



Original

Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp*; caso en Costa Rica.

Digital cartographic tools in surveillance of diseases transmitted by *Aedes spp*; Case in Costa Rica

Juan Gabriel Ledezma Acevedo¹, Natalia Rodríguez Cardenas², Johnny Ureña Picado³

- (1) ¹ Licenciado en Medicina y Cirugía, Coordinación de Vigilancia de la Salud, Área Rectora de Salud de Nandayure, Ministerio de Salud de Costa Rica, Nandayure, Guanacaste Tel/fax: 2657 71 01 juan.ledezma@misalud.go.cr
- (2) ² Licenciada en Medicina y Cirugía, Dirección de Área, Área Rectora de Salud de Nandayure, Ministerio de Salud de Costa Rica, Nandayure, Guanacaste, natalia.rodriguez@misalud.go.cr
- (3) ³ Biólogo con especialidad en Desarrollo Sostenible, con énfasis en conservación de los Recursos Biológicos, Coordinador de Regulación de la Salud Área Rectora de Salud de Nandayure, Ministerio de Salud de Costa Rica, Nandayure, Guanacaste, Johnny.urena@misalud.go.cr@uv.cl

Recibido: 28 de marzo 2017 Aprobado: 19 de febrero de 2018

RESUMEN

Los mosquitos del género *Aedes*, han provocado importantes epidemias de enfermedades como dengue, chikungunya, fiebre amarilla y zika en las Américas. La vigilancia epidemiológica de tales enfermedades, a través de los sistemas de información geográfica y la cartografía digital se han convertido en aliados para la Salud Pública. **El objetivo** de este estudio es describir el uso práctico de una herramienta geoespacial de acceso gratuito, en la vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, en un sector endémico de Costa Rica para la presencia de este vector.

Metodología: Se trata de un estudio de caso sobre la implementación de

Herramientas Cartográficas digitales en un Área Rectora de Salud local del Ministerio de Salud, y su uso exitoso para la geo-localización de los casos sospechosos de dengue, zika y chikungunya notificados en esa área entre 2013 y 2016. **Resultados:** Se logró implementar el mapeo digital de los casos a través de marcas de posición. Con ventajas en la vigilancia epidemiológica, gracias al programa que permitió la identificación rápida de las viviendas, identificación de conglomerados, y selección de zonas prioritarias para intervenir. Además, fue un apoyo en la ejecución de los planes operativos, y en la conducción de actividades de movilización social.

Discusión: Por su calidad de visualización topográfica y la interfaz intuitiva, las Herramientas Cartográficas digitales fueron útiles para la vigilancia epidemiológica de la transmisión de virus por el vector *Aedes spp* en Nandayure de Guanacaste, Costa Rica.

Palabras claves: *Aedes aegypti*, sistemas de información geográfica, vigilancia epidemiológica, enfermedades vectoriales, criaderos crípticos.

ABSTRACT

Aedes mosquito, because of its capability for spreading several virus, and its wide distribution at the American Continent, has generated epidemics of dengue, chikungunya, yellow fever and zika. Epidemic surveillance of these vector transmitted diseases, using free Geographic Information Systems and digital programs, has become into a great partner of Public Health departments. **Objective:** This study describes the practical use of free software of satellite image and free Geographic Information Systems, for the surveillance of *Aedes spp* transmitted diseases, in a Costa Rican *Aedes* endemic location. **Methods:** It is a case study developed at one local office, of Ministry of health in Costa Rica, geo locating the reported cases of dengue, zika, chikungunya from 2013 to 2016. **Results:** the achievement of position marks representing the house of all the cases reported, in a digital database of points and layers. Improvement in epidemic surveillance, thanks to the use of the selected programs that permitted to identify the

conglomerates of cases at the neighborhoods, and the higher priority intervention zones.

Discussion: the programs used, helped to visualize planned routes for the execution of social movement actions, and operational plans. Thanks to the image quality and the easy interactive interface, free Software selected, resulted into a useful tool for the surveillance of *Aedes spp*. transmitted diseases in the case of the public health department of Nandayure, from Guanacaste province of Costa Rica.

Keywords: *Aedes aegypti*, Geographic information systems, Epidemic surveillance, vector transmitted diseases, Cryptic breeding sites.

INTRODUCCIÓN

El análisis de distribución de las enfermedades y sus determinantes en el espacio y el tiempo, son un aspecto fundamental para la Epidemiología y por ende para la Salud Pública, envolviendo como consideraciones primordiales: ¿Quién enfermó? ¿Dónde y cuándo se produjo la enfermedad? ¿Cuáles fueron sus determinantes asociados? Para una mejor comprensión de este contexto, la geografía moderna por su desarrollo tecnológico y aporte de numerosas técnicas y métodos estadísticos útiles para analizar la información, ha permitido comprender mejor las particularidades de distribución espacial de los estados de salud-enfermedad de un territorio o región determinada (1).

Gracias al creciente desarrollo de software de información



Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, caso en Costa Rica

geográfica, y al acceso gratuito a imágenes satelitales, la aplicación de éstos en diferentes campos de la Epidemiología y de la Salud Pública, es cada día mayor, siendo útiles para hacer desde una simple ilustración gráfica, como para realizar epidemiología descriptiva, o la selección de áreas geográficas históricamente más afectadas para enfocar las acciones de prevención, hasta para la generación de hipótesis etiológicas (2). En el tema específico de la vigilancia de las enfermedades vectoriales, la representación geográfica de las viviendas de los casos sospechosos siempre ha sido de gran importancia, ya que pueden surgir patrones espaciales que herramientas epidemiológicas usuales como los cuadros estadísticos y los corredores endémicos no son capaces de mostrar.

Las enfermedades vectoriales representan más del 17 % de todas las enfermedades infecciosas a nivel mundial. En la actualidad provocan, cada año, más de 1 millón de defunciones, siendo el dengue la enfermedad vectorial con mayor crecimiento en el mundo y cuya incidencia se ha multiplicado en los últimos 50 años (3). Hasta el presente año y desde 1980, por una constante existencia y dispersión del vector *Aedes aegypti* en diversas áreas de las Américas, ha provocado frecuentes e importantes epidemias de dengue en diferentes países como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Venezuela, México, toda Centroamérica, Antillas y Estados Unidos, entre otros (4).

Costa Rica, al igual que estos países, ha sido afectada en gran magnitud por enfermedades vectoriales, como el dengue, zika y chikungunya. Desde la reintroducción del *Aedes aegypti* en 1993, es considerado un país endémico del dengue debido a que la mayoría del territorio nacional ofrece condiciones de cría y reproducción para este vector. A nivel mundial, el *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* son dos de las especies más importantes de mosquitos, en lo que se refiere a la transmisión de enfermedades. Ambas se consideran especies invasoras, ya que han colonizado exitosamente muchos sitios fuera de sus ámbitos nativos (5,6).

En el año 2013, Costa Rica presentó su peor epidemia histórica de dengue, con una alta incidencia de casos, notificándose al sistema un total de 49.993 casos confirmados, (tasa de incidencia de 1 069,2 casos / 100.000 habitantes) de los cuales 189 se clasificaron como casos de dengue grave, y hubo un caso de víctima mortal. Según los datos de 1993 al año 2013, entre las nueve Regiones Rectoras de Salud de Costa Rica, las más afectadas históricamente han sido tres, la Región Pacífico Central, la Chorotega y la Huetar Caribe. Acumulando el 80,4 % de la carga de la enfermedad en el país (7,8). Nandayure es uno de los cantones de la Región Chorotega, con más alta tasa de incidencia anual de casos reportados de enfermedades transmitidas por este vector.

En el año 2014 ingresa por primera vez a Costa Rica el virus del chikungunya, y en el año 2016 se

reportan por primera vez casos y brotes del virus del Zika, enfermedades vectoriales transmitidas por el mismo vector: el *Aedes aegypti*. Actualmente el reporte de chikungunya y zika, ya es común y hasta endémico, con brotes en diferentes cantones del país, gracias a la presencia del vector, reportándose consecuencias graves asociadas a zika, como algunos casos de síndromes congénitos y síndromes neurológicos (9,10).

Ante tal problemática mundial de la expansión de virus transmitidos por vectores, y debido a las ventajas que ofrecen las imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica (SIG) en el campo de la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), han promovido su uso como parte de proyectos de fortalecimiento de capacidades de los Ministerios de Salud Pública en la Región de la Américas (11, 12,13). Algunos sistemas de vigilancia de enfermedades como el dengue y zika, de diferentes países, ya han vinculado SIG, obteniendo experiencias exitosas en las estrategias de control de tales enfermedades (14). No obstante, esas experiencias están limitadas a profesionales de la salud instruidos y a países con capacidad económica para el acceso a licencias comerciales de alto costo.

Aunque recientemente, ha habido una expansión en el desarrollo de software de SIG de código libre tales como GRASS GIS, gvSIG, QGIS, uDig, SIG-Epi, ArcGIS Explorer Desktop, entre otros (1);

estos no dejan de requerir habilidades y conocimientos especiales, requiriendo importantes costos de capacitación y seguimiento.

En Costa Rica, la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos de América, implicó que cualquier software de tipo comercial debe tener su respectiva licencia para su instalación y uso, lo cual supone grandes inversiones en la adquisición y mantenimiento a las mismas por parte del Estado costarricense. Muchas de las aplicaciones realizadas hasta la fecha por las instituciones públicas podrían haberse realizado con un software SIG de código abierto y obtener los mismos resultados que con uno de carácter comercial (15).

Ante la escasez de recursos y la complejidad en el control de enfermedades vectoriales, se requiere de soluciones novedosas y de bajo costo para mejorar la vigilancia de tales enfermedades. Herramientas cartográficas de acceso gratuito se han convertido en una alternativa novedosa por su acceso a imágenes por satélite y a instrumentos de edición de uso común (por ejemplo, Google Earth™) que complementan software de SIG existentes y brindan nuevas oportunidades para reforzar la capacidad global de salud pública, pues permite elaborar información para infraestructuras urbanas, y mostrar los datos directamente en una imagen del entorno físico (15).

Google Earth, por su facilidad de adquisición, su interfaz intuitiva, compatibilidad con otros SIG y la aceptación que ha tenido, ha sido la herramienta más utilizada; hoy día, un



Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, caso en Costa Rica

incesante número de organizaciones gubernamentales está haciendo disponibles sus datos mediante esta tecnología cartográfica. Este desarrollo está ocurriendo, especialmente, aunque no de forma exclusiva, en Estados Unidos de América y España mediante las denominadas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) (16).

En Costa Rica, un país en vías de desarrollo, con limitados recursos económicos en salud, considerado un país endémico de dengue, desde el año 1993, y con presentaciones recientes de brotes y epidemias de zika y chikungunya. El uso de la cartografía digital viene a ser una alternativa viable y factible para su implementación.

A pesar de tal situación, en el país el uso de estas herramientas, es una actividad aislada. En el 2013, en el Departamento de Vigilancia Epidemiológica del Área Rectora de Salud (ARS) de Nandayure, Ministerio de Salud; se decidió iniciar con el uso esta tecnología y abandonar el uso de mapas de papel o croquis en una pizarra, que tenían la limitante del volumen y la escasa calidad de la información contenida. Esta Área Rectora, incorporó como un medio de apoyo al sistema de vigilancia de las enfermedades vectoriales, el uso Google Earth para la geo-localización y generación de mapas de los casos sospechosos de dengue, zika y chikungunya, notificados por los centros de salud. Su implementación permitió obtener beneficios en el registro, análisis y procesamiento de la información epidemiológica, clave para la toma de decisiones.

Considerando las diferentes aplicaciones de los SIG y de la cartografía digital en el ámbito de la salud, y tomando en cuenta las recomendaciones de la OMS sobre el uso de esta tecnología, es que se pretende con el presente estudio, describir el uso práctico de software de información geoespacial de libre acceso, en los procesos de vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp* en un sector endémico de Guanacaste, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

La metodología empleada se basa en un estudio de caso, en el que se implementa una herramienta cartográfica de acceso gratuito, como instrumento de apoyo en el análisis geoespacial de los casos sospechosos de dengue, zika y chikungunya, ocurridos en un sector de Guanacaste, Costa Rica.

Se partió de la selección y análisis del material recopilado durante el periodo 2013-2016, custodiado en el archivo de gestión del ARS de Nandayure. Para profundizar aspectos referentes a la aplicación de la herramienta digital, se procedió a la revisión bibliográfica referente a las funcionalidades de Google Earth, a la revisión del registro individual en Excel de las enfermedades de notificación obligatoria, a la revisión de los informes semanales de acciones de control de vectores e informes epidemiológicos generados en situaciones de brotes o epidemias, para tratar de incorporar el software en las tareas diarias, al menos mapeando los casos reportados en orden según fecha de inicio de

síntomas. La información fue validada con los protocolos nacionales de vigilancia de las enfermedades vectoriales establecidos por la autoridad sanitaria del país, el Ministerio de Salud.

Descripción de la herramienta

Google Earth es un visor de capas gratuito que, aunque no es un auténtico SIG, ya que carece de funciones de análisis espacial, acceso a las tablas de atributos, herramientas de edición de capas; pero se está convirtiendo en una infraestructura de mapeo clave para la salud pública (17,18). El programa al inicio parte de una primera imagen de un globo terráqueo y mediante un sencillo manejo de los controles de la imagen con el mouse y teclado, puede aproximarse a cualquier punto de la superficie del planeta, con un alto grado de detalle. Permite ver el relieve del terreno, hacer cálculo de rutas entre dos puntos, generación de polígonos, radios, cálculo de áreas, adjuntar otras capas de información, como carreteras, calles, rótulos, puntos de interés, entre otros. Además, permite localizar una zona no solo mediante el manejo de los controles de la imagen, sino también mediante la introducción de nombres geográficos, de negocios, e incluso de direcciones postales (19).

Google Earth, cuenta con dos versiones gratuitas: Google Earth, una versión estándar con funcionalidad limitada y Google Earth Pro, que tiene más herramientas disponibles. Tuvo una tercera licencia llamada Google Earth Plus la cual se discontinuó. La versión estándar permite ver y comentar mapas, crear archivos KML

de puntos o marcas, polígonos, y líneas, también visualizar capas de mapas, mostrar públicamente contenido con la atribución correspondiente online, en vídeo y de forma impresa (1,18,19). La versión Pro, fue diseñada específicamente para usos empresariales y comerciales, en enero de 2015 se hizo disponible de forma gratuita, e incorporó muchas mejoras en la importación de mapas y planos digitales en diferentes formatos, se pueden transferir hasta 2.500 ubicaciones por direcciones o coordenadas geoespaciales, añade herramientas de medición adicionales y exporta imágenes de alta resolución. Permite además ver capas de datos demográficos, catastrales y de tráfico, sacar el máximo provecho a las funciones de importación de datos SIG, medir zonas, radios y circunferencias en el terreno, imprimir capturas de pantalla y mapas de alta resolución, y hacer películas sin conexión para compartir (18).

La tecnología sobre la que se sustenta el almacenamiento de lugares son los ficheros KML, que pueden visualizarse en Google Maps y SIG existentes. Los archivos kml, pueden exportarse y compartirse con otros usuarios. Google Earth procesa los archivos KML de una manera similar a como los navegadores web procesan los archivos HTML y XML. Al igual que los archivos HTML, los KML cuentan con una estructura basada en etiquetas con nombres y atributos utilizados para poder visualizarlos. Por lo tanto, Google Earth actúa como un navegador de archivos KML y permite importar archivos de lugares



guardados desde versiones anteriores de la herramienta. (19).

Los datos básicos de Google Earth están constituidos principalmente por imágenes de satélite (Landsat, SPOT, Quickbird) y fotografías aéreas, ambas de actualización periódica. Las imágenes satelitales cuentan con gran exactitud, ya que la imagen espacial de alta resolución que usa Google Earth Pro, tiene un alto potencial en la generación y actualización de cartografía dado su elevado nivel de detalle, con rangos de error entre 0,6 y 1,3 metros (20). En el 2016, la resolución de las imágenes de Google Earth mejoró aún más, gracias a los sensores en el Landsat 8, que añadieron mayor detalle a las fotografías (21).

Google Earth Pro, además permite visualizar diferentes datos espaciales y de diferentes estilos, por lo que permite importar archivos en diferentes formatos como: shapefiles de ESRI (SHP), mapInfo (TAB), microstation (DGN), imágenes y geoTIFF, GPS (GPX), archivos de texto delimitados por comas (TXT y CSV), idrisi raster A.1, SAGA GIS Binary GRid (SDAT), ILWIS raster map, ERDAS Imagine (19).

Creación de marcas de posición: mapeo de casos sospechosos

La geo-localización de los casos sospechosos, se realizó mediante la introducción de marcas de posición asignados a la vivienda de cada paciente, identificados mediante un número, el cual correspondía al mismo número del registro de Excel de todos los pacientes notificados por dengue, zika y chikungunya según

año de ocurrencia. Ante el reporte de tres enfermedades vectoriales a la vez, se le asignó además de la etiqueta numérica, un color y un estilo distinto a cada enfermedad.

Al carecerse de un dispositivo de GPS, la geo-localización se realizó con la dirección proporcionada en la boleta de notificación obligatoria de enfermedades sujetas a vigilancia(VE-01). La dirección, posteriormente se verificó por el personal de Manejo integral de vectores (MIV), que acudía a la inspección y fumigación de la vivienda de cada caso sospechoso. Otro medio de verificación, fue la ficha de Investigación epidemiológica realizada por los Asistentes Técnicos de Atención Primaria (ATAP) de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), en la que se suministró un croquis, levantado a mano, de la dirección de cada vivienda. La geo-localización se inició con la versión estándar de Google Earth en el año 2013, y en el año 2015 se continúa utilizando Google Earth Pro.

Para lograr que las variables del registro de Excel fueran visibles en Google Earth pro, fue necesario tomar los puntos marcados en el programa y generar un archivo en formato kml, este fue convertido en un Excel tipo csv delimitado por comas con la latitud y longitud de cada punto. Al archivo Excel csv delimitado por comas se le agregó la información de las variables de cada caso registrado en la boleta reporte VE-01, copiándolas del registro de casos. Ya con esta información unida en un solo registro de Excel tipo csv delimitado por comas, el archivo csv

se importó en un programa SIG de licencia pública colaborativa denominado Quantum Gis(QGIS), en este programa, las coordenadas del csv se convirtieron en una capa de puntos o marcas en formato *shape* de Esri, con su tabla de atributos, lo cual validó la compatibilidad de Google earth pro, con software SIG, y se realizó la unión con los registros de Excel del sistema de vigilancia para buscar generar un producto que une la información de los 3 programas. Finalmente, las capas en formato *shape* generadas en QGIS se importaron desde Google earth pro, para tener en cada marca los datos personales cada caso registrado, disponibles al hacer click sobre cada marca (ver Figura 3).

RESULTADOS

1. Generación de información geoespacial de la tendencia de enfermedades transmitidas por *Aedes*.

Durante los cuatro años de implementación, Google Earth, permitió la creación de capas de información y mapas con imágenes satelitales de la distribución geoespacial y temporal (según semana) de los casos sospechosos de dengue, zika y chikungunya reportados al sistema.

Por ejemplo, en la Figura 1 se muestra la ubicación geográfica de los casos sospechosos de dengue y chikungunya en el Distrito de Santa Rita, de una semana epidemiológica en particular del año 2016, y se

encierra en un círculo un conglomerado con 4 casos de dengue reportados de una misma vivienda (ver Figura 1).



Figura 1: Casos sospechosos de dengue, distrito Santa Rita de Nandayure. Incidencia de semana epidemiológica 3 por fecha de inicio de síntomas. En el círculo se encierra un conglomerado de 4 casos de una vivienda. Fuente: Área Rectora de Salud Nandayure, 2016.

Por otro lado el hecho de poder guardar toda la información de los casos reportados, permitió que al final de cada año se pueda tener la incidencia acumulada de eventos que afectaron a cualquier vecindario, tal y como se muestra en la Figura 2, compuesta por 2 mapas hechos a partir de Google earth, en la que se representa un vecindario de 60 casas en Nandayure de Guanacaste en Costa Rica, y se aprecian viviendas con marcas representando pacientes reportados, dentro de los cuales se distinguen casos de tres enfermedades distintas transmitidas por *Aedes spp*

Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, caso en Costa Rica

(dengue, zika y chikungunya) durante el año 2016, y se logra visualizar en la imagen, la incidencia acumulada de

casos de estas 3 enfermedades(n=10), entre los 309 habitantes de este vecindario(ver Figura 2)..



Figura 2: Uso de la herramienta de Google Earth Pro para la ubicación de cantón de Nandayure en la península de Nicoya en Guanacaste, Costa Rica (recuadro superior); y para la geo-localización de los casos sospechosos de dengue, zika y chikungunya reportados del sector de barrio La Uvita durante el año 2016 (mitad inferior). Fuente: elaboración propia

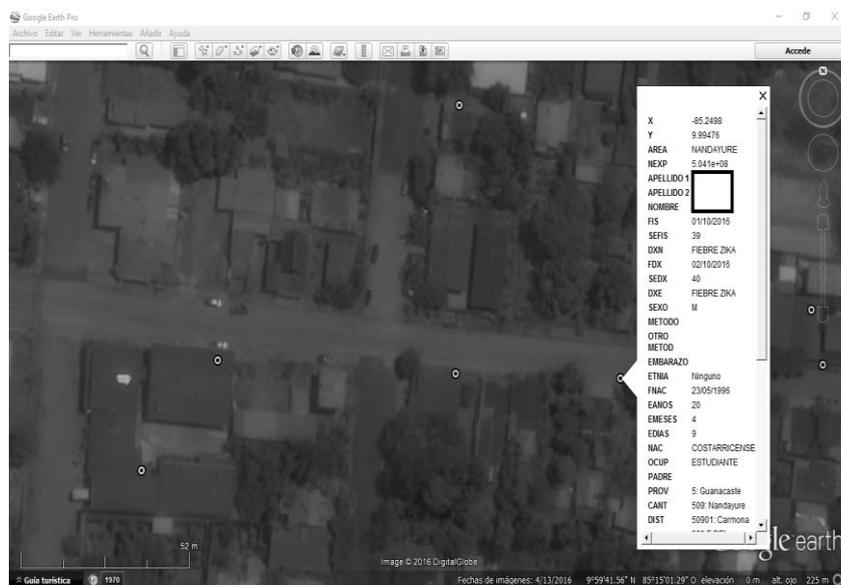


Figura 3: Captura de pantalla se muestra marca de un caso sospechoso de zika, con la información de las variables del registro de casos (nombre y apellidos cubiertos por confidencialidad). Fuente: elaboración propia

1. Generación de base de datos con información geoespacial unida a los registros de las variables de cada caso reportado de enfermos por Dengue, Zika y Chikungunya.

El software Google Earth pro no permitió generar información de tasas por localidad ni salidas de gráficos, pero sí permitió la relación de cada etiqueta de las marcas con la persona enferma, notificada y anotada en el registro de casos y sus variables de tiempo, lugar y persona.

Variables como nombre, edad, sexo, fecha de inicio de síntomas, fecha de diagnóstico, fecha de nacimiento del paciente, lugar de residencia, lugar de trabajo, (tiempo, lugar y persona), entre otras fueron posibles de visualizar en Google earth; de tal manera que con solo hacer click sobre el punto se pueden reflejar todos los datos del caso reportado (ver Figura 3).

Toda la información generada, se guardó en carpetas digitales, como registros espaciales por semana epidemiológica, por año y por enfermedad. A partir de estos datos guardados, se pudo compartir la información con otros usuarios de Google Earth mediante correo electrónico, para su visualización en computadoras o teléfonos inteligentes.

Uno de los resultados obtenidos fue la generación de información gráfica de calidad con gran facilidad, dada por el uso de Google Earth, en el proceso de vigilancia de las enfermedades transmitidas por *Aedes spp*, en el ARS de Nandayure, conllevó una serie de ventajas y mejoras en la vigilancia epidemiológica de tales enfermedades. Facilitó la identificación rápida de las viviendas de los casos sospechosos por parte de los inspectores de control de vectores de Ministerio de Salud, lo que permitió la geo-localización oportuna con tan solo tener la dirección exacta del enfermo con verificación posterior de la dirección en el campo. Esto, es de gran utilidad, especialmente en situaciones de brote, cuando el tiempo o los recursos (como la disposición de GPS y transporte) ameritan de un acceso ágil y rápido para la adquisición de la información. De esta manera, se logró cumplir con el lineamiento establecido en los protocolos de la vigilancia de las enfermedades vectoriales transmitidas por *Aedes spp*, del Ministerio de Salud; respecto al mapeo de los casos sospechosos en condiciones de brote, de al menos las tres últimas semanas epidemiológicas por fecha de inicio de síntomas (22-25). Solo que la información disponible en Nandayure no es únicamente de las 3 últimas semanas, sino de todas las semanas de los últimos 4 años.

DISCUSIÓN



Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, caso en Costa Rica

Otro resultado importante y digno de comentar, fue que en una sola plataforma digital se logró integrar el tiempo, el lugar y las personas sospechosas de estar siendo afectadas por el *Aedes spp.* Es decir, se creó una verdadera base de datos, que nos permitió disponer de información detallada con respecto al **tiempo** en que se dieron todos los casos reportados de cada evento asociado al vector *Aedes* por semana epidemiológica cada año, el **lugar** exacto en el que se ubica la vivienda de cada caso con márgenes de error determinados por la fotografía digital, y la unión de esa información con todos los datos o variables del reporte individual VE 01 que corresponde a las **personas** sospechosas de sufrir afectación por estos virus, con esto se mejoró la cantidad y calidad de la información disponible para hacer vigilancia epidemiológica.

Al contar con la facilidad de generar mapas semanales con los casos sospechosos sin necesidad de eliminar la información de las semanas anteriores, se corrigió esta debilidad de pérdida de información que ocurría con el mapeo en papel o en pizarras, en el que solamente se muestran puntos en un croquis con la información de las últimas 3 semanas; ya que el mapeo digital con Google earth, permitió tener respaldo de los registros semanales geoespaciales de todo el año para la comparación, siendo de gran utilidad en el proceso de análisis y evaluación del impacto de las intervenciones realizadas por el equipo de control de vectores, ya que de cada sector puede analizarse desde el inicio de los primeros casos de un evento, durante el brote y posterior al

brote de manera más integral, y no solamente la situación de las últimas 3 semanas durante los brotes.

Caso muy particular producto de la implementación de estos Sistemas de Información Geográfica, fue la mejoría en la vigilancia entomológica y en la calidad de las intervenciones de control. Ya que en lugares con la persistencia de conglomerados y con bajos índices de infestación larvaria en recipientes de la superficie, se buscaron otros posibles focos de *Aedes* subterráneos o semienterrados que se han descrito en Costa Rica desde 2003 (26), y que también fueron descritos en Puerto Rico en 2010 (27) conocidos como criaderos crípticos. En Google Earth, se analizó la distribución semanal de marcas de viviendas de los casos autóctonos cercanos a esos criaderos crípticos, y al eliminar sus ocupantes los defectos sanitarios de los mismos, la incidencia de casos nuevos disminuyó notablemente. Por lo que se dedujo una aparente relación causal entre estos criaderos de agua sucia con presencia de mosquitos adultos cerca, y la transmisión autóctona de casos de enfermedades virales transmitidas por *Aedes spp.* Esto motivó al equipo de Vigilancia Epidemiológica a modificar el abordaje entomológico y dejar de seguir únicamente controlando criaderos superficiales. Así que desde el segundo semestre de 2013 se continuaron inspeccionando y controlando los criaderos crípticos de aguas sucias como tanques sépticos y sistemas de aguas grises, considerados elevadamente productivos y de gran importancia epidemiológica (28). Este hallazgo de la posible importancia de los criaderos

crípticos de *Aedes spp.*, en la transmisión viral autóctona, debe explorarse mediante una investigación aparte, a través de una metodología en la que se hagan capturas de mosquito adulto emergiendo de los defectos en estos sistemas sanitarios.

Otra implicación importante, que tuvo el uso de estas herramientas, fue la mejoría en la capacidad de difusión de la información, permitiendo compartir y visualizar los registros espaciales de los casos, con otros usuarios de Google Earth, tan solo con el envío por correo electrónico, y en las presentaciones hechas a los actores sociales de diversas instituciones de la Comisión de Emergencias Cantonal y a lo interno dentro de la ARS local de Nandayure de Ministerio de Salud. Al poder remitirse la información de las viviendas mapeadas de los casos notificados a la Directora de ARS de Nandayure cada semana, esta se convirtió en información de apoyo, en la optimización del uso de los recursos (combustible, viáticos, recurso humano) y en la dirección y conducción de las actividades de movilización social, así como en la supervisión de las acciones de control del vector. Ya que ayudó a la autoridad sanitaria local, a la mejor administración de los escasos recursos disponibles, en particular el poco personal de control entomológico, para que se dirigieran a inspeccionar los sitios prioritarios de los vecindarios con persistencia de casos, de acuerdo a la ubicación de las marcas en las imágenes satelitales.

A pesar del crecimiento en el uso de SIG en salud pública, estos programas

requieren habilidades técnicas que están fuera de alcance de muchos profesionales de salud pública, sin embargo la interfaz amigable e intuitiva de Google Earth, proveyó de una gran ventaja para generar información georreferenciada sin pagar licencias y con menor dificultad técnica que los SIG clásicos, y a la vez siendo compatibles los datos generados por Google Earth pro, con los diversos programas SIG. Esto respalda y valida la utilidad de promover el uso de esta herramienta en otras ARS del Ministerio de Salud, como un medio tecnológico de apoyo no solo en la vigilancia de enfermedades vectoriales, sino también su aplicación en la vigilancia de otras enfermedades infecciosas.

Las Herramientas Cartográficas Digitales de acceso libre utilizadas, en conclusión, por su potencial visualización topográfica, su sencillez de uso y el grado de detalle de sus imágenes, permitieron de un modo práctico el mapeo digital de los casos sospechosos de las enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, corrigiendo la limitante de pérdida de la información que ocurre con el mapeo en papel y en pizarras, y contribuyendo en la descripción espacio-temporal de los eventos reportados por tales virus para la toma de decisiones en el contexto local del Ministerio de Salud.

REFERENCIAS

1. De Elia E, Elorza C, Horlent N, Lamaro A, Lanfri M, Lanfri S, et al. Epidemiología panorámica: introducción al uso de herramientas geoespaciales aplicadas a la



Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, caso en Costa Rica

- salud pública. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios Ministerio de Salud de la Nación: 2014. p. 10-12, 43-50.
2. Estado de la Nación. Decimocuarto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Análisis espacial y temporal de la mortalidad por cáncer en Costa Rica 2000-2005. p. 3.
 3. Organización Mundial de la Salud. Información sobre enfermedades transmitidas por vectores. Disponible en: <http://www.who.int/campaigns/world-health-day/2014/vector-borne-diseases/es/>. Consultado enero del 2017.
 4. Salvatella R. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. La situación de Uruguay. Rev Med Uruguay 1996; 12: 28-36.
 5. Morice A, Marin R, Avila M. El dengue en Costa Rica: evolución histórica, situación actual y desafíos. Disponible en: http://webquest.carm.es/majwq/public/files/files_user/alegv16/10_el_dengue.pdf. Consultado noviembre 2016.
 6. Rey J, Lounibos P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión enfermedades. Biomédica 2015; 35:177-85.
 7. Ministerio de Salud de Costa Rica, Dirección de Vigilancia de la Salud. Situación de dengue en Costa Rica 2013. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-alud/analisis-de-situacion-de-salud?limit=20&limitstart=60>. Consultado enero 2017.
 8. Ministerio de Salud, Dirección de Vigilancia de la Salud. Análisis de situación de salud 2014. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/analisis-de-situacion-de-salud/2618-analisis-de-situacion-de-salud-en-costa-rica/file>. Consultado octubre 2016.
 9. Ministerio de Salud, Dirección de Vigilancia de la Salud. Situación de Chikungunya en Costa Rica 2015. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/analisis-de-situacion-de-salud?limit=20&limitstart=40>. Consultado octubre 2016.
 10. Ministerio de Salud, Dirección de Vigilancia de la Salud. Resumen 2016 de la situación zika, dengue y chikungunya. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/analisis-de-situacion-de-salud/3189-resumen-de-la-situacion-en->

- america-del-zika-chikungunya-y-dengue-para-el-ano-2016/file. Consultado enero 2017.
11. Organización Mundial de la Salud. La Implementación de DengueNet en las Américas. Informe de una reunión de OMS/OPS/CDC 2003. Disponible en: <http://www.who.int/csr/resources/publications/dengue/en/whocdscsrgar20038sp.pdf>. Consultado octubre 2016.
 12. Organización Panamericana de la Salud. Programa Regional de Acción y Demostración de Alternativas Sostenibles para el Control de Vectores de la Malaria sin uso de DDT en México y América Central. Informe Final. Disponible en: http://www1.paho.org/hq/dm/documents/2011/INFORME_FINAL_DDT-GEF.pdf Consultado en octubre de 2016.
 13. Organización Panamericana de la Salud. Sistemas de Información Geográfica en Salud Pública (SIG-SP). Disponible en: <http://ais.paho.org/sigepi/index.asp>. Consultado octubre 2016.
 14. La Presa/Salud y Ciencia: panameños crean aplicación web contra el zika. Disponible en: http://www.prensa.com/salud_y_ciencia/Aplicacion-web-zika_0_4452304818.html. Consultado en octubre de 2016.
 15. Solano M. El uso de sistemas de información geográfica libre en Costa Rica. Revista Geográfica de América Central. N° 48 I Semestre 2012 pp. 61–74 Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3998/3840> Consultado en noviembre de 2016.
 16. Luque R. El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico en la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a Google Earth" Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N. ° 55 - 2011 págs. 183-210.
 17. Kamadjeu R. Tracking the polio virus down the Congo River: a case study on the use of Google Earth™ in public health planning and mapping International Journal of Health Geographics 2009, 8:4 Disponible en: <http://www.ij-healthgeographics.com/content/8/1/4>. Consultado diciembre 2016.
 18. Morales A. Google Earth Pro un visor de capas gratuito, ¿También un GIS?" Disponible en: <http://mappinggis.com/2015/02/google-earth-pro-un-visor-de-capas-gratuito-tambien-un-gis/>. Consultado enero 2016.
 19. Carralero N. Google Earth y el trabajo por competencias en el aula de Informática. Revista Digital Sociedad de la Información N° 36 –Julio



Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, caso en Costa Rica

2012. Disponible en: <http://www.sociedadelainformacion.com>. Consultado enero 2017.
20. Corbelle E, Gil M, Armesto J, Rego T. La escala cartográfica de la imagen de satélite. Caso particular de las imágenes Ikonos y QuickBird. Revista de Teledetección. 2006. 26: 18-24 Disponible en: <http://www.aet.org.es/revistas/revista26/AET26-02.pdf>. Consultado enero 2017.
21. CNN en español. Google Earth tendrá imágenes de alta resolución. Disponible en <http://cnnespanol.cnn.com/2016/06/29/google-earth-acaba-de-lograr-una-gran-mejora/>. Consultado en enero de 2017.
22. Ministerio de Salud. Normas técnicas para el control del dengue y dengue hemorrágico. 2000. Comisión Técnica Interinstitucional de Dengue. p 20.
23. Ministerio de Salud. Lineamientos para el control y prevención del Dengue 2013. Dirección de Vigilancia de la Salud. San José, Costa Rica p.30.
24. Ministerio de Salud. Chikungunya: protocolo de vigilancia y manejo clínico 2014. San José, Costa Rica. p. 15-20.
25. Ministerio de Salud. Protocolo de vigilancia de enfermedad por virus Zika y sus principales complicaciones. San José, Costa Rica. p. 12.
26. Vargas M. ¿Nuevos tipos de hábitats para el *Aedes aegypti*? Revista Crisol 2003; 10: 60-62. Disponible en: https://odi.ucr.ac.cr/medios/documentos/crisol/revista_crisol_10.pdf . Consultado enero 2017
27. Barrera R. Dinámica del dengue y *Aedes aegypti* en Puerto Rico. Revista Biomédica 2010; 21:179-195. Disponible en: <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb102137.pdf> . Consultado noviembre 2016.
28. Barrera R. Recomendaciones para la vigilancia de *Aedes aegypti*. Biomédica 2016; 36:454-462. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.2892>. Consultado noviembre 2016.