

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU EMPLEO EN UN SISTEMA DE VIGILANCIA INTEGRADO PARA LA PREVENCIÓN DEL DENGUE EN UN MUNICIPIO DE CIUDAD DE LA HABANA.

CUÉLLAR LUNA, L.¹, CONCEPCIÓN ROJAS, M.¹, RAMÍREZ, B.², ÁLVAREZ VALDEZ, Á. M.³ y DÍAZ, C.³

¹ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

² Unidad de Análisis y Tendencia del municipio Cotorro

³ Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí

Ciudad de La Habana, Cuba

¹ lcuellar@inhem.sld.cu

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica juegan un rol importante en el campo de la Salud Pública pues brindan la posibilidad de realizar análisis espaciales y temporales de diversos indicadores que influyen en la salud humana. El dengue es una enfermedad de rápida diseminación lo cual constituye un problema creciente de salud. Por esta razón se diseñó e implementó un Sistema de Vigilancia Integrado para la prevención del dengue a nivel local, basado en un SIG. El trabajo se realizó a nivel de manzanas, facilitando la estratificación de un conjunto de indicadores ambientales, entomológicos y epidemiológicos que propician la aparición del dengue, en el municipio Cotorro. Los resultados del trabajo permitieron realizar un análisis integral de todos los indicadores, establecer comparaciones espacio-temporales y estratificar el riesgo por manzanas, facilitando a los que toman decisiones identificar las regiones más vulnerables para la transmisión del dengue.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, vigilancia del dengue, *Aedes aegypti*, salud pública.

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND ITS USE IN AN INTEGRATED SURVEILLANCE SYSTEM FOR PREVENTION OF DENGUE AT A MUNICIPALITY OF HAVANA CITY.

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) have an important role in Public Health because it offers the possibility to carry out spatial and temporal analysis of diverse indicators that influence in human health. Dengue is a disease with rapid dissemination constituting a growing health issue. For this reason it was designed and implemented an Integrated Surveillance System, based on a

Recibido: 12/3/2009

Aceptada versión definitiva: 15/06/2009

© Los autores

www.geo-focus.org

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

GIS, for the prevention of Dengue at local level. This work was carried out at blocks level, facilitating the stratification of a group of environmental, entomological and epidemiologic indicators that propitiate the appearance of Dengue at Cotorro's municipality. The results of the work allowed an integral analysis of all the indicators, to establish spatial-temporal comparisons and to stratify risk for blocks, helping decision takers to identify the most vulnerable regions for transmission of Dengue.

Key words: Geographic information systems, surveillance of dengue, *Aedes aegypti*, public health.

1. Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta útil en la Cartografía de Riesgos (Bottinelli *et al.*, 2002), ya que facilita la identificación de áreas geográficas o poblaciones expuestas a un determinado evento. En el sector de la Salud Pública, los SIG ofrecen múltiples oportunidades, pues ayudan a entender la variación espacial de una enfermedad en un territorio dado, según las condiciones ambientales, económicas y sociales que están presentes en ese ecosistema; además constituyen una poderosa herramienta para el monitoreo y control de los fenómenos ambiente- salud y salud- enfermedad.

Existen varias definiciones de los SIG, algunas de ellas acentúan su componente de base de datos, otras sus funcionalidades, pero todas coinciden en que constituyen una herramienta útil para el análisis integrado de la información espacial, facilitando la toma de decisiones en muchas áreas vitales del desarrollo, incluyendo la relacionada con el estudio científico de la salud.

Es importante destacar que el concepto de SIG en Salud Pública contempla el diseño, desarrollo y utilización de métodos estadísticos y epidemiológicos vinculados a ésta tecnología. Los SIG comerciales carecen de algunos de estos métodos, por lo que en ocasiones resulta un proceso complejo el uso de determinadas funciones, requiriéndose de usuarios con un alto nivel de calificación y habilidades. Todo ello, unido a la inaccesibilidad de los SIG comerciales estimuló el desarrollo de *softwares* no comerciales aplicados a la Salud Pública.

Entre los SIG comerciales que están disponibles en la actualidad se destacan, ArcGIS, MapInfo, Maptitude, Idrisi, Caris, entre otros; siendo ArcGIS y MapInfo los más utilizados en estudios epidemiológicos y aplicaciones de Salud Pública. Sin embargo, debido a los altos costos de estos productos y a la ausencia de algunas aplicaciones específicas en salud, se vienen realizando múltiples esfuerzos para desarrollar diversos *softwares*, no comerciales, de SIG aplicados a la Salud Pública, por ejemplo: el Programa de Mapeo en Salud Pública del Departamento de Vigilancia de Enfermedades Transmisibles y Respuesta (CRS) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado la herramienta HealthMapper, para responder a necesidades de información crítica para la vigilancia en Salud Pública y programas de prevención y control de enfermedades transmisibles; el Área de Análisis de Salud y Sistemas de Información (AIS) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha desarrollado el paquete de programas SIGEpi, que es parte integrante de su iniciativa de cooperación para fortalecer las capacidades analíticas en epidemiología y salud.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

Además, la División de Vigilancia en Salud Pública e Informática del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de Atlanta, Estados Unidos, desarrolló una herramienta para el mapeo de enfermedades EpiMap, como parte del paquete de análisis epidemiológico EpiInfo 8.9. Estos programas han jugado un papel clave como herramientas de trabajo, para el análisis de indicadores de salud, a escala global, regional, nacional y local (OPS, 2004).

Los SIG han sido empleados en múltiples investigaciones vinculadas a la Salud Pública. Un ejemplo de ello lo constituye el empleo de esta herramienta para la prevención del dengue, ya que facilita la distribución espacial o patrón de la enfermedad a lo largo del tiempo, permitiendo establecer comparaciones entre un período y otro.

El mosquito de *Aedes aegypti* es el trasmisor del Dengue, enfermedad viral aguda que se presenta de dos formas, la Fiebre del Dengue: enfermedad de tipo gripal, rara vez causante de muerte y la Fiebre del Dengue Hemorrágico: más grave que puede ocasionar hemorragias y hasta la muerte. La enfermedad se propaga por la picadura de hembras que han adquirido el virus al picar a personas infectadas (Reiter y Nathan, 2001).

2. Los SIG y su contribución en la prevención del dengue

La prevención y control del Dengue consta de cinco elementos básicos según la OMS: el control del mosquito *Aedes aegypti*; la vigilancia activa de la enfermedad; preparación para las emergencias; el enfrentamiento y fortalecimiento de la capacidad nacional en cuanto a la vigilancia, el diagnóstico de laboratorio, el cuidado y el tratamiento de los casos, así como para el control del vector; y por último, la investigación sobre todos los temas relacionados con el control del vector (Guzmán y Kourí, 2006).

Tomando como base lo planteado anteriormente, la OPS diseñó un sistema denominado *DengueNet*, basado en Internet para la vigilancia mundial del dengue y el dengue hemorrágico. El sistema es una respuesta a la resolución de la OMS sobre la prevención y el control del dengue y el dengue hemorrágico, adoptada por la 55ª Asamblea Mundial de la Salud en mayo de 2002. DengueNet proporciona a las autoridades nacionales e internacionales de Salud Pública información epidemiológica y virológica en el tiempo y en el espacio, para orientar las intervenciones encaminadas a la prevención y control de la enfermedad. *DengueNet*, incorpora una plataforma de análisis espacial compatible e ínter operable con los SIG para las salidas cartográfico-temáticas (mapa de la situación epidemiológica) atendiendo a las bases estadísticas y geoestadísticas disponibles (OPS, 2002).

En la región Centro-caribeña se han empleado los SIG en investigaciones sobre el tema, por ejemplo en México se han identificado y estratificado los factores ambientales, sociales y demográficos que influyen en la transmisión de la enfermedad, representando así, las localidades más receptoras de Dengue (Gómez, Ramos y Tapia, 1995).

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

En Puerto Rico los SIG han sido utilizados para analizar el patrón de casos de dengue por viviendas, obteniéndose agrupamientos significativos en relación con las viviendas, sin un patrón espacial aparente del área urbana (Morrison *et al.*, 1998).

En Cuba se han realizado algunos estudios que abordan esta temática entre los que se destaca el trabajo "Vulnerabilidad espacial al Dengue. Una aplicación de los SIG en el municipio Playa", donde se analizaron un conjunto de variables socio ambientales relacionadas con la aparición del vector (Pérez *et al.*, 2003).

El control del *Aedes aegypti*, se hace difícil, no solamente por la limitación de recursos, sino también por la gran heterogeneidad de las áreas en el espacio urbano. Por ello es necesario contar con un adecuado sistema de vigilancia para Dengue que permita identificar que áreas requieren mayor atención.

En el marco del proyecto internacional: "Enfoque ecosistémico en salud humana para la prevención del dengue a nivel local", que se llevó a cabo por el Instituto de Medicina Tropical (IPK) y el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), financiado por el Centro de Investigaciones para el Desarrollo Internacional (IDRC) de Canadá, se desarrolló un Sistema de Vigilancia Integrado para la prevención del Dengue (SVID) donde está presente el empleo de los SIG.

El trabajo que nos ocupa tiene su base en el proyecto antes mencionado y presenta como objetivo aplicar los SIG en la estratificación de un conjunto de indicadores ambientales, entomológicos y epidemiológicos que propician la aparición del Dengue, contribuyendo así a la toma de decisiones a nivel local.

3. Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el Área de Salud "Efraín Mayor" perteneciente al municipio Cotorro, el cual se localiza en la periferia de Ciudad de La Habana. Está estructurado en 6 Consejos Populares y 3 Áreas de Salud (Efraín Mayor, Rafael Valdés y Cuatro Caminos).

Se utilizó como herramienta de trabajo un SIG que permite el análisis de los indicadores seleccionados en el SVID mediante el método de superposición y herramientas propias del sistema. La base cartográfica digital del municipio Cotorro a escala 1:25 000, fue suministrada por La Agencia de Cartografía Digital de GEOCUBA. Atendiendo a la escala de trabajo se pudo analizar la información hasta el nivel de manzana. La base cartográfica digital del municipio Cotorro y, en particular, del Área de Salud "Efraín Mayor", requirió de un proceso de reedición. Se digitalizaron manzanas y calles que no se encontraban en el mapa, se cerraron los polígonos de las manzanas que lo requerían y se codificaron las mismas atendiendo a los registros disponibles en la Unidad de Vectores. También se digitalizaron los Consejos Populares y los Grupos Básicos de Trabajo (GBT) de dicha Área de Salud.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

La información alfanumérica que fue procesada en el SIG se obtuvo de una base de datos diseñada en el INHEM, donde se almacenaron y procesaron todas las variables utilizadas en el SVID, el cual está compuesto por tres subsistemas de vigilancia. En cada subsistema se construyeron y seleccionaron los indicadores utilizados para el análisis, según ensayos realizados por el equipo de investigación y el criterio de expertos, dicho análisis se llevó a cabo a nivel de manzanas (Díaz *et al.*, 2004).

Subsistema de Vigilancia Ambiental: Los indicadores ambientales seleccionados y diseñados por criterios de expertos empleados en el SVID, se dividieron en indicadores ambientales intradomiciliarios y extradomiciliarios. Dentro del primer grupo se encuentra el porcentaje de depósitos con agua no protegidos (número de depósitos con agua no protegidos / total de depósitos con agua inspeccionados x 100), el porcentaje de viviendas y locales con depósitos de agua no protegidos (número de viviendas y locales con depósitos de agua no protegidos / total de viviendas y locales inspeccionados x 100) y el porcentaje de patios sin saneamiento (número de patios sin saneamiento / total de patios inspeccionados x 100). El comportamiento de estos indicadores permitió clasificar las condiciones ambientales intradomiciliarias de la manzana, según criterio de expertos, en malas, regulares y aceptables (García *et al.*, 2007).

Los indicadores ambientales extradomiciliarios que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes: superficie de terrenos baldíos sin saneamiento, número de microvertederos a cielo abierto, número de salideros de agua con riesgo y número de sótanos y refugios inundados. Estos indicadores permitieron clasificar las condiciones ambientales de la manzana, según criterio de expertos, en malas y aceptables (García *et al.*, 2007).

Los indicadores de Vigilancia Entomológica fueron los siguientes: índice casa (número de casas positivas / número de casas inspeccionadas x 100), índice de recipientes (número de recipientes positivos / número de recipientes inspeccionados x 100), índice de Breteau (número de recipientes positivos / número de casas inspeccionadas x 100), porcentaje de viviendas cerradas (número de viviendas cerradas / total de viviendas x 100), porcentaje de depósitos sin acceso (número de depósitos sin acceso / total de depósitos x 100) y número de focos. Estos indicadores permitieron clasificar el riesgo entomológico de la manzana en alto, moderado y bajo.

Subsistema de Vigilancia Clínico-Epidemiológica y de Laboratorio: En el subsistema epidemiológico se seleccionaron los siguientes indicadores: porcentaje de casos de dengue importados (número de casos de dengue importados / total de viajeros x 100), porcentaje de IgM indicadas del total de síndromes febriles (número de IgM indicadas / total de síndromes febriles x 100), y porcentaje de viajeros con síntomas (número de viajeros con síntomas / total de viajeros x 100). Como en los casos anteriores estos indicadores ayudan a clasificar el riesgo epidemiológico por manzana, en alto, moderado y bajo.

En el Programa "Estrategia integrada para el control entomo-epidemiológico ante la presencia de un foco de *Aedes aegypti* ó un caso sospechoso de Dengue", está contemplado que ante la aparición de un foco, se deben comenzar las pesquisas para la identificación de nuevos focos, en un radio de 100 m como mínimo, ampliándose éste a 300 m, en dependencia de las

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

características del foco y de la situación entomológica e higiénico ambiental del medio. En dependencia de la situación entomo-epidemiológica en que se encuentre el territorio y mediante criterio de expertos se ampliará el radio de acción a 500 m para llevar a cabo el control de calidad en la radiobatida (Ministerio de Salud Pública, 2008).

En el presente trabajo se decidió emplear el radio de acción de 300 m a partir de la manzana con foco de *Aedes aegypti*. Se tomó este criterio ya que al analizar los mapas de riesgo entomológico en varias fases de la Campaña de Vigilancia y Lucha Antivectorial, se pudo observar que casi todo el territorio presentaba un alto riesgo mantenido, y por tanto, la probabilidad de aparición de nuevos focos en un radio mayor de 100 m era alta. No obstante el SIG permite realizar diferentes análisis variando dicho radio, de acuerdo a los intereses de los tomadores de decisiones en el SVID.

El análisis integrado de toda la información procedente de los tres subsistemas de vigilancia, se realizó al finalizar cada fase de la Campaña de Vigilancia y Lucha Antivectorial (12 días de trabajo). A través del SIG se generaron un conjunto de mapas temáticos donde se analizó la situación ambiental, entomológica y epidemiológica del área de estudio, asociándose además las manzanas con foco.

Un elemento clave para evitar la transmisión del Dengue, es la implementación de una estrategia de prevención efectiva, siendo fundamental una adecuada identificación de los riesgos. Es por ello que en el SVID se identificaron las condiciones ambientales intra y extradomiciliarias, que pueden favorecer la transmisión de vector, así como los riesgos asociados a la propagación de la enfermedad, destacándose los siguientes:

- Riesgo entomológico: es la probabilidad de que se incremente el número de focos de *Aedes aegypti* condicionado por los indicadores entomológicos mencionados con anterioridad.
- Riesgo epidemiológico: es la probabilidad de que aparezcan casos sospechosos de Dengue a partir de los indicadores epidemiológicos descritos con anterioridad.
- Riesgo para Dengue: es la probabilidad de que aparezcan casos confirmados de Dengue en un territorio y en un período de tiempo dado, determinado por un alto riesgo entomológico y epidemiológico.

4. Resultados y discusión

Con los SIG se generaron varias salidas cartográficas a partir de los indicadores resúmenes de la base de datos que se diseñó en el SVID; a modo de ejemplo, se seleccionó la fase 69 de la Campaña de Vigilancia y Lucha Antivectorial para mostrar algunos de los análisis realizados, destacándose los siguientes mapas temáticos:

Mapa de manzanas con condiciones ambientales intradomiciliarias que influyen en la aparición de criaderos de Aedes aegypti y el radio de acción de las manzanas con foco. Aquí se representaron mediante gradación de colores las manzanas con condiciones ambientales

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

intradomiciliarias malas, regulares y aceptables, superponiéndose el mapa de manzanas con foco de *Aedes aegypti* y su radio de acción ([figura 1](#)).

Otra salida cartográfica que se generó a partir del subsistema de vigilancia ambiental fue el **mapa de manzanas con condiciones ambientales extradomiciliarias que influyen en la aparición de criaderos de *Aedes aegypti* y el radio de acción de las manzanas con foco**. También aquí se representaron las manzanas con condiciones ambientales extradomiciliarias malas y aceptables superpuestas a las manzanas con foco de *Aedes aegypti* y su radio de acción ([figura 2](#)).

En estas salidas cartográficas se pudieron identificar las manzanas con condiciones ambientales intradomiciliarias malas y regulares y las manzanas con condiciones extradomiciliarias malas que se localizaron dentro del radio de acción de la manzana con foco, lo cual constituye un riesgo potencial para la proliferación del vector. Estas representaciones cartográficas brindaron una visión espacial de las condiciones ambientales presentes en la zona de estudio, posibilitando la identificación de los principales problemas y actuar sobre estos.

A partir de los indicadores entomológicos seleccionados en el SVID se realizó el **mapa de riesgo entomológico**, identificándose las manzanas con alto y moderado riesgo, sirviendo de base para el control entomo-epidemiológico ante la aparición de un foco de *Aedes aegypti*, a nivel local ([figura 3](#)).

A partir de los indicadores epidemiológicos se elaboró el **mapa de riesgo epidemiológico y el radio de acción de las manzanas con foco**, donde se representaron las manzanas con alto, moderado y bajo riesgo, superponiéndose las manzanas con foco de *Aedes aegypti* y su radio de acción. En esta salida cartográfica se identificaron las manzanas más vulnerables ante la transmisión del dengue, aspecto importante a tener en cuenta por los tomadores de decisiones ([figura 4](#)).

Se confeccionó, además, el **mapa de riesgo para Dengue**, que es el resultado del análisis integrado del riesgo epidemiológico y el riesgo entomológico, determinando así el riesgo de contraer la enfermedad, clasificándose según criterio de experto en alto, moderado y bajo. En esta salida cartográfica se visualizaron las manzanas más problemáticas ante la posible aparición de casos de Dengue ([figura 5](#)).

También se realizó el **mapa de manzanas con foco de *Aedes aegypti***, donde se pudo analizar el comportamiento de las manzanas con foco de *Aedes aegypti*, en varias fases de la Campaña de Vigilancia y Lucha Antivectorial, identificándose las manzanas repetitivas, es decir, aquellas que tuvieron focos de *Aedes aegypti* en más de una fase durante el período analizado (fases 69 a 76), además se pueden apreciar las manzanas con larvitrapas, así como el número de focos detectados en cada una de las fases ([figura 6](#)).

A continuación se describirá el comportamiento espacial de la situación ambiental, entomológica y epidemiológica en la fase 69. En esta fase, de un total de 273 manzanas, 113 (41,4%) presentaron condiciones ambientales intradomiciliarias malas y regulares; y 58 (21,2%) mostraron condiciones ambientales extradomiciliarias malas, por lo que se recomendó tomar

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

medidas higiénico sanitarias tanto dentro como fuera del domicilio en las manzanas de peor situación.

Es importante resaltar que en esta fase se declararon 6 manzanas con focos de *Aedes aegypti*, localizándose fundamentalmente, próximos a la carretera principal y a la línea del ferrocarril, por lo que se sugirió una pesquisa activa de la zona. Las manzanas con foco no coincidieron en su mayoría, con las manzanas que presentaron condiciones ambientales malas y regulares, tanto en el ambiente intra como extradomiciliario, sin embargo, dentro del radio de acción de las manzanas con foco, se localizaron manzanas con condiciones ambientales malas y regulares, lo cual pudo ser la causa de la aparición del vector.

El mapa entomológico mostró grandes problemas en todo el territorio a excepción de la porción sur del Área de Salud. En el mapa epidemiológico solo 6 (2,2%) manzanas presentaron un riesgo moderado, pero algunas de ellas se localizaron dentro del radio de acción de las manzanas con foco, por lo que se exhortó reforzar la vigilancia en estos lugares.

En el mapa de riesgo del dengue se pudo apreciar que del total de manzanas, sólo 4 (1,4%) y 8 (2,9%) presentaron alto y moderado riesgo para contraer la enfermedad, respectivamente, por lo que la situación del Área de Salud no se consideró mala, sin embargo, se recomendó centrar los recursos y la fuerza de trabajo en las zonas más afectadas. Es necesario especificar que las manzanas en blanco, son aquellas que no fueron visitadas por el operario de la Campaña de Vigilancia y Lucha Antivectorial, en la fase 69.

Dentro del SIG se pueden establecer búsquedas de información y otros tipos de análisis espacial, atendiendo al interés del equipo de investigación, un ejemplo de ello es determinar el comportamiento de algunos indicadores a nivel de Consejo Popular. En la [figura 7](#) se muestra un resumen del comportamiento de las condiciones ambientales intradomiciliarias en los tres Consejos Populares que conforman el Área de Salud "Efraín Mayor", fase 69, destacándose San Pedro – Centro Cotorro, como el consejo que presentó el mayor porcentaje de manzanas con condiciones ambientales intradomiciliarias malas y regulares. Esta información resultó de gran utilidad, pues es a este nivel, donde se toman las medidas pertinentes para mejorar la situación general del territorio.

Como se ha mencionado con anterioridad son varios los trabajos que abordan el empleo de los SIG aplicados a la prevención y control del Dengue. Por ejemplo, en México se realizó una clasificación de las áreas de riesgo del Dengue en la ciudad de Corrientes, donde se tuvieron en cuenta las áreas de mayor permanencia y circulación de personas en horas diurnas, los lugares de concurrencia de posibles enfermos para su asistencia y los lugares donde se detectaba el vector (Bottinelli *et al.*, 2002). En el análisis de la información se estratificaron los riesgos por manzana en tres categorías: muy alto riesgo alto riesgo y riesgo. Tanto en el estudio realizado en Corrientes como en el nuestro, se realizó la estratificación de los riesgos por manzanas pero en México sólo se analizaron algunos indicadores que están relacionados con la aparición del Dengue, no hubo un análisis estructurado de los indicadores y la información no se analizó de forma periódica.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

Otro trabajo realizado en México, utilizó los SIG para identificar zonas de riesgo para Dengue en varios municipios de Corrientes, donde se analizaron tres componentes esenciales, la fuente de riesgo (el vector), la posible trayectoria de propagación del vector (radio de acción del mosquito) y por último, se identificó la población susceptible de ser afectada (Bottinelli *et al.*, 2003). Al comparar el resultado de este trabajo con el nuestro reflejó ser menos detallado ya que solo se tuvo en cuenta la presencia del vector y la densidad poblacional por lo que no brinda elementos suficientes que permitan a los que toman decisiones disminuir el riesgo.

Por otra parte en Maracay Venezuela se realizó un estudio sobre la estratificación de Dengue Hemorrágico utilizando los SIG. En el mismo se clasificaron los barrios atendiendo al número de habitantes, a la densidad de población, al número de casos de Dengue y Dengue Hemorrágico, encontrándose una asociación directa entre estas variables. Un resultado inesperado, pero de gran valor predictivo, fue la gran homogeneidad interanual en el patrón espacial de la prevalencia del Dengue y Dengue Hemorrágico en los barrios, lo cual sugirió la circulación simultánea de varios serotipos (Barrera *et al.*, 2000). En el presente estudio también se pueden realizar comparaciones temporales entre una fase y otra, permitiendo analizar el comportamiento de los diferentes indicadores a determinados niveles de agregación.

En la provincia Cienfuegos, Cuba, se diseñó un programa aplicando los SIG para la vigilancia en salud. En el *software* está implícita la vigilancia vectorial activa de dicha ciudad, donde se analiza la aparición de focos, el pronóstico de la difusión del vector y estimación de costos de las intervenciones, entre otros indicadores. El sistema fue programado para trazar círculos concéntricos de 100, 200, 300 y 500 m, tomando como base la manzana con foco de *Aedes aegypti* y a partir de la información que presenta el sistema, se calcula el número de focos, las manzanas comprendidas en el radio analizado, total de depósitos, entre otros (Iñiguez, 2003). Las aplicaciones que realiza este *software* también se pueden lograr en el presente trabajo, aunque aquí se fijó el valor de 300 m como radio de acción de la manzana con foco, debido a las características entomológicas e higiénico sanitarias presentes en el territorio, además los indicadores analizados están mejor estructurados y con un alto nivel de detalle.

En un estudio realizado en el municipio Playa de Ciudad de La Habana, Cuba, se determinó la vulnerabilidad espacial del dengue aplicando los SIG, se analizaron un conjunto de variables socio ambientales, tales como: densidad de población, frecuencia de abastecimiento de agua, disposición de residuales sólidos, condiciones desfavorables de habitabilidad y estado de la red vial, además se tuvieron en cuenta los focos y el alojamiento de los turistas, obteniéndose como resultado tres agregados de manzanas que pueden considerarse espacios con características socio-ambientales relativamente homogéneas, destacándose una elevada asociación entre la aparición del foco y las manzanas con malas condiciones socio ambientales (Pérez *et al.*, 2003). En el trabajo que nos ocupa se obtienen varias salidas cartográficas que representan, según los indicadores ambientales, entomológicos y epidemiológicos, las manzanas con la peor situación en cada fase de la campaña, pudiéndose seleccionar, mediante SIG, las manzanas con éstas características, que se repiten de una fase a otra, e identificar las zonas o espacios más vulnerables dentro del área de estudio, asociándolas con la aparición de focos.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

En este estudio no se incluyeron las variables climáticas como el régimen de lluvia, la temperatura, la velocidad y la dirección del viento, entre otras; ya que el comportamiento de estas variables no presenta cambios significativos de una manzana a otra, y por tanto, es más difícil incluir su análisis en el SVID, el cual es más dinámico y específico y con un alto nivel de detalle. Algunos investigadores han analizado el comportamiento de estas variables para identificar zonas vulnerables de proliferación del vector pero se realiza a una mayor escala, es decir, a nivel de país o provincia, donde los cambios climáticos son más marcados. No obstante en un trabajo realizado en México, donde se exploraron las variables que pudieran tener mayor impacto sobre los índices larvarios de *Aedes aegypti*, se determinó que las condiciones de las viviendas, influyen más en la proliferación del vector que la temperatura y la precipitación, o sea, un mantenimiento inadecuado de la vivienda, la mala higiene en los patios y los recipientes con agua, presentan una tendencia mayor a la infestación por larvas de *Aedes aegypti* que las condiciones climáticas en sí (Espinoza, Hernández y Coll, 2001).

5. Consideraciones finales

Las principales salidas cartográficas del SVID ofrecen una visión detallada de la situación ambiental, entomológica y epidemiológica de la región de estudio, permitiendo analizar el comportamiento de los indicadores a diferentes niveles de agregación, apoyar la vigilancia activa y facilitar a los tomadores de decisiones dar respuestas rápidas y efectivas, además de dirigir los recursos disponibles hacia las zonas más vulnerables, evitando así brotes epidémicos.

Los resultados de este trabajo corroboran la utilidad de los SIG en la Salud Pública, específicamente en la prevención del Dengue, facilitando mediante el SVID, realizar comparaciones espacio-temporales entre una fase y otra, establecer un análisis integral de los indicadores y llevar a cabo la estratificación de los riesgos por manzanas.

Referencias bibliográficas

- Barrera, R., Delgado, N., Jiménez, M., Villalobos, I. y Romero, I. (2000): "Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico", *Rev. Panam. Salud Publica/Pan. Am. J. Public Health*, 8, 4, pp. 225- 33.
- Bottinelli, O., Marder, G., Sara, N., Sario, H. y Ramírez, L. (2002): *Vigilancia de los factores de riesgo - dengue en 8 municipios de Corrientes mediante el uso de Sistemas de Información Geográfico (SIG)*. [Consulta: 20/10/2008]. Disponible en <http://epi.minsal.cl/SigEpi/doc/vigaer.pdf>
- Bottinelli, O., Marder, G., Ulón, S., Ramírez, L. y Sario, H. (2003): *Estratificación de áreas de Riesgo-Dengue en la ciudad de Corrientes mediante el uso de los (SIG) Sistemas de Información Geográficos*. [Consulta: 25/9/2008]. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/04-Veterinarias/V-062.pdf>
- Díaz, C., Kourí, G., Bonet, M., Álvarez, A. y Torres, Y. (2004): *An ecosystem approach to human health for the prevention of Dengue at local level. Global Forum for Health Research*. [Consulta: 14/11/2008]. Disponible en <http://www.globalforumhealth.org/Forum8/Forum8-CDROM/OralPresentations/Diaz%20C%20F8-426.doc>

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

Espinoza, F., Hernández, C. y Coll, R. (2001): "Factores que modifican los índices larvarios de *Aedes aegypti* en Colima, México", *Rev. Panam. Salud Pública*, 10,1 pp. 6-12.

García, M., Mariné, M., Díaz, C., Concepción, C. y Valdés, I. (2007): "El componente ambiental de la vigilancia integrada para el control y la prevención del dengue", *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*, 45,1 [Consulta:16/9/2008]. Disponible en

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000100008&Ing=en&nrm=iso

Gómez, H., Ramos, B., y Tapia, R. (1995): "El riesgo de transmisión del dengue: un espacio para la estratificación", *Rev. Salud Publ. Mex*, 37, 1, pp. 88-97.

Guzmán, M. G., García, G. y Kourí, G. (2006): "El dengue y el dengue hemorrágico: prioridades de investigación", *Rev. Panam. Salud Pública/Pan. Am. J. Public Health*, 19, 3, pp. 204-15.

Iñiguez, L. (2003): "Geografía y salud en Cuba: tendencias y prioridades", *Rev. Cubana Salud Pública*, 29, 4, pp. 295-306.

Ministerio de Salud Pública (2008): "Estrategia integrada para el control entomo-epidemiológico ante la aparición de un foco de *Aedes aegypti* ó un caso sospechoso de Dengue". [Consulta 6/1/2009]. Documento inédito.

Morrison A.C., Getis, A., Santiago, M., Rigau, J.G. y Reiter, P. (1998): "Exploratory space-time analysis of reported dengue cases during an outbreak in Florida, Puerto Rico 1991-1992", *Journal Trop. Med. Hyg*, 58, 3, pp. 287-298.

OPS (2004): "Paquetes de programas de mapeo y análisis espacial en Epidemiología y Salud Pública", *Boletín Epidemiológico*, 25, 4, pp.1-9.

OPS (2002): *La implementación del DengueNet en las Américas. Informe de una reunión de OMS/OPS/CDC*. [Consulta: 4/9/2008]. Disponible en

<http://www.who.int/entity/csr/resources/publications/dengue/whocdscsrgar20038sp.pdf>

Pérez, T., Iñiguez, L., Sánchez, L. y Remond, N. (2003): "Vulnerabilidad espacial al dengue: Una aplicación de los SIG en el municipio Playa de Ciudad de La Habana", *Rev. Cubana Salud Pública*, 29, 4, pp. 353-65.

Reiter, P. y Nathan, M. (2001): *Guías para la evaluación de la eficacia del rociado espacial de insecticidas para el control del vector del Dengue: Aedes aegypti*. WHO/CDS/CPE/PVC/2001 [Consulta: 24/8/2008]. Disponible en

http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/WHO_CDS_CPE_PVC_2001.1_spa.pdf

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

FIGURAS

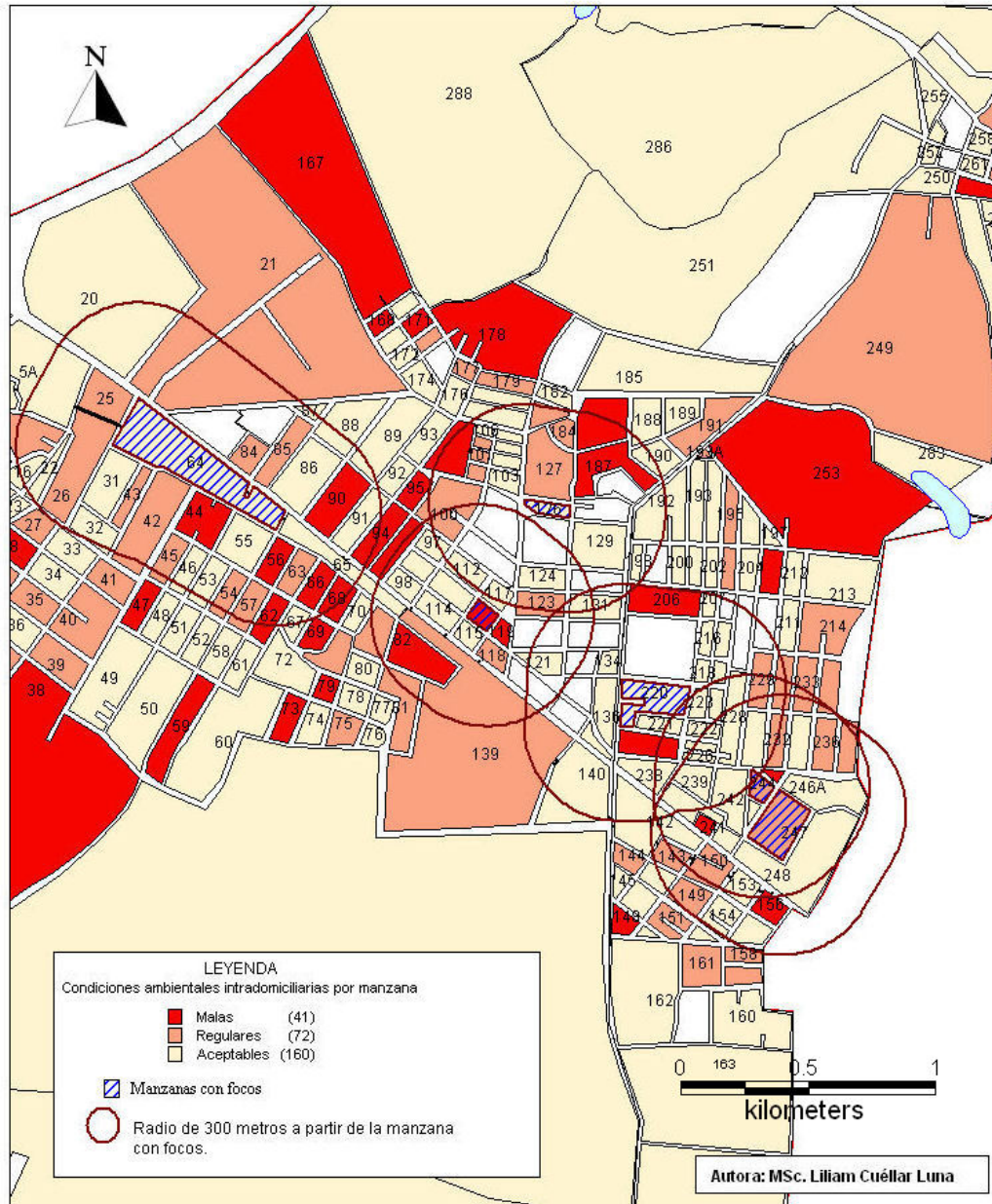


Figura 1. Mapa de manzanas con condiciones ambientales intradomiciliarias que influyen en la aparición de criaderos de *Aedes aegypti* y radio de acción de las manzanas con foco, fase 69 del 2005. Área de Salud “Efraín Mayor” Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

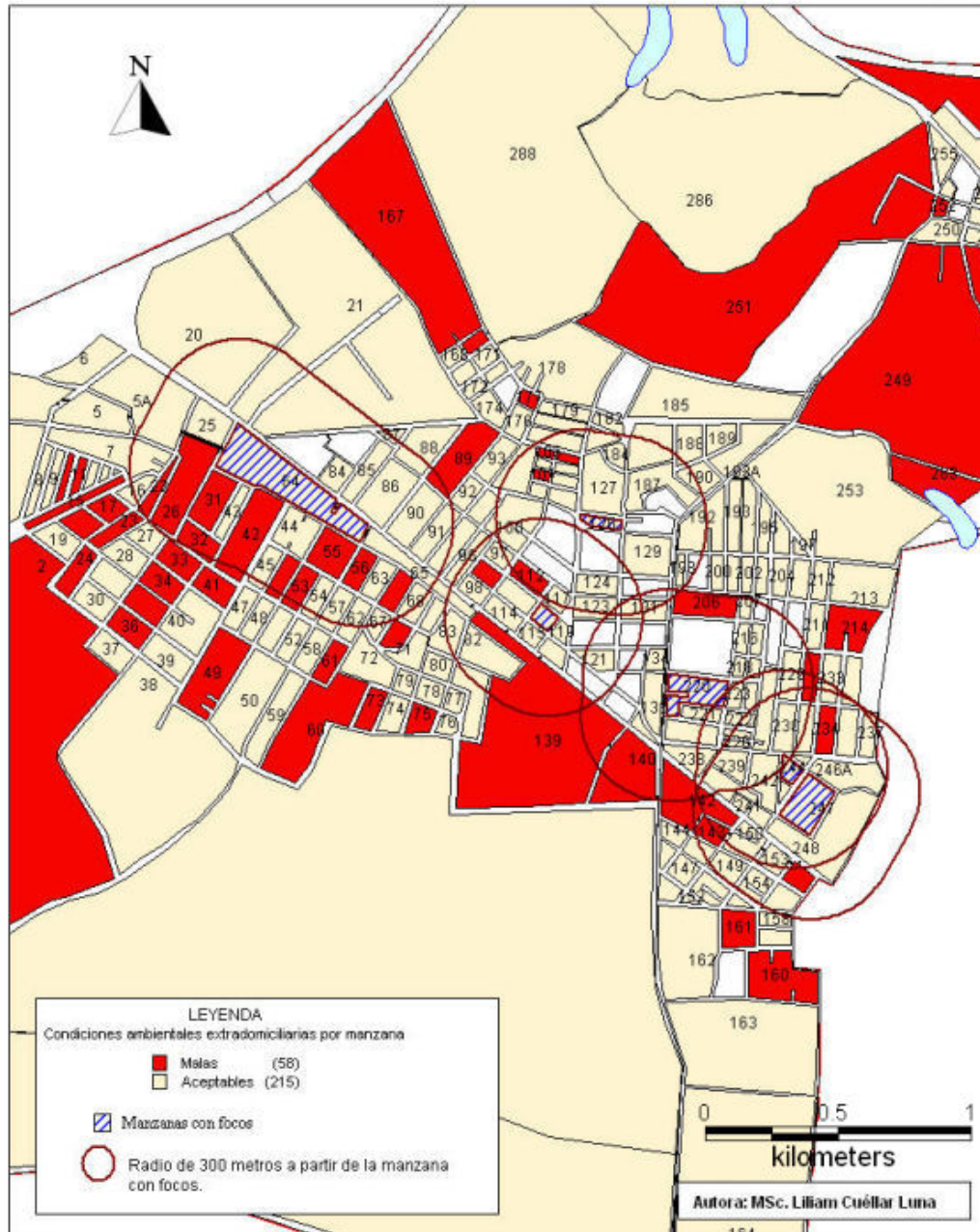


Figura 2. Mapa de manzanas con condiciones ambientales extradomiciliarias que influyen en la aparición de criaderos de *Aedes aegypti* y radio de acción de las manzanas con foco, fase 69 del 2005. Área de Salud “Efraín Mayor” Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

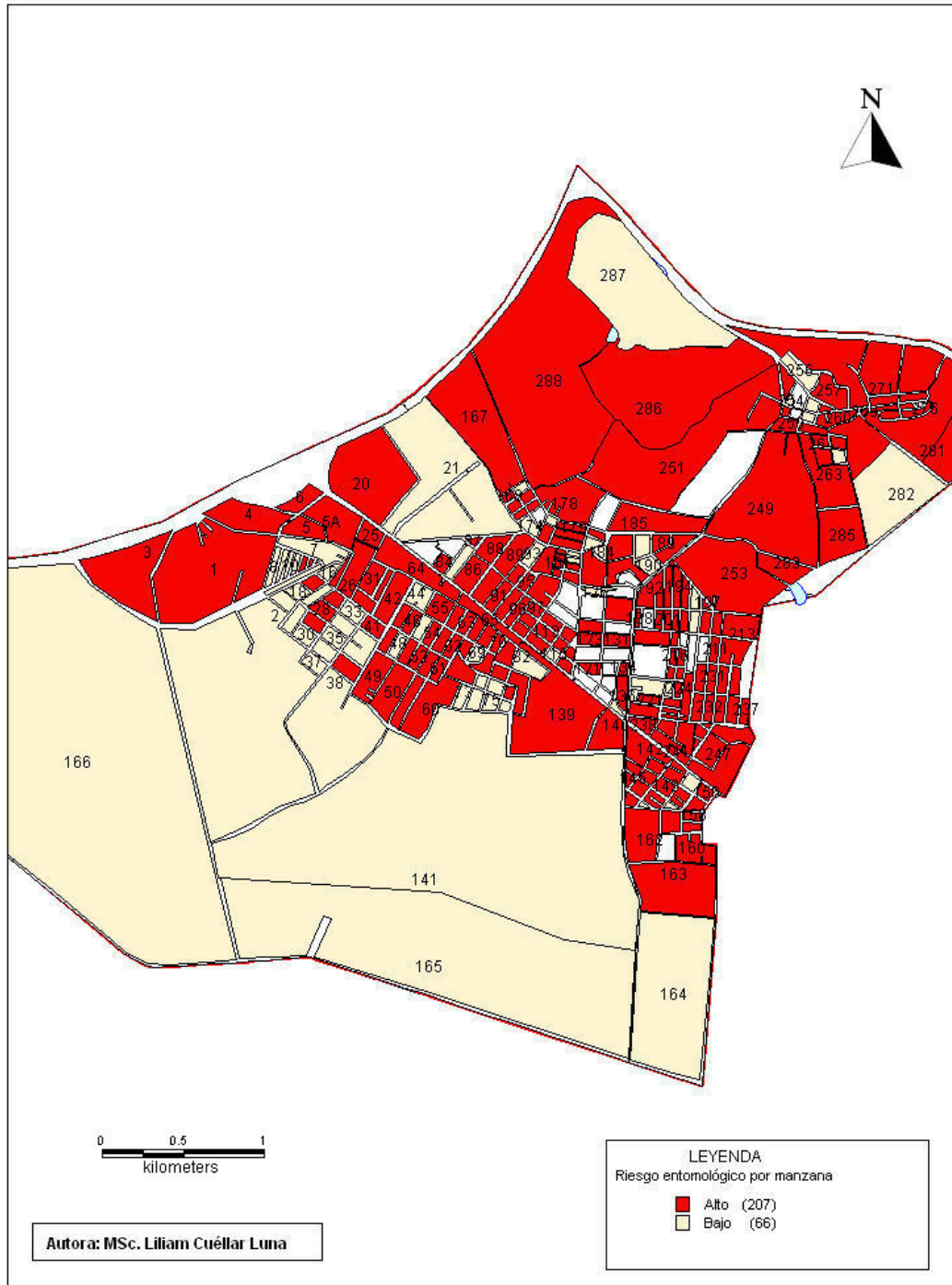


Figura 3. Mapa de manzanas con riesgo entomológico, fase 69 del 2005. Área de Salud “Efraín Mayor” Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

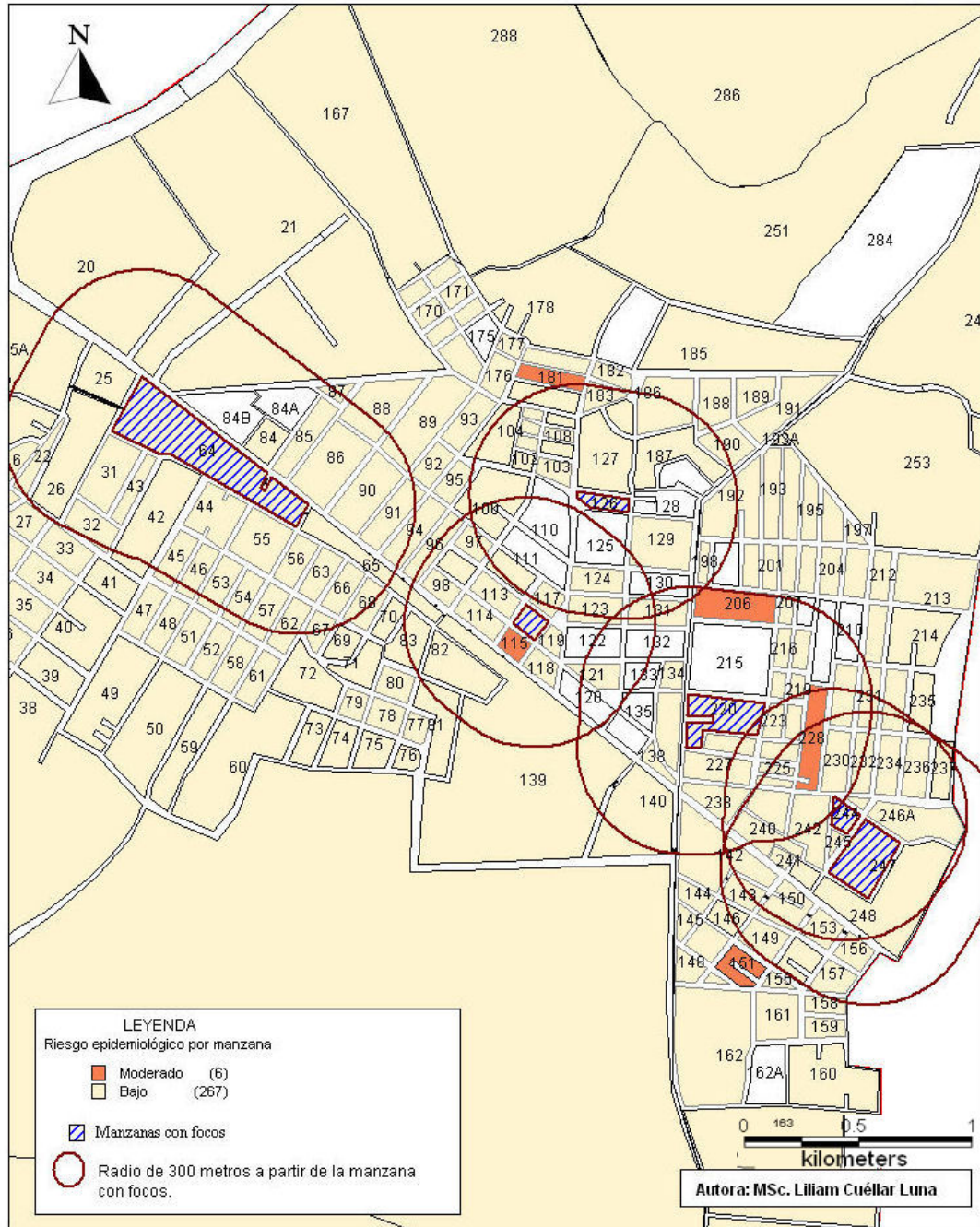


Figura 4. Mapa de manzanas con riesgo epidemiológico y radio de acción de las manzanas con foco, fase 69 del 2005. Área de Salud "Efraín Mayor" Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

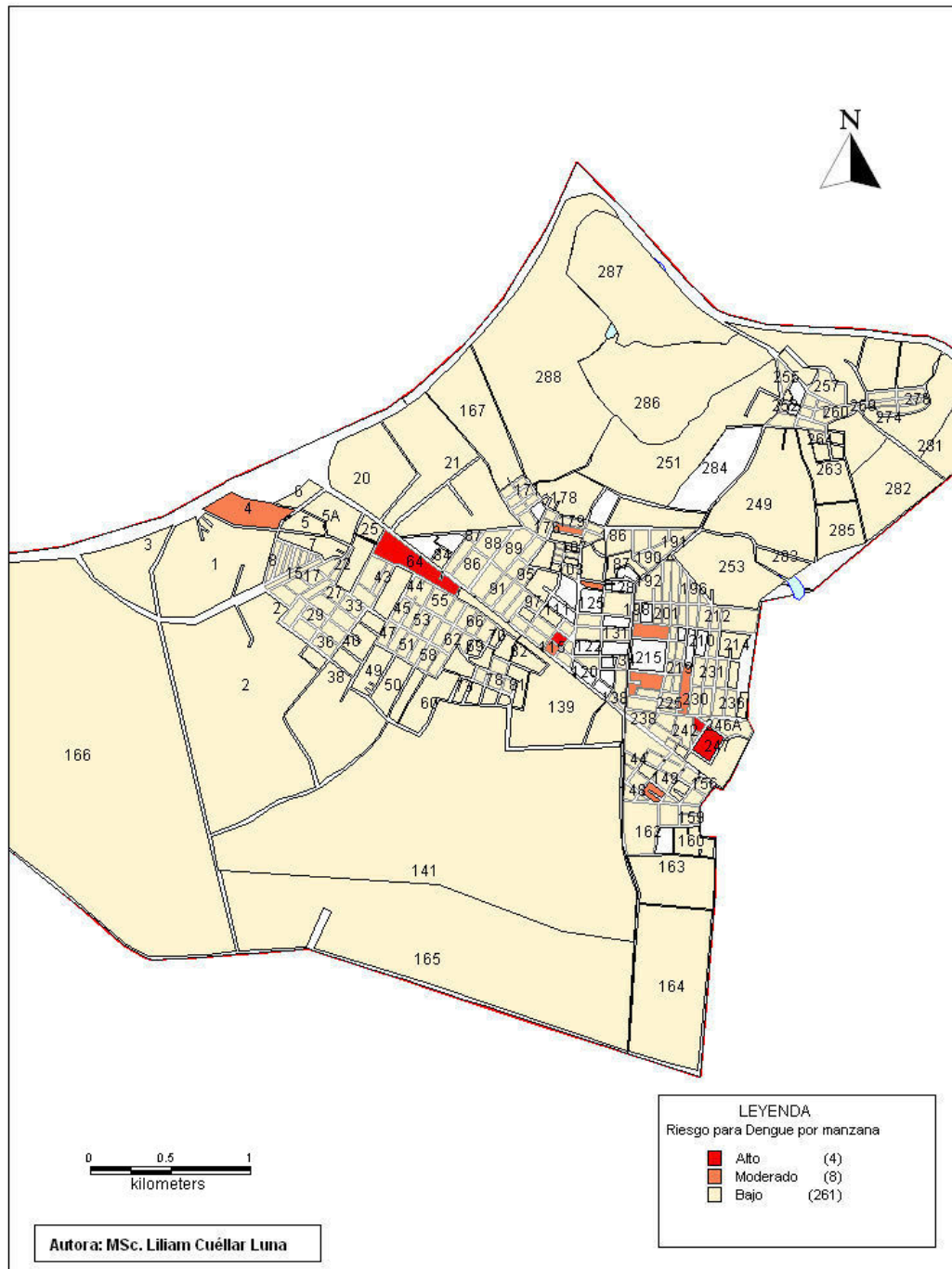


Figura 5. Mapa de manzanas con riesgo para dengue, fase 69 del 2005. Área de Salud “Efraín Mayor” Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, nº 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

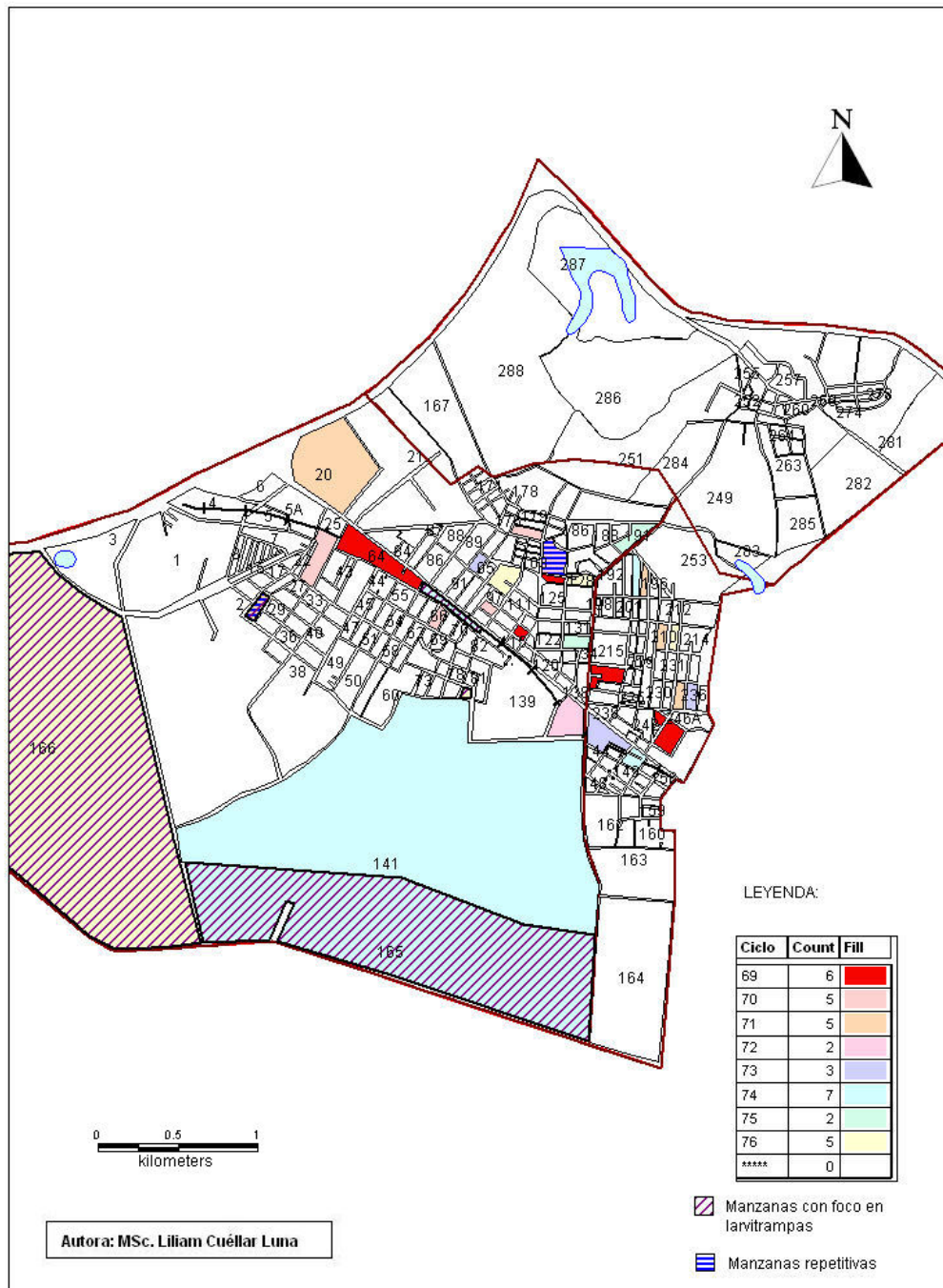


Figura 6. Mapa de manzanas con focos de *Aedes aegypti* durante la fase 69-76 del 2005. Área de Salud "Efraín Mayor" Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana.

Cuéllar Luna, L., Concepción Rojas, M., Ramírez, B., Álvarez Valdez, Á. M. y Díaz, C. (2009): "Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana", *GeoFocus (Artículos)*, n° 9, p. 166-183. ISSN: 1578-5157

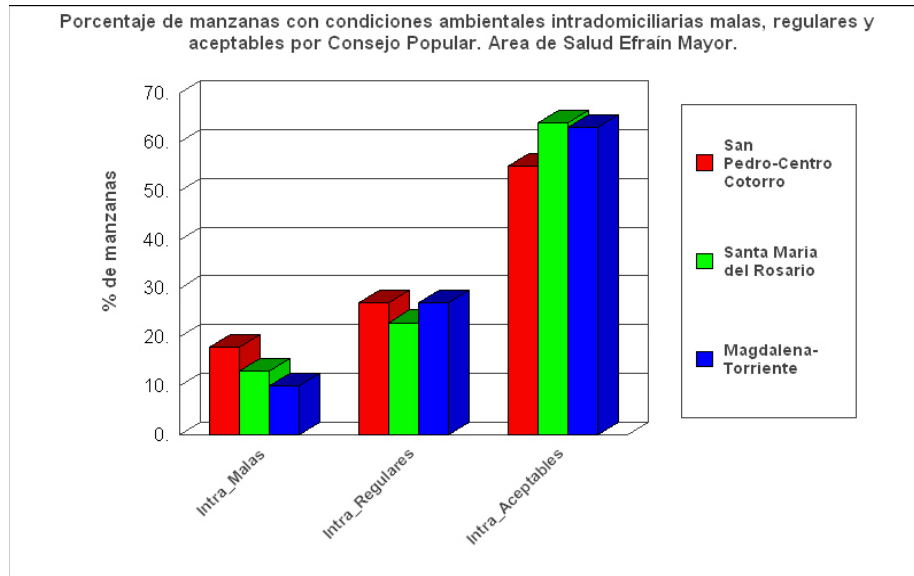


Figura 7. Porcentaje de manzanas con condiciones ambientales intradomiciliarias malas, regulares y aceptables por Consejo Popular, fase 69 del 2005. Área de Salud Efraín Mayor.