

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**Evaluación de ovitrampas como sistema de vigilancia entomológica en
sitios públicos de Chetumal, Quintana Roo.**

Por

M en C. Marco Antonio Domínguez Galera

TESIS

**Como requisito parcial para obtener el grado de DOCTOR EN
CIENCIAS BIOLÓGICAS con especialidad en Entomología Médica.**

Febrero 2010

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ciencias Biológicas

Laboratorio de Entomología Médica

COMITÉ DE TESIS

Dr. Idefonso Fernández Salas

Director de tesis

Dr. Roberto Mercado Hernández

Secretario

Dr. Raúl Torres Zapata

Vocal

Dra. María de la Paz Tijerina

Vocal

Dr. Eduardo A. Rebollar Téllez

Vocal

Febrero 2010

Dedicatoria

A Dios por sus bendiciones y a mis padres q.e.p.d por el tiempo que viví con ellos, y donde quiera que estén, les dedico esta tesis que no hubiese podido lograr sin ellos.

A mi esposa Yeni, mis hijos Luis, Sofía y Benjamín, que me dan la fuerza necesaria para seguir adelante, porque los amo y quiero que cuando crezcan sean gente de bien y de respeto a los demás.

A mis hermanos a los que quiero mucho Julio, Juan y Alberto, con los cuales he vivido y aprendido cosas maravillosas

A mis sobrinos Julieta, Marifer, Juanito, Valentina, Braulio.

A mi cuñada Maritza de quien siempre hemos recibido apoyo.

A mis amigos Rossy Sánchez y Luis Ibarra, por su ayuda incondicional, y la gran amistad que nos une.

A mis amigos: Mario, Alfredo, Ildefonso, Jorge Mendez, Noemi, Hector, Armando, Jorge Esparza, Mario Urzua, Pedro.

Agradecimientos

Al Dr. Ildefonso Fernández Salas, director de mi tesis, por su liderazgo y enseñanzas vertidas en mí.

A la Secretaría de Salud del Estado de Quintana Roo por el apoyo, en especial a los Médicos José J. Calderón Martínez y Jorge J. Esparza Aguilar y Octavio Ruiz Muñiz

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por la oportunidad de obtener este doctorado.

Al Ing. Benjamín Gómez por su apoyo y consejo

Al Dr. Jorge Méndez Galván por sus sabios consejos y enseñanzas

A todos mis compañeros del Doctorado y los entomólogos de la Secretaría de Salud: Pedro, Guillermo, Ariel, Patricia, Lorena, Roger.

Un Agradecimiento especial por el apoyo recibido en la realización de este trabajo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo para la conclusión de mis estudios de Doctorado en Entomología Médica (Becario No. 195153).

Índice

	Página
Portada.....	A
Comité de tesis.....	B
Dedicatoria.....	C
Agradecimientos.....	D
Índice.....	F
Índice de figuras.....	H
Índice de gráficas.....	I
Índice de tablas.....	K
Resumen.....	1
Introducción.....	3
2.1. Epidemiología en México	5
2.2 Epidemiología en Quintana Roo	5
Antecedentes	7
3.1 Origen y distribución del <i>Aedes aegypti</i>	7
3.1.1 <i>Aedes aegypti</i> como vector.....	7
3.2 Métodos de muestreos entomológicos para <i>Aedes aegypti</i>	12
3.2.1. Ovitrapas.....	12
3.2.2. Larvitrapas	13
3.2.3. Muestreo de mosquitos en reposo	14
3.3. Investigaciones realizadas utilizando ovitrampas	15
Justificación	18
Hipótesis	19

Objetivo general	20
6.1. Objetivos particulares	20
Material y métodos	21
7.1 Área de estudio	21
7.2. Muestreo entomológico con ovitrampas	22
7.2.1. Colocación y ubicación	22
7.2.2. Inspección	23
7.3. Muestreo en sitios públicos	23
7.4 Análisis estadístico y espacial de datos	24
Resultados	26
8.1. Monitoreo en sitios públicos	26
8.1.1. Sitios con mayor importancia entomológica	29
8.1.1.1. Cementerio Calderitas.....	29
8.1.1.2. Centro de Reciclaje	31
8.1.1.3. Terminal de Autobuses del ADO	33
8.2. Monitoreo entomológico en viviendas	34
8.3. Análisis espacial de la presencia de <i>Aedes aegypti</i> con ovitrampas	35
8.4 Análisis estadístico	36
Discusión	39
Conclusiones	43
Bibliografía	44

Índice de Figuras

	Página
Fig. 1. Distribución mundial de <i>Aedes aegypti</i>	4
Fig. 2. Incidencia de casos de dengue y serotipos circulantes en México durante el 2008.....	5
Fig. 3. Diferentes tipos de depósitos para huevos de <i>Aedes aegypti</i>	8
Fig. 4. Larva de <i>Aedes aegypti</i>	8
Fig. 5. Huevos de <i>Aedes aegypti</i>	9
Fig. 6. Pupa de <i>Aedes aegypti</i>	10
Fig. 7. Mosquito adulto de <i>Aedes aegypti</i>	11
Fig. 8. Ovitrapa utilizada en el estado de Quintana Roo.....	13
Fig. 9. Modelo de larvitrapa	14
Fig. 10. Captura de mosquitos en viviendas con aspirador motorizado	15
Fig. 11. Mapa de Chetumal mostrando la localización de los sitios públicos y viviendas que fueron muestreados con ovitrampas semanalmente	21
Fig. 12. Manufactura y colocación del tipo de ovitrapa utilizada	22
Fig. 13. Sitios públicos seleccionados para ser muestreados de enero a diciembre Del 2008	23
Fig. 14. Análisis espacial georeferenciado de la presencia de <i>Aedes aegypti</i> , en la colonia Solidaridad de Chetumal, Quintana Roo	35
Fig. 15. Análisis espacial georeferenciado de la presencia de <i>Aedes aegypti</i> , en la colonia Solidaridad de Chetumal, Quintana Roo	36

Índice de Gráficas

	Pagina
Graf. 1. Número de huevecillos colectados en sitios públicos de enero a diciembre del 2008	26
Graf. 2. Índice de ovitrampas positivas (IPO) en sitios públicos de Chetumal, de enero a diciembre del 2008	27
Graf.3. Índice de densidad de huevecillos (IDH) en sitios públicos de Chetumal, de enero a diciembre del 2008	28
Graf. 4. Número de huevecillos colectados, Índice de ovitrampa positivas (IPO) e índice de densidad de huevecillos en sitios públicos durante enero a diciembre del 2008	29
Graf. 5. Número de huevecillos colectados en el Cementerio Municipal durante enero a diciembre del 2008	30
Graf. 6. Índice de positividad de ovitrampas en Cementerio Calderas de enero a diciembre del 2008	30
Graf. 7. Índice de densidad de huevecillos en Cementerio Calderas de enero a diciembre del 2008	31
Graf. 8. Número de huevecillos colectados en el Centro de Reciclaje de enero a diciembre del 2008	31
Graf. 9. Índice de positividad en Centro de Reciclaje de enero a diciembre del 2008.....	32
Graf. 10. Índice de densidad de huevecillos en Centro de Reciclaje de enero a diciembre del 2008	32
Graf. 11. Número de huevecillos colectados en ADO de enero a diciembre del 2008.....	33

Graf. 12. Índice de positividad de ovitrampas en ADO de enero a diciembre del 2008	33
Graf. 13. Índice de densidad de huevecillos en ADO de enero a diciembre del 2008	34
Graf. 14. Huevecillos colectados, IPO, IDH en la colonia Solidaridad en Chetumal, Quintana Roo, de enero a diciembre del 2008	34
Graf. 15 Caja de valores extremos del promedio de huevos por trampa	36

Índice de Tablas

	Pagina
Tabla 1. Casos confirmados de dengue clásico y dengue hemorrágico en Quintana Roo, cierre comparativo 2007 y 2008	6
Tabla 2. Casos confirmados de dengue clásico y dengue hemorrágico en Municipio de Quintana Roo, Chetumal del 2008	6
Tabla 3. Promedio de huevos por trampa colectados en diferentes sitios Revisados semanalmente en la Cd. de Chetumal.	27
Tabla 4. Prueba de rangos múltiples para analizar la homogeneidad de Oviposturas	37
Tabla 5. Comparación de rangos múltiples entre las medias de huevos de Grupos revisados	38

1. Resumen

Las ovitrampas han sido usadas desde 1965 en la vigilancia del *Ae. aegypti*. Las ventajas del uso de ovitrampas en la vigilancia entomológica del vector causante del dengue radica en su buena sensibilidad (detectan el vector en baja densidad y practicidad) en un área urbana (Villaseca, *et al*, 2002), siendo un método sensible y económico. La identificación del riesgo entomológico actualmente está basado en el cálculo de los índices tradicionales *Stegomyia* para medir las densidades de la población de *Ae. aegypti*. Estos indicadores no toman en cuenta las variaciones en la producción de adultos entre los tipos de contenedores de agua. Los sitios públicos tienen características distintas a las viviendas. Son más grandes en tamaño y puede estar presente un único contenedor por lo que el manejo del agua es totalmente diferente de aquellos que encontramos en las casas. El análisis de casos de dengue estratificado en México por intervalos de edades, demuestra que entre el 50-60% de los casos corresponde a adolescentes mayores de 15 años y hombres adultos menores de 45 años. Esto indica que existe un grado de exposición a picaduras infectivas del vector en horas laborales y de permanencia dentro de los salones de clase en las escuelas. Un total de 8,346 huevecillos de *Ae. aegypti* fueron colectados en 48 sitios públicos muestreados de enero a diciembre de 2008. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación mostraron que la vigilancia entomológica con ovitrampas es un método útil para describir las densidades poblacionales de *Ae. aegypti* en viviendas y sitios públicos de la ciudad de Chetumal. Se muestrearon un aeropuerto, tres cementerios, 15 oficinas de gobierno, 2 mercados públicos, 1 biblioteca, 2 terminales de autobuses, 17 escuelas, 1 terminal marítima. El sitio público que presentó mayor número de huevos en este período, fue el cementerio Calderitas (CEM CAL) 1,091, mientras que el de menor densidad fue el Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Asimismo, encontramos que los lugares con densidades cercanas al más alto, resultaron el Centro de Reciclaje de Plásticos (CENTRO REJE) con 813 huevos y la terminal del ADO, con 673. Otros sitios públicos de concentración poblacional con poca presencia del vector, fueron la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) con 7, el Instituto Estatal Electoral (IEQROO) con 7, el Teatro Constituyentes con 7 y la terminal de combis (TER CBIS) con 6. Asimismo durante el muestreo, de todos los sitios

estudiados, ninguno mostró la nula presencia del vector, de acuerdo con la colecta de huevecillos. De enero a diciembre de 2008, en la colonia Solidaridad perteneciente a la Ciudad de Chetumal Quintana Roo, se colectaron 10,944 huevos de *Ae. aegypti*. Obtuvimos mapas georeferenciados por mes, de diferentes vistas de la ciudad, señalando con color rojo aquellas ovitrampas que registraban la presencia de huevos de *Ae. aegypti*, sin importar el número de los mismos. Pudimos observar que la positividad se concentró en el lado oeste de la colonia muestreada, indicando con esto en donde deberíamos centrar nuestras actividades de control del vector. Los resultados muestran que los responsables de los programas de vigilancia y control del dengue en el estado, deben considerar por separado las actividades que se realizan en los sitios públicos y las viviendas. Las prioridades del programa deberán dirigirse en las colonias, pero se debe considerar aquellos sitios públicos, donde las densidades señalen alto riesgo entomológico, grandes concentraciones de población y la aparición de enfermos. Si bien es cierto que el uso de ovitrampas se tiene que ajustar a las condiciones de cada lugar, los resultados alientan la posibilidad de utilizarlos como una herramienta útil para monitorear la actividad de adultos, sus fluctuaciones estacionales y para evaluar la eficacia de las medidas de control. Un segundo ciclo o lugar de transmisión fue corroborado con los resultados obtenidos, y habrá que tener en cuenta que el dengue no solo está asociado a la transmisión dentro de las viviendas y áreas pobres. Los hospitales, terminales terrestres, mercados deberán ser tarea de los programas de control, reducir las fuentes de criaderos alrededor de los mismos.

2.- Introducción

La reducción de las densidades del mosquito *Aedes aegypti* (L.) es actualmente la única opción para la prevención y control del dengue en poblaciones humanas. Aún y cuando alguna vacuna o medicamento puede llegar a estar disponible para la prevención y/o tratamiento del dengue, el control del vector permanecerá como una parte necesaria de los programas integrados del manejo de la enfermedad. Los encargados de los programas de control del dengue recomiendan la vigilancia y reducción de *Ae. aegypti* para manejar la enfermedad, esto quiere decir reducir el riesgo de casos graves, más que eliminar completamente la transmisión del virus. Se ha incrementado la participación comunitaria para la disminución de las densidades de los mosquitos a través de la eliminación de criaderos alrededor de las casas y del cuidado del agua almacenada, así como también la utilización de insecticidas, bioinsecticidas o reguladores de crecimiento que previenen la eclosión (Gluber, 1989). En la mayoría de los programas de control del dengue, los sitios públicos (e.g. oficinas de gobierno, cines, mercados, parques, cementerios, escuelas, plazas comerciales e industriales) son ignorados y en el mejor de los casos son tratados de la misma manera que las viviendas aún cuando éstos son diferentes en tamaño y cantidad presente en estos sitios.

Entre todos los vectores de patógenos, *Ae. aegypti* es uno de los más adaptados a los seres humanos y sus habitaciones (sinantrópico). El mosquito *Ae. aegypti* se distribuye en los trópicos y subtrópicos, extendiéndose dentro de áreas templadas durante los meses de calor. Es el vector de tres enfermedades humanas importantes: Fiebre por dengue, Fiebre amarilla y Chikungunya, cada una de las cuales es mantenida a través del ciclo de transmisión mosquito-humano-mosquito. El mayor peso sobre la salud humana actualmente es más aparente para dengue, el cual causa las mayores tasas de morbilidad y mortalidad de entre todas las enfermedades virales transmitidas por vectores (Monath 1994, Gubler y Kuno 1997, Gluber 2002) tomado de Morrison *et al*, 2006.

Se estima que 2.5 a 3.0 mil millones de personas están en riesgo de transmisión cada año, se desarrollan 50 millones de infecciones de fiebre por dengue y 500,000 casos de fiebre hemorrágica por dengue cada año, en donde el sudeste Asiático es el más afectado, ya que la fiebre hemorrágica por dengue y el síndrome de shock por dengue son

las principales causas de hospitalizaciones pediátricas, ya que se ha observado que durante los brotes epidémicos, los rangos de las tasas de ataque varían de 40 a 90 % en individuos susceptibles, un gran porcentaje de ellos son niños (Chaturvedi et al., 2005).

A nivel mundial, ha habido un incremento exponencial en la distribución geográfica y la incidencia de fiebre por dengue, fiebre hemorrágica y el síndrome de shock por dengue. En los últimos 10 años los reportes de casos de dengue en Filipinas se incrementaron en una magnitud de 700%. Similarmente en Indonesia la distribución geográfica de casos pasó de solo 2 ciudades en 1968 a más del 90% de las localidades en el 2001 (Edelman, 2005).

El dengue se encuentra distribuido, desde los 30° de latitud norte y los 20° de latitud sur. Las regiones más afectadas son el Caribe, América Central y del Sur, Hawái, Sudeste Asiático, México, Australia, Pacífico Sur y África Central y Occidental. (Fig. 1).

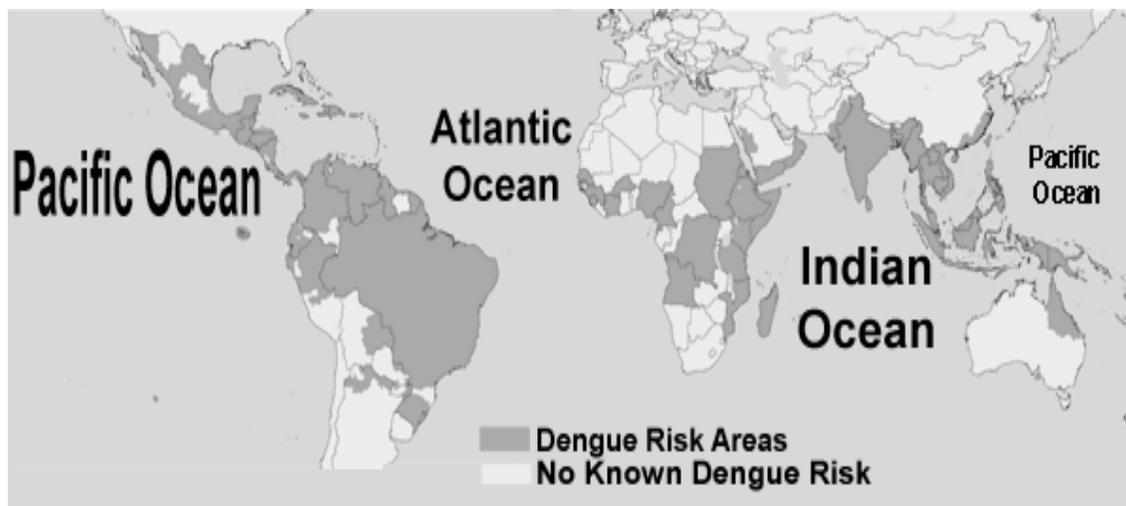


Fig. 1 Distribución Mundial del virus del Dengue. CDC, 2008.

La presencia o ausencia de la enfermedad depende de la existencia del mosquito transmisor, el virus y población susceptible en el mismo lugar, esto nos puede dar una idea de la distribución a nivel mundial de la enfermedad ya que es seguro que donde coexisten estos tres elementos hay dengue. Por las condiciones climáticas y geográficas para la sobrevivencia del vector, las regiones tropicales y subtropicales son las áreas de más alto riesgo para el contacto con el virus del dengue (CENAVECE, 2009).

2.1.- Epidemiología en México

En el periodo de 2000 a 2006 se reportaron 89,088 casos de Dengue^{1,2}, incluyendo 15,866 de FHD. Del total, el estado de Veracruz notificó 25,490 casos (28.6%); Guerrero 9,984 (11.2%); Tamaulipas 7,805 (8.8%); Oaxaca 6,320 (7.1%); Chiapas 4,699 (5.3%); Colima 4,495 (5.0%); Quintana Roo 4,372 (4.9%); y los restantes 25,923 casos (29%), se distribuyen en 19 entidades. Para el periodo 2001-2007 se observó un tendencia anual ascendente, en la que estados como Veracruz, Chiapas, Quintana Roo, Tamaulipas, Nayarit, Jalisco y Sonora han contribuido a mantener una presencia de casos, cada vez mayor, alcanzando para 2007 las cifras más altas en lo que va de la década, tanto de dengue clásico, como hemorrágico. Durante 2007 se registraron 48,456 casos de dengue, lo que equivale a una tasa de 44.6 casos por cien mil habitantes, cifra 68.2% mayor que la registrada en 2006 y 26 veces mayor que en 2000 (CENAVECE 2009) (Fig. 2).

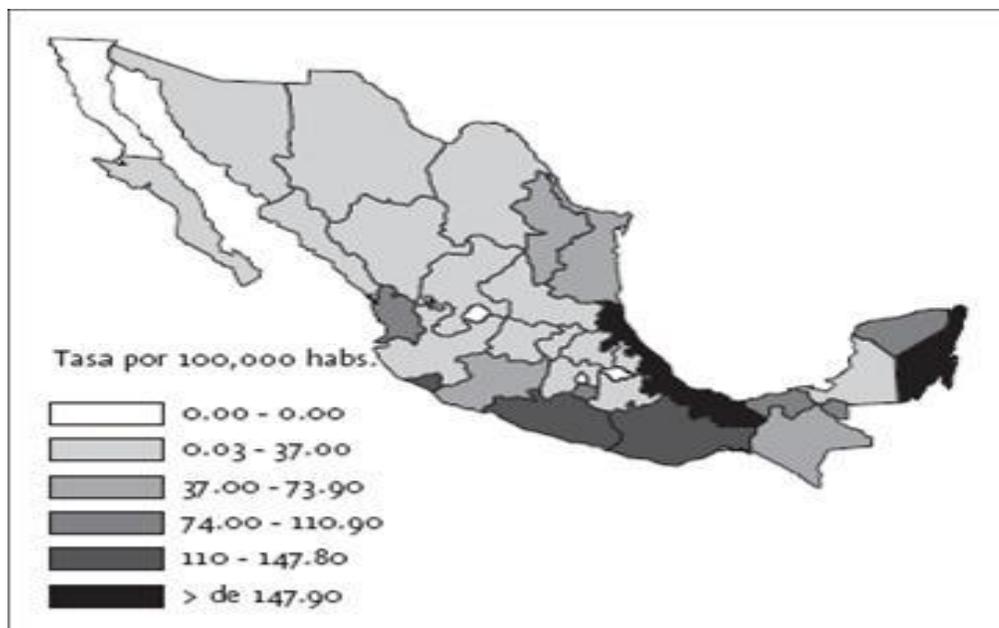


Fig. 2 Incidencia de casos de dengue. México 2007, Cenavece 2009.

2.2.- Epidemiología en Quintana Roo

Quintana Roo Se considera una zona endémica para esta enfermedad, lo cual significa que por sus condiciones ambientales, movimientos poblacionales y características epidemiológicas, el virus del dengue ha encontrado un sitio adecuado para su hábitat, reproducción y propagación. De 1998 a 2007 se registró un incremento en el

número localidades positivas de fiebre por dengue al pasar de 20 a 192, considerando el año 2007 como uno de los mayores brotes en el estado, al registrar 4,422 casos de dengue, de los cuales 877 fueron fiebres hemorrágicas por dengue (Tab.1) (SESA, 2008).

Tabla 1. Casos confirmados de Dengue en Quintana Roo. Comparativo 2007 – 2008. Fuente: SESA 2008.

Indicador	2007 Cierre	2007 Semana*	2008 Semana*
Fiebre por dengue	3,545	3,545	421
Fiebre hemorrágica por dengue	877	877	45
Defunciones	1	1	0
Letalidad **	0.11	0.11	0.00

*hasta la semana 53

**por cada 100 habitantes

Sin embargo durante el 2008, se observó un descenso en el número de casos al cerrar el año con 466, de los cuales 421 fueron Fiebres por Dengue (FD) y 45 Fiebre Hemorrágica por Dengue (FHD). Los municipios más afectados, con mayor número de casos en los dos últimos años fueron Othon P. Blanco con 159 y Benito Juárez con 138. Por tasa, Isla Mujeres es la localidad que presentó el mayor riesgo al cerrar con 364 por cada cien mil habitantes (Tab.2).

Tabla 2. Casos de Dengue por Municipio. Quintana Roo 2007 - 2008

MUNICIPIO	2007					2008					
	CASOS			Tasa*	Mues- tras	CASOS			Tasa*	Muestras	
	FD	FHD	TOTAL			FD	FHD	TOTAL		Acum.	Sem.
OPB	1448	467	1915	865,9	2043	152	7	159	72,2	1007	14
BJ	1170	240	1410	226,4	1524	121	17	138	21,2	512	5
COZ	131	59	190	247,5	201	16	2	18	22,9	55	0
IM	137	6	143	1011,9	153	48	5	53	364,6	170	2
LC	181	19	200	886,1	221	2	0	2	8,9	39	0
SOL	97	67	164	99,7	188	31	14	45	24,7	117	2
FCP	256	19	275	417,1	304	23	0	23	34,9	174	4
JMM	125	0	125	379,2	143	28	0	28	85,2	157	1
TOTAL	3545	877	4422	362,2	4777	421	45	466	36,8	2231	28

FUENTE: SESA 2008

* TASA POR 100,000 HAB.

3.- Antecedentes

3.1. Origen y distribución de *Aedes aegypti*.

Ae. aegypti es una de las especies del subgénero *Stegomyia*, es originario del cinturón tropical de África, donde ocurren dos formas: una doméstica y una selvática (Harwood y James 1988). En la región de las Américas solo se conoce la forma doméstica, y junto con *Aedes albopictus* (Skusse) son transmisores del virus del dengue en México (Ibáñez et al., 1997). No se sabe el dato de la primera introducción de *Ae. aegypti* en América, más bien se supone que pudo haber sido anterior o coincidente a la colonización europea (Castro, 1998). Probablemente que fuera transportada por buques del viejo al Nuevo Mundo en barriles de agua durante las primeras exploraciones y colonizaciones europeas durante el siglo XVI (OPS, 1995). Es conocido el papel del mosquito como transmisor de esta arbovirosis. En algunos países de centro y Sudamérica, donde aún se reportan casos de la fiebre amarilla, no se sabe con certidumbre si *Ae. aegypti* es el vector o si otros mosquitos selváticos también participan. *Ae. aegypti* es una especie tropical y subtropical que se encuentra distribuida entre la franja geográfica del paralelo 40° al Norte y 40° al Sur. Respecto a su distribución vertical, usualmente se encuentra a menos de 1000 metros de altitud sobre el nivel medio del mar, aunque hay registros esporádicos por arriba de esta elevación (Fernández 2009).

3.1.1. *Ae. aegypti* como Vector

Hábitat larvario: Aunque puede utilizar criaderos naturales, tales como bromelias, huecos de árboles, y axilas de las hojas plantas, los envases artificiales hechos por el hombre representan el hábitat más común para el *Ae. aegypti* (Rodhain y Rosen 1997). Los que son generalmente independientes de las precipitaciones podemos citar a los que sirven para almacenaje del agua (tanques, cisternas, tambos, cubos, etc.), los floreros y los envases eliminables dependientes de las lluvias (e.g. latas, botellas, llantas, carros para deshuesadero, cubos abandonados, cacerolas, envases de plástico, muebles, juguetes, piezas de automóvil, entre muchos otros) (Fig. 3) (Rodhain y Rosen 1997, Focks 2003).

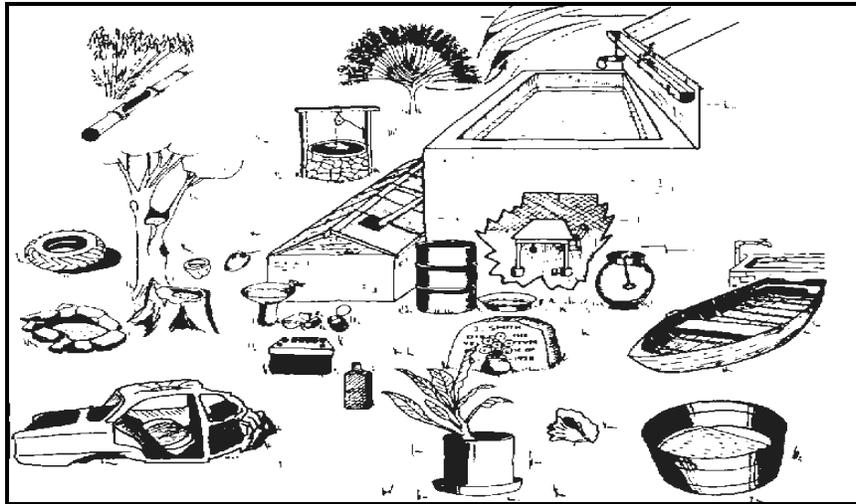


Fig. 3 Diferentes tipos de depósitos para huevos de *Aedes aegypti*, Fernández 2009.

Cada vez más, se han encontrado larvas de *Ae. aegypti* (Fig. 4) en sitios no tradicionales o atípicos, tales como charcos en pisos de cemento, canales de la lluvia, drenes, alcantarillas, pozos, tanques sépticos, y otros sitios subterráneos (Russell et al. 1997; Morrison et al. 2004b).

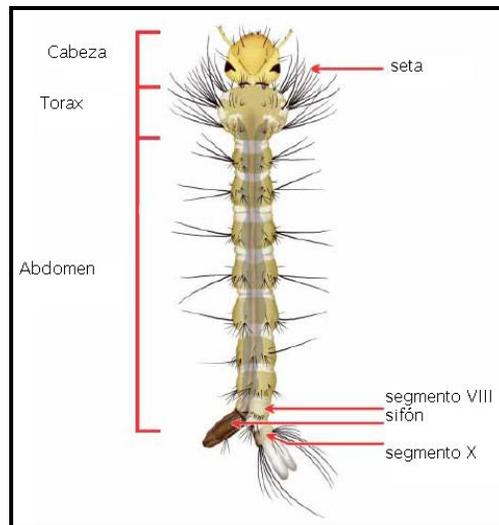


Fig. 4 Larva de *Aedes aegypti*, Fernández 2009

En muchos casos estos sitios atípicos producen una gran cantidad de adultos, que se vuelven desafíos del control larvario porque no son siempre fáciles de eliminar o de tratar con larvicidas. Estos sitios también indican que *Ae. aegypti* no prefiere siempre agua potable y limpia. Los sitios de desarrollo larvales varían según condiciones y

estrategias de las comisiones locales de agua. Los huevos, que son altamente resistentes a la desecación, se ponen sobre la línea de agua y son viables solamente cuando el agua esta disponible; un mecanismo evidente de supervivencia para asegurar la metamorfosis completa una vez que el agua alcanza los niveles adecuados. La capacidad de los huevos (Fig.5), de mantenerse en desecación por meses representa un desafío particular al control. El desarrollo de larva a adulto es muy dependiente de la temperatura y los recursos alimenticios en el ambiente acuático (Focks et al. 1993a). Por ejemplo, la duración de etapas larval puede extenderse de 7 a 9 días y la de pupa de 2 a 3 días a 25°C (Rodhain y Rosen 1997). Las densidades larvarias de *Ae. aegypti* en un criadero son reguladas por la competencia intraespecífica del alimento (Southwood et al. 1972).

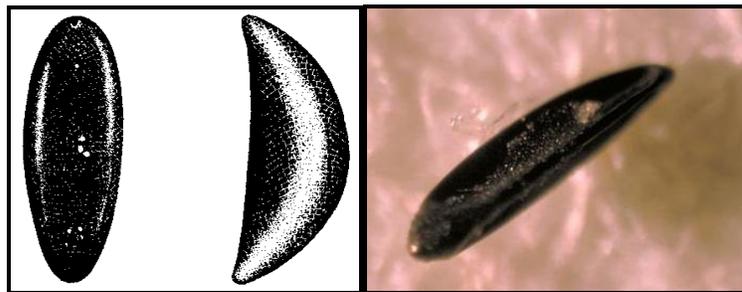


Fig. 5. Huevos de *Aedes aegypti*, Fernández 2009.

La mortalidad larval puede ser alta bajo condiciones naturales, mientras que, la mortalidad de las pupas (Fig. 6), que no se alimentan, es típicamente baja. Cuando los recursos del alimento son limitados o las temperaturas son bajas, el desarrollo puede retardarse o parar hasta que las condiciones lleguen a ser favorables otra vez. No esta bien comprendida la dinámica específica de la especie y la población de las comunidades microbianas sobre quienes se alimentan las larvas. Los componentes y las dinámicas de estos sistemas se han descrito muy poco, pero estas tiene implicaciones importantes para la producción mosquitos adultos así como la formulación de los pesticidas microbianos (Kaufman et al. 2000). Las larvas de *Aedes* son filtradoras de microorganismos de la columna de agua y de la superficie de sus pequeños hábitats acuáticos (Kaufman et al. 2000). La energía del hábitat larval es proveída por la materia orgánica de las hojas de arboles o plantas que caen al criadero (Kaufman et al. 2000).



Fig. 6 Pupa de *Aedes aegypti*, Fernández 2009.

Comportamiento adulto: La asociación cercana de *Ae. aegypti* con los seres humanos, es crucial para la transmisión eficiente del virus del dengue. Altamente antropofílico (> 95%), las hembras adultas (Fig. 7), reposan y se aparean dentro de las casas, en donde se alimentan con frecuencia y preferentemente de los seres humanos (Scott et al. 1993b, 2000b). *Ae. aegypti* es sobre todo un chupador diurno, generalmente con dos picos de actividad, poco antes de la salida del sol y otro minutos antes de su puesta (Rodhain y Rosen 1997), pero los cambios en la conducta humana incluyendo la disponibilidad cada vez mayor de luz artificial y el trabajo fuera del hogar durante esas horas, no imposibilita a este vector alimentarse por la noche (Chadee y Martínez 2000). El porqué las hembras se dispersan raramente más allá de 100 metros en busca de alimento, se debe principalmente a que los criaderos para ovipositar están disponibles dentro de las viviendas o alrededor de ellas, donde un vuelo muy largo no es necesario (WHO 1997).

La fecundidad de la hembra, dependerá del tamaño, la temperatura del ambiente, y la disponibilidad de la hemoglobina de la sangre y los sitios de la oviposición (Focks et al. 1993). La disponibilidad de los sitios para la oviposición puede detener las oviposturas, (Chadee 1997). Cuando los criaderos son escasos, la retención del huevo aumenta y las hembras tienden a poner sus huevos en un solo lugar; en cambio cuando estos son abundantes, las hembras tienen oviposturas múltiples distribuyendo sus huevos en varios criaderos (Chadee 1997).

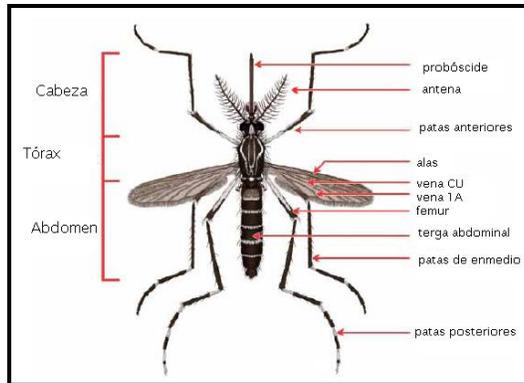


Fig.7 Mosquito adulto hembra de *Aedes aegypti*, Fernández 2009.

Hay también evidencia que indica que la indisponibilidad de los criaderos estimulará la dispersión creciente de las hembras (Reiter et al. 1995). Aunque la dispersión de *Ae. aegypti* es difícil para las formas adultas, los huevos y las larvas parecen ser las formas inmaduras eficientes para viajar largas distancias, en carros, barcos, trenes y aviones (Rosen 1997). Los sitios de reposo preferidos de la hembra adulta de *Ae. aegypti*, son los lugares oscuros de las casas, especialmente armarios, cuartos de baño, y debajo de los muebles. La vida media útil para las hembras se estima de 8 a 15 días y para los machos de 3 a 6 días (Rodhain y Rosen 1997) y usualmente se expresa como la tasa de sobrevivencia diaria.

Las tasas de sobrevivencia diaria se pueden estimar indirectamente y han sido reportados datos del 55 hasta el 90% (Harrington et al. 2005). La supervivencia adulta, el tiempo de desarrollo del huevo y la frecuencia de la alimentación, son todo dependiente de la temperatura (Focks et al. 1993). Aunque, la supervivencia adulta sea afectada probablemente por la exposición a patógenos, depredadores, humedad, precipitación y a otros factores pobremente estudiados, estudios recientes en campo y en el laboratorio demostraron que la mortalidad adulta, es dependiente de la edad y que los patrones mortalidad, afectan las estimaciones de la capacidad vectorial.

Capacidad del vector: Poco se sabe sobre la cantidad de virus necesaria para infectar a los *Ae. aegypti* en la naturaleza (Rodhain y Rosen 1997) y allí es claro que interviene la variabilidad genética en la susceptibilidad de los individuos dentro de las poblaciones de diversos orígenes geográficos. Se cree que generalmente las dosis virales

más altas, son más contagiosas a los mosquitos. La resistencia relativa de los *Ae. aegypti* a la infección oral con el virus del Dengue, podría favorecer la propagación de cepas virales que producen los viremias relativamente altas, y que son alternadamente correlacionadas con las manifestaciones clínicas severas (Rodhain y Rosen 1997). Se ha demostrado transmisión vertical de dengue y fiebre amarilla en el laboratorio (Rosen 1988). Los índices de infección filiales (es decir, el porcentaje de la progenie infectada) varían grandemente según la especie de mosquito y la cepa del virus, pero tienden a ser relativamente bajos, especialmente para *Ae. aegypti*. Un índice de 0.015 por ciento fue observado entre 5 variedades de hembras F1 de *Ae. aegypti* (Rosen 1988). La evidencia en campo indica que la transmisión vertical es más alta en especies de *Aedes aegypti* que habitan en los bosques o selvas.

Capacidad vectorial: Aunque es menos susceptible a la infección con el virus del Dengue en comparación con otras especies de *Aedes*, *Ae. aegypti* es un vector excesivamente eficiente de dengue, debido a su comportamiento de alimentación de sangre (Rodhain y Rosen 1997) y a la asociación extremadamente cercana con las poblaciones humanas. Ha sido difícil demostrar asociaciones constantes entre la transmisión del dengue y las densidades del vector, fluctuaciones estacionales de los adultos o frecuencia de la alimentación. La transmisión del virus, sin embargo, se ha demostrado puede ocurrir con densidades muy bajas de *Ae. aegypti* (Kuno 1995) y se cree que los umbrales entomológicos para la transmisión del virus del dengue son bajos (Focks et al. 2000). El comportamiento de alimentación múltiple del *Ae. aegypti*, aumentan los contactos con los huéspedes infectados y los no infectados, explicando porqué este mosquito es un vector tan inusualmente eficiente de la enfermedad humana incluso en las bajas densidades (Scott et al. 1997).

3.2. Métodos de muestreo entomológico para *Ae. aegypti*.

3.2.1. Ovitrapas.

Las ovitrampas han sido usadas desde 1965 en la vigilancia de *Ae. aegypti*, como un instrumento para determinar la distribución del mosquito, para medir la fluctuación estacional de las poblaciones y evaluar la eficacia de la aplicación de insecticidas (Vargas,

2002). También se utilizan como una estrategia de muestreo presencia-ausencia, lo cual permite una estimación de la densidad mediante la proporción de muestras positivas. El principio o base fisiológico de la efectividad de las ovitrampas, consiste en que las hembras grávidas de *Ae. aegypti* deben localizar sitios para ovipositar, ya que esta especie coloca los huevos individualmente en las superficies de las paredes internas y por encima del nivel del agua en receptáculos naturales o artificiales (Vargas, 2002). Las ventajas del uso de ovitrampas en la vigilancia entomológica del vector causante del dengue radica en su sensibilidad (detectan el vector en baja densidad) y practicidad en un área urbana (Villaseca *et al.*, 2001). Las ovitrampas son jarras o frascos de vidrio o plástico alrededor de 500 ml, preferentemente de color oscuro (Fig. 8). Las dimensiones no son críticas, pero se recomienda que todas las que se usan en un estudio particular sean idénticas. El *Ae. aegypti* prefiere ovipositar en una superficie rugosa, por tanto la superficie interna de los frascos se cubren con un papel rugoso absorbente que permanece duro aun cuando está húmedo.



Fig. 8 Ovitrapa utilizada en el Estado de Quintana Roo.

3.2.2 Larvitrapa

También se han utilizado larvitrapas en secciones de neumáticos de diversos diseños para controlar la ovipostura; la más sencilla es una sección radial del neumático llena de agua. Las larvitrapas de los neumáticos (Fig. 9) difieren funcionalmente de las ovitrampas en que las fluctuaciones del nivel de agua producidas por la lluvia inducen la eclosión, en lugar de los huevos depositados en las superficies internas de la trampa. Se

ha demostrado su utilidad como alternativa a la ovitrampa para detección precoz de nuevas infestaciones y para la vigilancia de poblaciones de vectores de baja densidad (OPS, 1995). Por su parte la larvitrapa es un dispositivo que por su característica de poca luminosidad favorece la respuesta a ciertas especies como *Ae. aegypti*, de ahí su uso para la detección rápida de esta especie (Marquetti *et al.*, 2000).



Fig. 9 Modelo de larvitrapa, Fernández 2009.

3.2.3. Muestreo de mosquitos en reposo.

El muestreo consiste en la búsqueda y captura de los mosquitos hembras dentro y fuera de la vivienda o en lugares donde pudieran reposar y digerir la sangre, (Fig. 10) (Manual dengue, 2006). Durante los periodos de inactividad, los mosquitos adultos suelen reposar en el interior de las viviendas, sobre todo en los dormitorios y lugares oscuros como los armarios y otros rincones escondidos. Las capturas durante el reposo implican la búsqueda sistemática de estos sitios con ayuda de una linterna y la captura de los adultos empleando aspiradores bucales o de baterías y/o redes de mano (OPS, 1995).



Fig. 10 Captura de mosquitos en el interior de las viviendas con un aspirador motorizado, Fernández 2009.

3.3. Investigaciones realizadas utilizando ovitrampas

Varios materiales han sido usados para confeccionar las ovitrampas tales como jarras de vidrio, plástico y metal. (Kloter et al., 1983).

También existen reportes sobre el uso de diferentes tipos de ovitrampas con materiales adherentes que han sido diseñadas para estudios de dispersión del mosquito y adaptadas para los programas de América Latina por su bajo precio. (Ordóñez-González et al., 2001).

El objetivo de la captura con ovitrampas es hacer muestreos en suficientes sitios para obtener una estimación estadística del promedio de huevos por sitio en un período de 24 horas, (Reiter y Nathan 2001).

Existen diversas investigaciones publicadas en donde se han empleado ovitrampas para determinar la presencia del vector del dengue en viviendas humanas, pero en ninguna de ellas, se hace referencia de la utilidad de las mismas en sitios públicos.

Entre algunas de ellas, de noviembre de 2003 a octubre de 2004, Morrison et al., (2006), llevaron a cabo un estudio sobre la importancia de los sitios públicos en Iquitos, Perú, tales como escuelas, fábricas, aeropuertos, mercados públicos, plazas comerciales y edificios de gobierno, utilizando el número de pupas producidas por contenedor, encontrando que los sitios no residenciales o públicos, pueden ser altamente productivos de adultos de *Ae. aegypti*.

En Belo Horizonte, Brasil, Sales et al. (2008), ubicaron 1,686 puntos de muestro con 144,471 ovitrampas, las cuales fueron leídas cada quincena, obteniendo 47,721 huevecillos en 3 años de muestreo 2003 - 2006. Registraron un Índice de positividad de ovitrampa (IPO) de 33% y un índice de densidad de huevos (IDH) de 58.6%, observando grandes variaciones entre un año y otro y entre cada semana de muestreo.

La evaluación en campo de ovitrampas letales contra vectores de dengue, se realizó en Areia Branca, Rio de Janeiro, Brasil. Perich et al. (2003), demostrando que ovitrampas tratadas con 1.09 mg de deltametrina, afectaron significativamente las poblaciones naturales de *Ae. aegypti*, utilizando tres parámetros de muestreo: el índice de recipientes positivos, promedio de pupas por casa y adultos capturados con aspirador portátil.

En febrero del 2003, en Salto, Uruguay, se implementó el uso de ovitrampas como método complementario al monitoreo larvario mediante larvitrapas y encuestas larvarias

usadas para la vigilancia entomológica. De 32 ovitrampas colocadas, se registraron 10 positivas, concluyendo con esto que el uso de las ovitrampas para la vigilancia de *Ae. aegypti* es una herramienta práctica y sensible para detectar la presencia de *Ae. aegypti*, determinar su distribución, medir la fluctuación estacional de las poblaciones y evaluar la eficacia de la aplicación de insecticidas (García *et al*, 2003).

Con la utilización de ovitrampas convencionales, colocadas al interior y exterior de las viviendas de la localidad de Jaffna, Sri Lanka, se colectaron huevos de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*. Se encontraron los valores más altos del Índice de ovitrampa positiva (IPO) y el Índice de densidad de huevos (IDH) del año, en enero del 2006. Utilizaron este método de muestro con ovitrampas para determinar la susceptibilidad de las especies al DDT y Malatión, Surendran *et al.* (2007).

En 1999 y 2000 se evaluaron ovitrampas letales (LO) para el control de *Ae. aegypti*, en Ratchaburi, Tailandia. Concluyeron de acuerdo a los resultados obtenidos las LO pueden reducir las poblaciones de *Ae. aegypti* en Tailandia, sin embargo mencionan que el alto número de recipientes o criaderos en la zonas pueden reducir la eficacia de las ovitrampas. Se ha sugerido que el uso y sensibilidad de las ovitrampas tiene que estar ligado a un buen control o eliminación de criaderos en los sitios adyacentes, Sithiprasasna *et al.*, (2003). Durante el 2004, en la localidad de Carpio, en San José Costa Rica, se utilizaron los índices tradicionales y ovitrampas, para identificar la importancia de los principales criaderos, durante la estación de lluvias y secas, conocer los factores ambientales y humanos que podrían condicionar la ocurrencia de nuevos brotes de la enfermedad, se demostró que las ovitrampas son un método práctico para determinar el riesgo de transmisión (Calderón *et al.*, 2004)

Asimismo en Buenos Aires, Argentina, se realizaron estudios de la distribución espacial y temporal de la actividad de ovipostura de *Ae. aegypti* y su relación con la población humana bajo riesgo de transmisión del virus dengue, encontrando que altas densidades de huevos, se relacionaban con la aparición de casos nuevos de la enfermedad (Carbajo, *et al*, 2004).

Entre los años 2000 y 2004 se estudió el comportamiento poblacional de las larvas de *Ae. aegypti* para explicar sus fluctuaciones a través de tres indicadores entomológicos

(IE) y estimar los casos de dengue en la ciudad de Yurimaguas, Loreto, Perú (Fernández *et al.*, 2005).

Se estudió la fluctuación estacional de *Ae. aegypti* en la provincia de Chaco, Argentina, y la correlación de su abundancia con factores ambientales. (Stein *et al.*, 2005)

En la ciudad de Monterrey, se estudio la variación estacional de las poblaciones de las hembras de *Ae. aegypti* paridas, nulíparas y grávidas (con huevos maduros en los ovarios), (Salas y Reyes, 1994).

En 1995 se realizó un estudio para discutir los métodos para evaluar el papel del vector *Ae. aegypti* en la epidemiología del dengue en México; igualmente, comentar las dificultades implícitas en la determinación de los factores entomológicos utilizados tradicionalmente como elementos predictores de epidemias; y, finalmente, enmarcar su situación actual en México ante la necesidad de incrementar el conocimiento de sus hábitos y biología (Fernández y Flores 1995)

En Colima, se llevó a cabo un estudio sobre la modificación que provocan las variables temperatura ambiental, temporada (de lluvias o seca), calidad de vivienda, uso de malatión ULV y grado de conocimientos del dengue sobre los índices larvarios de *Ae. aegypti* puedan tener las variables (Espinosa *et al.*, 2001).

4.- Justificación

La identificación del riesgo de transmisión para dengue, actualmente está basado en los índices tradicionales *Stegomyia* para medir las densidades poblacionales de *Ae. aegypti*. Se requiere conocer la utilidad de las ovitrampas como herramienta para la vigilancia entomológica del *Ae. aegypti* en sitios públicos y viviendas, con la finalidad de diseñar campañas de control del vector más específicas y dirigidas para cada uno de los sitios antes mencionados. Con estas nuevas herramientas, se contará con una alternativa sensible, económica y efectiva para la vigilancia de *Ae. aegypti*. De no realizarse más investigaciones como esta, se corre el riesgo de seguir realizando campañas de prevención y control del dengue, que sean evaluadas por indicadores que no miden el riesgo de transmisión o los sitios donde existe mayor probabilidad de enfermar, por la presencia de hembras infectadas de *Ae. aegypti*.

5. Hipótesis

El análisis de casos de dengue estratificado en México por intervalos de edades, demuestra que entre el 50-60% de los casos corresponde a adolescentes mayores de 15 años y hombres adultos menores de 45 años. Esto podría explicar que existe un grado de exposición a picaduras infectivas del vector en horas laborales y/o de permanencia dentro de los salones de clase en las escuelas. Dado que *Aedes aegypti* es un mosquito de hábitos con biorritmo de picadura bimodal, lo cual se hace más evidente poco después de la salida del sol en las mañanas y poco antes de la puesta del mismo por las tardes, existe la posibilidad que, además de las casas, la transmisión de fiebre por dengue también se esté originando en estos sitios de concentración poblacional, a pesar que la Norma Oficial Mexicana para la Prevención y Control de las Enfermedades Transmitidas por Vector (NOM 032-SSA2-2002) solo considera que el dengue se transmite dentro de las casas, ya que todas las actividades recomendadas mencionadas en ella giran en torno a las viviendas.

6. Objetivo General

Determinar la efectividad de la vigilancia entomológica de *Ae. aegypti* en sitios públicos y viviendas en ciudad Chetumal, a través de la utilización de ovitrampas como un método complementario a las actuales medidas de prevención y control del dengue.

6.1.Objetivos particulares

1. Evaluar el uso de ovitrampas como método de vigilancia entomológica de *Ae. aegypti* en sitios públicos y viviendas de Chetumal, Quintana Roo.
2. Determinar la presencia de *Ae. aegypti* en sitios públicos, como indicador del riesgo entomológico en la transmisión de dengue.
3. Evaluar la utilidad de mapas georeferenciados para el análisis espacial de la presencia de *Ae. aegypti* con ovitrampas y analizar su futura aplicación en la prevención y control del dengue.

7. Material y métodos

7.1. Área de estudio

La vigilancia entomológica de *Ae. aegypti* con ovitrampas se realizó en la Ciudad Chetumal, capital del estado de Quintana Roo ubicada en el sur de la Península de Yucatán, compartiendo frontera con los Estados de Campeche y Yucatán entre los 18° 30' 13"N y 88° 18' 19"O. Las ovitrampas se ubicaron en sitios públicos, escogidos de manera aleatoria sistemática (1 de cada 5 sitios públicos), tales como oficinas de gobierno, hoteles, restaurantes, terminales aéreas, terrestres y marítimas, parques, escuelas, llanteras y deshuesaderos, tratando de representar los cuatro cuadrantes de la ciudad.

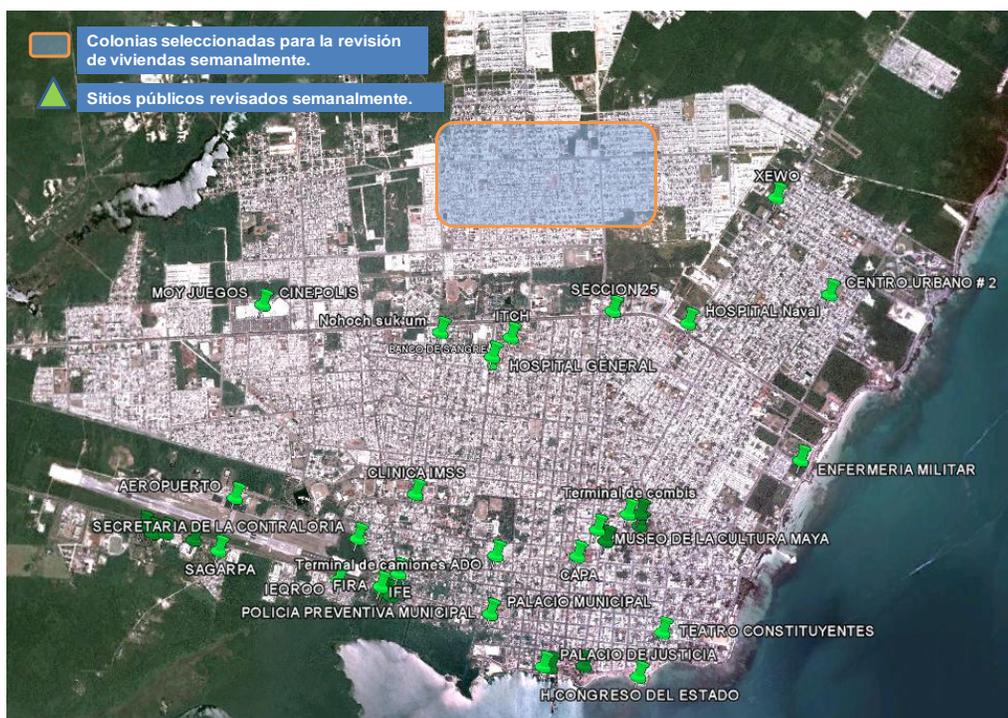


Figura 11. Mapa de Chetumal mostrando la localización de los sitios públicos y viviendas que fueron revisados semanalmente

Para el estudio comparativo con viviendas, se eligieron las colonias populares Solidaridad y Proterritorio, localizadas al norte de Chetumal, estas dos colonias colindan al sur con las colonias Músicos, Andrés Quintana Roo y Magisterial y al norte con las colonias, Isabel Tenorio y Constituyentes; Colonias con el mayor número de casos en los últimos 5 años, tal y como se muestra en la figura 12.

7.2 Muestreo entomológico con ovitrampas

Se construyeron ovitrampas sin infusión como las descritas por Reiter (2001), (Fig. 13), utilizando un recipiente de plástico negro, con capacidad de medio litro de agua, el perímetro interior de la boca del recipiente fue cubierto con una tira de papel filtro, sujeta con un sujetador de papel tipo mariposa del número 1, de tal manera que el interior del frasco no estuviese expuesto, agregando agua común de la llave aproximadamente a dos tercios del volumen hasta estar en contacto con el papel donde se registraron las oviposaduras.



Figura 12. Manufactura y colocación del tipo de ovitrampa utilizada.

7.2.1. Colocación y ubicación

El número de ovitrampas colocadas fue de acuerdo al tamaño del edificio, que eran de una o dos plantas, construidos de bloque y sin patio (una ovitrampa por cada 500 m²) (Fig. 14) y para las viviendas se usaron un total de 3 por cada una (1 en el patio, 1 en el dormitorio y 1 en el baño). Las trampas se colocaron, en lugares de fácil acceso que permitieran el muestreo semanal, que fueran visibles para las oviposaduras de *Ae. aegypti*, protegidas de la lluvia y la luz directa del sol, tomando en cuenta que éstas deben estar en el suelo y alejadas de otros posibles criaderos que representen competencia a la ovitrampa, y fuera del alcance de niños y animales.

En las colonias seleccionadas, el tamaño de muestra se definió utilizando las recomendaciones de la OPS (1995), a través de un muestreo aleatorio sistemático, determinando una población finita de 2,392 casas y colocando las trampas en 1 de cada 3 viviendas que cuentan con numeración. Se dispusieron las ovitrampas en 30 casas, en un área de captura de 100, esto significó el 30% de las viviendas en las colonias seleccionadas. Se dispusieron unidades de muestreo de este tipo, tratando de tener una

muestra representativa de toda la colonia. Se empleó un método aleatorio sistemático, utilizado para los recorridos de las encuestas entomológicas aéreas para formar una red de muestreo con ovitrampas (OPS,1995). Se colocaron ovitrampas en el exterior e interior de la vivienda, cubriendo las habitaciones comunes de esta.



Figura 13. Algunos sitios públicos seleccionados para ser muestreados de enero a diciembre 2008.

7.2.2 Inspección.

Cada vivienda o sitio público seleccionado fue revisado semanalmente, de enero a diciembre de 2008, en busca de huevos adheridos en la tira de papel filtro. Una vez colectados, se colocaron en bolsas herméticas marcadas con la fecha, sitio público o número de casa y un número sucesivo de ovitrampa para su traslado al laboratorio donde se contaron los huevos mediante el uso de un microscopio estereoscopio.

Cuando se encontraron larvas en las ovitrampas, éstas se colectaron en bolsas WhirlPack® (Nasco, EE.UU.) o en tubos de ensayo para su transporte al laboratorio e identificación del espécimen.

7.3. Muestreo en sitios públicos

Mediante permiso oficial, solicitado por los Servicios Estatales de Salud del Estado de Quintana Roo, se muestrearon 48 sitios públicos, los cuales se agruparon de la siguiente manera.

Aeropuerto. Entomólogos de los Servicios Estatales de Salud, colocaron 5 ovitrampas en las salas de llegadas y salidas, en baños y jardines del Aeropuerto de Chetumal.

Cementerios. Se muestrearon tres cementerios, uno localizado en el Centro de la ciudad y dos más en la periferia de la ciudad, se colocaron 8 ovitrampas en tumbas y oficinas administrativas del sitio.

Hoteles. En esta categoría se incluyeron los hoteles que reciben mayor número de huéspedes al año, en total se colocaron 18 ovitrampas, para los dos hoteles muestreados.

Mercados públicos. Los dos principales mercados de Chetumal fueron investigados, en los cuales se vende principalmente frutas, verduras, carnes, aves y mariscos, además de contar con área de restaurantes. Se colocaron 4 ovitrampas en cada mercado.

Hospitales. Se escogieron los 5 hospitales principales de la ciudad de Chetumal para ubicar ovitrampas en las salas de urgencia, hospitalización y salas de espera. Se colocaron 16 ovitrampas en total.

Terminal de autobuses. La terminal de Autobuses de Oriente (ADO) y la de Servicio de taxis foráneo fueron muestreadas, principalmente en salas de espera y sanitarios. En este sitio se colocaron 10 ovitrampas.

Oficinas públicas. Se incluyeron en este grupo veinte y cinco oficinas de gobierno, ubicando ovitrampas en baños, oficinas y áreas verdes. En estos sitios se colocaron 25 ovitrampas.

Centros de Salud. Se incluyeron dos unidades de primer nivel de atención muestreando en las áreas de consulta y baños.

Escuelas. Se muestro el Instituto Tecnológico de Chetumal como parte representativa de las escuelas. Se colocaron 5 ovitrampas.

Lugares diversos. Se colocaron ovitrampas en un centro de reciclaje de plásticos, un rastro municipal, un teatro, un museo y una biblioteca. Se colocaron 3 ovitrampas por sitio.

7.4. Análisis estadístico y espacial de datos.

Usando Google Earth®, se generaron mapas a través del geoposicionamiento global de las ovitrampas en cada vivienda y sitio público de la ciudad de Chetumal, con lo que se observaron conglomerados o distribución espacial de los lugares que presentaron mayor o menor riesgo entomológico de transmisión.

Así mismo los datos del GPS y los resultados de los índices de ovitrampa positiva así como el índice de densidad de huevos sirvieron para alimentar el DDSS (Dengue Decision Support System).

Se utilizaron las siguientes formulas para calcular el índice de positividad de ovitrampa (IPO) y el Índice de densidad de huevos (IDH):

$$\text{IPO} = \frac{\text{N}^\circ. \text{ovitrampas } \underline{\text{positivas}}}{\text{N}^\circ. \text{ovitrampas examinadas}} \times 100$$
$$\text{IDH} = \frac{\text{N}^\circ. \text{de huevos colectados por ovitrampa}}{\text{N}^\circ. \text{de ovitrampas positivas}}$$

(Castro, 1998)

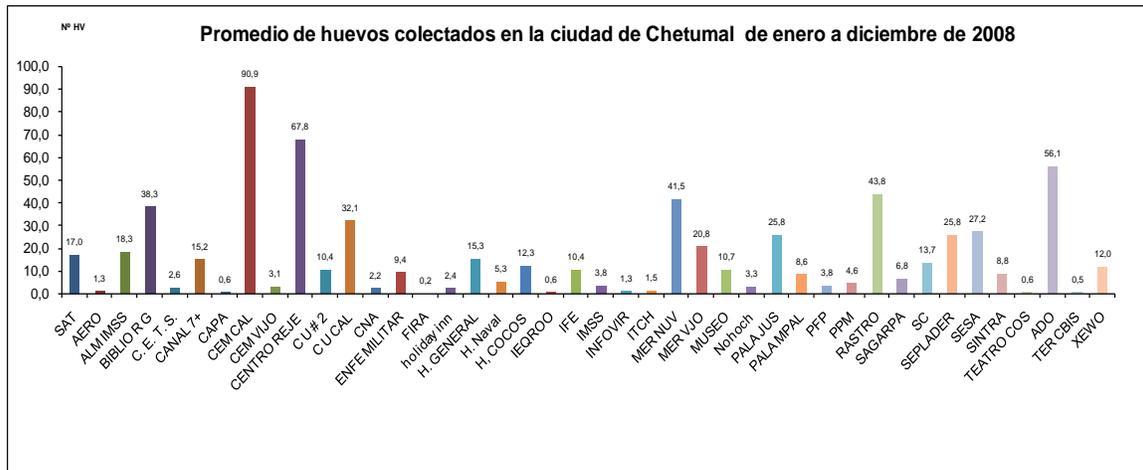
Los mapas y datos generados se utilizaron para implementar acciones dirigidas de control del vector en los sitios con mayor riesgo entomológico, evaluados con el uso de ovitrampas.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS®, recurriendo a un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA SIMPLE), y evaluando la hipótesis de que todas las observaciones o promedios de las muestras son iguales $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$. Se compararon los resultados del muestreo realizado entre los sitios públicos y las diferencias de oviposturas entre sitios públicos y viviendas. La diferencia entre los grupos se analizó utilizando el programa estadístico a través de una prueba de rangos múltiples. Asimismo se verificó la normalidad de los datos utilizando la prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov del programa MINITAB 15®.

8. Resultados

8.1. Monitoreo en sitios públicos

Un total de 8,346 huevos de *Ae. aegypti* fueron colectados en 48 sitios públicos muestreados de enero a diciembre de 2008 (Gráfica 1). El sitio público que presentó mayor número de huevos en este período, fue el cementerio Calderitas (CEM CAL) 1,091, mientras que el de menor densidad fue el de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Asimismo, encontramos que los lugares con densidades cercanas al más alto, resultaron el Centro de Reciclaje de Plásticos (CENTRO REJE) con 813 huevos y la terminal del ADO, con 673. Otros sitios públicos de concentración poblacional con poca presencia del vector, fueron la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) con 7 huevos, el Instituto Estatal Electoral (IEQROO) con 7, el Teatro Constituyentes con 7 y la terminal de combis (TER CBIS) con 6. Asimismo durante el muestreo, de todos los sitios estudiados, ninguno mostró la nula presencia del vector, de acuerdo con la colecta de huevos.



Gráfica 1. Promedio de huevos colectados por año, en sitios públicos de la ciudad de Chetumal en el período enero a diciembre de 2008.

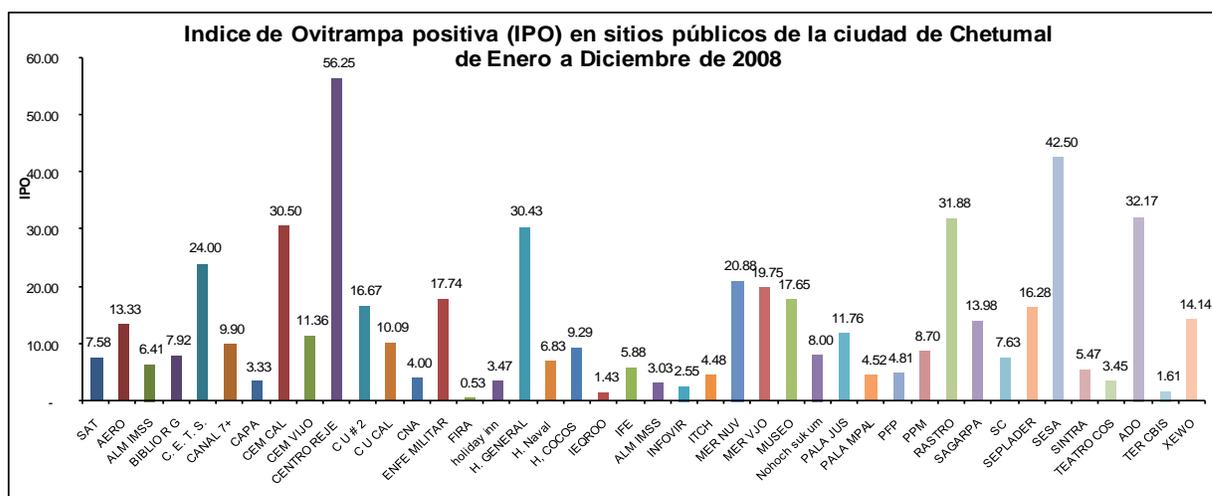
La tabla 3 muestra el promedio de huevos por trampa de todos los sitios públicos y viviendas, reunidos en 8 grupos revisados durante todo el período de estudio. El promedio de huevos por trampa para todos los grupos fue de $2,48 \pm 0,32$ de error estándar. Estos valores indican la presencia de huevos de *Ae. aegypti* en todos los grupos muestra objeto de estudio. En este caso el grupo o sitio revisado que presentó el promedio de huevos por trampa más alto, fueron los mercados.

Tabla 3. Promedio de huevos por trampa colectados en diferentes sitios revisados semanalmente en la ciudad de Chetumal en el período de enero a noviembre de 2008: media \pm error estándar, valores mínimos y máximos.

Sitios revisados	Huevos por trampa media \pm e.e	Rango
Oficinas	0,904 \pm 0,19	0,18-2,52
Cementerios	4,81 \pm 1,75	0,00-19,17
Terminales	3,11 \pm 0,96	0,00-10,91
Bibliotecas	1,62 \pm 0,52	0,02-4,96
Hospitales	1,37 \pm 0,22	0,16-2,44
Mercados	5,26 \pm 0,95	1,64-11,06
Hoteles	0,59 \pm 0,19	0,00-1,90
Viviendas	2,18 \pm 0,26	0,64-3,40

e.e= error estandar

En lo referente al Índice de Ovitrapa Positiva (IPO), de los resultados obtenidos, el CENTRO REJE presentó el porcentaje más alto, con un 56.25%, mientras que el FIRA presentó el más bajo con 0.53% (gráfica 2). Otros sitios públicos de interés epidemiológico que presentaron porcentajes cercanos al más alto, fueron la Secretaria de Salud (SESA) con 42.5%, la terminal de Autobuses de Oriente (ADO) con 32.17%, el rastro municipal y el Hospital General de Chetumal con 31.8% y 30.43% respectivamente.

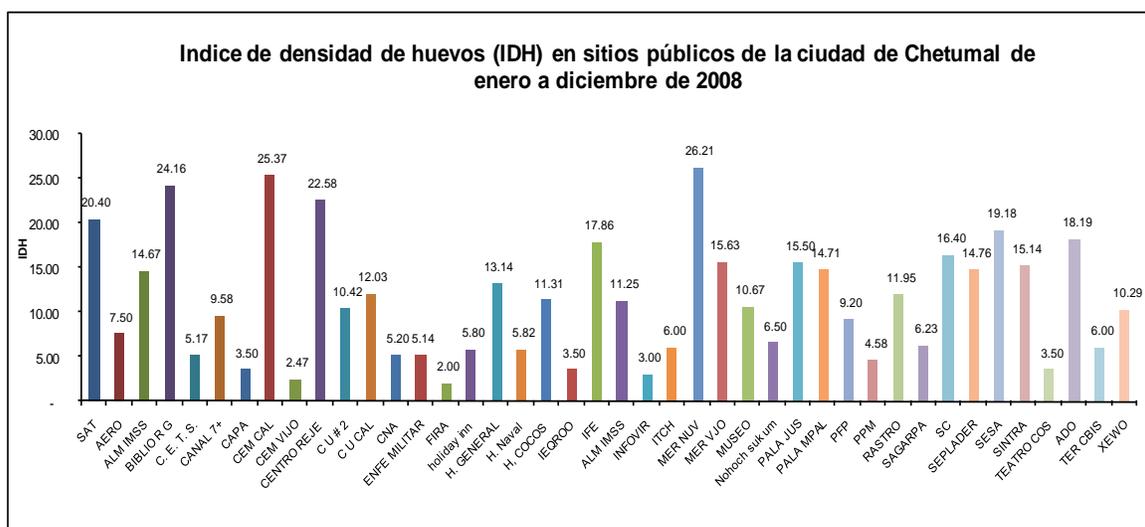


Gráfica 2. Índice de Ovitrapas positivas (IPO) en sitios públicos de Chetumal de enero a diciembre del 2008.

El comportamiento del índice de densidad de huevos durante el muestreo realizado de enero a diciembre del 2008, colocó al mercado nuevo de la ciudad de Chetumal como el sitio público que presentó el dato más alto con 26.21, mientras que el más bajo fue la enfermería militar con 2 (Gráfica 3). No hubo ningún sitio público sin registro de huevos de *Ae. aegypti* durante el período de muestreo, sin embargo como se muestra en los registros semanales de cada institución, existieron semanas en las que no se detectó la presencia del mismo. El cementerio de Calderitas (CEMCAL) y la Biblioteca pública Rojo Gómez, mostraron resultados cercanos al más alto con 25.37 y 24.16 huevos respectivamente, lo que llama la atención por las preferencias del vector y la importancia como sitios de concentración poblacional.

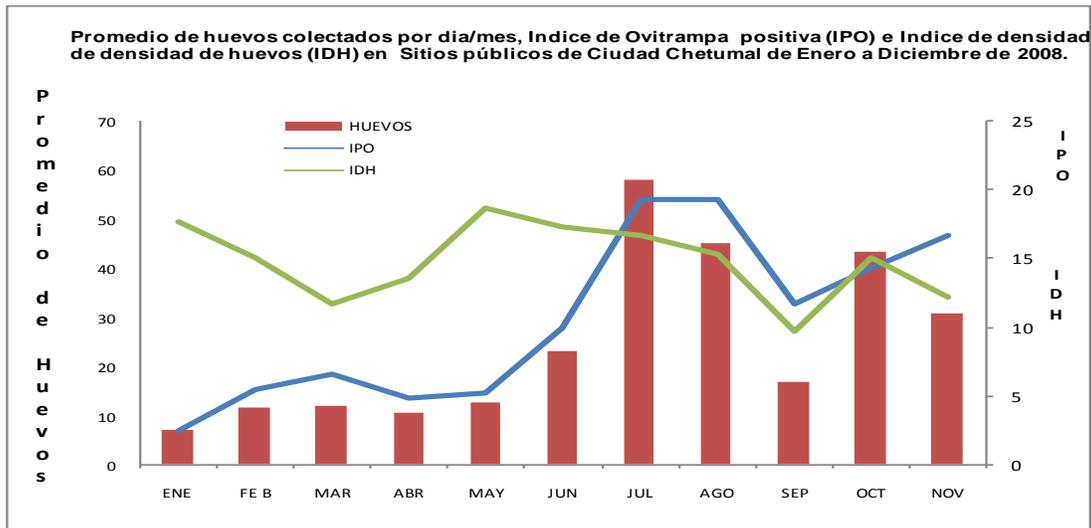
El número de huevos colectados por mes en todos los sitios públicos, se muestran en la gráfica 4, donde el mes de julio refleja el resultado más alto con 1,740 huevos, siguiéndole los meses de agosto y octubre con 1,359 y 1,297 respectivamente. El registró más bajo se obtuvo durante el mes de enero, siendo que se observaron de manera constante estos resultados en prácticamente todo el primer semestre del año e incrementándose de manera importante durante el segundo.

En lo que respecta al IPO por mes este se comportó de manera similar al número de huevos colectados, siendo los meses de julio y agosto los que mas ovitrampas positivas presentaron con 19.3 %, y el más bajo durante el muestreo realizado en el mes de enero con 2.4%.



Gráfica 3. Índice de densidad de huevos (IDH) en sitios públicos de Chetumal de enero a diciembre del 2008.

El IDH mostró sus datos más altos en el mes de mayo con 18.7, siguiéndole junio y julio con 17.2 y 16.7 huevos promedio por ovitrampa. El registro más bajo de este indicador se obtuvo en el mes de septiembre con 9.6, observándose que no hubo una diferencia marcada en la densidad de huevos entre uno y otro mes y de un semestre a otro.



Gráfica 4. Promedio de huevos colectados por día/mes, Índice de ovitrampas positivas (IPO) e Índice de densidad de huevos en sitios públicos de enero a noviembre 2008

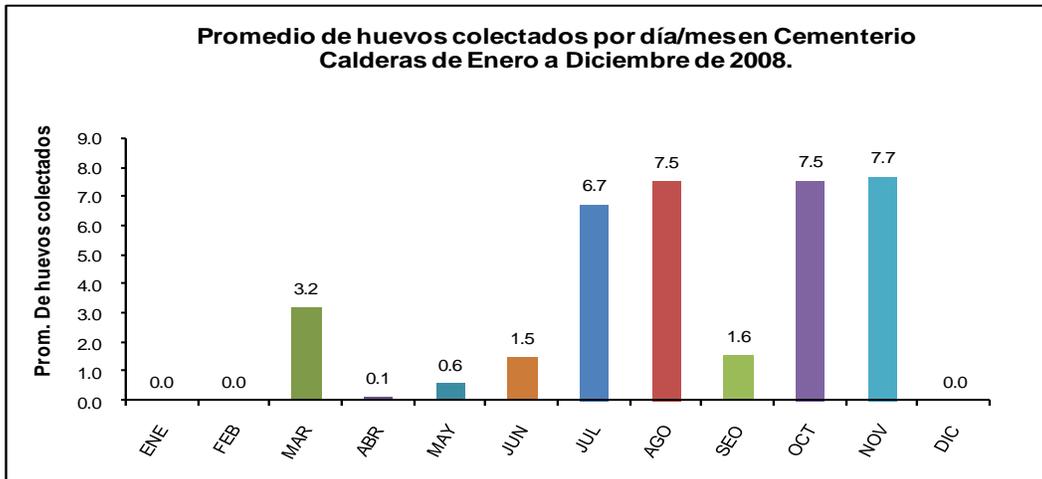
8.1.1. Sitios con mayor importancia entomológica.

Las siguientes figuras muestran los resultados obtenidos en los sitios públicos con mayor riesgo entomológico a través del monitoreo con ovitrampas, el índice de ovitrampa positiva (IPO), el índice de densidad de huevos (IDH), así como el número de huevos colectados por mes. La estimación del riesgo fue relacionado con el número aproximado de hembras ovipositando, de acuerdo con los huevos colectados, es decir a mayor número de huevos, mayor cantidad de hembras en el área.

8.1.1.1. Cementerio de Calderitas.

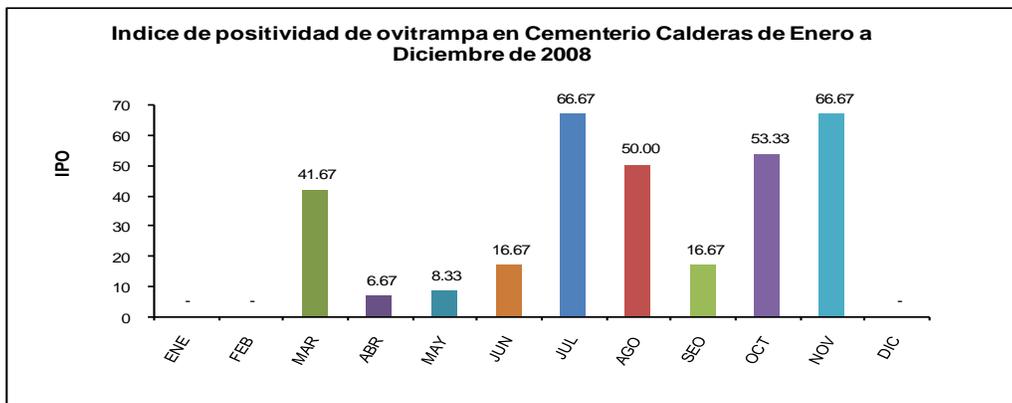
De enero a noviembre de 2008 se colocaron y revisaron semanalmente 15 ovitrampas en el Cementerio Calderitas, los registros indicaron que durante noviembre se colectaron 230 huevos, que resulto el dato más alto del período de muestreo; por otra parte abril fue el mes que menor número de oviposturas presentó con cuatro huevos

colectados (Gráfica 5). Asimismo se muestra que en los meses de enero y febrero no hubo oviposturas en las ovitrampas.



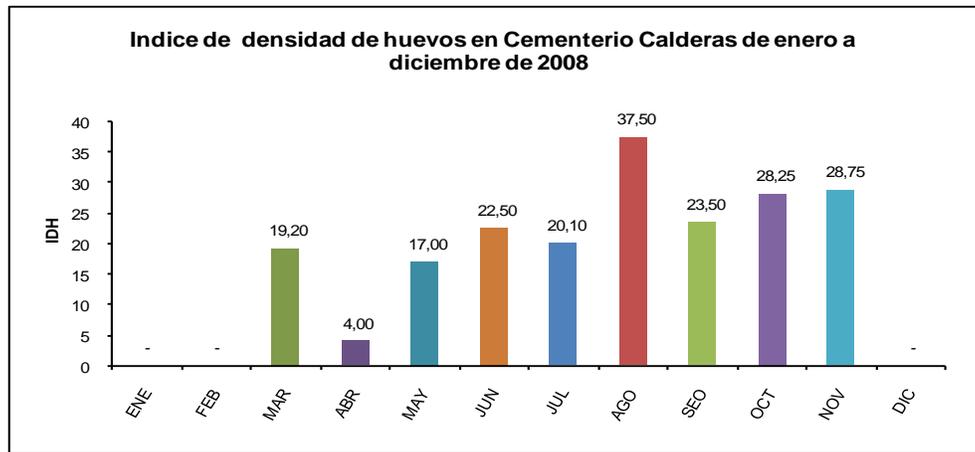
Gráfica 5. Promedio de huevos colectados por día/mes, en el Cementerio Municipal durante enero a diciembre 2008

El IPO más alto se obtuvo en los meses de julio y noviembre con 67% y el más bajo en el mes de abril con 6.7% (Gráfica 6).



Gráfica 6. Índice de positividad de ovitrampa en Cementerio Calderas de enero a diciembre del 2008.

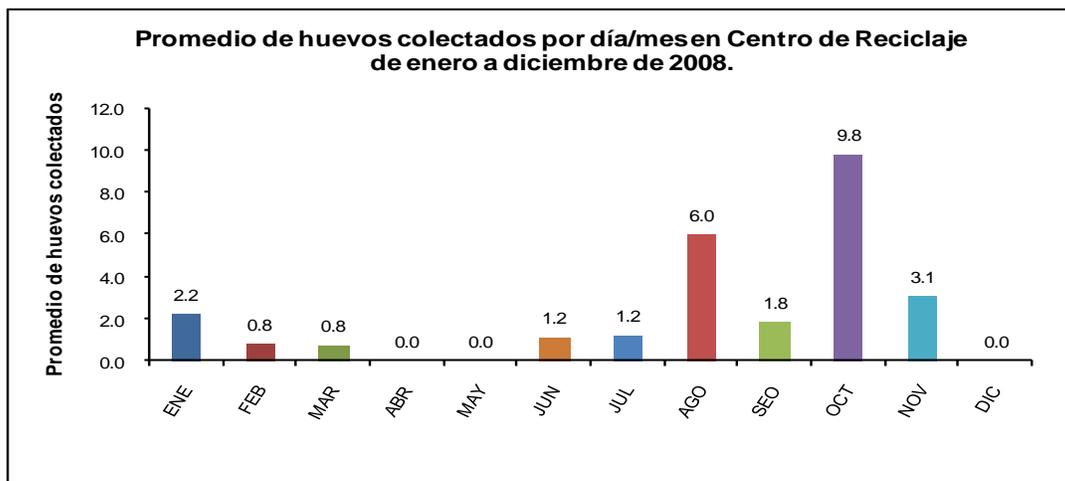
El IDH mostró que en agosto se colectaron más huevos por ovitrampa positiva al registrarse un promedio de 37.5 por cada ovitrampa inspeccionada y la densidad más baja en el mes de abril. Otros resultados de importancia por encontrarse cercanos al más alto, se obtuvieron en octubre y noviembre los cuales se registraron 28.25 y 28.75 huevos promedio por ovitrampa positiva, respectivamente. Enero, febrero y diciembre registraron cero huevos colectados (Gráfica 7).



Gráfica 7. Índice de densidad de huevos en Cementerio Calderas de enero a diciembre del 2008.

8.1.1.2. Centro de reciclaje.

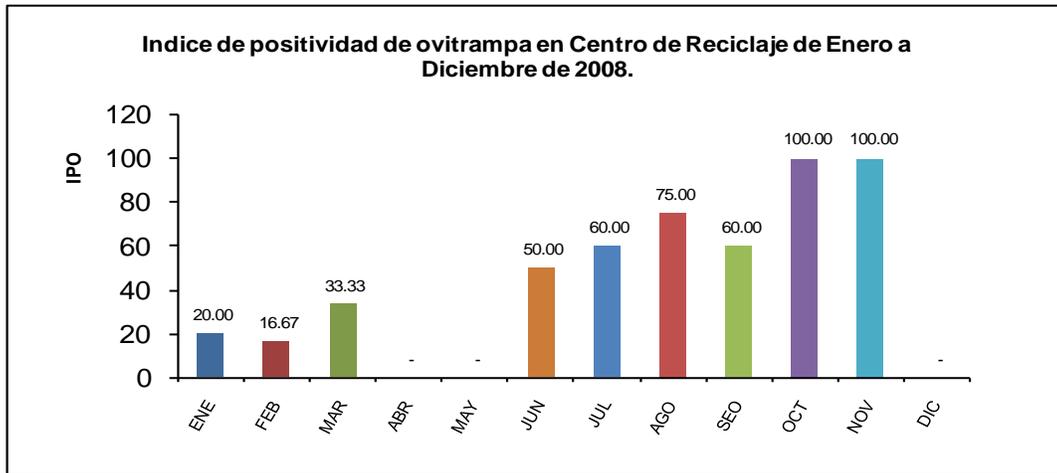
Un total de 810 huevos fueron colectados en el Centro de Reciclaje. La gráfica 8, muestra los resultados por mes de las pesquisas entomológicas, de enero a diciembre del 2008. En octubre registró el mayor número de huevos (295) y en marzo el número más bajo (23). Asimismo en agosto y noviembre registraron valores cercanos al valor más alto con 180 y 93 respectivamente. En abril y mayo no se registraron oviposturas.



Gráfica 8. Promedio de huevos colectados por día/mes colectados en Centro de Reciclaje de enero a diciembre del 2008.

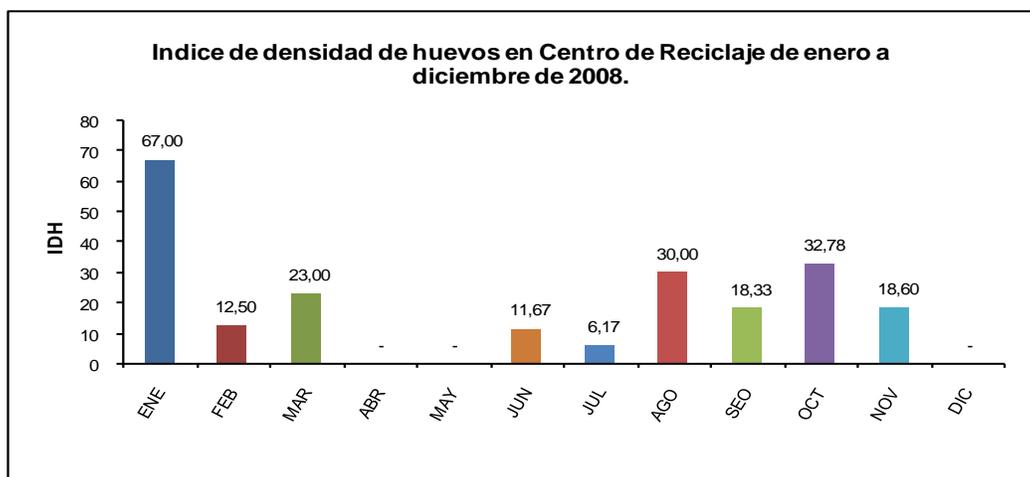
El IPO (Gráfica 9), registró picos más altos en octubre y noviembre ya que todas las ovitrampas instaladas resultaron positivas y durante febrero fue mes con el pico más bajo con únicamente el 16% de positividad. Otros meses con datos cercanos

a los más altos se obtuvieron en los meses julio y agosto con 60% y 75% respectivamente. No se registraron ovitrampas positivas en los meses de abril y mayo.



Gráfica 9. Índice de positividad de ovitrampa en Centro de reciclaje de enero a diciembre del 2008

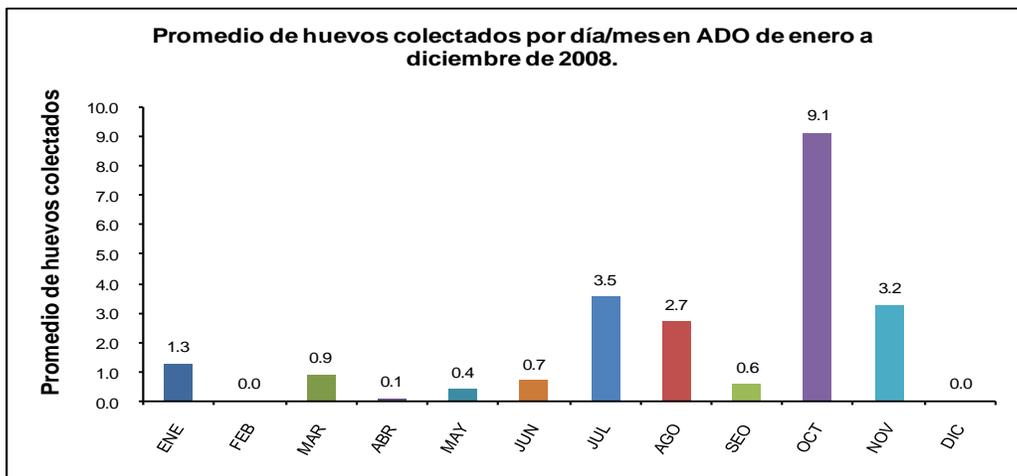
En lo que respecta al IDH (gráfica 10), los datos muestran que en el mes de enero se registró el mayor número de huevos (67 en promedio) por ovitrampa positiva, mientras que en julio el más bajo (6.1). Por otra parte, octubre y agosto tuvieron registros de 32.7 y 30 respectivamente, siendo estos los que más se acercaron al valor más alto.



Gráfica 10. Índice de densidad de huevos en Centro de Reciclaje de enero a diciembre de 2008.

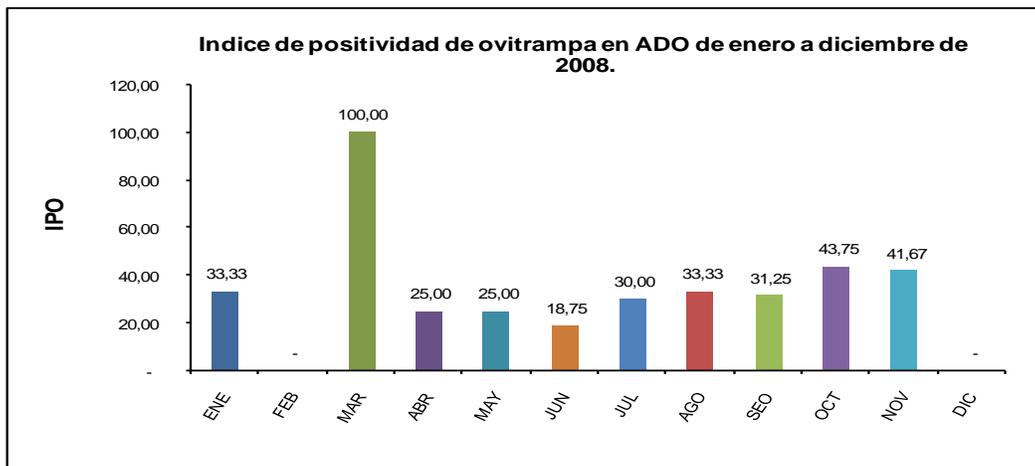
8.1.1.3. Terminal de autobuses del ADO.

En la terminal de Autobuses ADO, se colectaron 673 huevos de *Ae. aegypti*, de enero a diciembre de 2008. El mes de octubre fue cuando se obtuvieron más huevos con 273, siguiéndole los meses de julio y noviembre con 106 y 97. El mes con el valor más bajo fue abril y mayo con 3 y 12 huevos respectivamente. Febrero no registró oviposturas (Gráfica 11).



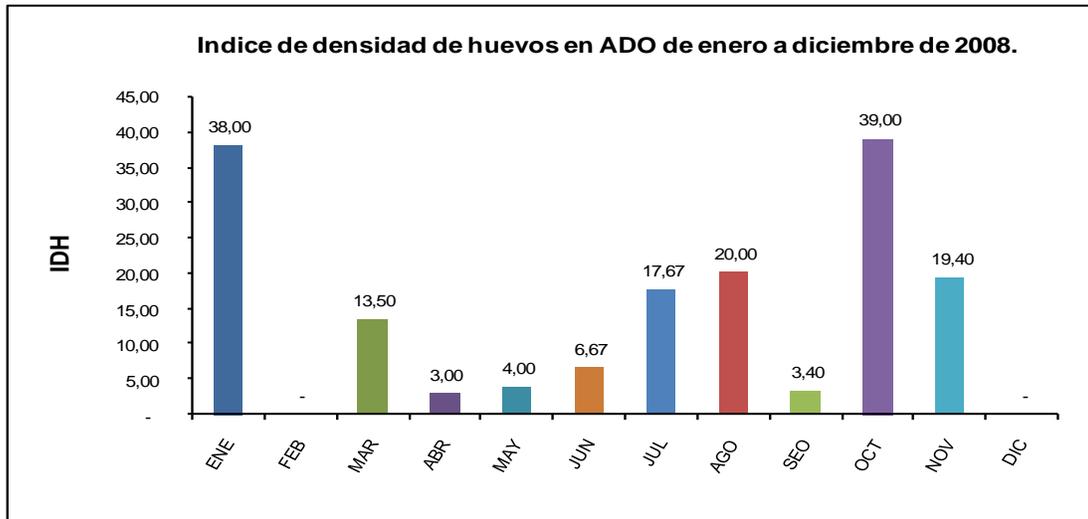
Gráfica 11. Promedio de huevos colectados en ADO de enero a diciembre del 2008.

En relación con el IPO, la gráfica 12, muestra que en marzo se registró el valor más alto de este indicador, con el 100% de las ovitrampas positivas, y en abril el más bajo con el 3%. En octubre y noviembre se registraron 43.7 y 41.6%, respectivamente entre aquellos resultados cercanos al más alto. En febrero no se registraron ovitrampas positivas.



Gráfica 12. Índice de positividad de ovitrampa en ADO de enero a diciembre del 2008.

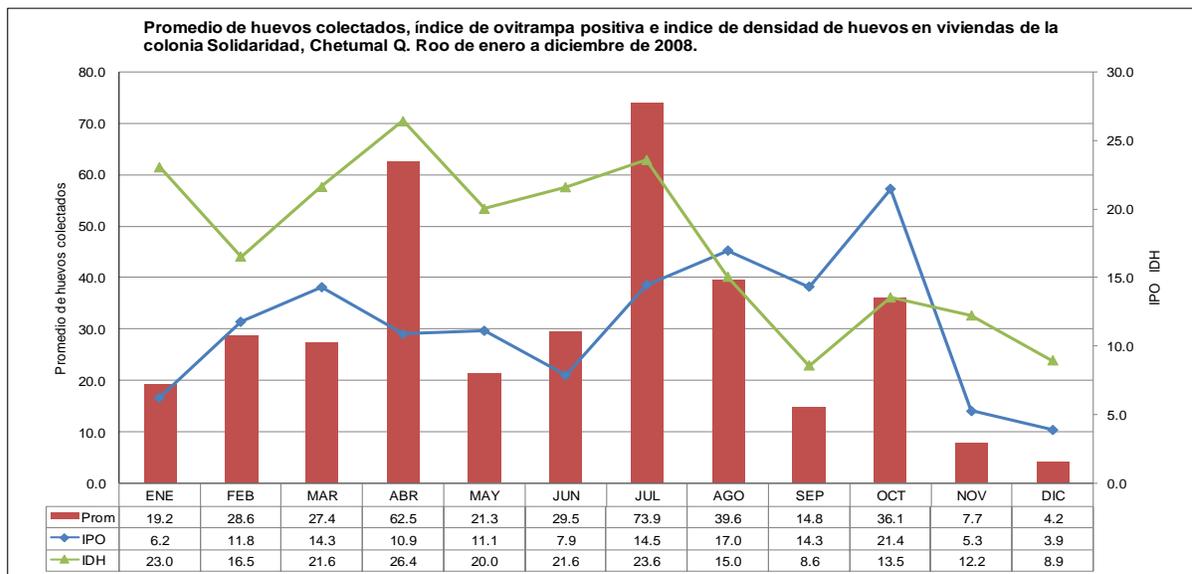
Por otra parte, el IDH se comportó con su resultado más alto durante las colectas realizadas en el mes de enero (Gráfica 13), mientras que el resultado más bajo se obtuvo en el mes de junio. Los meses de febrero y diciembre no mostraron densidades de huevos.



Gráfica 13. Índice de densidad de huevecillos en ADO de enero a diciembre del 2008.

8.2. Monitoreo entomológico en viviendas.

De enero a diciembre de 2008, en la colonia Solidaridad perteneciente a la Ciudad de Chetumal Quintana Roo, se colectaron 10,944 huevos de *Ae. aegypti* (Gráfica 14).



Gráfica 14. Huevoecillos colectados, IPO e IDH en la Colonia Solidaridad en Chetumal Quintana. Roo de enero a diciembre del 2008.

Julio fue el mes que mayor número de oviposturas con 2216 huevos y diciembre el mes más bajo con 125; sin embargo en lo que respecta al IPO, durante octubre se obtuvo el mayor porcentaje de ovitrampas positivas (21.4%) y en diciembre el dato más bajo (3.9%). El IDH registró su valor más alto en el mes de abril (26.4) y la densidad más baja en septiembre.

8.3. Análisis espacial de la presencia de *Ae. aegypti* con ovitrampas.

Las colectas entomológicas con ovitrampas, fueron georeferenciadas en su totalidad, y se generaron mapas para el análisis espacial de la presencia de *Ae. aegypti* (figura 15), utilizando la herramienta digital (*software*) Google Earth®. Las zonas con mayor presencia del vector eran marcadas en los mapas por mes, y fueron utilizados para dirigir las intervenciones de control.



Figura 14. Mapa de la colonia Solidaridad donde se muestra los círculos azules con marcas de color rojo, indicando zonas con mayor número de ovitrampas positivas de acuerdo con el análisis espacial georeferenciado en Chetumal Quintana Roo.

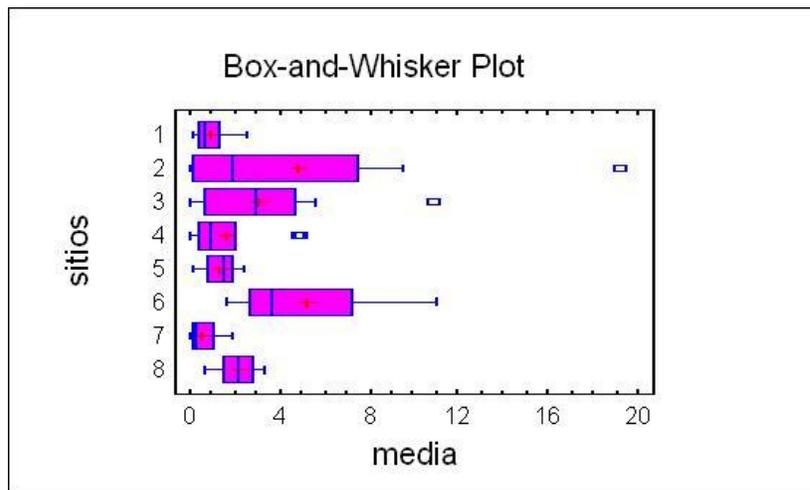
Se obtuvieron mapas georeferenciados por mes, de diferentes vistas de la ciudad, señalando con color rojo aquellas ovitrampas que registraban la presencia de huevecillos de *Ae. aegypti*, sin importar el número de los mismos. En la figura 16, se observa que la positividad se concentró hacia el oeste de la colonia muestreada.



Figura 15. Análisis espacial georeferenciado de la presencia de *Ae. aegypti* en la colonia Solidaridad de Chetumal Q. Roo, en donde las marcas en color rojo representan las ovitrampas positivas y los verdes las negativas .

8.4. Análisis estadístico.

En el análisis realizado entre los sitios públicos muestreados, podemos decir que hubo diferencias estadísticas significativas en las densidades de huevos de *Ae. aegypti* colectadas en un año de un lugar a otro, con una $F= 4.62$ ($P<0.002$), 87 grados de libertad y un 95% de confianza.



Graf. 15 Caja de valores extremos del promedio de huevos por trampa en los 8 sitios comparados elaborada con STATGRAPHICS a partir de la tabla 13, en donde se observan diferencias significativas ($p<0.05$).

La figura 17 muestra que existen diferencias entre las medias y las medianas de los grupos, además se muestra que en los grupos 2, 3 y 4 existen valores inusualmente mayores a los observados, lo cual corresponde para el grupo 2 (cementeros) lo capturado durante el mes de noviembre, para el grupo 3 (terminales) las oviposturas del mes octubre y los huevos colectados en el mes de agosto para el grupo 4 (bibliotecas). El valor mas grande aceptado para los grupos fue el de 9 huevos en promedio por ovitrampa y se observó en el grupo 6 (mercados).

Para determinar cuales medias fueron significativamente diferentes entre los grupos, se seleccionó una prueba de rangos múltiples. La tabla 14 muestra que los grupos 7 (mercados), 2 (hoteles) y 6 (cementeros), no denotan diferencias estadísticas significativas dentro de cada grupo en cuanto a las medias de huevos colectados en los 11 meses estudiados.

Tabla 4. Prueba de rangos múltiples para analizar la homogeneidad de las oviposturas dentro de grupos con un 95 % de confianza.

Sitios	Método: N	LSD 95% de confianza µde huevos	Homogeneidad dentro de grupos
7	11	0,590909	X
1	11	0,903636	XX
5	11	1,37636	XX
4	11	1,62545	XX
8	11	2,18091	XX
3	11	3,11818	XX
2	11	4,80727	X
6	11	5,26727	X

x= homogéneo
xx=no homogéneo

Se compararon los pares de medias entre los grupos o sitios revisados, dando lugar a la tabla 15, en donde se resumieron las diferencias entre sus rangos y se pudo observar que nueve pares o combinaciones presentaron diferencias estadísticas significativas, es decir hubo diferencias en la media de huevos capturados entre: oficinas – cementeros, oficinas - mercados, cementeros – bibliotecas, cementeros – hospitales, cementeros –

viviendas, cementerios – hoteles, terminales – hoteles, bibliotecas – mercados, hospitales – mercados, hoteles – mercados, hoteles – viviendas.

Tabla 5. Comparación de rangos múltiples entre las medias de huevos de grupos revisados.

Comparación	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*-3,90364	2,30546
1 - 3	-2,21455	2,30546
1 - 4	-0,721818	2,30546
1 - 5	-0,472727	2,30546
1 - 6	*-4,36364	2,30546
1 - 7	0,312727	2,30546
1 - 8	-1,27727	2,30546
2 - 3	1,68909	2,30546
2 - 4	*3,18182	2,30546
2 - 5	*3,43091	2,30546
2 - 6	-0,46	2,30546
2 - 7	*4,21636	2,30546
2 - 8	*2,62636	2,30546
3 - 4	1,49273	2,30546
3 - 5	1,74182	2,30546
3 - 6	-2,14909	2,30546
3 - 7	*2,52727	2,30546
3 - 8	0,937273	2,30546
4 - 5	0,249091	2,30546
4 - 6	*-3,64182	2,30546
4 - 7	1,03455	2,30546
4 - 8	-0,555455	2,30546
5 - 6	*-3,89091	2,30546
5 - 7	0,785455	2,30546
5 - 8	-0,804545	2,30546
6 - 7	*4,67636	2,30546
6 - 8	*3,08636	2,30546
7 - 8	-1,59	2,30546

* denotan diferencias estadísticas significativas.

9.- Discusión

Utilidad de ovitrampas en la vigilancia entomológica del vector del Dengue Ae. aegypti en zonas no residenciales. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación mostraron que la vigilancia entomológica con ovitrampas es un método útil para describir las densidades poblacionales de *Ae. aegypti* en viviendas y sitios públicos de la ciudad de Chetumal. Hay pocos antecedentes de trabajos similares realizados en esta ciudad o en México, que le dé importancia al riesgo de transmisión que existe en los lugares públicos. A nivel mundial solo se encontró que Morrison *et al.* (2006), quienes evaluaron de manera similar los sitios no residenciales o públicos, utilizando el número de pupas/ha, y con ello determinaron el riesgo entomológico de manera más real de lo que podía obtenerse con los índices tradicionales *Stegomyia*. Al igual que en este estudio realizado en Iquitos, Perú, una de las limitantes para estimar el número de hembras ovipositando/persona/unidad de área en sitios públicos de la ciudad de Chetumal, es que hay que conocer cuantas personas (durante el día) están expuestas a las picadura del mosquito, situación que no estaba dentro de los objetivos del trabajo. Esto resulta más fácil para hacer estimaciones en las viviendas, en las cuales se tiene un número determinado de personas que forman una familia. Sin embargo, se sabe que por la actividad diurna de picadura de *Aedes aegypti*, aún que no haya nadie que pernocte en sitios no domiciliarios durante el día sí existe el riesgo de que las personas que visiten o trabajen en estos lugares está indudablemente expuestos a picaduras infectivas con hembras *Ae. aegypti*. Igualmente, que algunas personas actúen como reservorios del virus y se concentren por ejemplo en la Central de Autobuses, sean picadas e infecten a una nueva generación de mosquitos, los cuales reposarán en algún sitio oscuro de la central de autobuses y 10 días después alcanzarán el período extrínseco de incubación teniendo en este punto sus glándulas salivales infectivas y listas para infectar a nuevos hospederos. Este riesgo de picaduras infectivas a virus del Dengue es muy probable que se esté dando en otros sitios como escuelas, hospitales, mercados y otros (Fernández 2008).

Ae. aegypti es un mosquito de hábitos diurnos, exhibiendo un patrón de alimentación bi-modal, temprano en la mañana, 09:00-11:00 am y antes del crepúsculo en la tarde, 17:00-19:00 pm (Chadee y Martínez 2002). Esto coincide con el análisis

epidemiológico de que los grupos de edad más afectados en México y en Quintana Roo, son los de edad escolar y productiva (Velazquez-Monroy, 2006). Los datos obtenidos, refuerzan la hipótesis planteada sobre la importancia epidemiológica de los sitios públicos como oficinas de gobierno, mercados, escuelas en la transmisión del dengue, ya que con el uso de las ovitrampas de manera semanal, pudimos estimar la densidad de hembras ovipositando y establecer medidas de control. En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2002 (2002) solo indica que la vigilancia, prevención y control de los vectores del dengue se hace exclusivamente en casas. Dejando todos estos sitios no residenciales sin ninguna protección de aplicaciones ultra-bajo volumen (VUB) con insecticida, sin aplicación de larvicidas en los criaderos de los mosquitos, y sin ninguna exigencia legal de parte de las subsecretarías de regulación sanitaria para que sean exigidos los propietarios de estos lugares para la eliminación de criaderos y mosquitos adultos. Es muy probable, que las campañas de control estén fallando al dejar estas importantes poblaciones de mosquitos sin control. No está lejos la idea que estas generaciones de vectores sean las que re-infesten las casas cercanas y provoquen brotes de Dengue.

Presencia de Ae. aegypti y riesgo entomológico para el Dengue en sitios públicos.

El Indicador epidemiológico ideal en campañas de prevención del Dengue es la proporción entre personas viviendo en una casa y el promedio de hembras *Ae. aegypti* presentes (Morrison *et al.* 2006). Sin embargo este indicador no ha sido posible determinarlo por la falta de métodos y/o tecnología. Focks (2003) se aproximó a este indicador utilizando la presencia de pupas del vector por persona. El Índice pupal de Focks se debilita cuando no se puede determinar si la pupa registrada será un macho (no pican) o una hembra. El método más eficiente conocido para captura de mosquitos adultos en casas y sitios públicos es el uso de un aspirador motorizado de espalda (Clark y Gubler 1994). Es considerado el estándar de oro en coleccionar mosquitos reposando dentro de las casas. Pero su inconveniente es que el equipo motorizado tiene un costo elevado, aproximadamente treinta mil pesos por unidad y esto no lo hace accesible a programas de gobierno y uso rutinario. Por otra parte, Ho Chau-Mei y colaboradores en el 2005 encontraron que el índice de Ovitrapa Positiva (IPO) era un elemento entomológico más

sensitivo y ajustado en presupuesto para detectar la presencia de *Aedes* que el índice de Breteau (relación entre criaderos positivos a larvas de *Ae. aegypti* y casas muestreadas). En concordancia con lo mencionado anteriormente, el IPO y el IDH (índice de densidad de huevos), nos ayudaron a estimar de manera real o más aproximada bajo nuestras condiciones, el número de hembras por unidad de muestreo, por manzana y en los casos de las colonias por población habitando en esos sitios, situación que con los índices tradicionales, en el mejor de los casos solo nos describe las fallas operativas del personal que visita las viviendas por parte del gobierno.

Al analizar los resultados en cada uno de los sitios públicos, podemos decir que en algunos casos, hubo relación directa entre el IPO y el IDH, sin embargo al final del muestro el lugar que presentó el IPO más alto, no registró la mayor densidad de huevos. Si tomamos en cuenta los niveles de riesgo descritos por Chau-Mei *et al.*, (2005) ubicamos por lo menos a la mitad de los sitios muestreados en un nivel 4 de >del 40% de ovitrampas positivas, lo que según esta tabla, tendrían un riesgo entomológico muy alto utilizando este indicador. Estudios relacionados en México donde se correlaciona la presencia de Dengue, criaderos y mosquitos en zonas no residenciales son el de Sánchez-Casas (2008), quien reportó más del 90% de patios de empresas grandes y medianas con poca higiene y muchos cacharros o recipientes almacenando agua, incluso durante el año completo. Este hecho, corrobora la idea y planteamiento de que los sitios no domiciliarios deben aportar también un riesgo o productividad vectorial en la cadena de transmisión del Dengue en el país y en especial en los estados del noreste.

Por otra parte, quizás no haya punto de comparación entre los resultados obtenidos en los sitios públicos y las viviendas muestreadas, ya que en estas últimas la existencia de recipientes que funcionan como criaderos de *Ae. aegypti* es mayor; además que la disposición en número de ovitrampas no es igual, debido principalmente al tamaño mayor de los sitios públicos ya que en algunos casos como las plazas comerciales, no existen patios traseros. Será muy importante ampliar las investigaciones sobre la diferencia entre la productividad de estos sitios. Sin embargo tal y como menciona Fernández y Flores (1995) para relacionar los brotes de dengue, tienen que conocerse información sobre el virus, huésped, vector y el medio ambiente.

Asimismo podemos decir que hay una relación directa entre el aumento en las precipitaciones y las oviposturas en el segundo semestre del año, lo cual está también relacionado con el aumento en el número de pacientes probables y confirmados de fiebre por dengue FH y fiebre hemorrágica por dengue FHD. Sin embargo esta información no sería útil, si no se plasmaran en un mapa los sitios de hallazgo de los enfermos, sus sitios de trabajo y las evaluaciones entomológicas disponibles, que en este estudio fueron las ovitrampas.

Los ejemplos más notables y de importancia epidemiológica fueron los mercados, cementerios, terminales de autobuses, donde diariamente laboran cientos de personas. Se comprobó que en estos sitios hay presencia de hembras ovipositando y por consiguiente tratando de alimentarse.

Efectividad de mapas georeferenciados para el análisis espacial utilizando ovitrampas. Fernández I. y A. Flores, 1995, discutieron sobre el uso de mapas aéreos digitalizados y su manipulación a través de sistemas de información geográfica. En relación con esto, encontramos de gran utilidad el análisis espacial de la vigilancia entomológica con ovitrampas, mediante la herramienta de libre acceso electrónica en internet como Google Earth® y usando una unidad de GPS (Global Positional System, por sus siglas en inglés) convencional. Los mapas obtenidos señalan las áreas de mayor productividad de *Ae. aegypti*, los cambios espaciales semanales de las densidades y las evaluaciones del control realizado en esas zonas. Hay que adicionar a esta herramienta informática, la facilidad de su uso y de acceso gratuito para cualquier persona o institución gubernamental o privada. En nuestros resultados observamos que efectivamente, la georeferenciación de los puntos geográficos donde encontramos ovitrampas positivas, fueron o son zonas exhibió una donde se reportaron los casos humanos de Dengue (Calderitas y Centro de la Ciudad de Chetumal). Esto fue publicado por Lozano *et al.* (2008), y el análisis espacial de la información digitalizada fue útil para dirigir hacia esas zonas el ULV y aplicación de larvicidas. Sin embargo, en nuestro estudio no tuvimos acceso a los datos de direcciones de donde trabajan o estudiaban la mayoría de los pacientes reportados de Dengue. Estas variables, indudablemente deberán ser incorporadas a los futuros estudios de epidemiología espacial para incrementar la efectividad de las acciones de control.

10. Conclusiones

1. El uso de ovitrampas, para la vigilancia entomológica de sitios públicos y viviendas, es un método que provee mayor sensibilidad para determinar la presencia o ausencia de *Ae. aegypti* y reconocer los sitios que por tener altas densidades de hembras ovipositando, tienen mayor riesgo entomológico de transmisión. La producción de *Ae. aegypti* en sitios públicos, tienen significancia y es epidemiológicamente relevante, a pesar de que la cantidad de huevos colectada fue menor que en las viviendas muestreadas. Los resultados muestran que los responsables de los programas de vigilancia y control del dengue en el estado, deben considerar por separado las actividades que se realizan en los sitios públicos y las viviendas. Las prioridades del programa deberán dirigirse en las colonias, pero se debe considerar aquellos sitios públicos, donde las densidades señalen alto riesgo entomológico, grandes concentraciones de población y la aparición de enfermos.
2. El uso de Google Earth para realizar el análisis espacial de los sitios con riesgo entomológico de transmisión, resultó ser una herramienta práctica, sencilla y sin costo, en la cual se puede incluir los sitios de hallazgo de los enfermos, el lugar donde trabajan, las densidades larvarias, los tipos de contenedores, las densidades de hembras ovipositando y muchas otras variables más. Si bien es cierto que el uso de ovitrampas se tiene que ajustar a las condiciones de cada lugar, los resultados alientan la posibilidad de utilizarlos como una herramienta útil para monitorear la actividad de adultos, sus fluctuaciones estacionales y para evaluar la eficacia de las medidas de control.
3. Es indudable que la precipitación continua favorece la positividad de las ovitrampas y en el estado de Quintana Roo, esta se ve reflejada sobre todo en el segundo semestre del año. Un segundo ciclo o lugar de transmisión fue corroborado con los resultados obtenidos, y habrá que tener en cuenta que el dengue no solo está asociado a la transmisión dentro de las viviendas y áreas pobres. Los hospitales, terminales terrestres, mercados deberán ser tarea de los programas de control, reducir las fuentes de criaderos alrededor de los mismos.

11.- Bibliografía

- Badii, M.H., J. Landeros, E. , J.L. Abreu. 2007. Ecología e historia del dengue en las Américas (Ecology and history of dengue in Americas). International Journal of Good Conscience. 2(2) : 309-333. ISSN 1870-557X.
- Calderón-Arguedas O., Troyo A., M.E. Solano, 2004. Caracterización de los sitios de multiplicación de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en el caserío "La Carpio", San José, Costa Rica durante la estación seca del año 2003. Rev. Biomed. 2004; 15:73-79.
- Carbajo A., Gómez S.M., I. Curto, 2004. Variación espacio-temporal del riesgo de transmisión de dengue en la ciudad de Buenos Aires. Medicina (Buenos Aires) 2004; 64: 231-234.
- Castro G.A., 1998. Medidas dos niveles de infestación urbana para *Aedes aegypti* (*Stegomyia*) y *Aedes albopictus* en programa de vigilancia entomológica. IESUS; 7(3)49:57
- Chadee DD. 1997. Effects of forced egg-retention on the oviposition patterns of female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Bull. Entomol. Research 87: 649-651.
- Chadee DD, and R. Martinez, 2000. Landing periodicity of *Aedes aegypti* with implications for dengue transmission in Trinidad, West Indies. Journal of Vector Ecology 25:158-163.
- Clark G.G., H. Seda, y D.J. Gluber. 1994. Use of the CDC backpack aspirator for surveillance of *Aedes aegypti* in San Juan, Puerto Rico. J. Am. Mosq. Control Assoc. 10:119-124
- CDC Dengue Map: World distribution of dengue viruses and their mosquito vector, *Aedes aegypti*, in 2008 - CDC Division of Vector-Borne Infectious Diseases (DVBID). <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/map-distribution-2008.htm>
- CENAVECE, SSA. 2009. Página Dengue. <http://www.cenavece.gob.mx/dengue> actualizado 12/08/2009
- Edelman R., 2005. Dengue and dengue vaccines. J. Infectious Disease 191:650-653
- Espinosa G. F., C. M. Hernández, y Coll C., 2001. Factores que modifican los índices larvarios de *Aedes aegypti* en Colima, México. Rev. Panamá Salud Pública. 10(1),6-12.
- Fernández S.I y Flores-Leal A., 1995. El papel del vector *Aedes aegypti* en la epidemiología del dengue en México. Salud Pública Méx. 37(1):45-52
- Fernández W., O. Iannacone y Rodríguez P., 2005 Comportamiento poblacional de larvas de *Aedes aegypti* para estimar los casos de dengue en Yurimaguas, Perú. Rev. Perú Med. Exp. Salud Pública 22(3)175-182.

- Focks D.A., D.G Haile, E. Daniels y G.A Mount, 1993. Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (L.) (Diptera Culicidae). Analysis of the literature and model development. J Med. Entomol. 30: 1003-1017.
- Focks, D.A., R.J. Brenner, J. Hayes y E. Daniels, 2000. Transmission thresholds for dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. Am. J. Trop. Med. Hyg. 62:11-18.
- Focks, D.A. 2003. A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. WHO. [HTTP://www.who.int/tdr/publications/publications/Pdf/dengue_reviewr.pdf](http://www.who.int/tdr/publications/publications/Pdf/dengue_reviewr.pdf)
- Harwood, R. F. y M. T. James. (1987). Entomología Médica y Veterinaria. Ed. Limusa, México D. F.
- Ho Chau-Mei, Chein Ch. y Cheng T. Y., 2005. Surveillance for Dengue Fever Vectors Using Ovitrap at Kaohsiung and Tainan in Taiwan. Formosan Entomol. 25: 159-174.
- Ibáñez-Bernal, S., B. Briseño, J.P Mutebi, E. Argot, G. Rodríguez, C Martínez-Campos, R. Tapia-Conyer and A. Flisser. (1997). First Record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak in Reynosa, México. Med. Vet. Entomol. 11: 305-309.
- García da Rosa Elsa, R. Lairihoy, J.C. Leivas, W. González., 2003. Monitoreo de *Aedes aegypti* mediante el uso de ovitrampas. Entomol. Vect. 10 (4): 451-456. Gluber D.J., 1989. *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti*-borne disease control in the 1990's top down or bottom up. Am. J. Trop. Med Hyg. 40(6):571-578
- Gluber D.J and G. Kuno, 1997. Dengue and Dengue Hemorrhagic fever. CAB International, New York. Pp. 462.
- Gluber D.J., 2002. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as public health, social and economic problem in the 21st Century. Trends in Microbiology. 10(2):100-103.
- Kaufman MG, Walker ED, Odelson DA, and MJ Klug. 2000. Microbial community ecology insect nutrition. American Entomologist 46(3):173-184.
- Kloter, K.O., Bowman, D.D., Carroll M.K. 1983. Evaluation of some ovitrap materials used for *Ae. aegypti* surveillance. Mosq. News 43(4) 438-441.
- Kuno G. 1995. Review of the factors modulating dengue transmission. Epidemiol. Reviews. 17: 321-335.

- Lozano F.S., Elizondo Q.D., Farfán A. J.A., Loroño P. M.A., García R.J., Gómez C.S., Lira Z.V., Najera, V.R., Fernandez S.I., Calderon M.J., Dominguez G.M., Miss A.P., Coleman M., Morris N., Moorde Ch., Beaty B.J. and Eisen L. 2008. Use of Google Earth to strengthen public health capacity and facilitate management of vector-borne diseases in resource poor environments. Bull. World Hlth. Org. 86: 718–725.
- Marquetti M., V. Valdez, L. Aguilera y A. Navarro. 2000. Vigilancia entomológica de *Aedes aegypti* y otros culícidos en ciudad de la Habana, Cuba 1991-1996 Rev. Cubana Med. Trop. 52(2):133-137 I
- Méndez-Espinosa E. y E. Ramos, 2003. Asociación de índice larvario de *Aedes aegypti* y dengue. Revista Salud Publica y Nutrición de México. (4) 54-56.
- Monath TP. 1994. Dengue: The risk to developed and developing countries. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 91(7):2395-2400.
- Morrison, A.C., Sihuincha M., Stancil J.D., Zamora E., Astete H., Olson J.G., Vidal-Ore C., Scott T.W. 2006. *Aedes aegypti* (Diptera:Cilicidae) production from non-residential sites in the Amazonian city of Iquitos, Peru. Annals of Tropical Medicine & Parasitology. 100(1):73-86
- Morrison AC, A Astete, K Gray, A Getis, DA Focks, D Watts, M Sihuincha, and TW Scott. 2004b. Spatial and Temporal abundance patterns *Aedes aegypti* producing containers in Iquitos, Peru J Med Entomol. 41(6): 1123-1142.
- Ordóñez-González, J.G., Mercado-Hernández, R., Flores-Suárez, A.E., Fernández Salas, I. (2001). Use of sticky ovitraps to estimate dispersal of *Ae. aegypti* in northeastern México. J Am Mosq Control Assoc 17(2)93-97. Organización Panamericana de la Salud (1995). Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para su prevención y control. Washington, D.C.: OPS, vi, 110 p.- (Publicación Científica; 548)
- Perich M. J., A. Kardec, I.A. Braga, I.F. Portal, R. Burge, B.C. Zeichner, W.A. Brogdon and R.A. Wirtz. 2003. Field evaluation of a lethal ovitrap against dengue vectors in Brazil. Med Vet Ent. 17, 205-210.
- Reiter P. y M.B Nathan, 2001. Guías para la Evaluación de la Eficacia del Rociado Espacial de Insecticidas para el control del vector del Dengue. Organización Mundial de la Salud. Pp:10-25.

- Reiter P, MA Amador, RA Anderson, and GG Clark. 1995. Dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood-feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *Am J Trop Hyg* 52(2):177-179.
- Rodhain F and L Rosen. 1997, Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships., In: DJ Gubler and G Kuno (eds.), *Dengue and Dengue Hemorrhagic fever*. CAB International, New York, New York. pp: 61-88
- Rosen L. 1988. Further observations on the mechanism of vertical transmission of flaviviruses by *Aedes* mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 39:123-126.
- Russell, BM, PN Foley, and BH Kay 1997. . The importance of surface versus subterranean mosquitoes breeding during winter in north Queensland. *Mine Water and the Environment.* 7: 240-242.
- Salas - Luevano M. y F. Reyes Villanueva, 1994. Variación estacional de las poblaciones de *Aedes aegypti* en Monterrey, México. *Salud Pública Mex.* 1994; 36:385-392.
- Sales B. M., Adelaide Maria Sales Bessa, Jose Carlos Nascimento, Fernanda Carvalho De Meneses, Jose Eduardo Pessanha, Ione Oliveira Costa. 2008. The use of an ovitrap index to monitor *Aedes aegypti* in Belo Horizonte, Brasil. *J. Am. Mosq. Cont. Assoc.* 24(4): 582
- Salvatella Agrelo Roberto. 1996. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. la situación de Uruguay. *Rev. Med. Uruguay* 12(1) 28-36
- Sanchez-Casas, R. M. 2008. Identificación de criaderos invernales y extradomiciliares de *Aedes aegypti* en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Scott TW, E Chow, D Strickman, P Kittayapong, RA Wirtz, and JD Edman. 1993b. Bloodfeeding patterns of *Aedes aegypti* in a rural Thai village. *J. Med. Entomol.* 30:922-927.
- Scott, TW, A Naksathit, JF Day, P Kittayapong, and JD Edman. 1997. Fitness advantage for *Aedes aegypti* and the viruses it transmits when females feed only on human blood. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 52:235-239.

- Sitiprasasna R., Pradith M., Ch. Noigamol, M. J. Perich, B. C. Zeichner, B. Burge, S. L. W. Norris, J. W. Jones, S. S. Schleich and R. E. Coleman. 2003. Field evaluation of a lethal ovitrap for the control of *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) in Thailand. *J. Med. Entomol.* 40 (4): 455-462.
- Southwood TRE, G Murdie, M Yasuno, RJ Tonn, and PM Reader. 1972. Studies on the life budget of *Aedes aegypti* in Wat Samphaya Bangkok Thailand. *Bull WHO* 46: 211-226.
- SESA, 2008. Base de datos dengue. Sistema de vigilancia epidemiológica. Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- Stein Marina, G. I. Oria, W. R. Almirón, J. A. Willener. 2005. Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* en Chaco, Argentina. *Rev. Salud Pública* 2005; 39(4):559-564.
- Surendran S. N., A. Kajatheepan, K. F.A. Sanjeevkumar and P. J. Jude. 2007. Seasonality and insecticide susceptibility of dengue vectors: An ovitrap based survey in a residential area of Northern Sri Lanka. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*; 38(2): 276-282
- Vargas V. M. 2002. Uso de ovitrampas en los programas de prevención y control del dengue. *Rev. Col. de MQC de Costa Rica.* 8(5)122-124
- Villaseca P. León C., Walter, Palominos S. M. 2002. Validación de sustratos atractivos a ovoposición para la detección del *Aedes aegypti*. *Rev. Perú Med. Exp.* 2002; 18(3-4) 77-81. ISSN1726 4634
- WHO. 1997. Dengue hemorrhagic fever: Diagnosis, treatment, prevention and control. World Health Organization, Geneva. pp. 84.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Marco Antonio Domínguez Galera

Candidato para el grado de

Doctor en Ciencias Biológicas

Tesis: EVALUACIÓN DEL USO DE OVITRAMPAS COMO SISTEMA DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA DE SITIOS PÚBLICOS EN CHETUMAL, QUINTANA ROO.

Campo de Estudio: Biología de los principales vectores de arbovirus en México.

Datos Personales: Nacido en Chetumal, Quintana Roo, México, el 02 de noviembre de 1970.

Educación: Licenciado en Biología, egresado del Instituto Tecnológico de Chetumal. Desde 1993.

Maestro en Ciencias, con especialidad en entomología Médica egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Desde 2003.

Experiencia Profesional:

1997- 2003. Entomólogo Estatal de los Servicios Estatales de Salud del Estado de Quintana Roo.

2003- 2009. Jefe del Departamento de Enfermedades Transmitidas por Vector de los Servicios Estatales de Salud del Estado de Quintana Roo.

ARTICULOS PUBLICADOS