituye un factor biológico de predisposición para las formas graves del dengue en esta región.

El predominio de casos en Choloma se explica en la densidad poblacional de este municipio, las características sociales y la concentración de actividades industriales; lo mismo sucede en los casos hallados en Villanueva, lo que además es un paso obligado hacia la capital. Puerto Cortés posee el puerto principal del país, lo que unido a su dinámica social, contribuye a la propagación del dengue.

Por otra parte, la prueba  $X^2$  de Pearson indicó una relación estadísticamente significativa entre las formas de dengue y el municipio; por tanto, los habitantes de Choloma, Villanueva y Puerto Cortés tienen más probabilidad de padecer la entidad clínica que el resto de los municipios y además de presentarla en sus formas graves. Según algunas investigaciones afines, los asentamientos poblacionales de mayor densidad y movimiento social, determinan las características del virus.<sup>4-6</sup>

La serie cronológica de Honduras muestra un patrón con cierta regularidad, con ciclos epidémicos cada 4 años. Al respecto, Cortés posee una fuerte carga de morbilidad, también con una serie cronológica parecida, y fuerte correlación estadística. Esta evolución se acerca a la de resultados obtenidos en estudios internacionales.<sup>7-9</sup>

En el período de mayo a noviembre (temporada lluviosa) se registran la mayoría de los casos de dengue (figura 4), lo cual sugiere un incremento de *Aedes aegypti*, lógicamente potenciado por las lluvias, la oscilación térmica y la creación de reservorios artificiales ideales para el vector.



**Fig. 4.** Relación de la serie temporal de dengue con los períodos lluviosos y poco lluviosos en Cortés

Las temperaturas resultan ideales para la procreación del *Aedes*, siendo un elemento directamente relacionado con la dispersión del vector incluso con la replicación viral del Dengue. La existencia de otros fenómenos meteorológicos como El Niño-La Niña y la Oscilación del Atlántico Norte pudieran influir en la infestación por *Aedes aegypti*. En su estudio, Ortiz Paulo y Rivero<sup>5</sup> encuentran semejanzas interesantes para el caso de Cuba, al igual que Palú Orozco *et al*,<sup>9</sup> quienes identifican puntos convergentes con esta investigación, particularizando en la ciudad de Santiago de Cuba.

Se aprecia correlación entre los casos de la enfermedad y los registros de actividad de El Niño. Los coeficientes de correlación y el análisis de varianza aportan un retardo de, aproximadamente, 2 a 3 meses. De presentarse el fenómeno de El Niño en período lluvioso pudiera ser un condicionante del aumento de precipitaciones en cantidad y en días, lo que condiciona la proliferación del vector y su dispersión y, en consecuencia, el incremento de casos de dengue. Existen resultados coincidentes en publicaciones internacionales, sobre todo para la región del Caribe.<sup>10-13</sup>

El modelo de pronóstico realizado se ajusta con flexibilidad a la serie de casos observados, y muestra además un movimiento irregular de la varianza, lo cual se traduce en momentos de autocorrelación importante; razón que justifica la propuesta de modelación ARCH. Los análisis de correlación entre ambas series (pronosticada y observada) exhiben fuertes coeficientes y una amplitud máxima de pronóstico confiable extensible hasta 8 semanas; aspecto que para la vigilancia epidemiológica representa un avance.

Para dar por concluido el sexo no constituyó un factor predisponente en esta región, pero la edad comprendida entre 5 a 9 y 20 a 49 años, el vivir en Choloma, Villanueva y Puerto Cortés, fueron elementos predisponentes en la aparición del dengue. La densidad poblacional de los municipios más afectados, la concentración de actividades industriales, y la dinámica social, condicionan la evolución actual de la enfermedad en dicha región. La historicidad de casos de dengue exhibe un patrón definido, con un carácter cíclico-epidémico de 4 a 5 años como promedio, marcadamente estacional, pues correspondía al período lluvioso de la región (de mayo a octubre fundamentalmente). Por ende, las condiciones climáticas están condicionando, junto a otros factores, la transmisión de la enfermedad en el territorio. El modelo de pronóstico construido pudo ser utilizado a baja escala (predicción máxima de hasta 8 semanas), debido a los escasos datos existentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Heymann DL. El control de las enfermedades transmisibles. 18 ed. Washington, D.C.: OPS; 2005. p. 105-489. (Publicación Científica y Técnica No. 613)
2. Arias J. *Aedes aegypti*. Curso virtual de Vivienda y Vectores. La Habana: OPS; 2002.
3. Bisset J, Marquetti MC, Leyva M, Rodríguez M. Distribución y talla del adulto de *Aedes aegypti* asociado con los sitios de cría. Rev Cubana Med Trop. 2008 [citado 14 May 2015]; 60(1).
4. Miranda Reyes SC, Orozco González MI, Pérez Pérez IM, Palú Orozco A. Dirección estratégica en vigilancia y lucha antivectorial contra la reintroducción del dengue en el municipio de Santiago de Cuba. MEDISAN. 2009 [citado 14 May 2015]; 13(3).

5. Ortíz Paulo L, Rivero A. Índices climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio temporales. *Rev Cubana Meteorol.* 2004; 11(1): 65-75.
6. Tiemi Takahashi L, Maidana NA, Castro Ferreira W, Pulino P, Yang HM. Mathematical models for the *Aedes aegypti* dispersal dynamics: traveling waves by wing and wind. *Bull Math Biol.* 2005; 67(3): 509–28.
7. Lewis M, Renclawowicz J, van den Driessche P. Traveling waves and spread rate for a West Nile virus model. *Bull Math Biol.* 2006; 68(1): 3–23.
8. El desafío de la Epidemiología. Problemas y lecturas seleccionadas. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 1988. p. 63-8. (Publicación Científica no. 505).
9. Palú Orozco A, Orozco González MI, Reyes Viltres YR, Pérez López Y. Ingeniería de datos en la gestión de eventos epidémicos de transmisión vectorial. En: VIII Congreso Internacional de Informática en la Salud. II Congreso Moodle Salud. La Habana: CNICM-Infomed; 2011.
10. Orozco González MI, Miranda Reyes SC, Pérez Pérez IM, Palú Orozco A. Enfrentamiento a eventos epidémicos de transmisión vectorial: dengue y paludismo. Santiago de Cuba: Editorial Oriente; 2010.
11. Ichii K, Kawabata A, Yamaguchi Y. Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends: 1982-1990. *Int J Remote Sensing.* 2002; 23(18): 3873-8.
12. Andres L, Salas WA, Skole D. Fourier analysis of multi-temporal AVHRR data applied to land cover classification. *Int J Remote Sensing.* 1994; 15(5): 1115-221.
13. Guía básica sobre imágenes satelitales y sus productos [citado 14 May 2015].

Recibido: 1 de septiembre de 2015.

Aprobado: 3 de septiembre de 2016.

*Adrián Palú Orozco.* Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología, avenida Cebreco entre 1ra y 3ra, reparto Ampliación de Terrazas, Santiago de Cuba, Cuba.  
Correo electrónico: [iluminadaorozco@infomed.sld.cu](mailto:iluminadaorozco@infomed.sld.cu)