

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA

---

CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD PÚBLICA  
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO

**Estudio de la distribución espacio temporal de los serotipos de Virus Dengue  
aislados de mosquitos *Aedes aegypti* en la Ciudad de Tapachula, Chiapas**

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SALUD CON ÁREA DE CONCENTRACIÓN EN  
ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTOR

Presentado por:

**Q.B. Francisco Eruviel Rodríguez Pesqueira**

Director de tesis:

Dr. Rogelio Danis Lozano

Asesores:

Dr. Mauricio Casas Martínez

Dr. Héctor Gómez Dantes

**ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LOS SEROTIPOS DE  
VIRUS DENGUE AISLADOS DE MOSQUITOS *Aedes aegypti* EN LA CIUDAD DE  
TAPACHULA, CHIAPAS.**

Artículo sometido de acuerdo a los requerimientos del Instituto Nacional de Salud  
Pública para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Salud con área de  
concentración en Enfermedades Transmitidas por Vector.

Por:

**Q.B. Francisco Eruviel Rodríguez Pesqueira**

Tapachula, Chiapas

Marzo de 2013

## INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria .....	VI
Agradecimientos .....	VII
Resumen.....	IX
1. Introducción.....	10
2. Materiales y Métodos .....	13
2.1 Área de estudio .....	13
2.2 Visita a las viviendas y registro de información .....	13
2.3 Índice de Condición de Casa (PCI) .....	14
2.4 Índice Maya .....	15
2.5 Colecta de huevos por ovitrampas .....	15
2.6 Aislamiento y serotipificación de DENV en mosquitos .....	16
2.7 Distribución espacio-temporal de los serotipos de DEN .....	18
2.8 Análisis Estadísticos.....	19
3. Resultados.....	19
3.1 Índice de condición de casa (PCI) .....	20
3.2 Índice Maya .....	20
3.3 Asociación entre índice de conocimientos sobre dengue, el índice Maya y los índices de condición de casa $PCI_3$ y $PCI_2$ .....	21
3.4 Ovitrampas .....	23
3.5 Aislamiento y serotipificación de dengue (DEN) en mosquitos .....	23
3.6 Distribución espacio-temporal de los serotipos en <i>Ae. aegypti</i> .....	24
4. Discusión .....	25
5. Referencias .....	32
Tablas.....	37
Tabla 1. Proporción de viviendas con IM, $PCI_3$ y $PCI_2$ por temporada en la ciudad de Tapachula, Chiapas.....	37
Tabla 2. Asociación entre el IM e índice de conocimientos sobre dengue en el jefe de familia. ....	37

Tabla 3. Asociación entre el PCI <sub>2</sub> y nivel de educación del jefe de familia. ....	37
Tabla 4. Análisis de regresión logística bivariado entre el IM de las viviendas con respecto a su PCI <sub>3</sub> y PCI <sub>2</sub> . ....	38
Tabla 5. Análisis de regresión logística multivariado ajustado a estaciones entre el IM de las viviendas con respecto a su PCI <sub>2</sub> .....	38
Tabla 6. Análisis de regresión logística multivariado ajustado a estaciones entre el IM de las viviendas con respecto al PCI <sub>3</sub> .....	39
Tabla 7. Tasa mínima de infección en <i>Aedes aegypti</i> identificada por temporadas y serotipos circulantes.....	39
Tabla 8. Descripción de los conglomerados identificados por temporada (secas, secas-lluvias y lluvias). ....	40
Figura 1. Porcentaje jefes de familia y conocimientos sobre la enfermedad.....	41
Figura 2. Nivel de conocimientos de los jefes de familia sobre el dengue agrupado en tres niveles....	41
Figura 3. Porcentaje de viviendas con PCI <sub>3</sub> , PCI <sub>2</sub> e Índice Maya.....	42
Figura 4. Proporción de recipientes controlables.....	42
Figura 5. Proporción de recipientes desechables. ....	43
Figura 6. Distribución de los serotipos de DEN y la densidad de Kernel de los huevos colectados en las viviendas.....	44
Figura 7. Zonas de agregación de casas positivas a DEN, correspondiente al análisis de la temporada de secas (febrero-marzo de 2006).....	45
Figura 8. Acercamiento a la primera zona de agregación correspondiente a la temporada de secas (febrero-marzo de 2006).....	46
Figura 9. Acercamiento a la segunda zona de agregación correspondiente a la temporada de secas (febrero-marzo de 2006).....	47
Figura 10. Zonas de agregación de casas positivas a DEN, correspondiente al análisis de la temporada de secas-lluvias (abril-mayo de 2006).....	48
Figura 11. Zonas de agregación de casas positivas a DEN, correspondiente al análisis de la temporada de lluvias (junio-noviembre de 2006). ....	49

Figura 12. Acercamiento a la primera zona de agregación, estadísticamente significativa,  
correspondiente a la temporada de lluvias..... 50

### **Dedicatoria**

***A mi madre Aleyda.***

Por apoyarme siempre en mis decisiones, en perseguir las metas que me propongo y en no dejar proyectos sin concluir, por haberme brindado valores de vida y por hacerme ver que uno es patrón en su vida.  
¡MUCHAS GRACIAS!

***A mis hermanos Militza y a Luis.***

Por ser una parte importante y esencial en mi vida diaria y por ser partícipes de este nuevo logro.

***A mi novia Eréndira.***

Por ser pieza fundamental y de apoyo, por compartir momentos agradables y por ser siempre un alivio en situaciones desfavorables, por su comprensión y cariño y estar a mi lado. ¡MIL GRACIAS POR ESTAR AQUI!

***A un ser especial.***

Que siempre vivirá en mi mente y en mi corazón.



*“Now it's time for happiness, stay hard and trust your fate... Don't forget you're something else, you'll never be too late... Trust your fathers' mighty spell; you'll never be alone... Fate will always turn out well, and you'll be number one”*

*Michael Weikath*

### **Agradecimientos**

Me gustaría expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de cierta manera colaboraron y contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo, en especial al Centro Regional de Investigación en Salud Pública por haberme permitido formarme dentro de sus instalaciones y en especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero brindado para el presente estudio en el proyecto de “Eficiencia y Dinámica de la transmisión vertical de virus dengue en focos persistentes en México”, FOSSIS-115147.

Agradezco al Dr. Rogelio Danis Lozano, director y guía en esta investigación, por su orientación, seguimiento y supervisión de la misma y sobre todo por su espíritu de motivación y facilidad de transmitir su pasión por la epidemiología de las enfermedades transmitidas por vector.

De igual modo, agradezco los comentarios y sugerencias recibidos por el Dr. Mauricio Casas Martínez, el tiempo la ayuda otorgada por el Dr. Casas fue determinante, junto con sus observaciones sobre los muestreos entomológicos.

Especial reconocimiento merece el interés mostrado y las sugerencias realizadas por el Dr. Héctor Gómez Dantes, mismo con el que me encuentro en deuda por todos los buenos comentarios sobre el estudio realizado. Su colaboración y su experiencia en el área de epidemiología del Dengue fortalecieron de manera significativa el desarrollo de nuestro trabajo.

Un agradecimiento especial para el Dr. José Ramos Castañeda, por las facilidades brindadas para desarrollar parte de los análisis experimentales en su laboratorio, en el Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas, y por la donación de controles positivos para cada serotipo de virus Dengue.

Así mismo, quiero agradecer al personal técnico y de campo que hicieron posible el muestreo entomológico, la realización de las encuestas y trabajo en el insectario. Al Sr. Crescencio Díaz Espinoza, al Q.F.B. Daniel Alberto Ramírez, al Biol. Rafael Vázquez y un especial reconocimiento a la M. en C. Iliana Malo García por su asesoría sobre técnicas moleculares y detección de virus Dengue en mosquitos.

A todos mis maestros que fueron pieza importante durante mi formación académica, especialmente al Dr. Ciro Montero Solis, Dr. Jorge Torres Monzón y a la Dra. Teresa López Ordoñez, por ser excelentes docentes y Químicos.

Al Dr. Guillermo Bond Campean por la disponibilidad de tiempo que siempre mostro durante mi estancia en el CRISP, pos sus intervenciones como tutor y por ser una excelente persona.

A la Dra. Janine Ramsey Willoquet por sus repetidas observaciones durante mi formación, en los seminarios y por cualquier pasillo por donde me la topaba, Muchas Gracias Dra. Janine.

Al Dr. Armando Ulloa García por haber sido en el contacto directo para ingresar al CRISP a realizar mis estudios de posgrado, su participación como guía durante el proceso ingreso nunca será olvidada.

## Resumen

**Antecedentes.** Mediante el empleo de sistemas de información geográfica se puede realizar la identificación de viviendas con vectores infectados para realizar intervenciones oportunas y eficaces en control de brotes. El objetivo de este estudio es determinar la distribución espacio temporal de los serotipos de virus dengue aislados de mosquitos *Aedes aegypti* colectados en la ciudad de Tapachula, Chiapas.

**Métodos.** Durante las temporadas de secas, secas-lluvias y lluvias de 2006, se realizó una visita casa por casa en viviendas con casos de dengue y referenciadas mediante un GPS, se aplicó una encuesta epidemiológica para construir el índice Maya e índice de condición de casas (IM e PCI). Mediante ovitrampas se colectaron huevos para obtención de adultos en laboratorio. Por medio de IFI en células C6/36 fue detectada la infección en mosquitos y serotipificados por RT-PCR. Un análisis de distribución de *Poisson* fue realizado mediante SaTScan y adicionalmente patrones de densidad de Kernel fueron elaborados para identificar patrones espaciales de huevos de *Ae.aegypti* con ArcGIS. Finalmente, mediante regresiones logísticas se determinó la asociación entre el los índices para cada vivienda.

**Resultados.** Cinco zonas de agregación no significativas fueron identificadas, en secas y lluvias-secas y solo una zona significativa fue para lluvias. Los serotipos DENV-1 y 2 fueron los más frecuentes y en menor medida DENV-4. También se observó un aumento en el riesgo de él IM en cada temporada con respecto a PCI.

**Conclusión.** Los serotipos de DENV se encuentran distribuidos en toda la ciudad de Tapachula, y mediante el patrón espacial de densidad de Kernel se facilita identificar zonas con mayor riesgo de transmisión. Por otra parte, la fuerte asociación entre el IM y el PCI resalta el riesgo de criaderos para *Ae. aegypti* focalizando viviendas con condiciones idóneas para la proliferación de vectores. Estos indicadores epidemiológicos en conjunto con los índices larvales tradicionales y el uso de SIG brindan una alternativa para el monitoreo de *Ae. aegypti* en zonas endémicas.

**Palabras claves:** Dengue virus, distribución espacio-temporal, índice Maya e índice de condición de casa.

## 1. Introducción

El Dengue es una enfermedad cuyo agente causal es un flavivirus con cuatro tipos serológicamente relacionados (DEN-1, 2, 3, y 4) y que son transmitidos por la picadura infectiva de un mosquito hembra del género *Aedes*. La enfermedad está presente en regiones tropicales y subtropicales predominantemente en áreas urbanas y suburbanas. La incidencia de casos ha ido en aumento, aproximadamente 50 millones de casos de fiebre por dengue y 500,000 casos de dengue hemorrágico se presentan al año y se estima que cerca del 40% de la población mundial vive en riesgo de contraer esta enfermedad (WHO, 1997; Farrar *et al.*, 2007). El principal vector de la enfermedad en América es el mosquito *Ae. aegypti*. Este vector muestra una marcada antropofilia y tiene predilección por diversos recipientes artificiales empleados por el hombre para almacenamiento de agua (Gubler, 1994). Las hembras adquieren la infección viral al alimentarse con sangre de individuos infectados y, adicionalmente, el virus puede propagarse de manera vertical a la progenie (Rohani *et al* 2008; Guedes *et al.*, 2010).

Actividades conjuntas como el saneamiento ambiental, la participación y difusión social, el diagnóstico oportuno de los casos, el control químico y la vigilancia entomológica del vector están encaminadas a la monitoreo de la enfermedad (WHO, 2007). La efectividad de estas acciones de prevención y control requiere de participación y concientización de la comunidad, pues la difusión de las medidas preventivas resultan deficientes cuando existe poco interés y distorsión de la información (Mendez-Galván & Rivas-Gutierrez, 2004). Por ello, el conocimiento y las buenas prácticas de salud comunitaria son fundamentales para su control (Hairi *et al.*, 2003).

Por otro lado, la vigilancia entomológica para detectar estados inmaduros en los domicilios, se realiza mediante índices entomológicos como el de Breteau, el de casa positiva y el de recipientes positivos (Tun-Lin *et al.*, 1995a). Estos indicadores han demostrado tener poca relación con las densidades de adultos y en algunas situaciones sus valores no están asociados con la presencia de casos en

la localidad (Focks & Chadee, 1997; Tun-Lin *et al.*, 1996). Asimismo, otros indicadores de infestación alternativos como el índice de ovitrampa (OI), han sido propuestos para el monitoreo de *Ae. aegypti*, cuando el vector presenta bajas densidades (Lee, 1992). Algunos indicadores realizan estimaciones de riesgo mediante la medición de características de la vivienda y presencia/ausencia de criaderos del vector, como el índice de condición de casa (PCI) y el índice Maya (IM), respectivamente (Scott & Morrison, 2010; Miller *et al.*, 1992). El índice de condición de casa construido a través de la conjunción de tres variables: la condición de la casa, la limpieza y la sombra proyectada en el patio (PCI<sub>3</sub>), permite analizar las características idóneas para la reproducción y refugio de los mosquitos. Este índice tiene una modificación, que sólo toma en cuenta la limpieza y la sombra proyectada por la vegetación en el patio (PCI<sub>2</sub>) (Tun-Lin *et al.*, 1995b). Por otra parte, el IM es un indicador construido a partir de una matriz de 3X3 donde se combina la presencia de contenedores artificiales controlables (criaderos) y desechables (higiene). Este índice estima el riesgo de las viviendas basándose en la presencia de los contenedores asignándoles categóricamente tres niveles de riesgo: alto, mediano y bajo (Miller *et al.*, 1992).

En estados del sureste y suroeste de México se llevan a cabo intensas campañas de control vectorial para minimizar la incidencia de la enfermedad. Los esfuerzos en el control del mosquito tienden a incrementarse durante la temporada de lluvias integrando a los programas las actividades de descacharrización y abatización (uso de Temefos<sup>®</sup>) (Arredondo-Jiménez & Valdez-Delgado, 2006). Sin embargo, diferentes hábitats terrestres y acuáticos actúan como sitios de refugio y crianza, que en términos de productividad contribuyen a mantener las poblaciones de vectores (Manrique-Saide *et al.*, 2008).

Incorporar indicadores como formas alternativas de monitoreo e identificación de sitios potenciales para la crianza y refugio de mosquitos durante la vigilancia epidemiológica resultaría ser eficiente en las labores de vigilancia del vector. Del mismo modo, la caracterización espacial del área por medio de sistemas de información geográfica (SIG) permite el mapeo de la enfermedad y así se localizan con

precisión los sitios con brotes a fin de delimitar las áreas con riesgo de transmisión (Sithiprasasna *et al.*, 2004). Epidemiológicamente, el dengue está asociado con diferentes variables que espacial y temporalmente deben ser tomadas en consideración para establecer un componente importante para el estudio de esta enfermedad. La cuantificación de las variables y la descripción de los patrones espacio-temporales en cada vivienda brinda una herramienta de análisis sobre la transmisión en zonas específicas (Lagrotta *et al.*, 2008).

Los estudios epidemiológicos del dengue están enfocados a analizar la relación que existe entre la transmisión con los índices entomológicos convencionales, el serotipo viral circulante y la distribución de los casos en la localidad (Rawlins *et al.*, 1998). Se han determinado algunas variables ambientales y sociales que influyen en la dinámica de transmisión de la enfermedad y los estudios en nuestro país hacen hincapié en los resultados de riesgo de los índices larvales (García-Rejón *et al.*, 2008). La tipificación de recipientes clave en los domicilios también ha sido realizada. Sin embargo, pocos estudios se han enfocado a analizar las características de las viviendas y de las personas que han iniciado un cuadro clínico de dengue, así como, la identificación de los recipientes en esos domicilios para establecer escenarios para qué propicien la crianza de mosquitos. Del mismo modo, algunos patrones espaciales pueden estar siendo compartidos en las viviendas con casos de dengue, identificarlos permitiría establecer medidas para controlar la transmisión.

Por lo anterior, en el presente estudio se realizó un análisis epidemiológico empleando indicadores alternativos, como el índice Maya y el índice de condición de casa, en viviendas donde algún miembro de la familia fue diagnosticado con dengue. Al mismo tiempo, mediante la colocación de una ovitrampa se obtuvieron especímenes de *Aedes aegypti* con la finalidad de detectar mosquitos infectados y así determinar la distribución espacial y temporal de los serotipos del virus dengue en esos sitios.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Área de estudio

La ciudad de Tapachula se localiza al sur del estado de Chiapas (14°54'29" N, 92°15'38" O), y se ubica en la región económica del Soconusco. Cuenta con una densidad poblacional de 310 habitantes por km<sup>2</sup> con un territorio municipal de 93,615 ha una altitud promedio de 177 msnm. La población total del municipio es de 271,674 habitantes según datos del conteo poblacional (INEGI 2005). El clima de la región se caracteriza por ser cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y periodos secos en el invierno (*Am*, según la clasificación de Köpen), la temperatura promedio de 25.6 °C, con un promedio 225 cm de precipitación anual, la temporada de lluvias inicia durante el mes de Mayo y termina hasta noviembre, iniciando un periodo breve de secas durante el invierno, de diciembre a febrero, teniendo una temporada de transición secas-lluvias de marzo a abril.

### 2.2 Visita a las viviendas y registro de información

Se llevó a cabo un estudio de tipo longitudinal en la ciudad de febrero a noviembre de 2006 considerando tres temporadas estacionales: secas (febrero-marzo), periodo de transición secas-lluvias (abril-mayo) y lluvias (junio-noviembre). El registro de casos de dengue durante el periodo de estudio fue proporcionado por la Jurisdicción Sanitaria VII del Instituto de Salud del estado de Chiapas. En base a esta información se seleccionaron las casas donde ocurrieron casos de dengue. Estas casas donde se presentaron casos de dengue fueron visitadas para explicarle al jefe de familia los propósitos del estudio e invitarle a participar. Las personas que aceptaron participar lo ratificaron a través de un consentimiento informado. Posteriormente, se ubicó cada casa con un receptor GPS. Después se trazó un radio de 100 m, tomando como centro la casa donde se registró el caso de dengue y se seleccionando aleatoriamente entre 13-24 viviendas las cuales fueron georeferenciadas. Las viviendas que estuvieron dentro de la zona delimitada fueron visitadas y los jefes de familia fueron invitados a participar y quienes aceptaron lo ratificaron de manera informada. En todas las casas que presentaron casos de dengue como en las que se

seleccionaron en la zona de confluencia se aplicó una encuesta para recabar información básica sobre educación académica, conocimientos y percepciones de la enfermedad. Asimismo, se inspeccionó cada vivienda para cuantificar los recipientes artificiales del tipo controlable y desechables potenciales para la cría de larvas. Finalmente se registraron datos acerca de los tipos de materiales de construcción de la vivienda, la limpieza del patio y sombra proyectada en el peridomicilio (Tun-Lin *et al.*, 1995a). Con la información de las encuestas se estableció el nivel educativo (por años de estudio) de los jefes de familia, y los conocimientos sobre la enfermedad. Además, se estimaron los índices Maya (IM) y de condición de casa (PCI) (Miller *et al.*, 1992; Tun-Lin *et al.*, 1995a; Danis- Lozano *et al.*, 2002). A fin de coleccionar información relacionada con la transmisión, tratamiento, prevención y criaderos de mosquitos, se emplearon cuatro variables a modo de pregunta: ¿cómo se contagia el dengue?, ¿cómo se cura y trata el dengue?, ¿cómo se previene la enfermedad? y ¿dónde se crían los mosquitos vectores?; a partir de estas variables se construyó un índice de conocimientos sobre el dengue. Es importante mencionar que las preguntas están elaboradas y redactadas, tomando el lenguaje coloquial de las personas que participan en el estudio.

### **2.3 Índice de Condición de Casa (PCI)**

Para la construcción de este índice se tomaron en cuenta tres variables: condición de la casa, limpieza y sombra proyectada sobre el patio. La condición de la casa fue estimada tomando en cuenta el material de construcción de la pared, techo y piso. Tres niveles ordinales fueron calculados para la condición de la casa: 1= buen estado, 2= estado medio y 3= mal estado. La limpieza del patio fue clasificada en tres niveles 1= sin basura evidente, 2= ligeramente desordenado, 3= abundante basura y exceso de maleza. Tres niveles ordinales fueron asignados a la proyección de sombra sobre el patio, partiendo de apreciaciones porcentuales: 1= muy poca o nula sombra (<25%), 2= sombra moderada con vegetación mediana (>25% pero <50%), y 3= abundante sombra con árboles grandes o patio con techo y cerrado (>50%).

Con los datos anteriores, dos indicadores para la condición de la casa fueron diseñados para este estudio, el PCI<sub>3</sub> y el PCI<sub>2</sub>, respectivamente. El primero se construyó tomando en cuenta la condición de la casa, la limpieza y proyección de sombra proyectada en el patio, mientras que en el segundo solo consideró la limpieza del patio y la sombra proyectada. El PCI<sub>3</sub> dispone de una escala de valores que va desde el 3 al 9, suma originada por las permutaciones entre la combinación de sus 3 variables. Los valores de PCI's para las casas visitadas fueron categorizados en tres niveles para el estudio: 3/4=bueno, 5/6=regular y 7/8=Malo.

#### **2.4 Índice Maya**

Para estimar el riesgo atribuido a la presencia de criaderos de mosquitos *Aedes* se empleó el índice Maya. Se revisaron y cuantificaron los criaderos artificiales presentes en cada domicilio seleccionado para el estudio, agrupados en “controlables (BRI)”, siendo aquellos en los que se pueden llevar a cabo intervenciones de control, y en “desechables (HRI)”, aquellos que pueden ser eliminados como basura. La relación entre recipientes controlables y desechables fue analizada por medio de una matriz de 3x3 para categorizar las viviendas, de manera individual, en tres niveles de riesgo: alto, mediano y bajo. Los niveles de riesgo “alto” para criaderos correspondieron a: BRI3/HRI3, BRI3/HRI2, y BRI2/HRI3; riesgo “medio” para criaderos: BRI1/HRI3, BRI2/HRI2, BRI3/HRI1; y finalmente el riesgo “bajo” para criaderos: BRI1/HRI1, BRI2/HRI1 y BRI1/HRI2. El BRI, se construyó dividiendo el número de contenedores controlables de la casa entre la media de criaderos controlables por vivienda en la comunidad; mientras que el HRI se obtuvo dividiendo el número de contenedores desechables entre la media de contenedores desechables por vivienda en la comunidad. El valor de este indicador se obtiene del cálculo de percentiles 33, 66 y 99 del resultado para el BRI y HRI.

#### **2.5 Colecta de huevos por ovitrampas**

Se colocaron ovitrampas convencionales en el intra y peridomicilio durante la visita a las casas para colectar huevos de *Ae. aegypti*. Los recipientes fueron llenados con 800 mL de agua (2/3 partes de su

capacidad total) y se les colocó en su interior un abatelenguas con papel filtro sujeto con un clip No.1 para fijarlo a la pared de la ovitrampa (Lee, 1992). Al quinto día se regresó al domicilio para retirar las ovitrampas y coleccionar el papel filtro conteniendo los huevos de mosquitos para trasladarlos al insectario del Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP). En los laboratorios del CRISP se llevó a cabo el conteo de huevos, la eclosión de las larvas y cría de los aedinos. Los adultos emergidos fueron identificados a través de claves taxonómicas (Darsie & Ward 1981), para posteriormente agruparlos de 15-30 individuos y almacenarlos en viales eppendorf. Cada vial correspondió a un domicilio inspeccionado. Los especímenes fueron congelados a -20°C para su posterior análisis para determinar infección por DENV.

#### **2.6 Aislamiento y serotipificación de DENV en mosquitos**

Para el tamizaje de los grupos de mosquitos infectados con DENV se realizaron cultivos celulares empleando células C6/36 de *Ae. albopictus* (Tesh, 1979). Los mosquitos utilizados para el diagnóstico molecular fueron congelados, y posteriormente fueron macerados con 500 µL de buffer de fosfatos salino (PBS) estéril a pH=7.2 en tubos eppendorf de 1.5 mL. Los tubos se centrifugaron a 3500 rpm por 15 min y el sobrenadante se utilizó para la inoculación de las células. Una placa de cultivo de 24 pozos con una monocapa de células con aproximadamente 80% de crecimiento fue inoculada con 100 µL de sobrenadante. Las placas de cultivo fueron centrifugadas a 1000 rpm por 30 min e incubadas a 33°C por 1 h con 5% de CO<sub>2</sub>. Después, se aspiró ligeramente el inoculo y se adicionó 1 mL de medio Minimal Essential Medium (MEM) con 2% de suero fetal bovino (SBF) y anfotericina B (2µg/ml), penicilina (250 u/ml) y estreptomycin (250µg/ml). Las placas se incubaron a 33°C por al menos 5 días revisándose periódicamente para la observación de efecto citopático. Entre el quinto y séptimo día de incubación se despegaron las células y fueron transferidas a un tubo eppendorf estéril para centrifugarlas a 1000 rpm y separar el sobrenadante para ser congelados a -70°C. La pastilla celular se re suspendió en 150 µL de PBS estéril y se hicieron 3 lavados sucesivos. Finalmente, se tomaron 15 µL de suspensión celular y se realizó la detección de DENV por inmunofluorescencia indirecta (IFI) empleando anticuerpos monoclonales

contra el virus (Tesh, 1979). Las cepas virales DEN-1 (Hawai), DEN-2 (Nueva Guinea C), DEN-3 (H87) y DEN-4 (H241) fueron utilizadas como referencia. Estas cepas fueron proporcionadas por el Dr. José Ramos Castañeda del Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas del INSP. A las células positivas por IFI se les realizó una prueba de RT-PCR para confirmación e identificación del serotipo viral (Rohani *et al* 2008; Lanciotti *et al.*, 1992). Para ello se tomaron 100 µl de células y se extrajo el RNA viral total usando el kit comercial TRIZOL<sup>®</sup>, siguiendo las especificaciones de INVITROGEN<sup>™</sup>. Para la obtención del cDNA, se empleó un volumen final de reacción de 25 µL, 3 µl del RNA, dNTP's (2.5 mM), oligonucleótido D2 (20 mM), 200mM de buffer RT 5X, 40u/L RNA Out y 25 U/L de RT enzima (M-MLV Reverse Transcriptase Promega<sup>®</sup>). La reacción se realizó bajo las siguientes condiciones: 42°C por 60 min y 90°C por 5 min a un ciclo en el termociclador Applied Biosystem GeneAmp ThermalCycler 2720.

Una primera reacción de PCR se realizó para amplificar una secuencia genérica del genoma viral empleando dos oligonucleótidos D1 y D2 (de 511 pb). La reacción se llevó a cabo con un volumen final de 30 µl con los siguientes componentes, Buffer Green 5X, MgCl<sub>2</sub> 1.5 mM, dNTP's 10 mM, 0.5 Oligo D1 (10 mM), Oligo D2 (10 mM), 3 µl de cDNA, 1.25 U Taq (GoTaq FlexiPromega). La reacción de PCR se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones: 35 ciclos de desnaturalización a 94°C por 30 s, alineamiento a 55°C por 1 min y extensión a 72°C por 2 min. Para la serotipificación de DEN, una segunda PCR fue realizada sustituyendo el oligo D2 por oligos específicos para cada serotipo (TS1, TS2, TS3, TS4) en reacciones independientes. Las condiciones de reacción fueron similares, con una ligera modificación a sólo 20 ciclos. Como controles positivos, se empleó cDNA de las cepas de referencia DEN-1 (Hawai), DEN-2 (Nueva Guinea C), DEN-3 (H87), DEN-4 (H241).

Después se calculó la Tasa Mínima de Infección (MIR) transmitida verticalmente a los huevos colectados en las viviendas visitadas (Walter *et al.*, 1980). La MIR fue calculada mediante la siguiente fórmula: número de grupos de mosquitos positivos a DEN/ total de grupos de mosquitos analizados X 1000.

### **2.7 Distribución espacio-temporal de los serotipos de DEN**

Para determinar la distribución espacio-temporal se empleó el programa SaTScan versión 9.1 siguiendo un modelo de distribución de *Poisson* para cada temporada de muestreo (secas, secas-lluvias y lluvias). El programa realiza mediciones sucesivas de los datos para crear una ventana cilíndrica con una base circular que corresponde al área geográfica de la zona de agregación o conglomerado (Kulldorff *et al.*, 1997). Se emplearon como variables del modelo la positividad a la infección, las coordenadas de las viviendas y el tamaño poblacional de la localidad en AGEB (Área Geoestadística Básica) según el censo de población y vivienda del 2005. Los sitios positivos a la presencia de huevos y el número de huevos /ovitrampa/casa fueron incorporados como co-variables de ajuste al análisis. Por otra parte, se estimó el número esperado de casos para determinar el riesgo mientras que el grado de significancia estadística fue obtenido con simulaciones de Monte Carlo (999 réplicas) con un nivel de probabilidad de  $P < 0.05$ .

Adicionalmente, se realizó un análisis de densidad de Kernel en base al número de huevos /ovitrampa/casa, el total de huevos del estudio y el tamaño poblacional por AGEB. Diez niveles de densidad fueron generados para agrupar en tres niveles de importancia: bajo, medio y alto. El análisis fue empleado para comparar los patrones espaciales basados en la presencia de huevos, tratando de aplicar esta metodología como una herramienta eficaz para identificar zonas de riesgo de la enfermedad. El estimado de la densidad se estableció a partir de cada punto y este cálculo fue un buen indicador para la detección de sitios importantes en el análisis de conglomerados y, de esta manera, precisar el nivel de riesgo o puntos calientes (Gatrell *et al.*, 1996). Los mapas temáticos fueron elaborados usando el programa ArcGIS versión 10.0 y, adicionalmente, se referenció el índice Maya y el serotipo identificado de DEN para cada vivienda.

## 2.8 Análisis Estadísticos

La asociación entre los conocimientos del dengue, el nivel educativo, el índice Maya y los PCI fue analizada a través de regresiones logísticas bivariadas. Además, se desarrolló un modelo de regresiones logísticas politómicas para establecer la asociación entre en índice Maya y los PCI ajustados por temporada de muestreo (secas, secas-lluvias y lluvias). El análisis de los datos fue realizado mediante el uso del paquete estadístico Stata Versión 10.

## 3. Resultados

Un total de 1,032 viviendas fueron muestreadas entre los meses de febrero a noviembre de 2006 durante este estudio. El 100 % de los jefes de familia de los hogares visitados saben leer y escribir. Sin embargo, debido a que el máximo grado de estudio fue variable se establecieron cuatro categorías de nivel educativo para fines del análisis. El 8.1% (n=82) no terminó la educación básica, 40.0% (n=404) concluyó la educación básica (primaria y secundaria), 39.0% (n=400) poseen educación medio-superior y el 12.9% (n= 129) tienen un nivel educativo superior. Asimismo, se obtuvo información sobre el conocimiento del dengue en 1,015 hogares. El 72.7% (n=738) de los jefes de familia conocen la enfermedad, mientras que el 27.3% (n=277) manifestó no conocerla.

Las respuestas de los jefes de familia sobre el conocimiento de la enfermedad se agruparon en tres niveles (bueno, medio y bajo) (Figura 1). Sobre el conocimiento relacionado con la transmisión

(contagio), el 43.6% (n=443) presentó un bajo nivel, mientras que el 1.3 % (n=13) medio y finalmente, el 55.1% (n=559) obtuvo un buen nivel de conocimientos. Por otro lado, sobre la cura y el tratamiento, el 42.4% (n=420) de los encuestados conoce poco, 0.1% (n=1) presentó un nivel medio y 58.5% (n=594) refiere buen conocimiento. Asimismo, la mayor parte de las personas encuestadas (98.6%) conocen aspectos básicos de prevención del dengue y sólo una fracción pequeña de los entrevistados (1.4%) los desconoce. Con respecto al conocimiento de los sitios en los cuales se las larvas de mosquitos se crían (o desarrollan) la mayoría (98.6%) de los encuestados los conocen, en tanto que un

bajo porcentaje de ellos (3.3%) presentaron conocimiento muy limitado. A partir de estos resultados se construyó un índice de conocimientos sobre el dengue, con tres niveles categóricos conocimiento (buen, mediano, bajo) (Figura 2). El 23.5% (n=239) reconocen bien aspectos claves de la enfermedad, mientras que el 40.3% (n=409) un nivel medio en conocimientos, y el 36.2% (n=367) desconoce sobre el dengue.

### **3.1 Índice de condición de casa (PCI)**

En lo referente a la limpieza del patio, se encontró que el 56.1% (n=574) de las viviendas tuvieron buen nivel de limpieza, mientras que el 36.0% (n=368) estuvieron en nivel medio o ligeramente sucias y el 7.9% de (n=81) con bajo nivel o muy sucias. El nivel de sombra proyectada en las viviendas representó el 93.1% (n=951) con baja cantidad de sombra (<25%), el 4.3% (n=44) por encima del 25% pero menos del 50%, y, finalmente, el 7.9% (n=81) presentó mucha sombra (> 50%). Con base a la conjunción de las variables anteriores, tres niveles de riesgo fueron establecidos para las viviendas, con base a condiciones idóneas para la reproducción y refugio del mosquito en las viviendas y construir el índice de condición de casa, PCI<sub>3</sub>. El 84.6% de las viviendas presentó un bajo riesgo, el 13.8% (n=140) riesgo mediano y el 1.6% (n=16) alto riesgo, al análisis realizado a través del PCI<sub>3</sub>. En cambio, los análisis realizados con el PCI<sub>2</sub>, indicaron que el 53,6% de las viviendas presentaban bajo riesgo, el 44.2% (n=449) presentaron riesgo medio y el 2.2% (n=22) fueron de alto riesgo (Figura 3).

### **3.2 Índice Maya**

En el muestreo de las 1,032 viviendas se cuantificaron y tipificaron 28,193 recipientes artificiales, el 45.4% representó a los recipientes controlables (n=12,809), mientras que el 54.6% a los desechables (n=15,384) (Fig. 4 y 5). Del total contenedores controlables, las macetas fueron las más abundantes (54.3%), seguido por las cubetas (30.9%) y los tanques se ubicaron en tercer lugar (4.7%). Por otra parte, los tres principales contenedores desechables fueron las botellas (7.78%) (n=11,196), seguido de los botes (10.33%) (n=1,589) y por último los recipientes de plástico (10.29%) (n=1,583). El promedio de contenedores controlables por vivienda fue de 12.4 (n=12,809), mientras que el 14.9 (n=15,384) fueron

recipientes desechables, respectivamente. Los resultados generados a través del índice maya (IM), demostraron que un 58.4% (n=603) de viviendas tienen bajo riesgo a la presencia de criaderos, mientras que el 13.9% (n=144) presentan mediano riesgo y el 27.6% (n=285) presentaron alto riesgo (Fig.3).

Un total de 236 viviendas fueron visitadas durante la temporada de secas para determinar el IM, de éstas, 118 casas tuvieron riesgo bajo, 33 riesgo medio y 85 alto. En la temporada de transición secas-lluvias, 139 viviendas fueron muestreadas, de las cuales 88 presentaron IM bajo, 10 IM medio y 41 con IM alto. Finalmente, en la temporada de lluvias se visitaron 657 viviendas, 397 presentaron IM bajo, 101 IM medio y 159 con IM alto (Tabla 1).

### ***3.3 Asociación entre índice de conocimientos sobre dengue, el índice Maya y los índices de condición de casa PCI<sub>3</sub> y PCI<sub>2</sub>***

Los análisis de regresión logística no encontraron asociación entre el índice de conocimientos sobre dengue y el índice Maya. No al igual que el análisis llevado a cabo comparando el PCI<sub>2</sub> con el índice Maya y el de conocimiento sobre dengue (Tabla 2). Por otra parte, se encontró asociación estadística entre el nivel educativo de los jefes de familia con el PCI<sub>2</sub>. Los jefes de familia con nivel educativo incompleto (n=82) presentaron 2.76 más riesgo si las viviendas presentaba el PCI<sub>2</sub> medio (95%, IC 1.54-4.94), lo cual indica que el nivel educativo está relacionado con la realización de labores de ordenamiento y limpieza de los patios. Se observa que el riesgo disminuye a 2.22 (n=404) cuando las personas tenían educación básica (95%, IC 1.45-3.94) y, cuando el nivel educativo es igual al medio superior (n=400), entonces el riesgo continúa decreciendo a 1.62 (95%, IC 1.06-2.47). Sin embargo, la regresión logística no se encontró asociación de riesgo entre el nivel educativo y el PCI<sub>2</sub> alto (Tabla 3).

Por otra parte, para establecer la asociación entre el índice Maya y el PCI<sub>2</sub> y el PCI<sub>3</sub> se realizó un modelo de regresión logística bivariado (Tabla 4). Con respecto al PCI<sub>2</sub>, se encontró que las viviendas con PCI<sub>2</sub> medio (n=449) presentaron 1.55 más riesgo (95%, IC 1.06-2.26) cuando se encontraron con índices Maya de mediano riesgo. La asociación del riesgo aumentó a 3.28 (n=22) cuando el PCI<sub>2</sub> fue alto

(95%, IC 1.04-10.34). Al comparar las viviendas con PCI<sub>2</sub> de medio riesgo contra las viviendas con índice Maya alto, se encontró 1.77 más riesgo (95%, IC 1.32-2.37); del mismo modo, el riesgo aumentó 3.16 cuando el PCI<sub>2</sub> fue alto (95%, IC 1.9-8.39).

Posteriormente, para el PCI<sub>3</sub>, no se encontró asociación significativa entre el PCI<sub>3</sub> medio y el IM medio, sin embargo, se encontró que las viviendas con PCI<sub>3</sub> medio (n=140) presentaron 1.55 más riesgo cuando tuvieron IM medio (95%, IC 1.04-2.30). Por último, no se encontró asociación significativa entre el PCI<sub>3</sub> alto y el IM medio y alto.

En base a lo anterior, se planteó un análisis de regresión logística multivariado ajustado por temporada, para determinar el riesgo de asociación entre el IM y el PCI<sub>2</sub> y el PCI<sub>3</sub>. Primeramente para el PCI<sub>2</sub> (Tabla 5), iniciando con la temporada de secas, donde viviendas con PCI<sub>2</sub> medio tuvieron 1.54 más riesgo cuando presentaron IM medio (95%, IC 1.05-2.24) y esta probabilidad aumentó a 1.71 cuando las viviendas presentaron IM alto (95%, IC 1.27-2.29). No se encontró relación entre el PCI<sub>2</sub> alto y el IM medio y alto en esta estación. Para la temporada de transición secas-lluvias, las viviendas con PCI<sub>2</sub> medio tuvieron 1.56 más riesgo cuando presentaron IM medio y el riesgo aumentó 1.77 más cuando el IM fue alto (95%, IC 1.07-2.28; 95%, IC 1.32-2.37; respectivamente). No se encontró una relación significativa entre el PCI<sub>2</sub> alto y el IM medio, no obstante, se encontró asociación significativa entre las viviendas con PCI<sub>2</sub> alto con 3.16 más riesgo cuando presentaron IM alto (95%, IC 1.19-8.38). Durante temporada de lluvias, las viviendas con PCI<sub>2</sub> medio tuvieron 1.59 más riesgo cuando presentaron IM medio (95%, IC 1.09-2.32) y el riesgo aumentó 3.68 cuando las viviendas presentaron IM alto (95%, IC 1.15-11.76). A diferencia de secas, en la temporada de lluvias, se encontró que viviendas con PCI<sub>2</sub> alto tuvieron 1.72 más riesgo cuando presentaron IM medio y este riesgo aumentó a 2.76 más cuando el IM fue alto (95%, IC 1.28-2.30, 95%, IC 1.03-7.39; respectivamente).

Posteriormente, siguiendo el mismo modelo para el PCI<sub>3</sub> (Tabla 6), en la temporada seca no se encontró asociación entre en PCI<sub>3</sub> medio y el IM Medio, sin embargo, se encontró asociación entre el PCI<sub>3</sub> medio de 1.49 veces más riesgo cuando las viviendas presentaron IM medio (95%, IC 1.00-2.22). En la temporada de transición secas-lluvias no se encontró asociación significativa entre las viviendas con PCI<sub>3</sub> medio y su IM medio, pero al igual que en temporadas anteriores, en las viviendas con PCI<sub>3</sub> medio aumentó la probabilidad de riesgo en relación a la temporada de lluvias a 1.55 en las viviendas con IM Alto (95%, IC=1.04-2.30). No se encontró relación significativa entre el PCI<sub>3</sub> alto e IM medio y alto. Finalmente, en la temporada de lluvias no se encontró asociación significativa entre el PCI<sub>3</sub> y el IM medio, sin embargo, en las viviendas con PCI<sub>3</sub> medio la probabilidad de riesgo aumentó a 1.51 cuando presentaron IM alto en comparación con la temporada de secas (95%, IC=1.01-2.24). Tampoco se encontró relación significativa entre las viviendas con PCI<sub>3</sub> alto e IM medio y alto.

### **3.4 Ovitrapas**

En el periodo de febrero a noviembre de 2006, en las 1032 viviendas, se colocaron dos ovitrampas (intra y peridomicilio) para sumar un total de 2,064 ovitrampas empleadas. Solo en 765 viviendas, se colectaron huevos de *Ae. aegypti*, para dar una cuenta total de 49,697 huevos en todo el estudio. Específicamente, en la temporada de secas se contabilizaron 8,744 huevos, mientras que durante la transición secas-lluvias 8,889 y, en la temporada de lluvias 32,064. Todos los mosquitos emergidos de la especie *Ae. aegypti* fueron almacenados en viales, etiquetados por vivienda, y especies diferentes no fueron incluidas en este estudio.

### **3.5 Aislamiento y serotipificación de dengue (DEN) en mosquitos**

Para el aislamiento de DEN, un total de 5,314 cabezas de mosquitos hembra *Ae. aegypti* fueron divididas en 277 grupos, los cuales fueron inoculados en cultivos celulares para el aislamiento de virus dengue. En un total de 96 viviendas (1 pool por vivienda), se detectaron mosquitos infectados, los serotipos identificados fueron DEN-1, 2 y 4 en (Tabla 7). El serotipo DEN-1 fue identificado durante la

temporada de secas, 28 grupos de cabezas (35 negativos) de un total de 63 procesados, con una tasa mínima de infección de 23.58 *Ae. aegypti* por cada 1000. Para la temporada de transición secas-lluvias 6 grupos de cabezas (56 negativos) fueron positivos a DEN-1 de un total de 62 procesados, con una tasa mínima de infección de 5.32 por cada 1000. Finalmente, durante la temporada de lluvias, 62 grupos de cabezas fueron positivos (90 negativos) a los serotipos DEN-1, 2 y 4 de un total de 152 procesados, con una tasa mínima de infección de 20.70 por cada 1000.

### **3.6 Distribución espacio-temporal de los serotipos en *Ae. aegypti***

Los serotipos de DEN identificados presentaron una distribución homogénea en la ciudad de Tapachula siendo el DEN-1 el de mayor dispersión, seguido del DEN-2, y en menor grado DEN-4. Mediante regresiones lineales simples, mediante los puntos centroides se realizó análisis conglomerados con SaTScan, identificando a 6 conglomerados para las tres temporadas estudiadas (Tabla 8). Asimismo, se representó en la Fig. 6 el modelo de densidad de Kernel para el periodo de estudio que visualiza espacialmente el gradiente de ovoposición encontrado en los conglomerados.

Durante la temporada de secas, 235 viviendas fueron analizadas para identificar patrones de agregación espacial, en 153 viviendas fue posible obtener huevos ( $n=8,744$ ), donde la presencia de vectores infectados fue en 28 de estas. El análisis espacial confirmó dos conglomerados no significativos (Fig. 7), el primero ubicó 50 casas de las cuales 19 tuvieron mosquitos infectados, el radio de la zona fue de 1,230 m, que incluyó una población expuesta de 6,814 habitantes, con un riesgo relativo de 2.41 ( $P=0.61$ ) (Fig.8). El segundo conglomerado consideró solo dos casas, ambas tuvieron mosquitos infectados, el radio del conglomerado fue de 310 mm con una población expuesta de 459 habitantes y un riesgo relativo no significativo de 4.53 ( $P=0.98$ ) (Figura 9).

Para el periodo de transición secas-lluvias, 139 viviendas fueron analizadas de las cuales seis tuvieron mosquitos infectados y 119 presentaron ovitrampas positivas ( $n=8,889$ ). Se identificó un solo

conglomerado no significativo (Figura 10), conformado por 43 viviendas, dos de ellas tuvieron mosquitos infectados, el diámetro del conglomerado fue de 1,840 m, con una población expuesta de 5,910 habitantes, el riesgo relativo del conglomerado fue de 10.50 ( $P=0.262$ ).

Finalmente, en el periodo de lluvias, 657 viviendas fueron incluidas en el análisis, 62 tuvieron mosquitos infectados y 493 fueron positivas a la presencia de huevos ( $n=32,064$ ). Tres conglomerados fueron identificados (Figura 11), el primero comprendió 19 viviendas y fue estadísticamente significativo, dos viviendas tuvieron mosquitos infectados, el diámetro del conglomerado fue de 100 m, con una población expuesta de 352 habitantes y un riesgo relativo de 179.12 ( $P= 0.012$ ) (Figura 8). En el segundo conglomerado estuvo constituido por 31 viviendas, ocho tuvieron mosquitos infectados, el diámetro del conglomerado fue de 390 m, con una población expuesta de 924 habitantes y un riesgo relativo de 4.75 ( $P=0.135$ ) (Figura 12). El tercer conglomerado se conformó por dos viviendas, ambas tuvieron mosquitos infectados, el diámetro del conglomerado fue de 33 m, con una población expuesta de 182 habitantes y el riesgo relativo fue de 6.71 ( $P=0.997$ ).

#### 4. Discusión

El patrón y flujo de la transmisión de los serotipos de virus dengue está condicionada por la interacción de los determinantes ambientales, sociales, culturales y económicos. En el caso de áreas epidémicas, está determinado por la estacionalidad, concentración de susceptibles, la densidad vectorial, tipo de criaderos, y por la introducción de nuevos serotipos, variaciones genéticas, virulencia y patogenicidad. Para las áreas endémicas, está determinado por condiciones de estabilidad y persistencia, así como por la densidad poblacional, rotación de susceptibles e inmunidad de rebaño, para el caso del vector, la productividad y permanencia de, tipo de criaderos. La introducción constante de serotipos, susceptibilidad e inmunogenicidad (WHO, 1997).

Los resultados de la circulación de los serotipos de virus dengue en la Ciudad de Tapachula, demostraron la presencia de transmisión vertical de los serotipos DEN-1, 2 y 4, este último fue encontrado solo en dos lugares. Los serotipos DEN-1 y 2 fueron los serotipos más frecuentes, con una distribución homogénea en toda la ciudad. Durante la temporada de secas y lluvias, la tasa mínima de infección (MIR) fue alta, lo que difiere con lo reportado en otros estados del país. Por ejemplo, en Juchitán y Tuxtepec, localidades endémicas de Oaxaca, un estudio demostró la transmisión vertical con una MIR de 5 y 4.5, respectivamente (Günther *et al* 2007), muy por debajo de lo reportado para el presente estudio. Resultados similares se han encontrado en Brasil, donde se reportó un MIR de 6.0 en *Ae. aegypti* emergidos de huevos, mientras que en las poblaciones de adultos colectados en viviendas, la MIR aumentó considerablemente a 42.2. Lo anterior fue lógico, pues la probabilidad de infección vertical es baja a comparación de la infección en adultos (Guedes *et al.*, 2010).

En el presente estudio, se reportó una MIR para cada temporada de muestreo, sin embargo, en el periodo de transición secas-lluvias la MIR fue de 5.30, resultado similar a lo reportado por Günter *et al.*, 2007. Varias investigaciones han reportado variabilidad en la transmisión vertical en *Aedes aegypti* debido a factores como el tiempo y espacio, principalmente cuando ciertas condiciones climáticas adversas están presentes (Gubler, 1994). También, se ha sugerido que la transmisión tiende a bajar de nivel en la naturaleza, sin embargo, hay que destacar que existe la posibilidad de fallar en la detección del virus debido a la elección del tiempo y sitio de las colectas, además el tipo de especímenes empleados representa un factor importante de variación (larvas o adultos recién emergidos), así como, la sensibilidad de las pruebas utilizadas en el laboratorio (Günter *et al.*, 2007). Por lo anterior, la vigilancia de la transmisión vertical mediante la colecta de huevos en sitios peridomiciliarios resultó ser una forma sencilla de monitorear la presencia de *Ae. aegypti*

Una de las hipótesis de la transmisión vertical contempla que el virus se mantiene en la naturaleza en ausencia de vertebrados virémicos (Forque *et al.*, 2004). También, se ha reportado que los huevos de *Ae.*

*aegypti* pueden mantenerse en diapausa en el medio ambiente por varios meses cuando las condiciones son desfavorables, pudiendo así preservar al DENV y jugar un papel esencial en el resurgimiento de brotes de dengue en la localidad, especialmente si la inmunidad hacia los serotipos es baja (Guedes *et al.* , 2010).

La distribución espacial de *Ae. aegypti* en las tres etapas fue homogénea, aunque la presencia y densidad de huevos en las viviendas presentó variaciones entre las etapas. Eventos como la actividad de picadura y la cópula son necesarios para llevar a cabo la ovogénesis y, finalmente la oviposición que es indispensable para mantener niveles poblacionales de los mosquitos. Aunque la transmisión de dengue en nuestro país ha sido objeto de estudio para la detección de conglomerados, los resultados del trabajo mostraron patrones de agregación homogéneos, los cuales identificaron pocas zonas de agregación. El empleo de ovitrampas como técnica para la vigilancia entomológica de *Ae. aegypti* en las viviendas ha sido de gran ayuda y resultó ser un buen estimador para el monitoreo del vector de una temporada a otra (Carniel-Barbosa *et al.*, 2010).

Temporalmente, se observó que el número de viviendas positivas a la presencia de *Ae. aegypti* aumentaba en época de lluvias. A nivel operativo, se podrían realizar intervenciones en las viviendas empleando ovitrampas durante el periodo de secas donde las densidades del vector son bajas y no se asocian a la aparición de casos con los índices larvales. En este sentido, con base en la presencia del vector, se podrían identificar las áreas con presencia del mosquito y, de esa manera, identificar zonas con similitud, en relación con las características de las viviendas y su IM.

Se considera que el modelo de análisis propuesto para este estudio, principalmente durante la temporada de lluvias, debe acoplarse con los índices convencionales empleados por la Secretaría de Salud a fin de dar soporte a las actividades de vigilancia entomológica. Los índices entomológicos convencionales como el índice de Breteau, casa positiva y recipientes positivos ofrecen información sobre

niveles de infestación en la localidad, lo cual ayudó en la construcción de probables escenarios de transmisión. Sin embargo, debemos de tomar en cuenta la irregularidad de estos estimadores, en particular en cada localidad donde la disponibilidad de recipientes potenciales para la crianza, la calidad del nicho ecológico y la temporalidad son factores que intervienen en su eficacia (Barrera *et al.*, 2006). Finalmente, estas medidas integrales pretenden localizar viviendas o zonas particulares donde las densidades de adultos y estados inmaduros puedan ser identificados a escala temporal. La ejecución de un modelo de análisis así brinda información que facilitaría la detección de viviendas infestadas empleando a su vez el Índice Maya (IM) como un indicador de riesgo focal.

El empleo de análisis como el de densidad de Kernel establece el nivel de infestación de una región en particular, ajustando el ancho de banda al rango de vuelo del mosquito. El “smoothing” o gradiente de densidad del área se calculó mediante el número de huevos obtenido por ovitrampa. De esta manera, la facilidad con la que se pueden analizar zonas particulares de la ciudad resultó ser una alternativa adicional para el monitoreo de *Ae. aegypti*. Este patrón de análisis espacial ha sido probado con efectividad en países como Brasil, donde por medio de la construcción de un índice de infestación (LIRA) basado en el reconocimiento de fases larvarias con la estratificación de la localidad, la distribución de las viviendas y el número de cuadras. En Perú, empleando la misma metodología, se encontró que la densidad de Kernel usado como un estimador espacial de infestación resultó tener ventajas operativas al poder localizar pequeños patrones de agregación espacial (Lagrotta, 2008).

Aunque en el presente estudio no se encontró relación entre el número de huevos por vivienda con el IM ni el PCI, esto no significa que la presencia de criaderos y el entorno del patio no sean propicios para la reproducción del vector. Una limitante del estudio en este contexto fue la detección de los casos, las brigadas de salud realizaron acciones de intervención mediante el empleo de insecticidas, manteniendo así niveles muy bajos de adultos.

En este estudio, los mosquitos infectados presentaron una distribución homogénea en todo Tapachula, sin embargo, el potencial de riesgo para un brote de la enfermedad debe de ser puesto en consideración, pues la capacidad y competencia vectorial del *Ae.aegypti* junto con la inmunidad de rebaño de la población juegan un papel determinante en la aparición de casos. No obstante, la evidencia de mosquitos infectados emergidos a partir de los huevos colectados en ovitrampas debe de tomarse como un factor importante en la transmisión ya que estarían jugando un papel esencial en epidemiología del dengue en el Estado de Chiapas.

Al final del estudio se determinó que la mayor parte de los jefes de familia identificaron claramente la forma de prevención y los sitios de crianza del mosquito transmisor del dengue. Durante las visitas realizadas a las viviendas por las brigadas de vigilancia epidemiológica, los técnicos en salud brindan información sobre la limpieza del patio lo cual favorece la difusión de este conocimiento entre la población. Lloyd *et al* 1992, documentaron la importancia de los jefes de familia para la identificación y eliminación de los criaderos de *Ae.aegypti*, una medida que permitió el control de la enfermedad en Mérida, Yucatán. No obstante, aunque los residentes saben que pueden prevenir el dengue mediante la eliminación de criaderos, les causa confusión la presencia de mosquitos adultos después de realizar esas acciones (Pérez-Guerra, 2005).

Por otra parte, los resultados indicaron que el 70% de los jefes de familia entrevistados estuvieron dentro de las categorías de mediano y buen conocimiento sobre la enfermedad. Sin embargo, al comparar el nivel de conocimientos sobre la enfermedad y de riesgo entre el IM y el PCI no se encontró ninguna asociación de riesgo entre el grado de información alto y mediano y los niveles de riesgo para ambos indicadores. Asimismo, la asociación observada entre el nivel educativo con la limpieza del patio y la cantidad de sombra proyectada ( $PCI_2$ ) demostró la ejecución de mínimas acciones de limpieza en los patios debido a la escasa cultura de prevención. Los resultados mostraron una fuerte asociación de riesgo entre el PCI y el nivel educativo cuando este último es bajo y disminuyó conforme aumentó el nivel de

escolaridad. Bombino (2006) reportó que aunque la población cubana tiene buenos conocimientos sobre la enfermedad y las medidas para evitar la formación de criaderos, adopta comportamientos y prácticas inadecuadas, fundamentalmente en los exteriores de la vivienda.

Los componentes más importantes que favorecieron la abundancia de mosquitos en el peridomicilio fueron la limpieza del patio y la cantidad de sombra. A lo largo del estudio, fueron pocas las viviendas con un PCI alto, tanto para el PCI<sub>3</sub> y PCI<sub>2</sub>, y cerca de la mitad de las viviendas visitadas presentaron mediano riesgo para el índice de condición de casa PCI<sub>2</sub>. El índice de Condición de Casa (PCI) ha demostrado tener un alto valor de correlación con la presencia de mosquitos *Aedes* en las viviendas (Nogueira et al 2005), aunque un análisis de variables ambientales en las viviendas con altos niveles de PCI son importantes para relacionar la presencia del mosquito (Barrera *et al* 2006). Los recipientes presentes en las viviendas juegan un papel fundamental en la producción de larvas (Marique-Saïde, 2008). El incorporar al análisis el PCI<sub>2</sub> junto con el IM permitió tener un mejor panorama sobre los ambientes peridomiciliarios, pues no solo se contó con un estimador de riesgo sobre limpieza del patio y sombra asociada a la vegetación, sino también se incorporaron elementos como los tipos de recipientes de mayor riesgo (desechables).

El IM estimó el riesgo para la crianza de *Ae. aegypti* mediante la categorización por tipos de recipiente (controlables y desechables) presentes en la vivienda. El mosquito estuvo bien adaptado la crianza larvaria en ambientes intra y peridomiciliarios donde cualquier recipiente con agua puede ser empleado como criadero. La presencia de envases desechables en las viviendas, favoreció la crianza de mosquitos, y esto ha sido asociado a las condiciones de higiene y un bajo nivel socioeconómico y educativo (Danis-Lozano, *et al* 2002). Aunque no se encontró una relación entre en IM con el nivel educativo, mientras tanto, el bajo nivel educativo y PCI<sub>2</sub> de mediano riesgo reflejaron las relación que se establecieron con bajas condiciones de higiene. Básicamente, los ambientes medianamente sucios y con sombra asociada a vegetación presentan mayor condición de riesgo que otras condiciones presentes en las viviendas

(Vezzani&Albicocco 2009). Además, la proporción de recipientes en las viviendas aumentó el riesgo cuando la presencia de desechables fue mayor que los controlables, es decir un IM alto. Los resultados mostraron una relación entre el IM con  $PCI_2$  y  $PCI_3$ . La asociación entre los indicadores aumentó conforme el nivel de riesgo en cada uno de ellos fue incrementándose. Esto significó que las viviendas con ambientes sucios e IM alto presentaron condiciones propicias para el mantenimiento de poblaciones de mosquitos. La confiabilidad de usar estos estimadores predictivos de riesgo de manera conjunta brinda una herramienta de caracterización focal de las viviendas en tiempo y espacio, disponiendo de una medida adicional a los índices tradicionales de monitoreo entomológico los cuales solo proporcionan información de riesgo compartido en la localidad (Danis-Lozano , *et al* 2002). Adicionalmente, se encontró que el nivel de riesgo entre los dos índices tiende a ser significativo en la temporada de secas, aumentando durante la temporada de transición de secas-lluvias y en la de lluvias.

Los índices de infestación larvaria convencionales presentan variabilidad y la presencia de los estados inmaduros depende de la disponibilidad de recipientes adecuados para el establecimiento de criaderos. El IM mostró variabilidad de una estación a otra, esto se pudo deber al impacto de las campañas de descacharrización llevadas a cabo por los servicios de salud y a la participación comunitaria en relación con el comportamiento de la población para eliminar los recipientes. Sin embargo, la variabilidad en la disponibilidad de criaderos influyó en la distribución y presencia del vector. Biológicamente tiene sentido que la abundancia del vector se presentara cuando la mayor cantidad de criaderos estuvieran disponibles, no obstante, también hubo que considerar que la selección para ovoposición está determinada por las condiciones bióticas y abióticas del criadero. En cuba, se comprobó que el reconocimiento de los recipientes es primordial durante la vigilancia entomológica, pero también fue importante la identificación de los recipientes en términos de su productividad, y no en la similitud (Marquetti *et al* 1999). En un estudio realizado en Perú, se encontró que un elevado número de recipientes con agua incrementó las densidades de mosquitos (Getis *et al* 2003). Los resultados anteriores han sido correlacionados en otros lugares, sin embargo, entre los recipientes desechables se encuentran las llantas,

y recipientes rotos (floreros y botes) los cuales han demostrado ser eficientes productores de mosquitos (Tun-Lin *et al* 1995b). El reconocimiento de sitios de riesgo mediante el empleo de un estimador como el IM permitió reconocer a los recipientes controlables y desechables clave en los domicilios lo cual contribuyó a dejar en claro que puede disponerse de una herramienta predictiva de uso simple que se puede ser utilizada conjuntamente con otros estimadores entomológicos.

## 5. Referencias

- Arredondo-Jiménez J I, Valdez-Delgado K M, *Aedes aegypti* pupal/demographic surveys in southern Mexico: consistency and practicality. *Ann of Trop Med & Parasitol*. 100(1):S17-S32.
- Barrera R, Amador M, Clark C G. (2006). Ecological factors influencing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in artificial containers in Salinas, Puerto Rico. *J Med Entomol*. 43(3):484-492.
- Bombino, C Y. (2006). Evaluación rápida sobre el nivel de información para evitar los focos de *Aedes aegypti* y la percepción de riesgo a enfermar de Dengue en la población del municipio de Cotorro. Reporte Técnico de Vigilancia. 11(4):1-8. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/bombinoago2006.pdf>
- Carniel-Barbosa A A, Aparecida-Favaro E, Mondino A, Regina-Dibo M, Chiaravalloti-Neto F. (2010). Evaluation of ovoposition traps as an entomological surveillance method for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 54(2):328-331.
- Danis-Lozano, R., Rodríguez, H. M., Hernandez-Avila, M. (2002). Gender-related family head schooling and *Aedes aegypti* larval breeding risk in southern Mexico. *Salud Publica Mex*44:237-242.
- Darsie R, Ward R (1981). Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico. *Mosq Syst* (suppl. 1): 1-313.

- Farrar J, Focks D, Gubler D, Barrera R, Guzman MG, Simmons C, et al. (2007). Towards a global dengue research agenda. *Trop Med Int Health*. 12:695-9.
- Focks D A, Chadee D D. (1997). Pupal survey: an epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*: an example using from Trinidad. *Am J Trop Med Hyg*. 56,159-167
- Fouque F, Garinci R, Gaborit P.(2004). Epidemiological and entomological surveillance of the co-circulation of DEN-1, DEN-2 and DEN-4 viruses in French Guiana. *Trop Med Int Health*. 9:41–46.
- Garcia-Rejon J, Lorono-Pino M A, Farfan-Ale J A, Flores-Flores L, Del Pilar Rosado-Paredes E, Rivero-Cardenas N, Najera-Vazquez R, Gomez-Carro S, Lira-Zumbardo V, Gonzalez-Martinez P, Lozano-Fuentes S, Elizondo-Quiroga D, Beaty J B, Lars E. (2008). Dengue Virus-Infected *Aedes aegypti* in the Home Environment. *Am J Trop Med Hyg*. 79(6):940-950.
- Gatrell A C, Bailey T C, Diggle P J, Rowlingson B S. (1996). Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. *Trans Inst Br Geogr*. 21:256-274.
- Getis A, Morrison C A, Gray K, Scott W T. (2003). Characteristics of the spatial pattern of the dengue vector *Aedes aegypti* in Iquitos, Peru. *Am J Trop Med Hyg*. 69(5):494-505.
- Gubler, D. J. 1997. Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global public health problem, p. 1–22. *In* D. J. Gubler and G. Kuno (ed.), *Dengue and dengue hemorrhagic fever*. CAB International, London, United Kingdom.
- Guedes D R D, Cordeiro M T, Melo-Santos M A V, Magalhaes T, Marques E, Regis L, Furtado A F, Ayres C F J. (2010). Patient-based dengue virus surveillance in *Aedes aegypti* from Recife, Brasil. *J Vector Borne Dis*. 47:67-75.
- Günther J, Martínez-Muñoz J P, Pérez-Ishiwara, D G, Salas-Benito J.(2007). Evidence of vertical transmission of dengue virus in two endemic localities in the state of Oaxaca, Mexico. *Intervirology*. 50:347-352.

- Hairi F, Ong HS, Suhaimi A, Tsung, T W, Ahmad M A, Sundaraj C, Soe M M. (2003). A knowledge, attitude and practices (KAP) study on dengue among selected rural communities in the Kuala Kangsar District. *Asia Pac J Public Health*. 15(1):37-43.
- Halstead SB (2008) *Epidemiology*. Halstead SB, ed. Dengue - tropical medicine science and practice. London: Imperial College Press. pp 75–110.
- Kulldorff M. (1997). A spatial scan statistic. *Commun Statist Theory Meth*. 26(6):1481-1496.
- Fernandes-Lagrotta M T, Da Costa Silva W, Souza-Santos R. (2008). Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Cad, Saude Publica, Rio de Janeiro*. 24(2):70-80.
- Lanciotti, R. S., Calisher, H. C., Gubler, J. D., Chang, G., Vorndam, V. (1992). Rapid detection and typing of dengue viruses from clinical samples by using of reverse transcriptase-polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol*. 30(3): 545-551.
- Lee H L. (1992). *Aedes* ovitrap and larval survey in several suburban communities in Selangor, Malaysia. *Mosquito-borne Diseases Bulletin*. 9(1):9-15.
- Lloyd L S, Winch P, Ortega-Canto J, Kendall C. (1992). Results of a community-based *Aedes aegypti* control program in Merida, Yucatan, Mexico. *Am J Trop Med Hig*. 46: 635-42.
- Manrique-Saide P, Davies C R, Coleman P G, Rebollar-Tellez E, Che-Mendoza A, Duzul-Manzanilla F, Zapata-Peniche A. (2008). Pupal surveys for *Aedes aegypti* surveillance and potential targeted control in residential areas of Merida, Mexico. *J Am Mosq Control Assoc*. 24(2):289-298.
- Marquetti M C, Gonzales D, Aguilera L, Navarro A. (1999). Indices ecológicos en el sistema de vigilancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Cuba. *Rev Cub Med Trop*. 51:79-82.

- Miller JE, Martínez-Balanzar A, Gazga-Salinas D. (1992) Where *Aedes aegypti* live in Guerrero; using the Maya index to measure breeding risk. En: Halstead SB, Gómez-Dantés H. ed. Dengue: A worldwide problem, a common strategy. México, D.F.: Ministry of Health, Mexico, and Rockefeller Foundation.311-317.
- Nogueira L A, Gushi T L, Miranda E J, Madeira G N, Ribolla M P. (2005). Short Report: Application of an alternative *Aedes* species (Diptera: Culicidae) surveillance method in Botucatu City, Sao Paulo, Brasil. Am J TropMedHyg. 73(2):309-311.
- Pérez-Guerra C L, Seda H, García-Rivera E J, Clark G C. (2005). Knowledge and attitudes in Puerto Rico concerning dengue prevention. Rev Panam Salud Publica. 17(4):243-253.
- Rawlins C S, Martinez R, Wiltshire S, Legall G. (1998). A comparison of surveillance systems for the dengue vector *Aedes aegypti* in Port of Spain, Trinidad. J Am Mosq Control Assoc. 14(2):131-136.
- Rohani A, Zamree I, Joseph R T, Lee H L. (2008). Persistence of transovarial Dengue Virus in *Aedes aegypti* (Linn.). Southeast Asian J Trop Med Public Health. 39(5): 813-816.
- Scott T W, Morrison A C. (2010). Vector Dynamics and Transmission of Dengue Virus: Implications for Dengue Surveillance and Prevention Strategies. En: Dengue Virus, Current Topics in microbiology and immunology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.115-124.
- Sithiprasasna R, Patpoparn S, Attatippaholkun W, Suvannadabba S, Srisuphanunt M. (2004). The Geographic information system as an epidemiological tool in the surveillance of dengue virus-infected *Aedes* mosquitos. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 35(4):918-926.
- Tesh, B. R. (1979). A method for the isolation and identification of dengue virus using mosquitoes cell cultures. Am J Trop Med Hyg. 28(6):1053-1059.
- Tun-Lin W, Kay B H, Barnes A. (1995a). The premise condition index: a tool for streamlining surveys of *Aedes aegypti*. Am J Med Hyg. 53(6):591-594.

- Tun-Lin W, Kay B H, Barnes A. (1995b). Understanding productivity a key to *Aedes aegypti* surveillance. Am J Trop Med Hyg. 53(6) 595-601.
- Tun-Lin, W., Kay, B H., Barnes, A., Forsyth, S. (1996). Critical examination of *Aedes aegypti* indices: Correlations with abundance. Am. J. Trop. Med. Hyg. 54(5):543-547.
- Vezzani D, Albicócco A P.(2009). The effect of shade on the container index and pupal productivity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* breeding in artificial containers. Medical and Veterinary Entomology. 23:78-84.
- Walter S D, Hildreth S W, Beaty B J. (1980). Estimation of infection rate in populations of organism using pool of a variable size. Am J Epidemiol. 112:124-128
- WHO. (1997). Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control. 2nd ed. Geneva, Switzerland: WHO.
- WHO.(2007). Scientific working group report on dengue.Geneva, Switzerland: WHO.

**Tablas**

**Tabla 1. Proporción de viviendas con IM, PCI<sub>3</sub> y PCI<sub>2</sub> por temporada en la ciudad de Tapachula, Chiapas.**

Índice Maya	Secas	Estaciones	
		Lluvias	Lluvias-Secas
Bajo	118	397	88
Medio	33	101	10
Alto	85	159	41
<b>PCI<sub>3</sub></b>			
Bajo	178	562	119
Medio	40	81	19
Alto	8	7	1
<b>PCI<sub>2</sub></b>			
Bajo	95	376	73
Medio	116	268	65
Alto	15	6	1

**Tabla 2. Asociación entre el IM e índice de conocimientos sobre dengue en el jefe de familia.**

Índice Maya	Índice de Conocimientos		
	Buen (n=239)	Medio (n=409)	Bajo (n=367)
IM Medio	1	1.51 (0.90-2.53)	1.67 (0.99-2.83)
IM Alto	1	1.05 (0.72-1.52)	1.24 (0.84-1.81)
PCI <sub>2</sub>			
PCI <sub>2</sub> Medio	1	1.30 (0.93-1.81)	1.29 (0.91-1.81)
PCI <sub>2</sub> Alto	1	1.42 (0.48-4.19)	0.72 (0.20-2.51)

*P*>0.05

**Tabla 3. Asociación entre el PCI<sub>2</sub> y nivel de educación del jefe de familia.**

PCI	Nivel de Educación			
	Superior o más (n=129)	Educación trunca (n=82)	Básica (n=404)	Medio-Sup (n=400)
PCI <sub>2</sub> Medio	1	2.76 (1.54-4.94)*	2.22 (1.45-3.94)*	1.62 (1.06-2.47)*
PCI <sub>2</sub> Alto	1	7.54 (0.75-74.9)	7.29 (0.95-55.87)	0.77 (0.06-8.62)

\**P*<0.05

**Tabla 4. Análisis de regresión logística bivariado entre el IM de las viviendas con respecto a su PCI<sub>3</sub> y PCI<sub>2</sub>.**

Índice Maya (IM)	Bajo (n=544)	PCI <sub>2</sub> Medio (n=449)	Alto (n=22)
IM Medio	1	1.55 (1.06-2.26)*	3.28 (1.04-10.34)*
IM Alto	1	1.77 (1.32-2.37)*	3.16 (1.19-8.39)*

\* $P < 0.05$

Índice Maya (IM)	Bajo (n=859)	PCI <sub>3</sub> Medio (n=140)	Alto (n=16)
IM Medio	1	1.15 (0.66-1.98)	2.90 (0.80-10.47)
IM Alto	1	1.55 (1.04-2.30)*	2.27 (0.72-7.14)

\* $P < 0.05$

**Tabla 5. Análisis de regresión logística multivariado ajustado a estaciones entre el IM de las viviendas con respecto a su PCI<sub>2</sub>**

**Secas**

Índice Maya (IM)	Bajo (n=544)	PCI <sub>2</sub> Medio (n=449)	Alto (n=22)
IM Medio	1	1.54 (1.05-2.24)*	3.10 (0.96-9.98)
IM Alto	1	1.71 (1.27-2.29)*	2.53 (0.94-6.83)

**Lluvias**

IM Medio	1	1.59 (1.09-2.32)*	1.72 (1.28-2.30)*
IM Alto	1	3.68 (1.15-11.76)*	2.76 (1.03-7.39)*

**Secas-Lluvias**

IM Medio	1	1.56 (1.07-2.28)*	3.10 (0.98-9.81)
IM Alto	1	1.77 (1.32-2.37)*	3.16 (1.19-8.38)*

\* $P < 0.05$

**Tabla 6. Análisis de regresión logística multivariado ajustado a estaciones entre el IM de las viviendas con respecto al PCI<sub>3</sub>**

<b>Secas</b>			
Índice Maya (IM)	Bajo (n=859)	PCI <sub>3</sub> Medio (n=140)	Alto (n=16)
IM Medio	1	1.13 (0.65-1.96)	2.76 (0.76-10.02)
IM Alto	1	1.49 (1.00-2.22)*	1.97 (0.62-6.25)
<b>Lluvias</b>			
IM Medio	1	1.16 (0.67-2.02)	3.04 (0.84-10.99)
IM Alto	1	1.51 (1.01-2.24)*	2.09 (0.66-6.61)
<b>Secas-Lluvias</b>			
IM Medio	1	1.14 (0.66-1.98)	2.77 (0.76-10.03)
IM Alto	1	1.55 (1.04-2.30)*	2.27 (0.72-7.13)

\* $P < 0.05$

**Tabla 7. Tasa mínima de infección en *Aedes aegypti* identificada por temporadas y serotipos circulantes.**

Temporada	Positivos	Negativos	Total Mosquitos	MIR	Serotipo
Secas	28	35	1,187	23.58	DEN-1
Secas-lluvias	6	56	1,132	5.32	DEN-1
Lluvias	62	90	2,995	20.70	DEN-1, 2, 4

**Tabla 8. Descripción de los conglomerados identificados por temporada (secas, secas-lluvias y lluvias).**

Temporada	Conglomerado	Radio (km)	Riesgo relativo	Casas por conglomerado	Casas c/ mosquitos Infectados	Casas Positivas a huevos	Total de Huevos	Población Expuesta (hab)	Valor P
Secas	1°	1.23	2.41	50	19	41	2,770	6,814	0.61
	2°	0.03	4.45	2	2	2	50	459	0.98
Secas-Lluvias	1°	1.84	10.50	43	2	34	3,369	5,910	0.20
Lluvias	1°	0.10	179.12	19	2	8	456	352	0.01*
	2°	0.39	4.75	31	8	27	1,335	924	0.13
	3°	0.03	6.71	2	2	2	77	182	0.99

\*Conglomerado estadísticamente significativo

**Figuras**

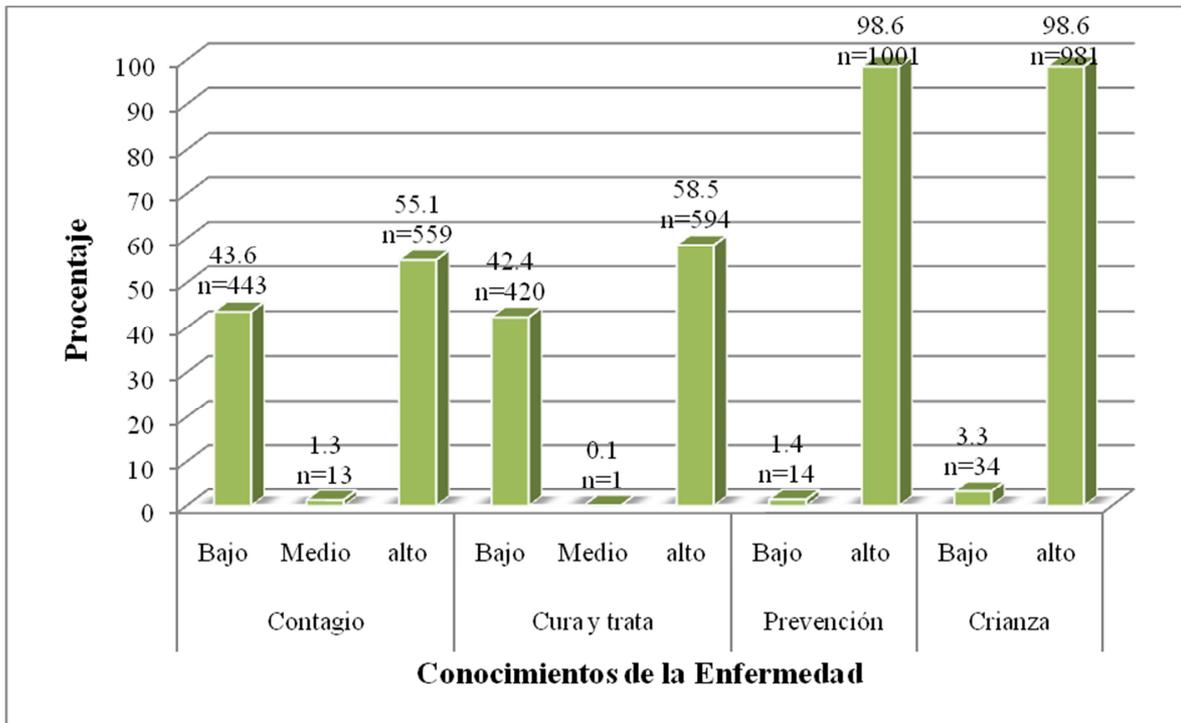


Figura 1. Porcentaje jefes de familia y conocimientos sobre la enfermedad.

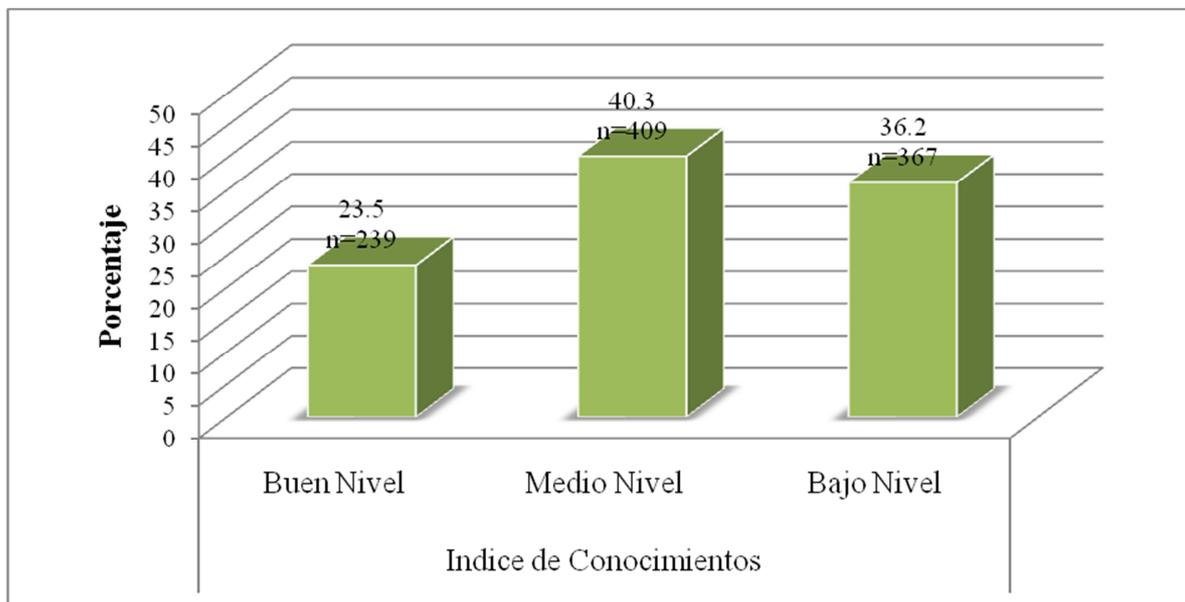


Figura 2. Nivel de conocimientos de los jefes de familia sobre el dengue agrupado en tres niveles.

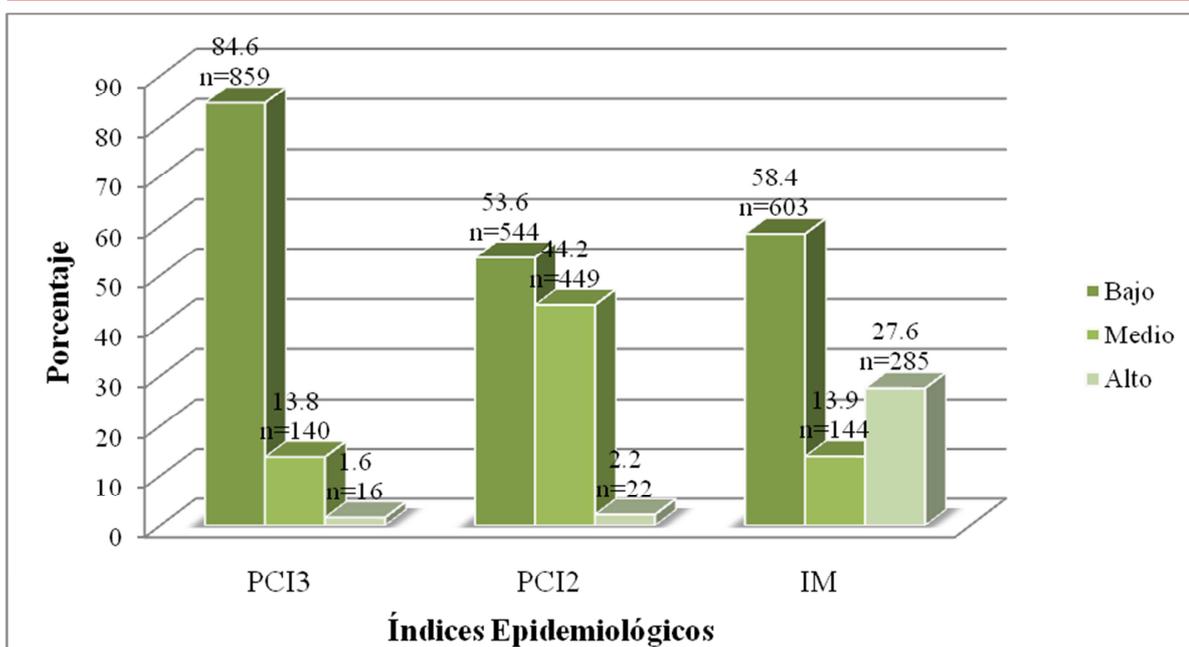


Figura 3. Porcentaje de viviendas con PCI<sub>3</sub>, PCI<sub>2</sub> e Índice Maya.

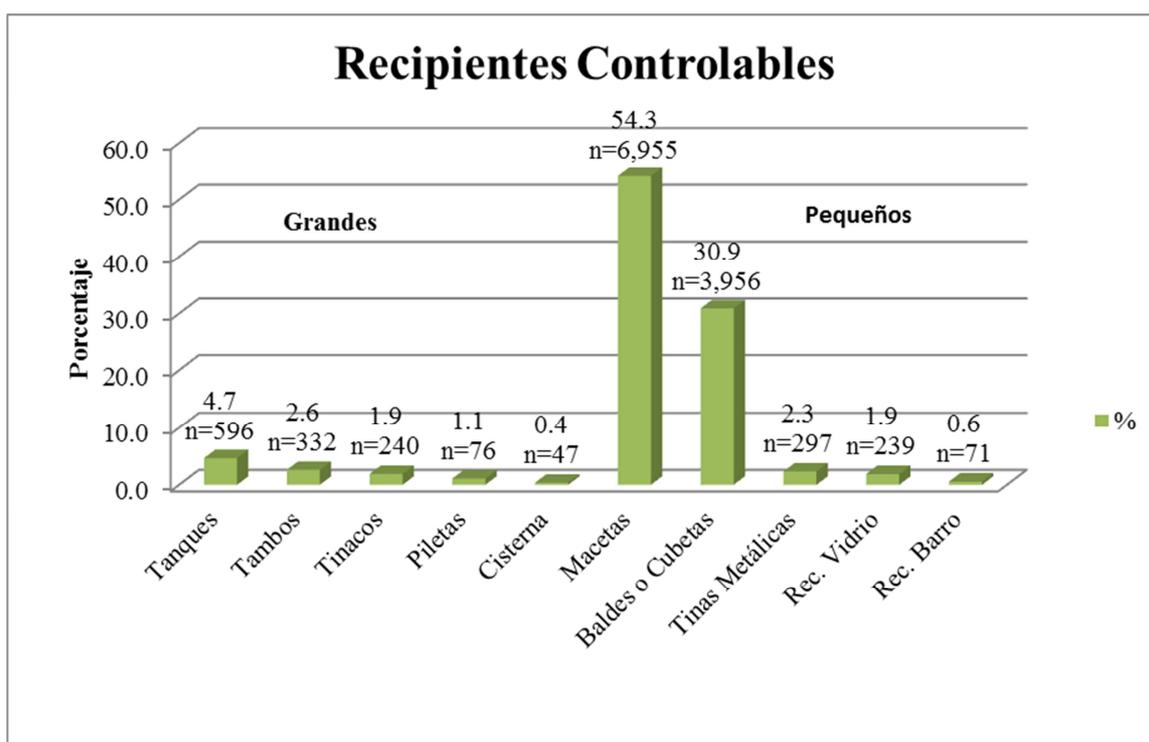


Figura 4. Proporción de recipientes controlables.

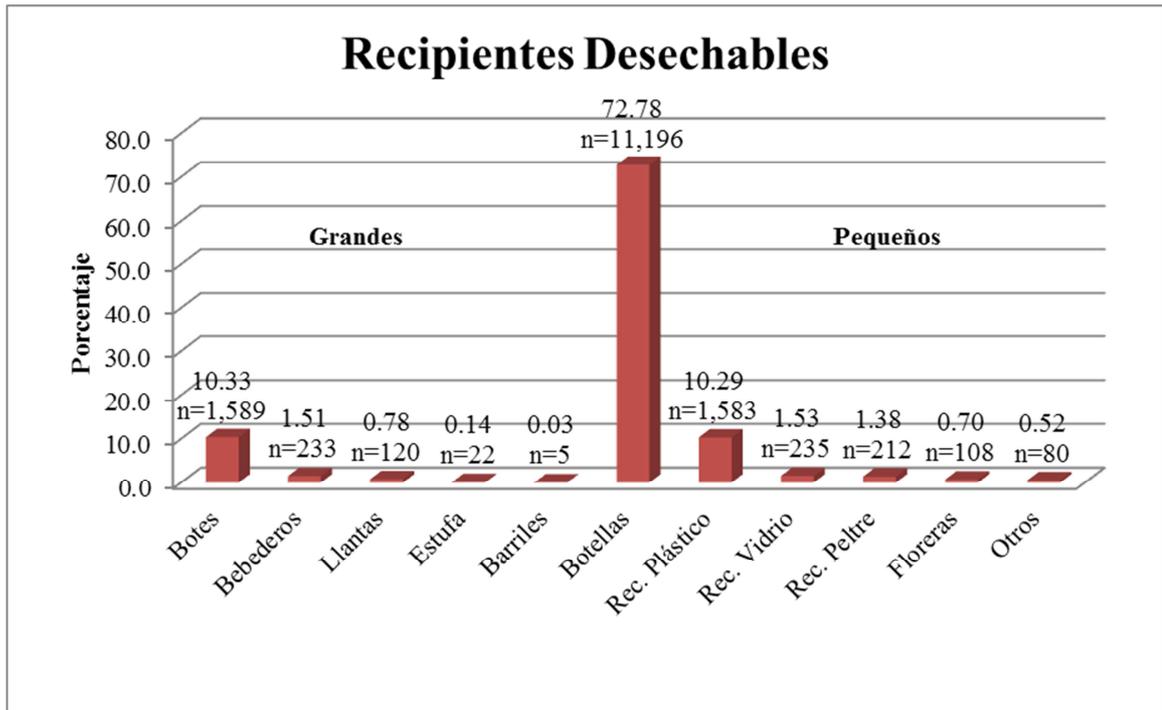


Figura 5. Proporción de recipientes desechables.

### Análisis Espacial

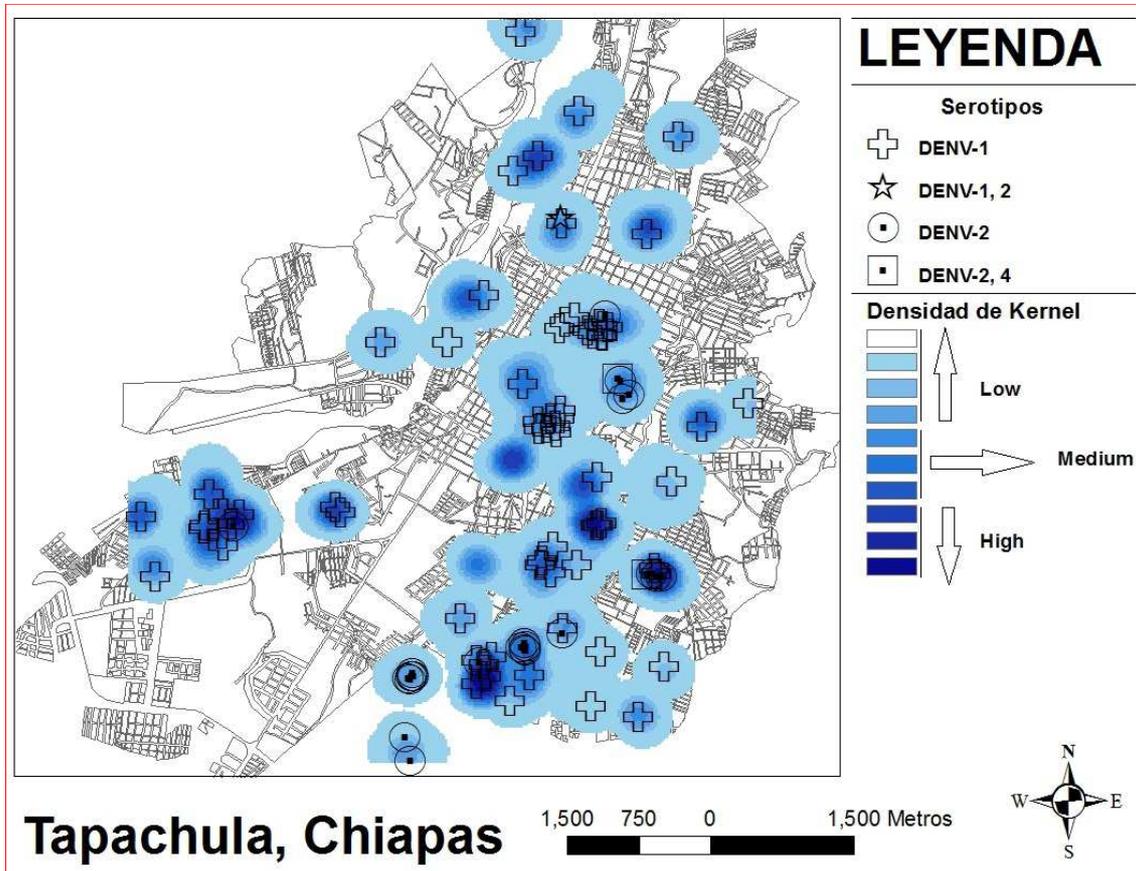


Figura 6. Distribución de los serotipos de DEN y la densidad de Kernel de los huevos colectados en las viviendas.

**Análisis Espacial de zonas de agregación estadísticamente significativas.**

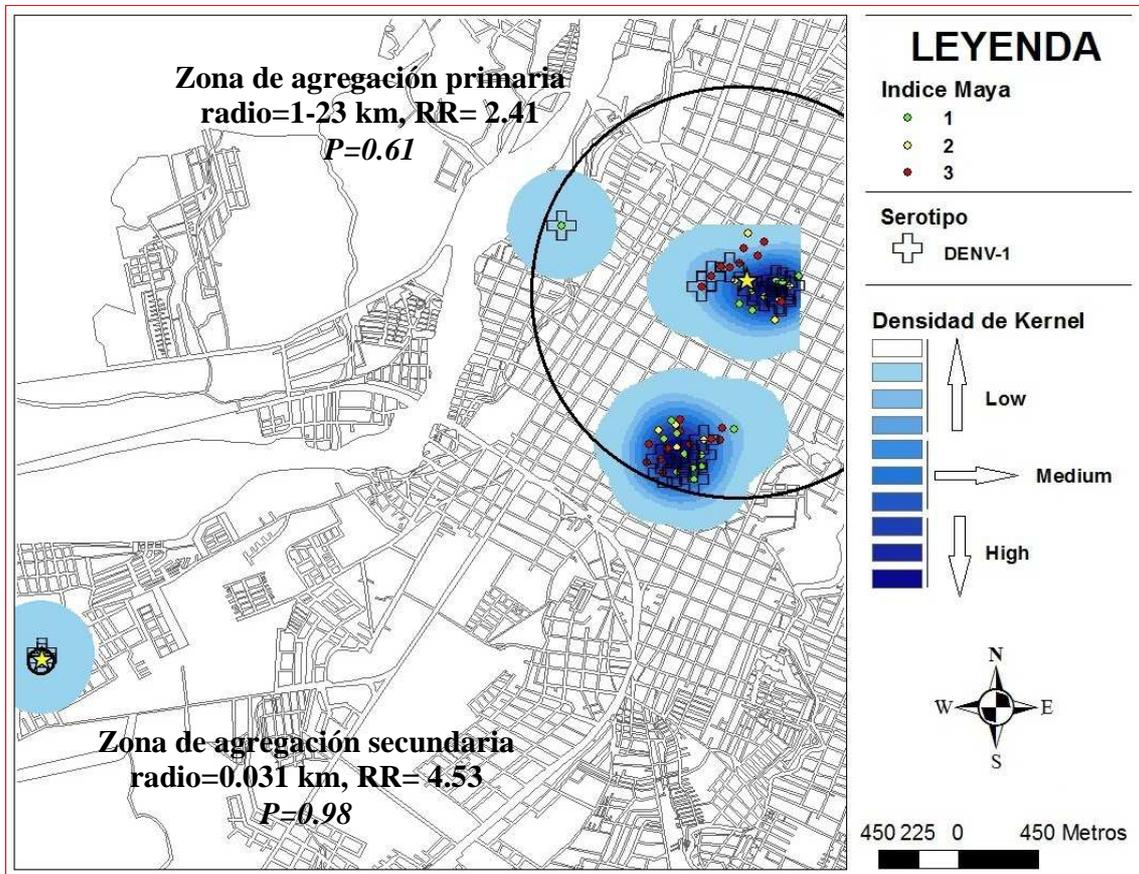


Figura 7. Zonas de agregación de casas positivas a DEN, correspondiente al análisis de la temporada de secas (febrero-marzo de 2006).

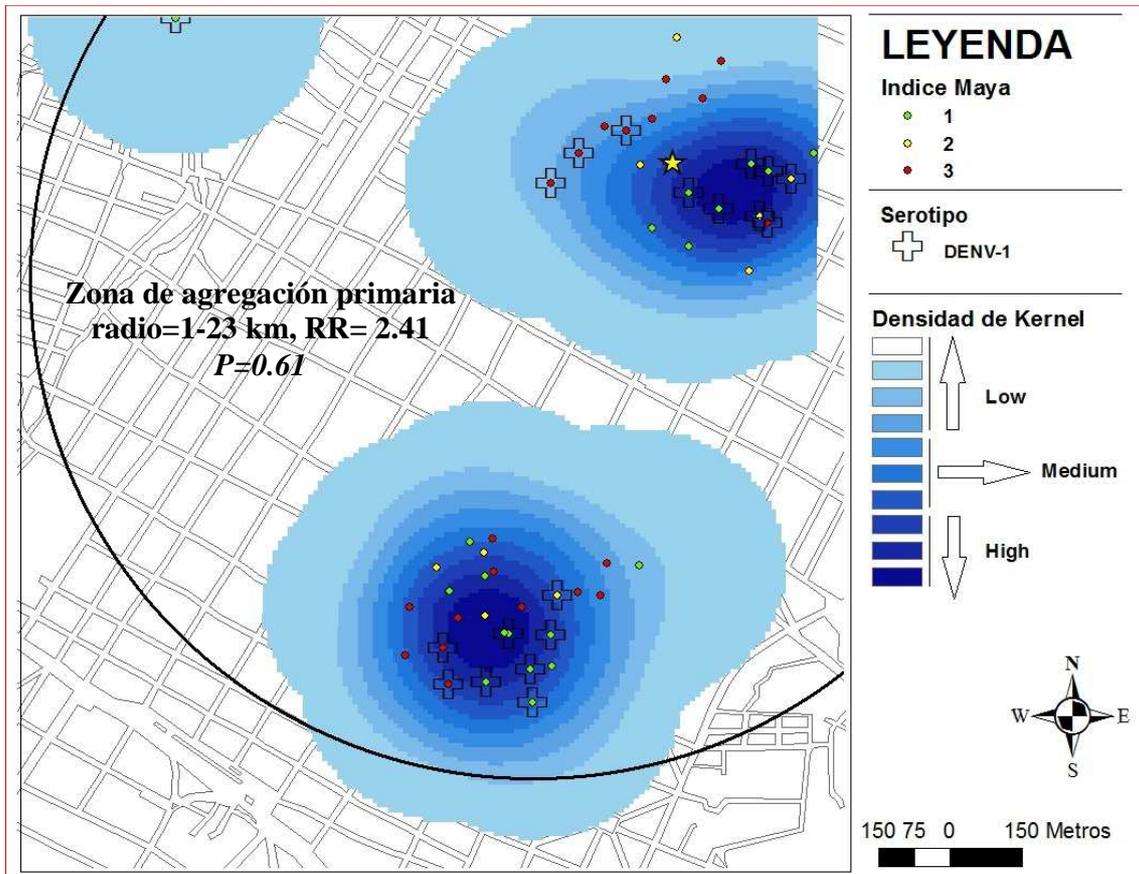


Figura 8. Acercamiento a la primera zona de agregación correspondiente a la temporada de secas (febrero-marzo de 2006).

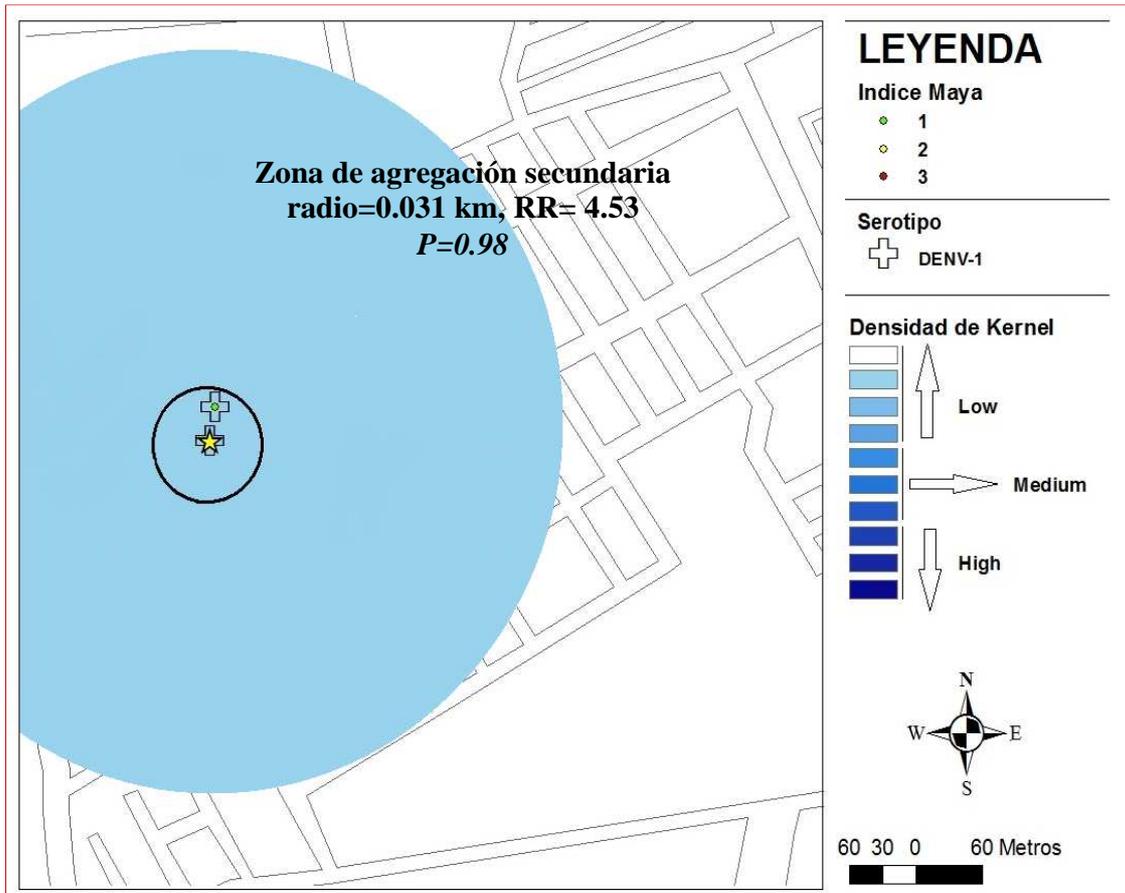


Figura 9. Acercamiento a la segunda zona de agregación correspondiente a la temporada de secas (febrero-marzo de 2006).

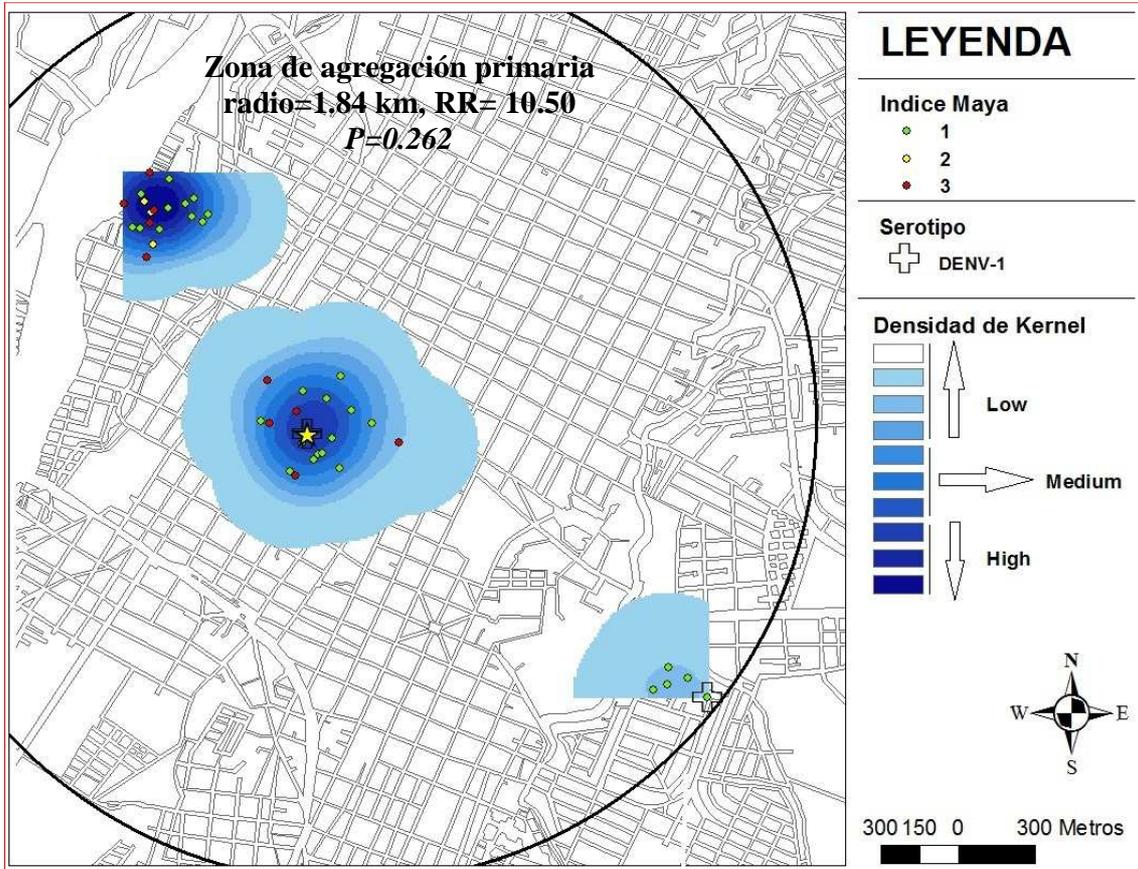


Figura 10. Zonas de agregación de casas positivas a DEN, correspondiente al análisis de la temporada de secas-lluvias (abril-mayo de 2006).

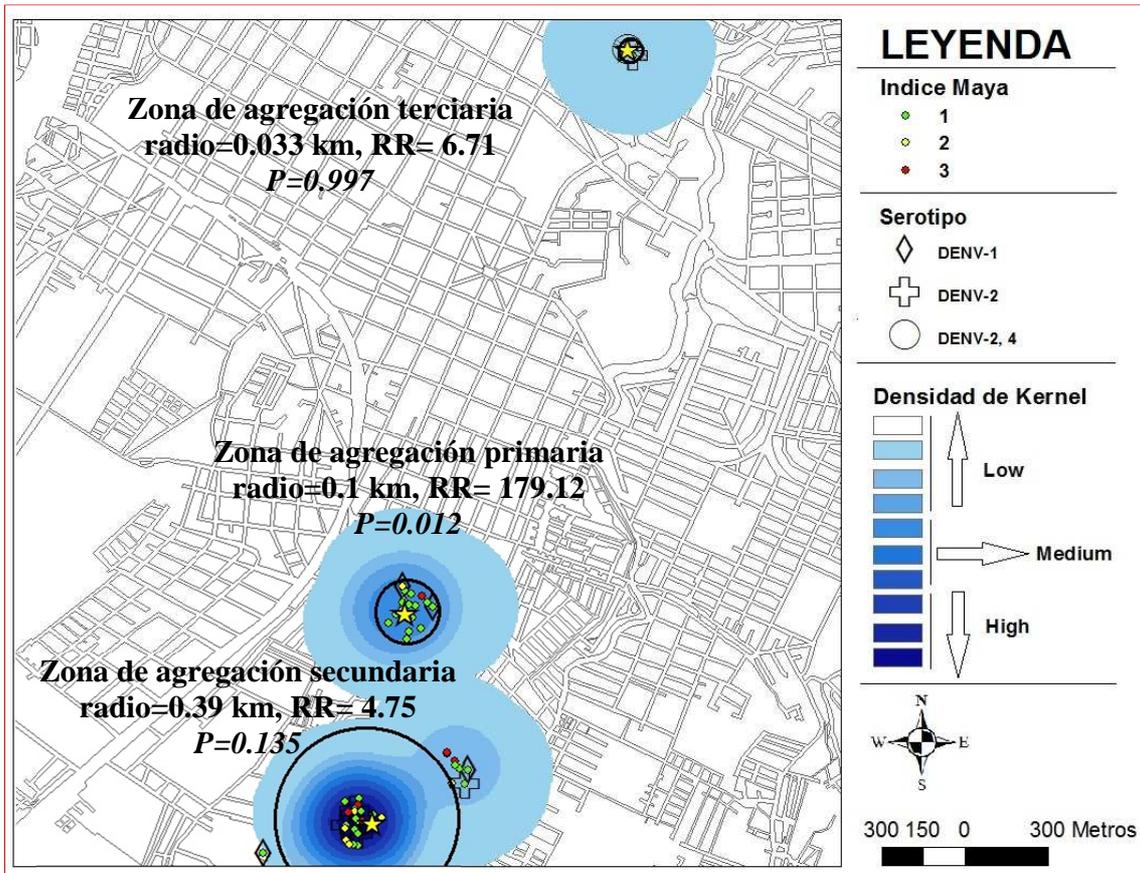


Figura 11. Zonas de agregación de casas positivas a DEN, correspondiente al análisis de la temporada de lluvias (junio-noviembre de 2006).

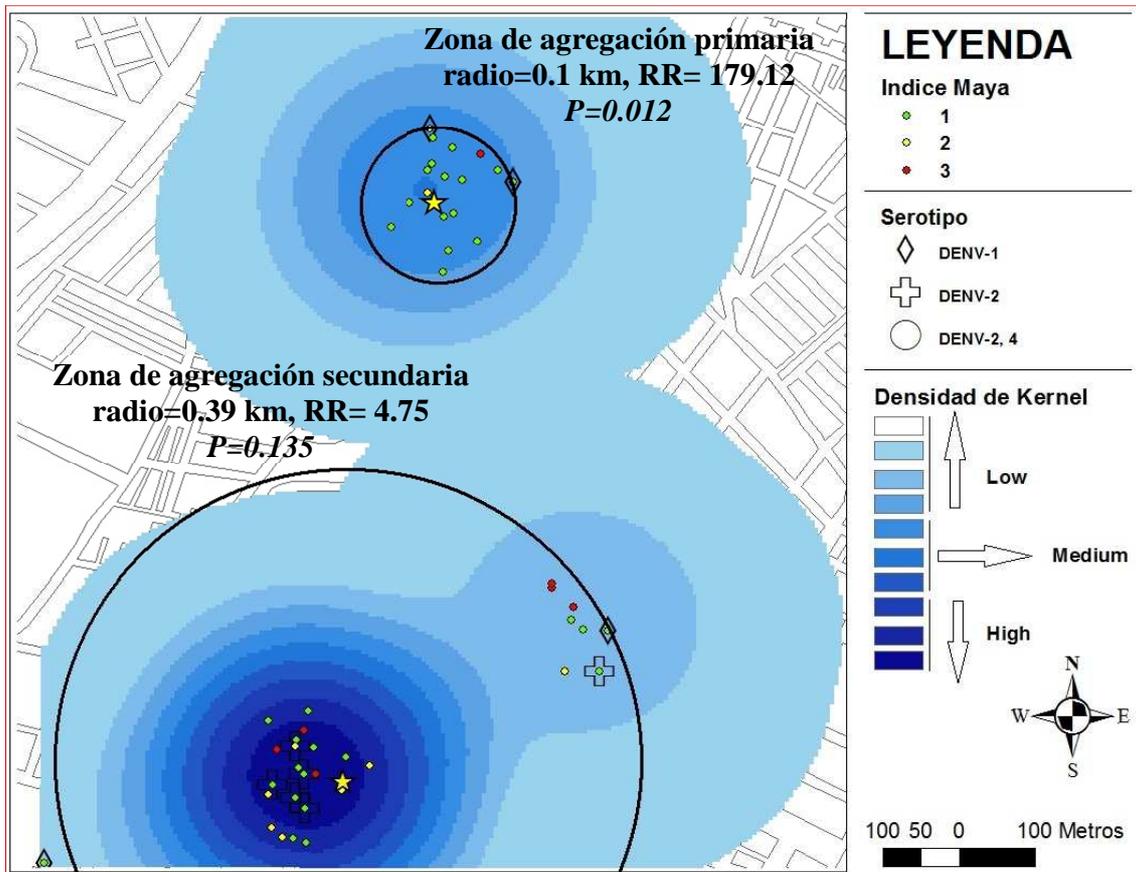


Figura 12. Acercamiento a la primera zona de agregación, estadísticamente significativa, correspondiente a la temporada de lluvias.