

# LOCALIZACIÓN DE CRIADEROS NO-RESIDENCIALES DE *Aedes aegypti* Y SU ASOCIACIÓN CON CASOS DE DENGUE EN LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Rosa María Sánchez-Casas, Raúl Torres-Zapata, Feliciano Segovia-Salinas, Filiberto Reyes-Villanueva,  
Marcela Alvarado-Moreno, Ildelfonso Fernández-Salas  
Depto. Entomología Médica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (San  
Nicolás de los Garza, N.L., México).  
E-mail: [sanchezcasasrossy@yahoo.com](mailto:sanchezcasasrossy@yahoo.com)



## Introducción

En la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA-2002 (1), se indica que los programas de Gobierno deben enfocarse a la vigilancia y eliminación de *Aedes aegypti* solo en áreas residenciales o viviendas. Así por ejemplo, se enlistan los índices aélicos tales como Índice de Casa (porcentaje de casas donde se identifica al menos un criadero positivo a larvas), Índice de Recipiente, etc. Sin embargo, Morrison y cols. (2) ha documentado en Perú la proliferación de criaderos de esta especie de mosquito en muchas zonas no residenciales tales como mercados, lotes baldíos, patios de pequeños comercios y muchos más. Este hallazgo sustenta el desplazamiento del vector a áreas donde no contempladas por los programas para aplicar medidas de control. Situación muy parecida donde

además se registró la presencia de casos de Dengue se encontró en Río de Janeiro, Brasil (3). En México, la Secretaría de Salud ha pasado por alto estos sitios, pero todo indica que ellos sustentan un segundo ciclo de transmisión de la enfermedad fuera de las casas. Velásquez-Monroy documenta que los casos de dengue en México se han incrementado en las edades de 15 a 45 años, claramente definiendo esta enfermedad como ocupacional. Aunado a lo anterior, Chadee y Martínez (4) determinaron que *Ae. aegypti* es un mosquito que pica de día con un incremento en su actividad de alimentación en la mañana (0900-1100 am) y un segundo pico de alimentación antes de la puesta del sol (1700:1900). De esta manera se sincroniza las hora de picadura del mosquito cuando las personas están fuera de casa, trabajando o en labores escolares. Existen sitios de reproducción fuera de zonas habitacionales, y gran cantidad de criaderos invernales, que son reactivados con las temperaturas ideales para el desarrollo del mosquito.

Los objetivos de esta investigación fueron el determinar la presencia de criaderos de *Ae. aegypti* en lugares no residenciales, así como documentar la existencia de criaderos activos durante el invierno, dato desconocido en la zona metropolitana de Monterrey (Nuevo León, México), aspecto que es relevante para comprender la epidemiología de la transmisión del dengue y finalmente evaluar la utilidad de la plataforma gratuita Google Earth® como una herramienta para analizar la distribución espacial de casos de dengue y criaderos del vector.

## Materiales y Métodos

Los municipios muestreados fueron Monterrey, San Nicolás de los Garza, Apodaca, Guadalupe y Escobedo, que constituyen parte de la Zona Metropolitana de Monterrey en el Estado de Nuevo León (México), para esto se considero la cantidad de casos de dengue reportados durante el 2007; la recolección de datos se llevó a cabo de Diciembre 2007 a Marzo 2008. Se seleccionaron sitios no habitacionales como negocios (vulcanizadoras, ferreterías, empresas de la metalurgia, transporte, talleres, parques recreativos). Se tomaron los siguientes datos de cada lugar: factores ambientales, giro o actividad comercial, cercanía con zonas habitacionales, casos reportados positivos a dengue dentro y en los alrededores de los sitios visitados, tipo de control preventivo para el mosquito *Aedes aegypti*, presencia de criaderos artificiales y naturales así como tipificación de los mismos y la distribución espacial de la presencia de criaderos de *Aedes aegypti*. Esta se llevó a cabo en el programa Google Earth®, marcando la ubicación negativa en color verde y la positiva de en color rojo. Se tomaron las coordenadas geográficas con un equipo de georeferenciación GPS marca Zinder H20 Lowrance, mientras que la temperatura y humedad relativa se utilizó un higrómetro digital marca A.Valy®

El horario de muestreo se estableció por la mañana, con una duración de cuatro horas; durante los días de Diciembre a Marzo. Los meses de Invierno fueron Diciembre, Enero y Febrero. En cada visita, se llenaba un formato con información general acerca del lugar visitado, además de tomar coordenadas del sitio, así como temperatura y humedad relativa. Los propietarios de los negocios nos proporcionaban información más detallada de antecedentes de casos de dengue, los cuales fueron diagnosticados por el Laboratorio Estatal de Salud Pública (Secretaría de Salud en Nuevo León-México), durante la epidemia de Otoño del 2007. Los datos de las condiciones macro climáticas (humedad relativa y temperatura) así como los aspectos físicos del área muestreada se registraron en una bitácora de trabajo diario y se utilizó una por cada sitio visitado. El análisis estadístico utilizó Tablas de Contingencia con la prueba de  $X^2$ , donde la Hipótesis Nula era que no existía dependencia de las variables analizadas en pares (5), y con una confiabilidad del 95%.

## **Resultados**

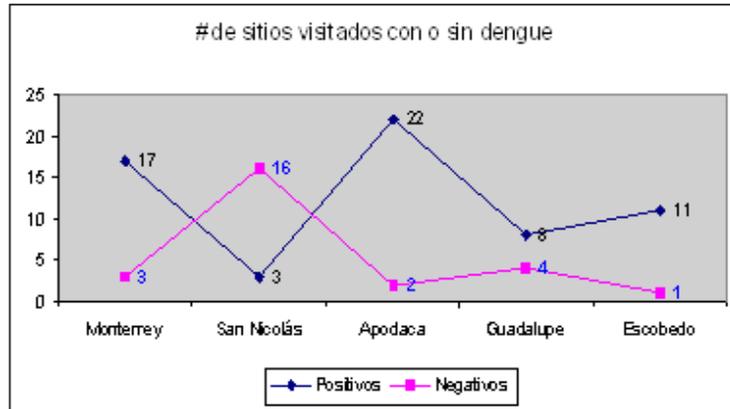
De los 87 sitios muestreados no-residenciales en los cinco municipios se encontró cercanía a zonas habitacionales; en el 100% estos. El análisis estadístico indicó que la presencia de casos de dengue exhibió relación con el giro comercial de estos lugares ( $X^2= 24.58$ ,  $p=0.000$ ). Los criaderos encontrados se agruparon en llantas (35%), cubetas o recipientes arriba de 15 litros (30%), tambos de 200 litros (8%), y un último grupo de recipientes pequeños de capacidad menor a 5 litros (27%). A través del análisis estadístico se mostró la no significancia para señalar que *Ae. aegypti* no depende de un determinado tipo de criadero ( $X^2=1.469$ ,  $p=0.689$ ). En relación con los factores ambientales, en la humedad relativa el rango mayor se presentó de 26% a 45%. Este incremento se debió a lluvias que estuvieron presentes durante los meses de muestreo. Mientras que la temperatura considerada óptima para el crecimiento del mosquito fluctuó de 20°C a 40°C y las temperaturas predominantes que se apreciaron están desde 24 °C a 31°C. Este patrón climático prevaleció incluso en los meses de invierno.

La distribución de casos de dengue reportados dentro y en los alrededores de los sitios visitados mostró los siguientes resultados. Solo el 10% de los lugares visitados reportaron casos; sin embargo en las casas de sus alrededores se registraron hasta un 70% de vecinos que experimentaron la fiebre del dengue. Los antecedentes epidemiológicos del año 2006, registró un notorio incremento de casos en Apodaca y Escobedo. Mientras en el 2007, en los municipios estudiados se encontró que el municipio de Apodaca registró 22 casos, Escobedo 11 casos y Monterrey 17 casos (Ver Figura 1). La dependencia estadística fue demostrada entre lotes baldíos y la mayor incidencia de casos de dengue en sus alrededores (33.3%) del total de los casos reportados ( $X^2= 36.92$ ,  $p=0.000$ ).

Por otra parte, se observó que la presencia de criaderos artificiales y naturales (ríos, lagos, arroyos), catalogando estos en sitios con ausencia de criaderos(3%), presencia de criaderos sin agua(7%) y presencia de criaderos secos (90%). Se encontró presencia de criaderos naturales en el 32% de los lugares visitados y el 68% no mostró alguno.

El análisis de la relación entre criaderos y casos de dengue indicó una relación significativa entre ambas variables( $X^2=78.58$ ,  $p= 0.000$ ). Adicionalmente, fueron identificados criaderos de *Culex spp* en un 31%, éstos se localizaron en los lugares cercanos a criaderos naturales (arroyos, ríos o charcas), particularmente en el municipio de Apodaca. El reporte de casos de dengue en zonas cercanas a criaderos naturales solo arroja un 9% de positividad, y el porcentaje de casos de dengue no cercanos a arroyos representa un 48%, observándose que no hay relación entre la presencia de arroyos, ríos o lagos con la propagación del virus ( $X^2 = 70.005$ ,  $P = 0.943$ ).

**Figura 1. Número de sitios visitados por municipio durante Diciembre 2007 a Enero 2008**



En los lugares visitados la indagación sobre que tipo de control de mosquitos habían realizado se hallaron tres actividades principales, lugares donde se abatizaba (18%), fumigaciones contra mosquitos adultos (8%) y lugares que no abatizaban, siendo éste último el más predominante con un 74%. Las acciones de control a nivel municipal presentaron los siguientes resultados, el municipio que presentó mayor incidencia en los casos de dengue fue Apodaca, y trascendió con ser además el municipio donde menos se abatiza, contrario a lo que sucede en San Nicolás de los Garza, donde el 95.4 % abatiza. En los municipios donde no se efectuó la abatización como control se observaron casos de dengue en el 66.6% ( $X^2= 15.61, p = 0.048$ ). La distribución espacial de los criaderos y/o lugares muestreados en todos los municipios se hizo a través del programa Google Earth® - ver Figura 2 – en el cual se detalla que los símbolos rojos indican la presencia de criaderos y los verdes la ausencia de los mismos. Al analizar esta distribución, la misma no exhibió ningún patrón de agrupación o focos geográficos específicos de epidemias; manifestando una ordenamiento espacial de *Ae. aegypti* presente en la totalidad del zona metropolitana de Monterrey.

**Figura. 2. Representación de criaderos en el programa Google Earth. Los señalamientos rojos indican presencia de criaderos y los verdes ausencia**



### Discusión

En México, los programas para la vigilancia de *Aedes aegypti* están basados en la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA-2002 (7) y están enfocados en el control de vectores en áreas residenciales, haciendo caso omiso de los sitios no-residenciales. Sin embargo este estudio demostró la presencia de un grupo importante de criaderos en zonas no residenciales, aun en época de invierno. Y claramente, un importante segmento de la población de vectores del dengue fuera de control. El porcentaje de contenedores positivos para *Ae. aegypti* en los sitios no residenciales fue 97% tanto en criaderos secos como los que contenían agua. Los cementerios y vulcanizadoras tienen mayor importancia epidemiológica de lo que se supone. Esto puede

entenderse si tomamos en cuenta que ellos están distribuidos por toda la ciudad y frecuentemente se encuentran ubicados en lugares altamente habitados en el centro y periferia de la localidad. Dando como consecuencia mayor proliferación de mosquitos ya que no tienen un control larvario (8). El 92% de las vulcanizadoras visitadas presentaron criaderos positivos. La presencia de criaderos artificiales o hechos por la mano del hombre demostró que: el 97% de los sitios visitados almacenaban algún tipo de contenedor contribuyendo así a la producción de *Ae. aegypti*. En sitios, residenciales (9) y no residenciales (10), se mostró también la presencia significativa de contenedores atípicos de *Ae. aegypti*. En sitios recreacionales, negocio y/o empresas, se describen contenedores con importancia proporcional a los sitios residenciales. Éstos sitios son similares a los descritos por Russell y colaboradores (11). Todos estos sitios investigados fueron claramente no-residenciales, y estos pueden actuar como "focos ocultos potenciales" (12), produciendo grandes cantidades de pupas. Está documentado que el mal manejo de los desechos como son recipientes, llantas o cualquier otro, son funcionales para el desarrollo del mosquito (13).

En relación con el tipo de control del dengue es conocido que el tratamiento con larvicidas y adulticidas no es la medida recomendable para controlar un brote epidémico de grandes dimensiones, debido a que este exige una gran cantidad de mano de obra y tiempo. La medida de selección es el rociado aéreo debidamente ejecutado, pero debe quedar claro que esta es una medida extrema, y que puede generar muchos problemas y quejas como manchar la pintura de los carros, matar insectos benéficos e intoxicar pájaros de ornato y otras mascotas (14). Sin embargo el control con larvicidas debe ser de forma preventiva. Dependiendo de los recursos disponibles para el control del vector, los funcionarios de salud pública pueden decidir concentrar esfuerzos de control en áreas residenciales o bien, usar una estrategia de control en los sitios no residenciales. Por ejemplo más énfasis sobre tratamientos con larvicidas, lo que nos daría la reducción de la fuente en áreas no residenciales así como la correcta eliminación de los criaderos (15). La vigilancia del vector y esfuerzos de control deberían ser estratificados según el tipo de sitio o vecindario. Como lo observado en sitios residenciales en Iquitos (16). La formulación adecuada del insecticida para el vector indicado garantiza un nivel de éxito del programa, es necesario mantener baja o mínima la densidad el mosquito *Ae. aegypti*, pues de lo contrario habrá problemas de transmisión (17). Lo que está pasando en la actualidad es el resultado de una serie de factores como pueden ser: campañas tardías, aplicación incorrecta del insecticida, zonas no residenciales sin tratar, además de una posible resistencia del vector en algunos insecticidas. Por lo tanto es necesario llevar a cabo una rotación de insecticidas para mejores resultado, otro factor que influye es la falta de capacitación al personal técnico. Aún que las autoridades están promoviendo campañas de descacharrización y reparten el larvicida Temephos de manera gratuita, en cada uno de los centros de Salud, los casos de dengue, no sólo se han incrementado en el Estado o el país, sino en toda América Latina. (18).

Por otra parte, el uso de herramientas modernas como Google Earth®, para estudiar la distribución espacial de casos y criaderos del mosquito vector del dengue es recomendable: Con la información obtenida a través de este programa se da la oportunidad para implementar campañas para el mejor control de estos problemas de Salud Pública. En general, basado en la infraestructura de una ciudad determinada, además da pauta para una visualización de datos directamente en una imagen y mejor entendimiento de la epidemia.

La vigilancia entomológica tradicional en países con dengue endémico confía profundamente en índices aélicos para supervisar las poblaciones de *Ae. aegypti*, (19). Los índices nos informan de contenedores con infestaciones, ya identificados y se procede a la eliminación de los mismos. La erradicación, sin embargo es considerada un objetivo factible (20), y esto ha llevado a la necesidad de desarrollar estrategias más prácticas, aerodinamizadas, y rentables para la vigilancia y el control basado en el modelo de producción de pupa (21). A través del programa de Google Earth®, el cual es una solución de bajo costo y útil para mejorar la predicción de enfermedades transmitidas por vectores. Con las herramientas de este software se puede generar información para una ciudad y mostrar los datos de transmisión de enfermedades como el dengue en un sistema de apoyo a la toma de decisiones y también para estructurar un programa preventivo de acuerdo a los datos obtenidos con años anteriores (22).

## **Conclusión**

Un componente importante de una estrategia comprensiva es la inclusión de sitios no residenciales en la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA-2002. Esta recomendación también debe incluir el control de otros factores que influyen en la prevalencia del mosquito como son los culturales y socioeconómicos, así como los servicios de abastecimiento, calidad y fiabilidad de las prácticas de almacenamiento de agua y la eliminación de desechos sólidos. Además los sitios monitoreados en este estudio son de gran importancia para entender la epidemiología de dengue, y están asociados con la rápida extensión geográfica de la enfermedad. A través del programa de Google Earth®, nos podemos auxiliar en conocer la distribución de enfermedades transmitidas por vectores, este software es gratuito y de fácil acceso lo cual nos puede proporcionar nuevas oportunidades para el

fortalecimiento de la salud pública y mejorar los resultados de las campañas actuales. Por otra parte, es importante evaluar los métodos de control ya que los actuales no están dando resultados satisfactorios, y los casos de dengue están en aumento. La solución ideal sería un conjunto de estrategias, tanto en los insecticidas que se utilizan, como la rotación de los mismos, la capacitación de los técnicos y dirigir las campañas no solo a zonas habitacionales, si no también en zonas no-residenciales (negocios, parques, escuelas y sobre todo lotes baldíos), además de un mejor control de los desechos, este programa de manejo integrado vectorial producirían una excelente ayuda para las campañas.

## **Resumen**

El dengue y sus variantes clásico y hemorrágico continúan incrementándose en México y representan un serio problema de salud pública. El desplazamiento del mosquito Vector *Aedes aegypti* de los domicilios humanos donde típicamente se ha encontrado hacia lotes baldíos, mercados, parques públicos y patios de empresas con bajos niveles de limpieza plantean un desafío a los actuales métodos de control enfocados únicamente a casas. La presente investigación tuvo como objetivos 1) evaluar la presencia de criaderos del mosquito vector en zonas no residenciales así como 2) determinar la adaptabilidad de poblaciones del vector durante la temporada de invierno pues este dato es desconocido e importante para conocer más de la epidemiología del dengue y, 3) integrar la plataforma Google Earth como una herramienta novedosa útil en la epidemiología de la transmisión de la enfermedad. A través de muestreos de campo, se colectaron datos desde Diciembre 2007 hasta Marzo 2008. Estas revisiones de recipientes con agua almacenada y actividad larvaria se concentraron en zonas no residenciales como empresas de Monterrey, San Nicolás, Apodaca, Guadalupe y Escobedo (Nuevo León, México). De un total de 87 sitios muestreados, el 100% presentaron las características de cercanía a zonas habitacionales o vecindades con reportes de dengue. Los propietarios de estos lugares registraron 10% de casos de dengue entre su personal mientras que las casas cercanas reportaron 70% con al menos un caso de dengue registrada durante la epidemia del 2007. Una encuesta de estos lugares con diferente giro comercial indicó que de las actividades de control que llevó a cabo la Secretaría de Salud de Nuevo León (México), solo en 18% de aplicó Temefós 1% granular o Abate, en 8% se fumigó pero en la mayoría, 74%, no se realizó ninguna acción. Se encontraron en total 222 criaderos en los 87 lugares no residenciales visitados. En la mayoría o, 90%, los criaderos estuvieron secos, mientras que solo en 7% se encontraron criaderos activos con agua. Solo 3% de los lugares muestreados fueron negativos a la presencia de criaderos. Estos resultados describen la adaptación y dominancia del mosquito del dengue en nuevos criaderos de zonas no residenciales, su resistencia a las temporadas frías del Invierno, y por consecuencia el riesgo entomológico para futuras epidemias de dengue en el área metropolitana de Monterrey.

*Palabras clave: Aedes aegypti, criadero, abatización, zonas no-residenciales, ULV*

## **Abstract**

Dengue fever represent an importante public health problem in Mexico. Mosquito behavior has changed because is moving from houses to non-residential places such as vacant lots, markets, parks, and factory backyards; and therefore, it poses a challenge to typical mosquito control carried out only in houses. This study was aimed to 1) to evaluate the presence of *Aedes aegypti* breeding sites in non-residential places, 2) to determine mosquito survival to Winter conditions, and 3) to integrate Google Earth software as a new tool to better understand the disease epidemiology. Field surveys to assess type and frequency of larval breeding sites were conducted from December, 2007 to March, 2008. Study sites were assorted industrial buildings in Monterrey, San Nicolas, Apodaca, Guadalupe and Escobedo (Nuevo León, México) and always located all of them near of residential areas. Ten percent of buildings reported dengue in the indoors whereas 70% recorded dengue in the outdoors. Owners of these industries reported that only 18% applied larval control with Temephos, 8% did mosquito professional control, and 74% never treated these areas. On the other hand, 97% of buildings reported presences *Aedes aegypti* breeding sites: 90% dry, 7%, and 3% had been treated with Temephos 1% granules. Conversely, it also supported the fact that *Ae. aegypti* does not discriminate backyards breeding sites. The study described adaptation or survival of the mosquito vector during Winter or cold ambient temperatures. Mosquito and breeding sites were also prevalent during all sampled municipalities. It is concluded that entomological risk poses a challenge for future dengue outbreaks in the metropolitan area of Monterrey.

*Keywords: Aedes aegypti, Breeding place, larviciding non-residential zones, ULV.*

## **Agradecimientos**

El apoyo brindado para este proyecto: a Fondos Sectoriales "Zoonotic Transmission Dynamics of West Nile Virus in Northeast Mexico" SEP 2004-CO1-47355/A1. e "Innovative vector control consortium Budget G-5746-1" apoyado por COLORADO STATE UNIVERSITY, University of Liverpool y Bill & Melinda Gates Foundation

### Referencias

1. Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2002, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de enfermedades transmitidas por vector (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/032ssa202.html>). Accesado 02/06/08.
2. Morrison, A.C., M.Sihuincha, J.D. Stancil, E. Zamora, H. Astete, J.G. Olsn, C. Vidal-Ore, and T.W. Scott 2006. *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) production from non-residential sites in the Amazonian city of Iquitos Peru. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 100 (1): 73-86.
3. Nildimar Alves, H., M. Goncalves-Castro, F. Saito Monteiro, M. Avelar Figueiredo and P. Chasgastelles-Sabroza. 2009. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. *Cad. Saude Publica* 25 (6):1203-1214
4. Chade, D.D. and R. Martínez. 2000. Landing periodicity of *Aedes aegypti* with implications for dengue transmission in Trinidad, West Indies. *Journal of vector Ecology*. 25:158-163
5. Zar Jerrold, H.1999. *Biostatistical Analysis*. 4th Edition. Prentice Hall. pp 486-514.
6. Fernández, I. 2009. *Biología y Control de Aedes aegypti*. Manual de Operaciones. 2ª. Edición. Universidad Autónoma de Nuevo León.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2002, *Op. cit.*
8. Fernández, I., *Op. cit.*
9. Morrison. A.C., A Astete, K Gray, A Getis, DA Focks, D Watts, M Sihuincha, and TW Scott. 2004. Spatial and Temporal abundance patterns *Aedes aegypti* producing containers in Iquitos, Peru *J Med Entomol*. 41(6): 1123-1142
10. Morrison, A.C., *et. al*, 2006, *Op. cit.*
11. Russell, B.M., P.N. Foley and B.H. Kay 1997. The importance of surface versus subterranean mosquitoes breeding during winter in north Queensland. *Arbovirus Research Australia*. 7: 240-242
12. Tun-Lin, W, B.H. Kay and A. Barnes. 1995. Understanding productivity, a key to *Aedes aegypti* surveillance. *Am J Trop Med Hyg* 53: 595-601.
13. Morrison, A.C., *et. al.*, 2004, *Op. cit.*
14. Fernández, I., *Op. cit.*
15. Gobierno del Estado de Nuevo León, México. Nuevo León se encuentra en ALERTA permanente debido al riesgo de un brote de DENGUE. "Ayúdanos a combatirlo". ([http://www.nl.gob.mx/?P=salud\\_familia\\_enf\\_dengue](http://www.nl.gob.mx/?P=salud_familia_enf_dengue)) Accesado 02/06/08
16. Morrison, A.C., *et. al.*, 2004, *Op. cit.*
17. Fernández, I., *Op. cit.*
18. Gobierno del Estado de Nuevo León, *Op. cit.*

19. Reiter P and DJ Gubler. 1997. Surveillance and control of urban dengue vectors. pp: 425-462, In: DJ Gubler and G Kuno (eds.), Dengue and Dengue Hemorrhagic fever. CAB International, New York, New York.

20. Pan American Health Organization. 1994. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas. Guidelines for Prevention and Control. Pan American Health Organization Scientific Publication No. 548. Washington DC: Pan American Health Organization.

21. Focks DA. 2003. A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. WHO. ([http://apps.who.int/tdr/svc/publications/tdr-research-publications/dengue\\_vectors](http://apps.who.int/tdr/svc/publications/tdr-research-publications/dengue_vectors)) Accesado 02/06/08

22. Lozano-Fuentes, S., D. Elizondo-Quiroga, J.A. Farfan-Ale, M.A. Loroño-Pino, J. Garcia-Rejon, S. Gomez-Carro, V. Lira-Zumbardo, R. Najera-Vazquez, I. Fernandez-Salas, J. Calderon-Martinez, M. Dominguez-Galera, P. Mis-Avila, N. Morris, M. Coleman, Ch.G. Moore, B.J. Beaty and L. Eisen 2008. Use of Google Earth® to strengthen public health capacity and facilitate management of vector-borne diseases in resource-poor environments. Bulletin of the World Health Organization. 86:718–725.