

**Título:** Impacto del uso de la Epidemiología panorámica en la gestión de riesgos ambientales y entomológicos en Santiago de Cuba.

**Autores:** *Adrián Palú Orozco<sup>1</sup>; María Iluminada Orozco González<sup>2</sup>; Ana Lourdes Brito Moreno; Nuria Delis Despaigne<sup>4</sup>; Yandris Rafael Reyes Viltres<sup>5</sup>.*

1 Médico epidemiólogo, Máster en enfermedades infecciosas, asistente de la Universidad médica de Santiago de Cuba, investigador agregado, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Santiago de Cuba, Cuba. [uats@medired.scu.sld.cu](mailto:uats@medired.scu.sld.cu)

2 Médica epidemióloga, especialista de segundo grado, Máster en Salud Pública, Auxiliar de la Universidad Médica de Santiago de Cuba, Investigadora auxiliar. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología, Santiago de Cuba, Cuba, [iorozco@medired.scu.sld.cu](mailto:iorozco@medired.scu.sld.cu)

3 Ingeniera en Geodesia y Cartografía. Centro Meteorológico Provincial, Santiago de Cuba.

4. Licenciada en Enfermería, especializada en Bioestadística. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Departamento de Vigilancia en salud. Santiago de Cuba.

5. Lic. en Educación, especialidad en Geografía. Santiago de Cuba.

**Instituciones:** Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología.

**Teléfono:** 641872 y 668301

**Correo electrónico:** [uats@medired.scu.sld.cu](mailto:uats@medired.scu.sld.cu)

**País:** Cuba

## **Resumen**

Los eventos epidémicos en sentido general, presuponen un gran problema de salud para cualquier nación, con los consiguientes costos que ello presupone, además de la carga de morbilidad y mortalidad que se derivan de ello. Las epidemias de transmisión vectorial resultan a su vez mucho más costosas por el tiempo de evolución, lo errático de su distribución y desplazamiento espacial, por ello la adecuada gestión de riesgos entomológicos y ambientales, contribuye de forma decisiva a su prevención e incluso pronóstico. El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) así como la gestión de

información satelital, resultan de inestimable valor en la vigilancia, permitiendo identificar el desplazamiento de la infestación vectorial, proyectar geográficamente los riesgos ambientales, planificar recursos y acciones, evaluar impacto e incluso realizar pronósticos. Si además se combinan soportes estadísticos como el análisis factorial, la regresión logística, lineal y la estimación curvilínea, la gestión basada en sistemas de información geográfica y satelital, toma más validez, careciendo de menos errores, siendo por tanto más útil en la vigilancia de eventos epidemiológicos. El uso de estos paquetes automatizados, permitió una mejor gestión de acciones epidemiológicas destinadas a la vigilancia de riesgos entomológicos y ambientales, permitiendo ahorro de recursos humanos y materiales, un reordenamiento de acciones sanitarias y la apertura de la Epidemiología panorámica para la vigilancia en salud del territorio.

**Palabras Clave:sistema de información geográfica, Epidemiología panorámica, gestión de riesgos.**

**Título:** Impacto del uso de la Epidemiología panorámica en la gestión de riesgos ambientales y entomológicos en Santiago de Cuba.

**Autores:** *Adrián Palú Orozco<sup>1</sup>; María Iluminada Orozco González<sup>2</sup>; Ana Lourdes Brito Moreno; Nuria Delis Despaigne<sup>4</sup>; Yandris Rafael Reyes Viltres<sup>5</sup>.*

1 Médico epidemiólogo, Máster en enfermedades infecciosas, asistente de la Universidad médica de Santiago de Cuba, investigador agregado, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Santiago de Cuba, Cuba. [uats@medired.scu.sld.cu](mailto:uats@medired.scu.sld.cu)

2 Médica epidemióloga, especialista de segundo grado, Máster en Salud Pública, Auxiliar de la Universidad Médica de Santiago de Cuba, Investigadora auxiliar. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología, Santiago de Cuba, Cuba, [iorozco@medired.scu.sld.cu](mailto:iorozco@medired.scu.sld.cu)

3 Ingeniera en Geodesia y Cartografía. Centro Meteorológico Provincial, Santiago de Cuba.

4. Licenciada en Enfermería, especializada en Bioestadística. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Departamento de Vigilancia en salud. Santiago de Cuba.

5. Lic. en Educación, especialidad en Geografía. Santiago de Cuba.

**Instituciones:** Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología.

**Teléfono:** 641872 y 668301

**Correo electrónico:** [uats@medired.scu.sld.cu](mailto:uats@medired.scu.sld.cu)

**País:** Cuba

### **Introducción:**

Entre las enfermedades de transmisión vectorial, el Paludismo o Malaria, y el Dengue, constituyen a pesar del paso del tiempo, eventos reemergentes y de gran impacto a la salud en el mundo. El Dengue, enfermedad infecciosa también de transmisión vectorial, cuyo transmisor fundamental es el mosquito *Aedes aegyptis*, ha experimentado un marcado incremento en los últimos 30 años (reemergencia), siendo considerada la más importante de las arbovirosis. En la actualidad, es endémico en casi todos los países tropicales, abarcando varios continentes. Los 4 serotipos son endémicos en África,

América Latina, América del Sur y Central, así como en el área del Caribe y en países del Asia en los cuales se presentan ciclos epidémicos con intervalos de 2 a 5 años. [1-3]

Los factores ambientales, socioculturales, las condiciones y estilos de vida unidos al déficit de recursos financieros, a los que en algunos casos se añade la carencia de recursos humanos capacitados, constituyen factores que contribuyen al mantenimiento de altos niveles de infestación del vector y por ende existen las posibilidades reales de aparición y transmisión de la enfermedad, dando lugar a ciclos endemo epidémicos y en algunos países como el nuestro a períodos de ausencia de la enfermedad y a la aparición de casos importados y brotes de transmisión local. [4,5].

El incremento de las relaciones económicas, culturales y sociales de nuestro país con otros países del tercer mundo y en especial de América Latina y el Caribe, propician los movimientos migratorios temporales desde y hacia nuestra nación, con el consiguiente riesgo de que las personas, actuando como reservorios, trasladen de un lugar a otro agentes causales de enfermedades, que habitualmente no existen en el territorio.

Los elevados índices de infestación vectorial en Santiago de Cuba, unido a otros riesgos ambientales de marcada importancia, constituyen aspectos de elevada vulnerabilidad para el territorio, por lo que su adecuada vigilancia constituye un reto para las autoridades sanitarias.

La ingeniería de datos, constituye en la contemporaneidad un conjunto de aplicaciones (datos, software, hardwares) importantes para la toma de decisiones. El uso de técnicas estadísticas específicas, a través del sistema SPSS 15.0, dentro de las cuales se puede mencionar, el análisis factorial, la regresión, así como la estimación curvilínea, resultan elementos importantes para el trabajo de vigilancia. De igual manera, el análisis de cluster y el trabajo de simulación basado en algoritmos de redes neuronales, contribuye a una gestión espacial de riesgo, cobrando un impacto especial cuando se aplican.

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIGs), unido a la gestión espacial a través de imágenes satelitales, abren la oportunidad de introducir la Epidemiología panorámica para la vigilancia de eventos sanitarios de interés.

Con la finalidad de, fue desarrollada la presente investigación.

## **Objetivos**

Caracterizar eventos epidemiológicos importantes relacionados con la infestación vectorial y determinados riesgos ambientales.

Modelar geográficamente la evolución de la focalidad y pronóstico de la misma desde la dimensión espacial.

## **Materiales y métodos**

Se desarrolló un estudio ecológico, tomando como unidades de observación las manzanas del casco urbano de la ciudad de Santiago de Cuba, que abarcó los años 2010 a 2011.

Las variables a tener en cuenta se categorizaron en: ambientales (identificación de microbasurales, salideros, obstrucciones, drenes obstruidos, fosas vertiendo) y entomológicas. Fueron utilizadas variables cuantitativas, cualitativas, y como variables independientes, la existencia de focalidad en la correspondiente manzana y el índice casa como evento entomológico.

La utilización de sistemas como EVIEWS, SPSS 15,0 y Statistical, permitieron el análisis de variables, resumidas a través de medias, medianas, desviación estándar, frecuencia absoluta y relativa (%), según el tipo. Se utilizaron además técnicas estadísticas específicas como el análisis factorial, la regresión lineal y logística, la estimación curvilínea, el análisis de cluster y algoritmos de redes neuronales. En los casos necesarios se calcularon los intervalos de confianza correspondientes, con un margen de error aceptable  $\alpha=0,05$ .

El uso del paquete Mapinfo 8.5, permitió la modelación geográfica de la infestación por *Aedes aegypti*, a través de análisis espacial (Krigging, distancia inversa, análisis de vecinos más cercanos) permitiendo incluso pronosticar el movimiento de la infestación. El apoyo de información satelital (a través del Centro Meteorológico Provincial) permitió analizar la influencia de la dirección de los vientos en el movimiento de la focalidad.

## Resultados

Para arribar a los resultados de la investigación resulta oportuno destacar que se trabajó con variables de importancia capital en su caracterización. Su ordenamiento categórico, se resume a continuación:

- Variables entomológicas: frecuencia absoluta de focos, universo de viviendas y locales, universo de manzanas, número de la manzana. Estas variables permiten ser resumidas en indicadores necesarios para el trabajo, como el índice de infestación vectorial, las manzanas reiterativas según ciclos de trabajo, entre otros.
- Variables ambientales: frecuencia absoluta de salideros, obstrucciones, microbasurales, drenes obstruidos, desbordamientos de fosas, sitios con enyerbamientos, número de manzana. Estas variables, se utilizan en el cálculo de indicadores específicos relacionados con la salud ambiental.
- Variables climatológicas: humedad relativa, temperatura máxima media, temperatura mínima media, presión atmosférica, radiación, densidad de oxígeno disuelta en el aire, precipitaciones.
- Indicadores específicos: MEI (multivariate ENOS Index): Índice multivariado para el fenómeno del Niño; Índice Bultó 1;2 y 3 (variabilidad climática).

Las áreas mayormente afectadas en cuanto a la infestación vectorial, resultaron ser Finlay, seguida de Camilo Torres, Municipal y López Peña, evidenciándose una dispersión importante de la focalidad en toda el área urbana.

Con la finalidad de identificar las posibles relaciones entre las variables, se procedió a la utilización de análisis de regresión lineal y logísticas de acuerdo a las variables utilizadas, mostrándose evidente asociación desde el punto de vista estadístico con mayor o menor fuerza, para un valor aceptado cuando se cumpliera la condición de  $p \leq 0,05$ . Las principales asociaciones se evidenciaron tal y como se muestra a continuación:

- a) Presencia de focos con existencia de riesgos ambientales (microbasurales, obstrucciones, desbordamientos, salideros, existencia de microbasurales).

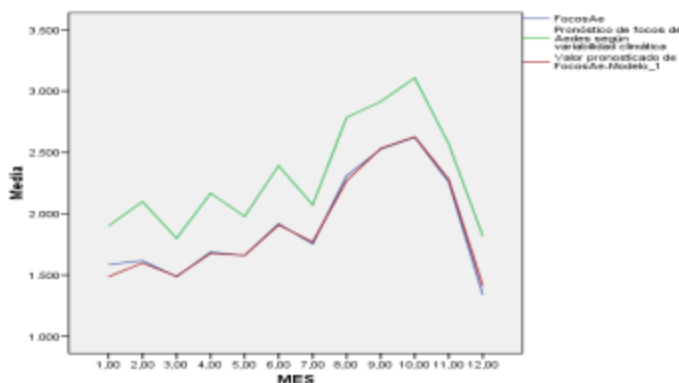
Para poder analizar el evento epidemiológico (infestación por *Aedes aegypti*) en una verdadera dimensión multicausal, se aplicó el análisis factorial, técnica estadística multivariada, basada en coeficientes de correlaciones, rotaciones de matrices y otros

modelos matemáticos específicos, lo cual permitió identificar el peso de las variables que más relación tenían con la transmisión de la enfermedad, dentro de las cuales, se mencionan, por orden de importancia, de mayor a menor:

- Manzanas reiterativas (aquellas que repiten los focos de Aedes de un ciclo a otro): 0,78.
- Presencia de salideros. Coeficiente de correlación: 0.73.
- Presencia de obstrucciones. Coeficiente de correlación: 0.73.
- Presencia de desbordamientos. Coeficiente de correlación: 0.70.
- Presencia de microbasurales. Coeficiente de correlación: 0.54

La aplicación de la ingeniería de datos, a través del uso de análisis informatizado a partir del SPSS 15,0, Statistical y EVIEWS, permitió acceder a la realización de pronósticos, basados primeramente en técnicas de regresión logística y en estimaciones curvilíneas. Además de estos elementos antes comentados y considerando el peso estadístico de las variables en análisis, se desarrollaron pronósticos basados en modelación ARIMA bajo el supuesto de estacionalidad, así como modelación ARCH, esta última considerando además los efectos de la variabilidad climática, estimados a partir de modelos bioclimáticos aportados por el Instituto de Meteorología y el Centro Meteorológico Provincial de Santiago, utilizándose para ello la gestión satelital para la descarga de indicadores específicos así como imágenes de importancia.

Figura 1. Modelación de los focos de Aedes aegypti por meses (1981-2011) según modelación ARCH.



Fuente: Tablas de vaciamiento, Unidad Provincial de Vectores.

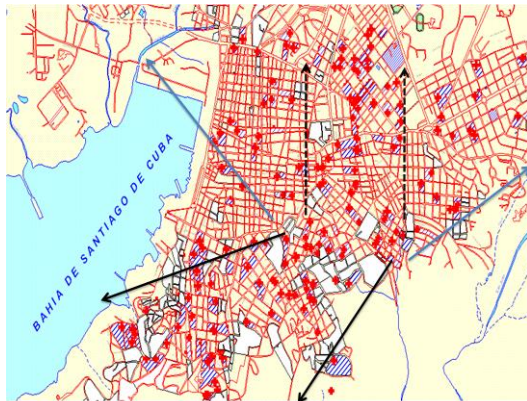
Los pronósticos calculados, por años y por meses, permitieron establecer comparaciones entre los métodos empleados (ARIMA y ARCH), evidenciándose mayor solidez y seguridad con el empleo de la modelación ARCH y considerando además los efectos de la variabilidad climática para la ciudad de Santiago de Cuba, a partir de informaciones generales (como la influencia de los fenómenos El niño y la Niña, Oscilación del Atlántico Norte y la Oscilación Quasi Bianual de la radiación solar) y particulares (Índices Bultó. temperatura, precipitaciones, radiación, insolación, presión atmosférica, entre otras). Se demuestra la estacionalidad de la infestación por Aedes, a partir del mes de Mayo, extendiéndose aproximadamente hasta Octubre, lo cual corresponde con el período lluvioso, de transiciones térmicas y de influencia de la temporada ciclónica. No obstante, se evidencia también aumento de la focalidad en los meses de invierno, sobre todo en el período marzo-abril, aspecto relacionado con la influencia de fluctuaciones de la temperatura, la influencia de anticiclones y las modificaciones de otras variables meteorológicas como las precipitaciones.

El análisis de la focalidad y de los riesgos ambientales, desde la dimensión espacial, permitió apreciar el desplazamiento paulatino de la infestación, así como los factores ambientales, relacionados espacialmente con los focos de Aedes. La gestión de riesgos y problemas sanitarios, a través de sistemas de información geográfica y de información satelital, es conocida a nivel internacional como Epidemiología panorámica, siendo el primer uso que se hace de ambos métodos en el municipio Santiago.

La aplicación de la Epidemiología panorámica, permitió la identificación de los patrones de traslación de la focalidad, así como la velocidad de dispersión, siendo aspectos de gran impacto e importancia para su control. La velocidad de traslación estimada, a partir del uso de las bases cartográficas (considerando la identificación por manzanas de focos de Aedes y su respectivo riesgo), de la combinación de análisis de regresión lineal, estimación curvilínea, cluster y simulación de redes neuronales (atendiendo a la georeferenciación de las manzanas con focos), considerando además la velocidad y dirección de los vientos, ha sido como valor medio de 25 metros por día, con una desviación estándar de 3,75 e intervalo de confianza para 95%, de 17,5 a 32,5 metros por día.

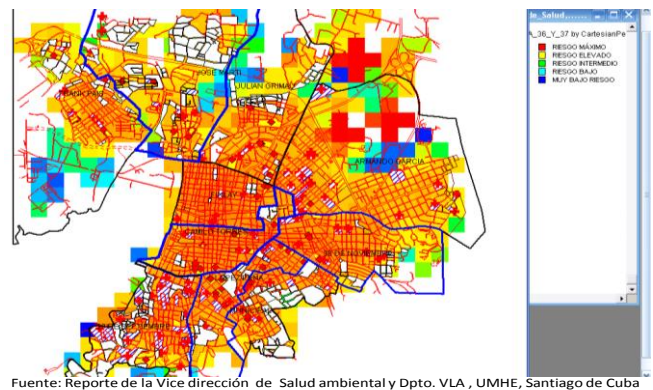


Mapa 1. Patrones más frecuentes de traslación de focalidad en Santiago de Cuba



Fuente: Reporte de la Vice dirección de Transmisibles, UMHE, Santiago de Cuba

Mapa 2. Pronósticos de traslación de focalidad en Santiago de Cuba.



Fuente: Reporte de la Vice dirección de Salud ambiental y Dpto. VLA, UMHE, Santiago de Cuba

A partir de los aspectos anteriormente caracterizados, y de otros preliminares que también fueron considerados, como la situación ambiental de la ciudad, se pudo realizar una proyección geodinámica del riesgo de transmisión, basado en un sistema de decisiones, que permitió la combinación de técnicas estadísticas (análisis de cluster y simulación de redes neuronales) y espaciales (Kriging, peso de la distancia inversa).

Como se aprecia en el mapa, las zonas sombreadas en naranja y amarillo, de hecho las de mayor frecuencia, corresponden a áreas entre riesgo elevado y riesgo máximo de focalidad, distribuidas con cierta uniformidad desde el área de salud Finlay, hasta el resto de las áreas del municipio.

La introducción de métodos de estudio de la Epidemiología panorámica en Santiago, permitió identificar aspectos no visualizados a través de indicadores utilizados en la vigilancia y lucha antivectorial. La mapificación de variables de importancia especial tales como los focos de *Aedes aegyptis*, y los riesgos ambientales, permitió un reordenamiento de acciones, con un impacto traducido en una mejor gestión ambiental y entomológica.

## Conclusiones

- La utilización de la ingeniería de datos, permitió la caracterización preliminar de variables relacionadas con la focalidad por *Aedes aegypti*, identificando aspectos epidemiológicos determinantes como la identificación de riesgos ambientales como la presencia de microbasurales, obstrucciones, salideros, enyerbamientos y desbordamientos, así como otros aspectos ambientales relacionados con el clima y su variabilidad, permitiendo incluso la estimación pronóstica, y su futura modelación geográfica.
- El uso de la Epidemiología panorámica resultó de gran impacto para la gestión de riesgos ambientales y entomológicos, adoptándose medidas oportunas, rápidas y efectivas, lo cual ayudó sensiblemente al pronóstico de focos de *Aedes*, temporal y espacialmente.
- Aún con la realización de disímiles acciones de lucha antivectorial, el elemento CLIMA, ha continuado modelando la infestación vectorial, haciendo regresar a su media (1779 focos por mes) la curva de focalidad, con movimientos importantes al ascenso. Los pronósticos con que hoy se cuenta, para variables climáticas de interés, ayudan a pronosticar la focalidad, con un adelanto entre 2 a 6 meses, lo cual permite una mejor gestión de las acciones de lucha antivectorial.

## Referencias bibliográficas.

1. Heymann D.L. El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. Informe oficial de la Asociación Estadounidense de Salud Pública, Edición 18, 2005. Organización Panamericana de la Salud. 105-12, 489-09.
2. Dengue. 44 Consejo directivo, 55 Sesión del comité regional. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 2003; 1-15.
3. Arias J. *Aedes aegypti*. Curso virtual de Vivienda y Vectores. La Habana: Organización Panam. De la salud, 2002 <<http://www.cepis.oms-ops.org>>[consulta 8 de septiembre 2007].
4. 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 v.60 n.1 Ciudad de la Habana ene.-abr. 2008.
5. El desafío de la Epidemiología, problemas y lecturas seleccionadas. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 1988; 63-68. (Publicación científica no. 505).

6. Miranda Reyes SC, Orozco González MI, Pérez Pérez IM, Palú Orozco A. Dirección estratégica en vigilancia y lucha antivectorial para el enfrentamiento a la reintroducción del dengue. Municipio santiago de cuba. rev.Medisan ISSN 1029-3019, Volumen 13, No. 3, 2009.
7. Ortíz B P L y Rivero V A (2004): Índices Climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio temporales. Revista Cubana Cubana de Meteorología. Volumen 11 No. 1. Marzo.
8. Ichii, K., Kawabata, A. y Yamaguchi, Y., (2002): Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends: 1982-1990. International Journal of Remote Sensing. 23: 38733878.
9. Andres, L., Salas, W.A. y Skole, D., (1994): Fourier analysis of multi-temporal AVHRR data applied to land cover classification. International Journal of Remote Sensing.15: 1115-1221.
10. Guía básica sobre Imágenes Satelitales y sus productos. <http://www.srgis.cl>.