

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA TRAMPA DIRIGIDA A LA VIGILANCIA
ENTOMOLÓGICA DE HEMBRAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)
UTILIZANDO CEBOS DE ORIGEN MICROBIANO**

Por

Q. B. P. MARICELA LAGUNA AGUILAR

**Como requisito parcial para obtener el grado de
Doctor en Ciencias con Acentuación en Entomología Médica**

Diciembre 2012

**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA TRAMPA DIRIGIDA A LA VIGILANCIA
ENTOMOLÓGICA DE HEMBRAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)
UTILIZANDO CEBOS DE ORIGEN MICROBIANO**

COMITÉ DE TESIS

Dr. Eduardo A. Rebollar Téllez
Director

PhD. Ildefonso Fernández Salas
Secretario

Dr. Roberto Mercado Hernández
Vocal

Dr. Raúl Torres Zapata
Vocal

Dr. Feliciano Segovia Salinas
Vocal

**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA TRAMPA DIRIGIDA A LA VIGILANCIA
ENTOMOLÓGICA DE HEMBRAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)
UTILIZANDO CEBOS DE ORIGEN MICROBIANO**

COMITÉ ACADÉMICO

Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA

A mis padres Sr. Antonio Laguna (†) y Sra. Cándida Aguilar Olvera. Han sido siempre el pilar de mi vida, y han motivado la búsqueda de la superación utilizando siempre las herramientas que me han brindado. Gracias por enseñarme los valores más importantes que una persona debe tener para enfrentar la vida. Y aunque no lo digo muy seguido los quiero mucho y espero que esta cosecha académica retribuya un poco todo lo que me han dado.

A mis hermanos.- Por apoyarme y tenerme la paciencia necesaria en el desarrollo de mis estudios. Porque siempre estuvieron ahí en momentos duros, felices y representaron una ejemplo de lucha, trabajo y dedicación en el estudio. Por respetar siempre mis decisiones y apoyarme en mis equivocaciones. Por todo lo que me falta....gracias a todos

AGRADECIMIENTOS

Las personas son como las estrellas para los viajeros de antaño; nos sirven como guía para llegar a nuestro destino. Y entre tantos destinos en el viaje de la vida, he llegado al fin al último destino académico de mi vida. Me resulta difícil recordar a todas y a cada una de esas estrellas que me guiaron, espero sin embargo rendir un pequeño homenaje a la mayoría de las personas que iluminaron mi camino. Pero también agradezco a todas aquellas personas que a causa de mi mala memoria no encuentren una línea de agradecimiento en este documento; sepan que ustedes forjaron también al estudiante que hoy inicia la difícil vida profesional. A todos ustedes, GRACIAS, especialmente....

Dr. Eduardo A. Rebollar Téllez.- Hoy solo puedo otorgarle pobremente mi reconocimiento a todo el esfuerzo que usted brinda a cada uno de sus estudiantes. Me siento honrada por ser parte del pequeño grupo de estudiantes que podemos aprovechar los conocimientos y consejos brindados para lograr la formación de un buen profesional. Gracias por las palabras, documentos y herramientas que me enseñó para alcanzar y desarrollar mejores estrategias en la adquisición de conocimientos. Y obviamente mi gratitud por el esfuerzo realizado en los momentos difíciles que todo ser humano atraviesa y que sin embargo no detienen al científico que hay en usted. Y finalmente en la culminación del compromiso académico que nos une, espero algún día repetir la experiencia de trabajo a su lado como un nuevo profesional y científico.

Dr. Ildefonso Fernández Salas.- A menudo pensamos que los mayores conocimientos los adquirimos detrás del pupitre de la escuela. Sin embargo usted nos ha enseñado que es afuera, donde nos enfrentaremos con mil y un dilemas que forjarán nuestro carácter, nuestra ética y nuestra competitividad. La superación personal y profesional es una oportunidad que pocos pueden aprovechar y que usted impulso en cada uno de nosotros. Gracias por la oportunidad de formar parte de un grupo de investigación como el suyo. Y gracias también por las enseñanzas académicas y de vida que nos brindó.

Q. B. P. Marcela S. Alvarado Moreno.- No tengo palabras para agradecer por todo el apoyo y ayuda que me has dado, tanto en lo académico como en lo experimental. Gracias por toda la bibliografía que me facilitaste, por trabajar conmigo en el desarrollo experimental, y acompañarme en los malos momentos que atravesamos durante todo este tiempo. Gracias a tu mamá por preocuparse siempre por ayudarnos y hacernos más fácil el día en cada una de las salidas a campo que realizamos. Estoy en deuda contigo y toda tu familia a la cual hago extensa mi amistad y agradecimiento.

Q. B. P. Sarai Sánchez.- Bueno creo que tú mejor que nadie sabes todo lo que te agradezco, pero quiero hacer partícipe a los demás del apoyo, las palabras, ideas y consejos que me diste para lograr este objetivo. Fuiste uno de los pilares en la etapa final del trabajo con los aportes al modelo y el trabajo de campo. Gracias por tu amistad, por incentivar me a superar los momentos difíciles y ser cómplice en situaciones chispeantes. También quiero agradecer a Mario que aun sin formar parte de este equipo de trabajo fue un apoyo clave por su compañía y trabajo experimental en la última etapa.

A los compañeros: Q. B. P. Rocío Ramírez Jiménez, Q. B. P. Ewry A. Zarate, Biol. Jorge Rodríguez y Q. B. P. Rosa Ma. Sánchez Casas por el apoyo y las enseñanzas a través de esta etapa. Por formar parte de este cuaderno de ejercicios donde se escribieron alegrías, tristezas, tonterías, embustes, travesuras, lecciones, conocimientos y mas sentimientos y situaciones. Gracias porque con ustedes confirmé que la sabiduría no se encuentra al final de la maestría universitaria, sino en la pila de arena de la escuela (Robert Fulghum), que en nuestro caso fue en el día a día de las colectas compartidas.

Finalmente un estrecho agradecimiento a todos los que forman parte del laboratorio de Entomología Médica, Cuerpo Académico y Autoridades de la Facultad de Ciencias Biológicas y a la Subdirección de Posgrado de la misma.

Un Agradecimiento especial al CONACYT por la beca otorgada durante la realización de los estudios de posgrado y apoyar la formación de nuevos científicos.

INDICE GENERAL

Sección	Página
COMITE DE TESIS.....	ii
COMITÉ ACADÉMICO.....	iii
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. HIPÓTESIS.....	5
5. OBJETIVO GENERAL.....	6
6. OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
7. ANTECEDENTES.....	8
7.1. Dengue y su vector.....	8
7.2. Biología del vector.....	9
7.2.1. Descripción y Distribución.....	9
7.2.2. Ciclo de vida.....	11
7.2.3. Apareamiento.....	13
7.2.4. Alimentación.....	14
7.2.5. Ciclo gonadotrófico.....	17
7.2.6. Longevidad.....	19
7.3. Campañas de Control y Vigilancia.....	20
7.4. Sistemas de Vigilancia de Vectores.....	23

7.5. Fisicoquímica y trampas utilizadas en la vigilancia de <i>Aedes aegypt</i>	25
7.5.1. Fisiología y Fisicoquímica	25
7.5.2. Semioquímicos	26
7.5.3. Trampas utilizadas en la vigilancia	28
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
8.1. Cría de mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	33
8.2. Prototipos evaluados para los bioensayos	34
8.3. Mezcla atrayente de Levaduras	36
8.4. Evaluación de Prototipos en Laboratorio	36
8.5. Selección de Prototipos en Pruebas de Semi-campo	37
8.6. Tasa de liberación de CO ₂ y tasa de captura de TMB	39
8.7. Evaluación de la captura en campo de TMB.....	40
8.8. Evaluación de la eficiencia de captura en campo de TMB, BGS y BPA.....	41
8.9. Análisis estadístico	43
9. RESULTADOS	44
9.1. Evaluación de Prototipos en Laboratorio	44
9.2. Selección de Prototipos en Pruebas de Semi-campo	44
9.3. Tasa de liberación de CO ₂ y tasa de captura de TMB.....	46
9.4. Evaluación de la eficiencia de captura en campo de TMB	48
9.5. Estado trófico de las hembras <i>Aedes aegypti</i> capturadas en campo con TMB	49
9.6. Evaluación de la captura en campo de TMB, BGS y BPA	50
9.7. Estado trófico de hembras <i>Ae. aegypti</i> capturadas con TMB, BGS y BPA.....	52
10. DISCUSIÓN.....	54
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
12. LITERATURA CITADA.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Distribución global de <i>Ae. aegypti</i> vector del Dengue.....	2
Figura 2. Fases del Ciclo de vida de <i>Ae. aegypti</i>	2
Figura 3. Bioritmo de picadura de <i>Ae. aegypti</i>	2
Figura 4. Etapas de digestión de la sangre.....	2
Figura 5. A. Etapas del desarrollo folicular según Christophers.....	2
Figura 6. Tipos de Trampas utilizadas en la vigilancia entomológica.....	2
Figura 7. Método de cría de <i>Aedes aegypti</i>	2
Figura 8. Prototipos evaluados para la vigilancia entomológica de <i>Aedes aegypti</i>	2
Figura 9. Ensayos de Laboratorio utilizando jaulas de 60 cm ³	2
Figura 10. Jaulas de malla para ensayos de semi-campo.....	2
Figura 11 Respirómetro volumétrico para la cuantificación de CO ₂	2
Figura 12. Área de estudio en San Nicolás de los Garza, Nuevo León.....	2
Figura 13. Área de estudio en Escobedo Nuevo León.....	2
Figura 14 Resultados de ensayos en laboratorio: evaluación de prototipos.....	2
Figura 15. Resultados de ensayos en semicampo: evaluación de prototipos.....	2
Figura 16. Resultados de la tasa de liberación y la tasa de captura.....	2
Figura 17. Resultados de ensayos en campo: prototipo TMB.....	2
Figura 18. Estado trófico de hembras capturadas en campo con TMB.....	2
Figura 19 Resultados de ensayos en campo: TMB, BGS y BPA.....	2
Figura 20. Estado trófico de hembras capturadas en campo con TMB, BGS y BPA.....	2

1. RESUMEN

El dengue es una de las principales arbovirosis a nivel mundial con un aumento de casos que se extiende a nuevos países, zonas urbanas y rurales. Las acciones de prevención y control de la enfermedad son limitados por múltiples factores aumentando así el riesgo de transmisión.

El muestreo de adultos del vector en zonas endémicas representa una tarea importante que se analiza en el presente estudio como parte de las actividades de prevención del Dengue.

Se diseñó una trampa utilizando CO₂ microbiano y materiales de bajo costo con el objetivo de utilizarla en la vigilancia de hembras adultas *Aedes aegypti* sin alimentar. Se evaluaron cuatro prototipos de trampas en condiciones de laboratorio y semi-campo. El mejor prototipo fue evaluado en laboratorio para determinar su porcentaje de captura y en campo junto a dos de los métodos estándar en la vigilancia de *Ae. aegypti*.

Los resultados obtenidos en laboratorio y semi-campo indican que el prototipo MAS-Trap fue significativamente diferente al resto de los prototipos evaluados. El modelo capturó hasta un 90% de la población de prueba a las 24 h. del tiempo de exposición. En la evaluación de campo el prototipo fue estadísticamente igual a la trampa BG-Sentinel[®]. Y una diferencia significativa fue observada entre MAS-Trap y el Aspirador back-pack. En conclusión El modelo representa una opción en la vigilancia y control del mosquito *Ae. aegypti*. MAS-Trap puede reportar datos que ayuden en la predicción de riesgo de transmisión facilitando las acciones preventivas en países con recursos económicos limitados.

2. ABSTRACT

Dengue is one of the main arboviroses a major viral disease worldwide with an increase in cases extending to new countries, urban and rural areas. The actions of prevention and disease control are limited by multiple factors increasing the risk of transmission.

Sampling of adult populations in endemic areas of vector represents an important task that is analyzed in this study as part of the Dengue prevention activities. A trap was designed using microbial CO₂ and low cost materials in order to use in monitoring host-seeking females of *Ae. aegypti*. We evaluated four prototypes of traps in the laboratory and semi-field. The best prototype was tested in laboratory to determine its rate of capture and field along with two standard methods in monitoring *Ae. aegypti*.

The results obtained in laboratory and semi-field indicates that the prototype MAS-Trap was significantly different from other prototypes evaluated. The model captured up to 90% of the test population at 24 h. exposure time. In field the prototype was statistically equal to the BG-Sentinel[®] trap. A significant difference was observed between MAS-Trap and back-pack aspirator. In conclusion The model represents an option in the prevention and control of *Ae. aegypti*. MAS-Trap may report data to help in predicting risk of transmission by facilitating preventive action in countries with limited financial resources.

3. INTRODUCCIÓN

El Dengue transmitido por el mosquito *Aedes aegypti*, se ha convertido en una de las arbovirosis más importantes a nivel mundial. Se sabe que la enfermedad ha aumentado su incidencia hasta 30 veces en los últimos 50 años debido a la expansión geográfica (WHO, 2009) y movimientos poblacionales.

En México se ha observado un incremento en los casos de Dengue en la última década. Durante el periodo 2007–2011 los casos registrados de Dengue en el país se incrementaron un 300% y hasta 100 veces más que los casos registrados en el 2000 (CENAVECE, 2012). Esta situación asociada a las alteraciones climáticas indica la falta de resultados exitosos en la prevención de la enfermedad y el control del vector. En consecuencia *Ae. aegypti* se ha desplazado hacia zonas atípicas (Mora et al., 2010; Hopp y Foley, 2001) incrementado el número de la población en riesgo.

Las hembras de *Ae. aegypti* que representan el mayor riesgo de transmisión son poco vigiladas, pues son las etapas inmaduras el principal objetivo de muchos programas de control (Focks, 2004). Aunque existen una gran variedad de dispositivos para la vigilancia de adultos se producen también muchos obstáculos que impiden su aplicación de forma generalizada.

Este escenario precisa la implementación de herramientas incluyentes gubernamental, ambiental y socialmente. Asimismo, las autoridades de salud han

impuesto retos estratégicos en el control y vigilancia del vector mediante la participación social y comunitaria para la detección de brotes (CENAVECE, 2008).

El diseño de un dispositivo de vigilancia costo-eficiente y dirigido a hembras sin alimentar es el principal objetivo de este trabajo. La trampa de uso sostenible y no invasiva puede mejorar el control y/o vigilancia de *Ae. aegypti* en áreas domiciliarias. El fácil manejo y activación del dispositivo de captura puede además incrementar la participación y aceptación de la comunidad en programas de control y vigilancia. Culminando con la promoción de una cultura de prevención y disminuyendo el riesgo de transmisión de Dengue.

Sumarizando, la trampa diseñada y dirigida a hembras no alimentadas puede incrementar la obtención de variables con valor predictivo. La accesibilidad del método puede disminuir el personal requerido en las tareas de vigilancia de vectores. Y el costo del dispositivo favorecería a programas de control y vigilancia de vectores con bajos presupuestos, situación prevaleciente en el país.

4. HIPÓTESIS

La eficiencia de captura de mosquitos adultos *Ae. aegypti* estará en función directa con la producción suficiente de CO₂ microbial producido a bajo costo; con lo cual se obtendrán buenos estimadores de densidad de adultos en áreas endémicas de transmisión de dengue.

5. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y evaluar una nueva trampa mediante el uso de un atrayente de origen microbiano para atraer a mosquitos adultos sin alimentar, y que sea de bajo costo y fácil transporte para la vigilancia intra-domiciliaria de adultos de *Ae. aegypti*.

6. OBJETIVOS PARTICULARES

1. Diseñar y evaluar un modelo de trampa dirigida a hembras sin alimentar, mediante bioensayos de laboratorio, de semi-campo y de campo
2. Realizar pruebas de atracción con diferentes concentraciones del semioquímico utilizado.
3. Comparar la efectividad de la trampa en sitios con diferentes grados de infestación (baja, media y alta) de mosquitos adultos *Ae. aegypti*.
4. Comparar la efectividad de la trampa con respecto al Aspirador motorizado y/o BG Sentinel.

7. ANTECEDENTES

7.1. Dengue y su vector

Hace aproximadamente 2000 años se tuvo conocimiento de los primeros casos de ka-dinga pepo, voz swahili que significa enfermedad del diablo. La enfermedad se caracterizaba por fiebre, dolor en músculos, articulaciones y detrás de los ojos. Hacia 1780 el Dr. Benjamin Rush al tratar un brote en Filadelfia le da el nombre de “fiebre quebrantahuesos” (Rogers et al., 2006; JHPH, 2010) por su particular sintomatología. Actualmente esta enfermedad es conocida como Dengue y se clasifica como Dengue con/sin signos de alarma y Dengue Grave (WHO, 2009). La enfermedad ha sido asociada a una gran diversidad de factores físicos y biológicos desde el punto de vista epidemiológico. Por lo que el riesgo de transmisión esta asociado así a tres factores vivientes: el huésped, el parásito y el vector (OPS, 1964; Chadee et al., 2007). Fue en 1906 cuando el médico australiano Thomas. L. Bancroft determinó al mosquito vector (citado por Halstead, 2008; Kuno, 2009). Entre los vectores conocidos a nivel mundial se encuentran *Aedes albopictus* y *Ae. aegypti* (Gubler y Kuno, 1997; Dhang et al., 2005; Rogers et al., 2006; WHO/TDR, 2006), siendo este ultimo el principal vector incriminado en México (García et al., 2008).

Hasta hace unos años la distribución de la enfermedad afectaba principalmente a países tropicales (Gubler, 1997; Gubler, 1998) debido a las características etológicas de su vector primario *Ae. aegypti* (Rogers et al., 2006). Sin embargo, cambios en la distribución de la enfermedad la han convertido en la segunda enfermedad re-emergente más importante entre las enfermedades tropicales (Guzmán et al., 2006).

Anualmente, se presentan más de 50 millones de casos en el mundo, de los que aproximadamente 400,000 son de dengue hemorrágico y 25,000 fallecen a causa de esta enfermedad (Acosta y Gómez, 2005).

El dengue es transmitido al ser humano por la picadura de una hembra infectada de los mosquitos del género *Aedes*. Aunque se han descrito diversas especies vectoras destacan las especies *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* altamente antropofílicas, como las más importantes (Gubler, 1997; Acosta y Gómez, 2005; WHO, 2011). La infección inicia cuando una persona sana es picada por una hembra infectada con un periodo de incubación viral de 3-14 días. Después de este periodo se inicia la sintomatología caracterizada por un periodo febril y el aumento de la viremia. Si una hembra *Aedes* no infectada se alimenta de la persona enferma durante este periodo, puede adquirir el virus y transmitirlo a otras personas (Gubler, 1997). De acuerdo a estudios recientes de la distribución de la enfermedad, se ha producido un aumento de casos debido al desplazamiento del mosquito (Hopp y Foley, 2001). La vigilancia de este importante vector es difícil de llevar a cabo debido a la endofilia mostrada, por eso es importante realizar una revisión de su biología de forma constante a la espera de nuevas adaptaciones y/o cambios en su comportamiento que le permitan colonizar nuevas áreas. El conocimiento de su biología puede ampliar las estrategias para el control y mejorar la profilaxis de la enfermedad.

7.2. Biología del vector

7.2.1. Descripción y Distribución

Aedes aegypti es originario del Continente Africano pero ha ampliado su distribución a otras regiones de América, Asia y Australia (Figura 1) por los movimientos migratorios (Rossi y Almirón, 2004). Por las variaciones de color en

La especie *Ae. aegypti* se distribuye ampliamente en áreas tropicales y subtropicales entre los 40° N – 40° S. y es considerado un mosquito selvático y urbano (WHO, 2011). Aunque en años recientes se ha extendido a ambientes rurales por la reciente urbanización de estas áreas y/o la invasión del hombre a zonas aledañas a las ciudades. En América su presencia ha sido registrada a una altura de 2200 msnm en Colombia siendo ésta la altitud máxima donde se ha encontrado (Icaza, 2003). En México el mosquito se limitaba a una altitud entre los 0-1200 msnm. hasta los años ochentas. En 1983 aumento su distribución a una altura de 1760 msnm con casos en Guerrero. Sin embargo se presume que este vector ha llegado a colonizar áreas a 1800 msnm. pues en 2007 CENAVECE reportó casos de Dengue en León Gto. (Icaza, 2010; CENAVECE, 2012).

7.2.2. Ciclo de vida

El ciclo holometábolo de *Ae. aegypti* se desarrolla en dos tipos de ambientes: acuático y terrestre. Dichos insectos presentan una metamorfosis completa que comprende cuatro etapas (Figura 2). Huevecillos, larvas y pupas se desarrollan en un ambiente acuático, mientras los adultos se desarrollan en un ambiente terrestre (Conde, 2003; Pesante, 2011).

Descripción de las etapas de desarrollo de *Ae. aegypti* (Rossi y Almirón, 2004; Icaza JT, 2003).

Huevo: Mide aprox. 1 mm de longitud, tiene forma de cigarro. Los huevos son depositados individualmente por encima del nivel del agua en las paredes del recipiente. Una vez que se ha completado el desarrollo embrionario, los huevos son capaces de resistir largos períodos de desecación, que pueden prolongarse por más de un año en algunas ocasiones. Algunos huevos hacen eclosión en los primeros 15

minutos de contacto con el agua, pero otros pueden no responder hasta que han sido mojados varias veces.

Larva: La larva se asemeja a otras larvas de mosquitos por la cabeza, el tórax ovoide y el abdomen de nueve segmentos, atraviesa por cuatro estadios o instar. En reposo se mantienen en posición casi vertical en la superficie del agua. Y las primeras etapas son muy sensibles a los cambios bruscos en la intensidad de la luz y se desplazan al fondo del recipiente cuando son perturbadas. La duración del desarrollo larval depende de la temperatura, la disponibilidad de alimento y la densidad de las larvas en el recipiente. En condiciones óptimas, el período larval es de la eclosión hasta la pupación y puede ser de tan solo 5 días, pero comúnmente dura de 7 a 14 días.

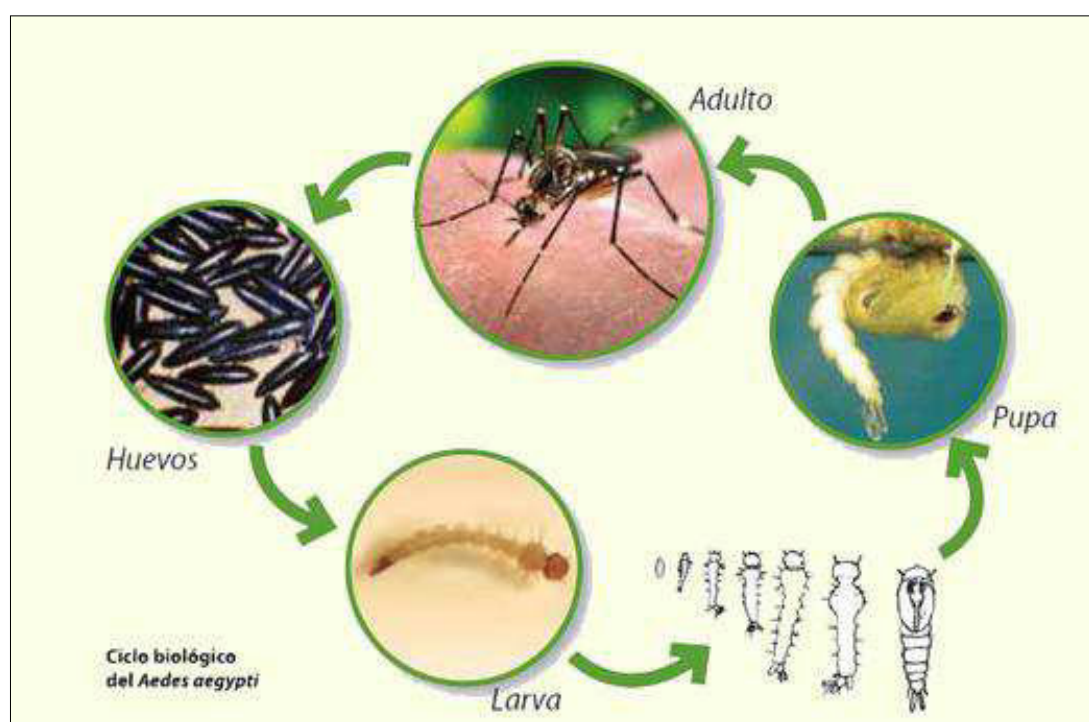


Figura 2. Fases de desarrollo que componen el Ciclo de vida de *Ae. aegypti*. Fuente: <http://ceibal.edu.uy>, 2012.

Pupa: Las pupas no se alimentan, tiene un par de tubos respiratorios o "trompetas" que atraviesan la superficie del agua y permiten la respiración, en la base del abdomen hay un par de remos o paletas que sirven para nadar. Reaccionan inmediatamente a estímulos externos tales como vibraciones y se desplazan activamente por todo el recipiente, cuando están inactivas se mantienen en la superficie del agua debido a su flotabilidad; esta propiedad facilita la emergencia del insecto adulto. La fase de pupa dura generalmente 2 ó 3 días.

Adulto: El adulto es la fase reproductiva del insecto, se distingue de los anofelinos por tener palpos más cortos y por adoptar una posición más horizontal durante el reposo (paralela a la superficie de reposo), pueden distinguirse por su abdomen agudo y la ausencia de cerdas espiraculares. Es un mosquito oscuro con bandas blancas en las bases de los segmentos tarsales y un característico diseño en forma de "lira" en el mesonoto. A medida que avanza la edad del insecto, el diseño de la lira puede desaparecer, pero las escamas blancas en el clípeo y en los palpos permanecen y permiten la identificación de la especie. Como en otras especies, el macho se distingue de la hembra por sus antenas plumosas y palpos más largos.

7.2.3. Apareamiento

Después de 24-48 h. de la emergencia de adultos y posterior al endurecimiento del tegumento ambos sexos pueden aparearse. El apareamiento generalmente se realiza durante el vuelo, con un sitio primario de encuentro cerca del hospedero (Takken, 1999; Ponlawat y Harrington, 2009). Aunque en algunas ocasiones el apareamiento puede suceder en una superficie vertical u horizontal. Durante el apareamiento el macho atrapa a la hembra y transfiere el fluido seminal a la bursa copulatrix de la hembra en 9-31 segundos (Ponlawat y

Harrington, 2009). Una inseminación es suficiente para fecundar todos los huevos que la hembra produzca durante su vida. Sin embargo se ha comprobado de forma experimental que las hembras pueden copular hasta cuatro veces (Borda et al., 2003). Sin embargo si el apareamiento no se realiza en el mismo día la hembra no retendrá el semen de las copulas posteriores (Spielman, et al., 1967). Posteriormente Harwood y James (1987) mencionan que el macho de la primera cópula introduce un polipéptido (matrona) en el tracto reproductor de la hembra asegurando su descendencia. A la fecha se conocen algunos factores asociados con un apareamiento exitoso entre los que se encuentran: la edad del macho, el tamaño de la hembra, la densidad, el confinamiento, el sitio de apareamiento, etc.

7.2.4. Alimentación

Los insectos holometábolos como *Ae. aegypti* adquieren los nutrimentos necesarios para el crecimiento y desarrollo solo en la etapa larval (Telang et al., 2007). En este tiempo la larva requiere incrementar las reservas tenebrales y el nivel de proteínas que utilizará en la etapa adulta. Pues estos nutrimentos dictan factores tan importantes como el tamaño del adulto, la reproducción, la fecundidad, alimentaciones sanguíneas, longevidad y la anautogenia de la especie (Telang et al., 2006; Telang et al., 2007). En condiciones de laboratorio estos nutrimentos son provistos por dietas para peces o harinas de proteína de hígado. En condiciones de campo la larva se alimenta de la materia orgánica presente en el criadero.

En la fase adulta tanto hembras como machos requieren una fuente de energía (azúcar) para realizar sus procesos metabólicos. Posterior a esta

alimentación la hembra buscará un hospedero para obtener una alimentación sanguínea para la maduración de huevecillos (Takken, 1999; Klowden, 2007). Sin embargo una hembra no producirá mas huevos si ingiere grandes cantidades de sangre, por lo que debe agregar azucres a su ingesta (Telang et al., 2007). Aunque algunas hembras pueden producir huevos con una sola alimentación sanguínea, otras requieren dos alimentaciones sanguíneas iniciales para producir sus huevos (Klowden, 2007). Según Hien (1976) una hembra requiere al menos 0.9 mg de sangre para iniciar la producción de huevecillos pero en promedio ingiere de 2-3 mg de sangre y Rebollar et al., (1995) cita 2.5 μ l como la ingesta necesaria para iniciar el proceso. En general *Ae. aegypti* se considera un mosquito antropofílico pues muestra una marcada predilección por la sangre humana evitando alimentarse de azucres (Harrington et al., 2001). Aunque también puede alimentarse de la sangre de cerdos, perros y vacas, pero con una menor producción de huevos (Harrington et al., 2001; Siriyasatien et al., 2010). Este mosquito presenta un biorritmo de alimentación diurno (Figura 3) que se caracteriza por tener dos picos durante el día (Fernández y Flores, 1995).

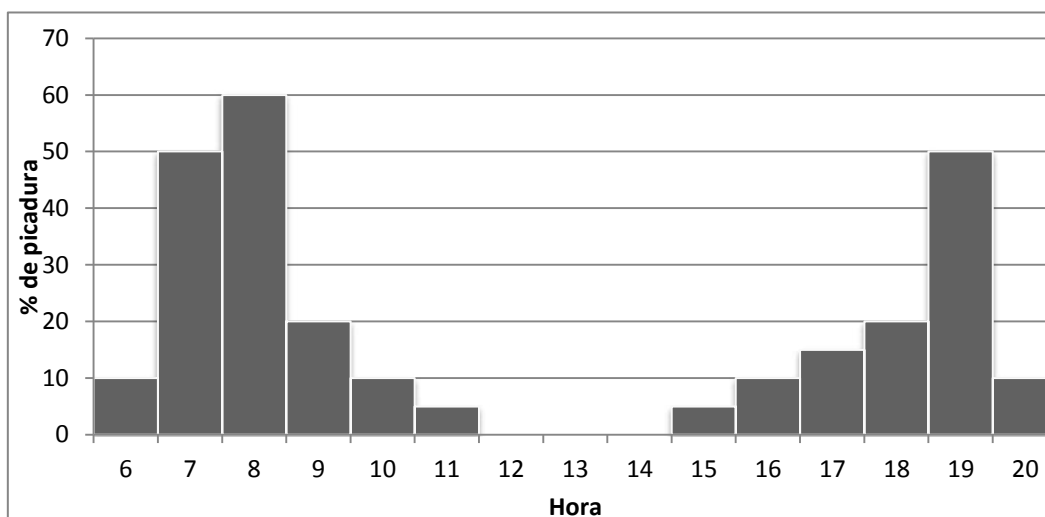


Figura 3. Biorritmo de picadura de *Ae. aegypti*. Fuente: Fernández et al., 2008.

Por otra parte Salas y Reyes (1994), y Rebollar et al., (1995) comprobaron que la hembra puede tener alimentaciones múltiples en cada ciclo. Ésta característica puede aumentar el potencial infectivo del mosquito, pero hasta el momento no se conoce la profundidad de ésta situación en la capacidad vectorial de la especie.

En 1920 Sella sugirió una forma de clasificar el proceso de digestión de la sangre y lo relacionó con el desarrollo ovárico (Detinova, 1962). Esta clasificación consta de siete etapas. En la actualidad esta forma se ha modificado y las etapas son nombradas anteponiendo el apellido del investigador mencionado. Cada una de las etapas describe el proceso como sigue (Figura 4):

1. Hembra vacía, estomago sin sangre, ovarios no desarrollados.

2. Hembra alimentada recientemente, estomago lleno con sangre de color rojo. Los últimos dos esternitos y últimos tres tergitos libres de sangre.

3. Sangre en el estomago de color oscuro. Área del 2¹/₂-3 esternitos y 4-5 tergitos libres de sangre.

4. Sangre en el estomago de color negro. Los últimos 2¹/₂-3 esternitos y 5-6 tergitos libres de sangre.

5. Sangre en el estomago de color negro. Los últimos 2¹/₂-3¹/₂ esternitos y 6-7 tergitos libres de sangre.

6. Sangre en el estomago de color negro. Solo es visible la cara ventral.

7. Estomago libre de sangre. Abdomen lleno de óvulos maduros.

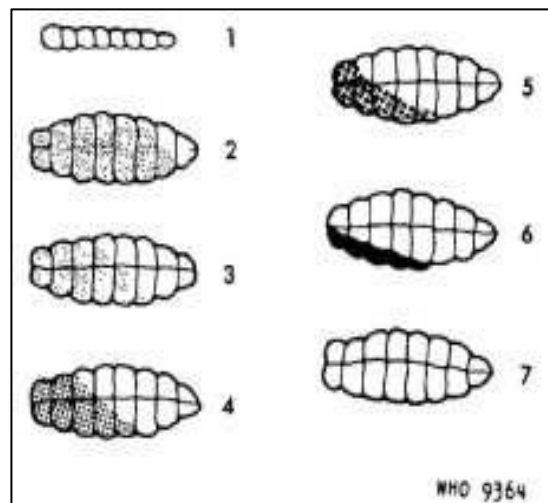


Figura 4. Etapas de digestión de la sangre propuesta por Sella en 1920. Vista lateral del estomago. Fuente: Detinova, 1962.

7.2.5. Ciclo gonadotrófico

El ciclo gonadotrófico se define como una periodicidad en la secuencia de comportamiento y actividad fisiológica que ocurre durante la etapa adulta de las hembras. El ciclo completo inicia desde la alimentación sanguínea hasta la ovoposición (Covell et al., 1953; Clements, 1999). Durante este tiempo la hembra digiere la sangre, produce y/o madura los huevos y realiza la ovipostura. Los experimentos sobre el tema fueron de gran importancia para establecer una relación entre el ciclo, la edad y la capacidad vectorial del insecto. Fueron S. R. Christophers G. Mer y T. S. Detinova quienes establecieron los cambios fisiológicos en hembras de anofelinos durante este tiempo (Detinova, 1962; SSA-OPS, 1989). Ahora se sabe que cada ciclo gonadotrófico deja una cicatriz o ampolla en la ovariola de la hembra y que el huevo atraviesa 5-7 etapas de maduración (Figura 5A y 5B). Cada etapa de desarrollo del folículo fue descrita como sigue (Detinova, 1962; Spencer y Christian, 1969):

- I. No hay gránulos de vitelo presentes en el óvulo (Mer asoció 2 etapas previas a la etapa inicial y las llamó: N-I y N-II)
- II. Temprano (gránulos finos), Tardíos (gránulos de vitelo casi oscureciendo el núcleo del huevo, el huevo ocupa la mitad del folículo).
- III. El núcleo del óvulo completamente oscurecido por gránulos de vitelo, el huevo crece para ocupar tres cuartas partes del folículo.
- IV. El huevo se alarga para tomar la forma de un óvulo maduro.
- V. El óvulo desarrolla flotadores (solo en especies que los presentan).

La identificación de las etapas de desarrollo folicular en un óvulo maduro, sentó las bases para establecer el número de ciclos gonadotróficos. Sin embargo en la actualidad aun falta por discernir que pasa con aquellas hembras que presentan folículos en diferentes etapas de maduración. Además de determinar si una hembra es nulípara o parida la ampolla folicular permite calcular la edad de la hembra de acuerdo a la duración en días del ciclo.

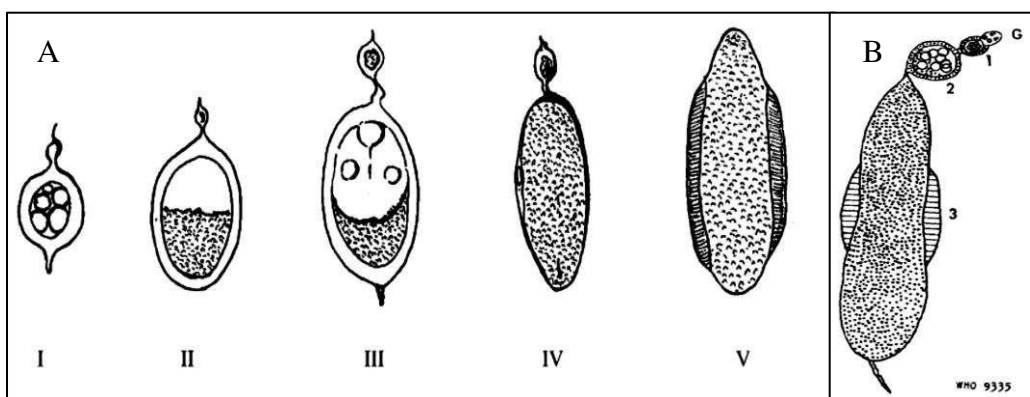


Figura 5. **A.** Etapas del desarrollo folicular en un óvulo maduro según Christophers. Fuente: Doolan, 2002. **B.** La imagen muestra el primero (1), segundo (2) y tercer (3) ciclo de oogénesis en una ovariola por la presencia de ampollas. Fuente: Detinova, 1962

Aunque el género de los Aedinos presentan en su mayoría concordancia gonotrófica es decir, que después de cada alimentación sanguínea desarrollan un lote de huevos. En el caso de *Ae. aegypti* existen situaciones donde el desarrollo solo se iniciará hasta que se completen 2 o mas alimentaciones sanguíneas conocido como discordancia gonotrófica (Klowden, 2007). Generalmente, el intervalo entre la alimentación sanguínea y la postura de huevos es de 3 días en condiciones óptimas de temperatura. Éstas han sido citadas por Si Hien (1976) con una duración de 72-84 h. a 25-26°C y una humedad relativa de 60-70%. Además la hembra puede alimentarse de sangre nuevamente el mismo día en que pone los huevos. *Ae. aegypti* se caracteriza además por la ovoposición de sus

huevecillos en forma individual y en distintos sitios de las paredes de recipientes. Existen distintos factores que determinan la cantidad de huevecillos por ciclo, pero en promedio una hembra produce 50-70 huevecillos en la primera ovipostura (Si, 1976).

7.2.6. Longevidad

La longevidad del mosquito adulto es un factor determinante en la transmisión de la enfermedad. La mayoría de los estudios de longevidad se dirigen principalmente a la hembra hematófaga, por lo que las observaciones mencionadas se enfocarán a este sexo. En laboratorio se ha comprobado la sobrevivencia de las hembras hasta por dos meses durante los cuales las hembras requirieron múltiples alimentaciones en cada ciclo (Borda et al., 2003). Mientras Salas y Reyes (1994) encontraron en campo que las hembras más viejas tienden a ingerir menos sangre por lo que realizan una mayor cantidad de picaduras. Con estos hallazgos se confirmó que los adultos del mosquito pueden permanecer vivos en el laboratorio durante meses, pero en la naturaleza habitualmente viven unas pocas semanas. Observaciones personales en laboratorio durante el desarrollo del trabajo indicaron que muchos adultos mueren en el momento de la emergencia al quedar atrapados en la exuvia. Además de la mortalidad que se presente durante las siguientes semanas si se presentan condiciones adversas. La supervivencia de la especie desde las primeras etapas hasta la etapa adulta solo llega a un 10% del total de huevos puestos por la hembra (Com. Pers. Fernández Salas). A pesar de la gran reducción en número, si la población emergente original es grande, la población vieja resultante será suficientemente grande para transmitir enfermedades y mantener una epidemia (Salas y Villanueva, 1994).

7.3. Campañas de Control y Vigilancia de Vectores: Línea de avance

La diseminación y remergencia del Dengue a nivel mundial ha aumentado en los últimos años (EHP, 2008). Asociado a este nuevo panorama, el conocimiento de ciclos epidémicos altos y bajos obliga a tomar y diseñar estrategias para el control del vector. Actualmente se busca un control del vector mediante la reducción de la fuente y no su erradicación. Sin embargo es preciso la participación comunitaria mediante la educación pública en una campaña organizada (Kuno, 2009).

Las evaluaciones por infestaciones de *Ae. aegypti* en México se realizaron en los inicios de 1900 por iniciativa de Eduardo Liceaga (Ibáñez y Gómez, 1995) para el control de la fiebre amarilla. Debido a la pobre distribución del vector en las costas del Golfo y la disminución de los casos se interrumpieron todas las acciones de control en los primeros años de 1900 (Flores, 1993; Ibáñez y Gómez, 1995). La falta de acciones profilácticas contra *Ae. aegypti* provocó su libre diseminación y para 1950 la reinfestación del vector era evidente. Con los primeros reportes de epidemias de fiebre amarilla en el continente se pusieron en marcha diversos mecanismos y estudios para el conocimiento de la biología y control vectorial en 1960 (OPS, 1997; Icaza, 2010). Las acciones de control ayudaron a declarar la erradicación del vector en 1963 en más de 20 países del continente entre ellos México (OPS, 1997; Badii et al., 2007). Sin embargo debido al poco interés de algunos países por adoptar las medidas de control se dio una reinfestación en zonas recientemente declaradas libres del vector. En 1965 México se reinfestó por la frontera norte con E.U. y entre 1975-77 por la frontera sur con Guatemala (Flores 1993; Ibáñez y Gómez, 1995). Subsecuentemente a la reinfestación del mosquito, en 1978 se reportaron los primeros casos de Dengue en el país siguiendo el patrón de las áreas infestadas por el

vector (Icaza, 2010). Al inicio de la década de 1980 fueron también reportados los primeros casos de Dengue Hemorrágico (Badii et al., 2007) a causa de la presencia de tres variantes del virus en el país para 1984 (Loroño et al., 1993). A partir de entonces el mosquito se ha diseminado a nuevos hábitats y colonizando altitudes atípicas de la especie como lo demuestran los casos de Dengue durante 2007 reportados por CENAVECE.

En 1985 la OPS [Organización Panamericana de la Salud] aprobó una resolución para la ejecución de una estrategia de control de *Ae. aegypti* dando fin a las políticas de erradicación (OPS, 1997). En 1995 y como producto de la resolución del consejo directivo de OPS se establece la creación de un Grupo Técnico de especialistas de II grado en epidemiología. El grupo técnico estudió la factibilidad, oportunidad y conveniencia de elaborar un Plan Continental para la erradicación del *Ae. aegypti* a partir de los programas nacionales (Rodríguez, 2002; Espinoza, 2002). En 1996 y ante la falta de resultados OPS aprobó la resolución CD 39.R11. La resolución establecía el mandato a los estados miembros para el diseño de planes nacionales de ampliación e intensificación al combate contra *Ae. aegypti* (OPS, 1997; Rodríguez, 2002).

En 1997, el grupo se reunió en Caracas Venezuela y elaboró el Plan Continental. Una de las observaciones en el diseño de las campañas, sugirió la implementación del control más que la erradicación, ya que el control implica el uso eficiente de recursos limitados para el combate del vector en áreas problemáticas, mientras la erradicación implica una cobertura universal de las acciones de lucha contra el vector para su total eliminación y la subsiguiente vigilancia para evitar la re-infestación (Espinoza, 2002). Los componentes del plan se dirigían a:

1. Eliminar los criaderos de *Ae. aegypti* (saneamiento ambiental, participación social y comunicación, y control químico).
2. Control de emergencias (tratamiento espacial con equipos pesados y portátiles, tratamiento perifocal).
3. Vigilancia entomológica (índices de infestación, susceptibilidad del mosquito, distribución y métodos de vigilancia).
4. Vigilancia epidemiológica (detección precoz de casos)
5. Adiestramiento (talleres y seminarios para intercambio y promoción de nuevas estrategias)
6. Investigación (métodos de bajo costo aplicables)
7. Estructura y gestión (estrategias efectivas constituidas por un equipo multidisciplinario).

Con estos objetivos dio inicio el diseño de campañas multidisciplinarias para mantener una vigilancia activa. Los profesionales en áreas endémicas de la enfermedad se dirigieron a esclarecer la biología, comportamiento de búsqueda de hospedero, las señales químicas, el comportamiento de la puesta de huevos entre otros. Este es el principal esfuerzo internacional para prevenir las epidemias transmitidas por *Ae. aegypti* que giran en torno a la vigilancia entomológica y el control del vector (Clark, 1994). La perspectiva de este enfoque originó una gran diversidad de herramientas que se utilizan actualmente en las campañas de salud, sin embargo este esfuerzo es aun insuficiente.

7.4. Sistemas de Vigilancia de Vectores

La vigilancia entomológica está definida como el conjunto de actividades organizadas, programadas y orientadas a la recolección y registro sistemático de información sobre las poblaciones de insectos vectores (inmaduros y adultos) que permita predecir, prevenir y/o controlar los daños, molestias y enfermedades que transmiten al hombre (DIGESA, 2002). En otras palabras la vigilancia entomológica se encarga de determinar las variaciones poblacionales del vector para facilitar las decisiones de control apropiadas y oportunas. Algunas de las herramientas para la vigilancia incluyen el uso de encuestas e índices entomológicos mayormente enfocados a las fases inmaduras (Sánchez et al., 2006). Son consideradas mediciones indirectas y poco confiables por la mortalidad en la población de esta etapa. Y en menor cantidad están las mediciones directas de adultos, con una diferencia metodológica importante en el muestreo de poblaciones que genera variaciones en los resultados.

La encuesta es la mejor opción para determinar la densidad larvaria y sin embargo éste es un parámetro poco confiable (Espinoza, 2002). El índice Breteau (No. de contenedores con larvas x 100 casas), índice de casa (% casas positivas a larvas), índice de contenedor (% de contenedores positivos a larvas) e índice maya (contenedores controlables-riesgo de criadero y contenedores desechables- riesgo de higiene) son los índices mas utilizados a nivel mundial en la evaluación de Dengue. Aunque debido a que fueron diseñados para la predicción de transmisión de fiebre amarilla se han señalado ya, algunas incongruencias en sus resultados y su correlación con la densidad de adultos (Tun et al., 1995; Fernández y Flores, 1995; Arredondo et al., 2010).

El índice de pupas consiste en el recuento de todas las pupas encontradas en cada recipiente (Focks y Chadee, 1997; Focks et al., 2000). Sin embargo debido a la complejidad práctica del conteo en recipientes grandes, además del tiempo y a pesar de que representa un mejor indicador de la infestación del mosquito es poco utilizado (Espinoza, 2002). La productividad de este índice fue probada por Barrera et al., (2006) en conjunto con el tipo de recipiente concluyendo que puede generar una vigilancia y control focalizado para mejores resultados en la prevención (Focks, 2006).

Actualmente está en boga el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con mapas aéreos digitalizados en conjunto con un sistema de toma de decisiones (Beaty et al., 2010; Fernández y Flores, 1995). Estas herramientas pueden usarse ya sea con la ubicación de los casos, trampas, el manejo de índices aélicos y otros datos requeridos para la toma de decisiones en las acciones profilácticas. Sin embargo y definitivamente el uso de estas nuevas herramientas requiere datos confiables con un nivel de predicción aceptable, que deberán ser obtenidos de forma manual por el personal de los programas de control.

El sistema de vigilancia implementado con el objetivo de controlar al vector debe observar los recursos disponibles, las agencias públicas de apoyo, expertos en el tema, el nivel de los resultados deseados, el área a inspeccionar y el papel de la comunidad. Como todo proceso debe estar sujeto a evaluaciones externas que debe realizar personal ajeno a las tareas profilácticas. Finalmente la periodicidad del control debe ser de acuerdo al grado de infestación y/o casos presentados de una enfermedad transmitida por el vector. Pues debe tomarse en cuenta que los índices obtenidos y utilizados brindan información de la densidad del vector más no del grado de contacto humano– vector (Rodríguez, 2002).

7.5 Físicoquímica y trampas utilizadas en la vigilancia de *Ae. aegypti*

Esta sección está dirigida únicamente a la vigilancia de adultos, específicamente las hembras adultas de *Ae. aegypti*. La vigilancia sistemática de adultos incluye tres métodos de captura: muestreo con trampas, muestreo con cebo humano y muestreo de mosquitos en reposo (SSA, 2006). Cada uno de los métodos observa varios y diversos factores de la bionomía del mosquito, todos relacionados con la fisiología de la hembra.

7.5.1. Fisiología y Físicoquímica

La respuesta conductual y fisiología de los mosquitos es regulada por los ritmos circadianos endógenos influenciados por los periodos de luz y oscuridad (Tomioka y Sakamoto, 2006). Sin embargo estos dos factores son afectados también por señales olfativas (Torres y Rodríguez, 2003). En general los distintos patrones de comportamiento se expresan ante diferentes estímulos, de acuerdo a su estado fisiológico. De modo que la activación de una conducta específica del mosquito es influenciada por plumas odoríferas llamadas semioquímicos que se encuentran en el ambiente (Davis, 1989; Takken, 1999). Estos aromas son influenciados por factores externos como la lluvia, el viento, la humedad y la temperatura; además de los factores internos del mosquito como la edad, el sexo, el estado fisiológico y la preferencia alimenticia (Rudolfs, 1922; Torres y Rodríguez, 2003; Rebollar, 2005). La activación conductual para la orientación y búsqueda depende también de las características específicas de la fuente de olor, del olor en si, receptores específicos,

el sitio donde se produce el aroma e incluso la especie del mosquito (Zwiebel y Takken, 2004; Rebollar, 2005).

La dinámica de activación de la respuesta de un mosquito ante un estímulo es iniciada primeramente por factores físicos a distancia como la luz, el movimiento, la temperatura, el color, humedad etc. (Rudolfs, 1922) Cuando el mosquito se ha acercado a su objetivo entran en el contexto de orientación los estímulos químicos mencionados anteriormente. Además de estructuras corporales como las sensilias, los palpos y las antenas (Davis, 1989).

7.5.2. Semioquímicos

El conocimiento de la relación fisiología - conducta ha logrado la identificación de una gran diversidad de sustancias químicas o aleloquímicos que activan o regulan diversas conductas en los insectos. Los aleloquímicos se clasifican de acuerdo al costo beneficio del emisor y el receptor en alomonas, kairomonas y sinomonas. Las alomonas benefician al emisor pero no al receptor. Las kairomonas benefician al receptor a costa del emisor. Las sinomonas benefician tanto al receptor como al emisor (Taken, 1999; Wyatt, 2003).

Ahora se conoce que el comportamiento de búsqueda de un sitio para la ovoposición esta mediado por compuestos llamados esteres metílicos y propílicos de cadena corta, ácidos grasos como etilo acetato, etilo propionato y metilo butirato. Sin embargo estos compuestos se activan solamente ante ciertos factores existentes tanto en el mosquito como en el ambiente (Davis, 1989).

Uno de los principales patrones de comportamiento es el de búsqueda de hospedero que agrupa todas las acciones o habilidades necesarias para la localización

y/o adquisición de la fuente de sangre (Klowden, 2006). De igual forma que para la ovoposición, se han identificado ya importantes compuestos que activan esta conducta. Algunos compuestos producidos por el hospedero que activan una respuesta son el CO₂ y los ácidos grasos (Rudolfs, 1922, Bosch et al., 2000). Estos dos tipos de compuestos hoy son considerados entre los principales atrayentes sensoriales para los mosquitos. Además de aldehídos, alcoholes, cetonas, aminas y compuestos aromáticos (Barrozo y Lazzari, 2004). De los compuestos producidos por el ser humano de forma natural, el CO₂ y el ácido láctico son los más abundantes en la piel humana (Acree et al., 1968) de ahí que sean estos los activadores del vuelo en busca de hospedero. Son importantes en la activación de la respuesta los receptores de la porción anterior del abdomen, además de las neuronas sensitivas en antenas (Ac. láctico) y palpos maxilares (CO₂) (Davis, 1989).

Además de estos compuestos existen también como atrayentes ya conocidos y utilizados el octanol (Takken, 1999), el amoniaco, el ácido hexanoico, y el ácido caproico (Bosch et al., 2000; Smallegange et al, 2005), estos últimos escasamente utilizados.

El papel de los compuestos volátiles dentro de las casas parece jugar un papel importante en la focalización de los casos de una enfermedad transmitida por un vector antropofágico (Ríos et al., 2008). La cantidad y el tipo de compuesto exhalado es determinante para la selección de un hospedero, es por eso que el diseño de una trampa dirigida a los vectores de enfermedades humanas deberá contener proporciones adecuadas y parecidas a las emanadas por los humanos. Influye también la distribución espacial de la pluma para el inicio de la actividad de vuelo, pues plumas turbulentas ejercen un mayor efecto que plumas homogéneas (Geier et al., 1999). En consecuencia no solo el compuesto atrayente y la trampa utilizada son

determinantes en la obtención de buenos resultados. Los compuestos que se encuentran dentro de las casas son una competencia para los atrayentes utilizados en la vigilancia debido a su distribución espacial natural. La interacción entre las personas que comparten una habitación, actividades o trabajo forman un microambiente en el que se complementan una gran cantidad de aromas. Estas plumas odoríficas dan a cada casa una esencia específica y atrayente para un vector específico como se observó en el estado de Chiapas con *Anopheles albimanus* (Ríos et al., 2008). Entre estos compuestos podemos encontrar algunos que se han reconocido como atrayentes y otros que en mayor cantidad funcionan como repelentes. De modo que estas mezclas pueden significar un aumento o disminución en la focalización de casos de una determinada enfermedad (Ríos et al., 2008).

Finalmente se han observado tres tipos de estrategias de vida cuando un mosquito está en busca de hospedero. La búsqueda de hospedero basada en el tipo de compuesto emitido por el hospedero y que determina su especificidad. La búsqueda de hospedero mediante la cohabitación en el mismo ambiente del vector y su hospedero. Y finalmente el aumento de la población lo cual incrementa el riesgo de transmisión (Day, 2005).

7.5.3. Trampas utilizadas en la vigilancia

Existen diferentes tipos de trampas según el objetivo de la vigilancia y los medios disponibles, en la figura 6 se exponen algunos ejemplos de las trampas mas utilizadas.

A) Dirigidas a la vigilancia de ovoposición: Utilizan materiales adherentes, feromonas sintéticas, atrayentes, infusiones, recientemente se ha adaptado

Vigilancia de oviposición

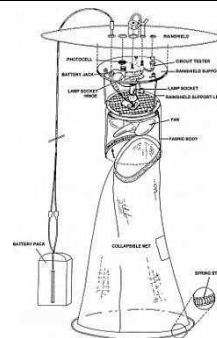
Ovitrapa



Es la trampa más sencilla, imita las características del sitio de ovoposición. Utiliza materiales adherentes y agua.
Costo: 1-2 dll
Fuente: Silver, 2008

Vigilancia de búsqueda de hospedero

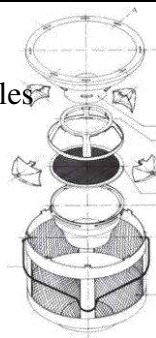
Trampa de luz CDC



Usa una fuente de luz y un sistema de succión como atrayente.
Costo: 170 dll
Fuente: Silver, 2008

Adultrap

Imita sitios de reposo u ovoposición. Emplea señales visuales e infusiones.



Costo: 85 Reales (Brasil) (\$650mex)
Fuente: Donati and Castro, 2007

BG-Sentinel

Imita corrientes de convección creadas por el cuerpo humano. Usa señales visuales y un atrayente sintético de marca propia.



Costo: 200 dll
Fuente: Geier et al, 2006

Mosquitrap

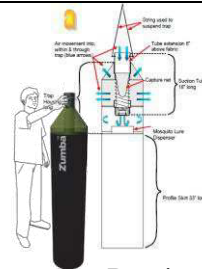
Utiliza una tarjeta adhesiva y una infusión de Panicum maximum. Su sistema evita la eclosión.



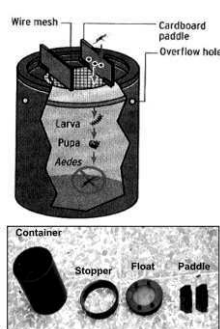
Costo: 650 \$Arg
Fuente: ECOVEC, 2010

Zumba Trap

Imita corrientes de convección creadas por un cuerpo humano. Usa señales visuales/CO₂/un atrayente sintético.



Precio: 190 dll
Fuente: Zumba Instruction Manual, 2004.



Ovitrapa (larvae killer MT1008)
Usa una infusión de zacate y una superficie de ovipostura. Evita la emergencia de adultos con una malla

Costo: 10 dll aprox.
Fuente: CDC. 2012

Mosquito Magnet

Usa gas LP para producir CO₂, otros atrayentes de patente propia y un sistema de succión



Costo: 350-420 dll
Fuente: Mosquito magnet, 2012

Figura 6. Tipos de Trampas utilizadas en la vigilancia entomológica de acuerdo al objetivo de la vigilancia. Se señalan las principales características de funcionamiento y el costo aproximado del sistema de trapeo consultado en diversos sitios de venta. En la tabla se enlistan los sistemas más utilizados o representativos de cada tipo.

también el uso de larvicidas. Se utilizan en estudios de dispersión y rango de vuelo de mosquitos. Ordoñez et al., (2001) sugiere que pueden ser adaptadas a los programas de control en América Latina por la facilidad de uso y su bajo costo e. g. Ovitrapas, adultrap, mosquitrap.

B) Dirigidas a la vigilancia de búsqueda de hospedero. Se basan en el uso de atrayentes físicos y químicos como el bióxido de carbono, luz negra, corrientes de succión etc., para atraer a los mosquitos a la trampa (Silver, 2008). e. g. trampa de luz CDC, BG-Sentinel, trampa Zumba.

Con estas observaciones se ha diseñado a lo largo de los años una gran cantidad de herramientas dirigidas al control de vectores, la mayoría basada en el uso del CO₂ y otros compuestos. Las trampas mayormente exitosas son la trampa de luz CDC, la Mosquito Magnet® y BG Sentinel®. Ésta última ha demostrado una mayor efectividad que los modelos previos (Geier et al., 2006; Maciel et al., 2006) hasta convertirse en un estándar dorado de la vigilancia. Los datos derivados de estos métodos son variables de un sitio a otro, y aunque algunos dispositivos aportan datos importantes, éstos no son predictivos. Pues no indican una alta efectividad en el control de mosquitos, la reducción de poblaciones, o la reducción de las tasas de picaduras por mosquitos.

Estudios con diferentes concentraciones de CO₂ pueden complementar la información que ya se posee respecto a la eficiencia de los sistemas que lo utilizan (Cooperband y Cardé 2006). La atracción hacia este gas puede aumentar la rapidez de activación de vuelo del mosquito y el grado de atracción de éste hacia el hospedero si se agrega otro semioquímico (Steib et al., 2001). Ésta acción puede disminuir la interferencia de las plumas odoríficas naturales del huésped presentes en el ambiente. El uso de esta kairomona sinergista dependerá de la concentración

emitida y/o utilizada por una trampa, el área de vigilancia y la densidad poblacional de mosquitos.

El uso generalizado del CO₂ como atrayente, pero al mismo tiempo el alto costo para su generación ha motivado una búsqueda de nuevas fuentes que lo produzcan con una baja inversión. Saitoh et al., (2004) realizaron pruebas con un sistema de fermentación que produce CO₂ por levaduras y lo adaptaron a la trampa de luz CDC. Al finalizar el experimento determinaron que la trampa tuvo una eficiencia significativa por lo que el sistema utilizado representa una opción en sistemas de vigilancia. Durante el experimento se capturaron las especies zoofílicas *Armigere subalbus*, *Culex halifaxii*, *Cx. pipiens pallens*, *Ochlerotatus japonicus*, y *Tripteroides bambusa*. Para poder utilizar esta iniciativa es necesario que el sistema produzca una cantidad de gas equivalente a la producida por el huésped (45000 ppm) y no tan baja como la del ambiente (300 – 400 ppm) (Barrozo y Lazzari, 2004). La identificación de atrayentes químicos que puedan ser originados continuamente por sistemas vivos, puede incrementar el tiempo de vida y el uso de una trampa por un tiempo determinado. Además de minimizar el costo y la operatividad de un dispositivo de vigilancia de modo que sea aplicable a la vigilancia del vector antropofílico del Dengue.

La conjugación de nuevos hallazgos en sinergia con atrayentes ya conocidos e incluso la integración de sistemas eléctricos de bajo costo se pueden lograr dispositivos de vigilancia asequibles. Un método de trampeo accesible con una captura eficiente para la vigilancia de adultos, o datos útiles en investigación es necesario en los programas de vigilancia.

Con estas herramientas es posible dirigir y focalizar la aplicación de insecticidas, por medio de la manipulación del comportamiento de búsqueda de

hospedero. Esta información también puede ser útil para la aplicación de intervenciones destinadas a eliminar las variables del nicho de la enfermedad, como serían el cambio de hábitos alimenticios y promover la higiene del individuo y de sus viviendas (Torres y Rodríguez. 2003).

Los avances recientes relacionados con los dispositivos de vigilancia han ampliado el mercado de esta área. Sin embargo estamos lejos de alcanzar su aplicación en áreas endémicas para el control del vector y la predicción del riesgo.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Cría de mosquitos *Aedes aegypti*

Para los bioensayos de laboratorio se utilizaron hembras *Aedes aegypti* de una cepa establecida en el Laboratorio de Entomología Médica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FCB-UANL). La cepa se obtuvo de huevos colectados en 2006 en la colonia Unidad Piloto del Municipio de Guadalupe N. L.

El cuarto de cría donde estaban los mosquitos se ajustó a una temperatura promedio de 33°C, un fotoperiodo de 12L : 12O y una humedad relativa de 40%. Para obtener los adultos de *Ae.aegypti* se siguió la metodología indicada en el

manual de manejo del A insectario (Pérez et al., 2004).

Se utilizó una superficie de papel filtro de 8x25cm la cual fue colocada en un recipiente con agua declorinada. Para

mejorar y acelerar la eclosión, el medio se suplementó con levadura en polvo. La etapa

larval fue alimentada con una dieta de hojuelas de harina Wardley® para peces tropicales

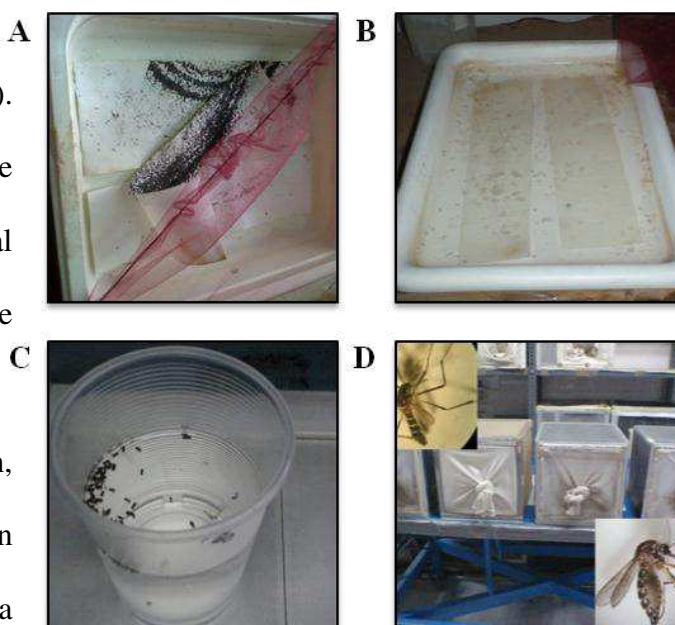


Figura 7. Método de cría de *Aedes aegypti*. Se observan los estadios de desarrollo **A)** Huevos en papeletas, **B)** Larvas en charolas, **C)** Pupas en contenedores para trasladarlas a **D)** Jaulas para adultos.

hasta el siguiente estadio. Las pupas fueron trasladadas en vasos con agua declorinada y colocadas en jaulas de 30 cm³ (Figura 7). Después de la emergencia los adultos fueron alimentados ad libitum mediante un algodón con una solución de azúcar al 10% hasta el inicio de cada prueba

8.2. Prototipos evaluados para los bioensayos

Se evaluaron cuatro prototipos de trampas (Figura 8):

Trampa con entrada superior (TTFE).- Un envase PET (Polietilentereftalato) negro de 650 ml con un embudo de EVA (Etilen Vinil Acetato) negro en la parte superior para la entrada de mosquitos. Se conecta a otro envase PET transparente de 200 ml que contiene el atrayente. Ambos cilindros están unidos por tapa-roscas invertidas y separadas por una malla que permite la difusión del CO₂ hacia el envase colector.

Trampa con entradas Laterales (TSFE).- Este modelo tiene dos embudos en la pared lateral del envase superior. El resto del sistema trabaja de la misma forma que la trampa de embudo superior.

Trampa de Jarro con entradas laterales (TJSFE).- Un envase de plástico PET transparente de 1.5 l tiene 3 embudos de EVA negro en la pared lateral que permiten la entrada de los mosquitos. Basado en el trabajo de Saitoh, se adicionó un sistema de dos botellas (Saitoh et al., 2004) que difunden el gas hacia el interior del prototipo. En el sistema la botella (A) dosifica la salida del gas hacia la botella (B) mediante una manguera de plástico de 7 mm. La botella (B) se conecta a la tapa del prototipo con una manguera de plástico para la dispersión del CO₂.

Trampa de caja para mosquitos (TMB).- Es una caja de plástico ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) negro de 12x14x22 cm con un orificio en la parte

superior para la bolsa de captura. En la parte inferior lleva un contenedor de plástico con tapa de malla para el atrayente. Suspendido al centro se coloca un ventilador metálico de cuatro pulgadas (117 VCA y 2500-3000 rpm) conectado a corriente eléctrica. Con la acción del ventilador se dispersará el CO_2 por los orificios de salida en la parte media. Para la evaluación con ácido láctico se colocó un recipiente de 12 ml adherido a la base del contenedor del atrayente.

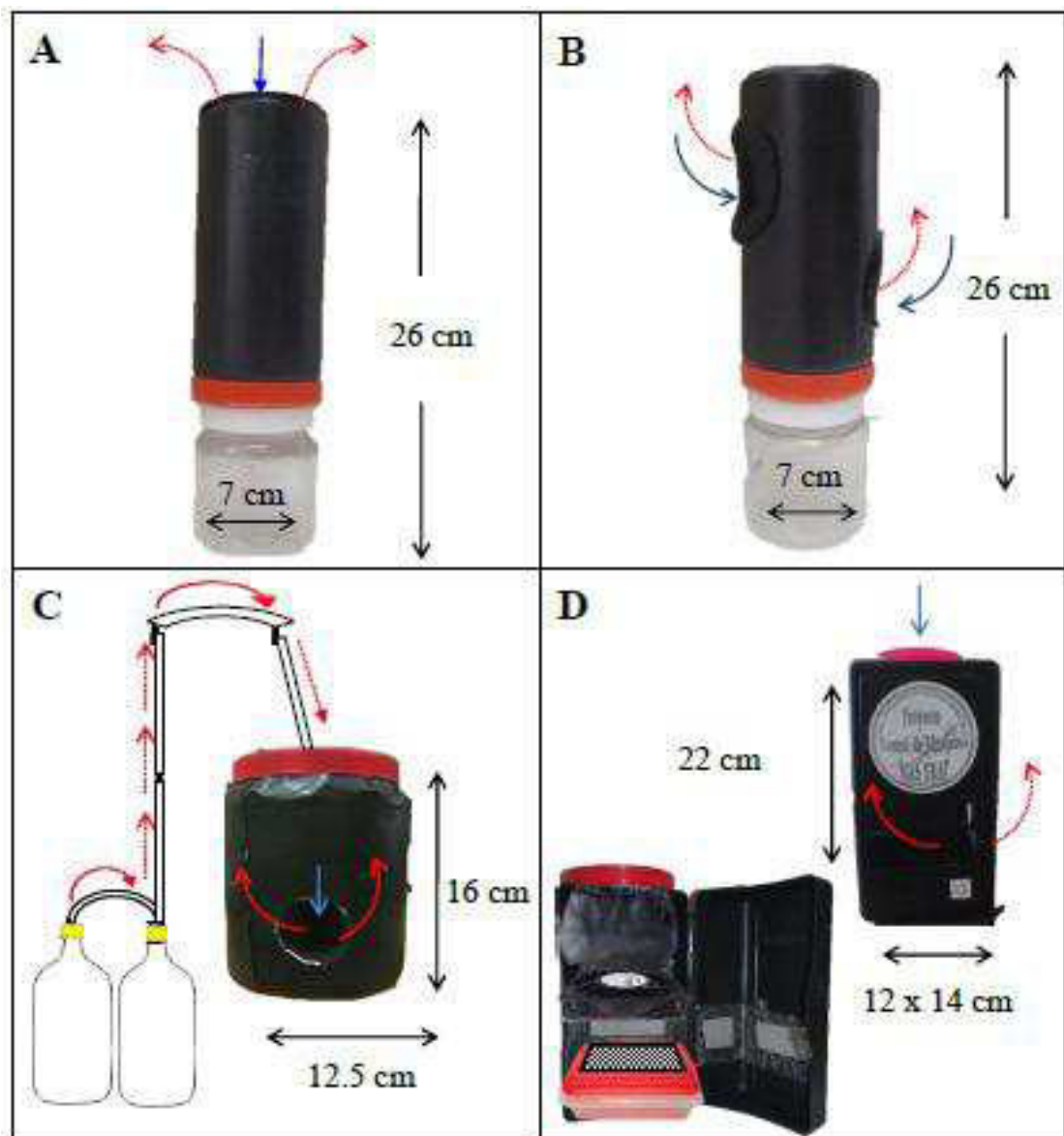


Figura 8. Prototipos evaluados para la vigilancia entomológica de *Aedes aegypti* **A** Trampa con entrada superior (TTSE). **B** Trampa con entradas laterales (TSFE) **C** Trampa de Jarro con entradas laterales (TJSFE). **D** Trampa de caja para mosquitos (TMB). Las flechas punteadas señalan el flujo de CO_2 . Las flechas rojas señalan el flujo del CO_2 , y las flechas azules indican las vías de entrada de mosquitos.

8.3. Mezcla atrayente de Levaduras

La mezcla de atracción utilizada es una solución fermentadora que utiliza como activador biológico la levadura seca *Saccharomyces cerevisiae* (Levadura Azteca® Leviatan y Flor). Las proporciones de agua (ml), azúcar (g) y levadura (g) utilizadas en el orden anterior son las siguientes: TTFE y TSFE 200:50:1. El sistema de 2 botellas (Saitoh et al. 2004) de TJSFE utilizó en la botella A=750:75:6 y la botella B= 850:50:3. MT utilizó 400:100:2. En el caso de MT suplementado con ácido láctico se utilizaron 10 ml (1:1) de ácido láctico grado reactivo (J. T. Baker. Xalostoc, Edo. de México), utilizando una solución nueva en cada repetición. Para la preparación del atrayente se utilizó un recipiente de 1.0 l donde se depositó el agua a temperatura ambiente, se agregó el azúcar y se homogenizó la solución. Posteriormente se agregó la levadura en polvo, se homogenizó y se trasladó a los contenedores de cada trampa. La mezcla de atracción se preparó individualmente para cada prototipo de 3-5 minutos previos a cada ensayo.

8.4. Evaluación de Prototipos en Laboratorio

La evaluación de los prototipos se realizó en el insectario de la FCB-UANL a una temperatura promedio = $29^{\circ}\text{C} \pm \text{SD } 1.8$ y una humedad relativa promedio = $47\% \pm \text{SD } 17.8$. Se usaron jaulas de 60 cm^3 con una distancia de 30 cm entre ellas (Figura 9). Se liberaron 25 hembras *Ae. aegypti* nulíparas de tres días de edad, las cuales no habían sido alimentadas con sangre. En el centro de cada jaula se colocaron individualmente los distintos prototipos y después de un tiempo de exposición de 24 h., las trampas fueron retiradas y se contabilizó el número de mosquitos atrapados en

los dispositivos de colecta de cada trampa. Los mosquitos que no fueron capturados por las trampas prototipo, fueron extraídos de las jaulas usando una mochila aspiradora. Tanto los colectores de las trampas como los contenedores del aspirador, fueron colocados en frío para

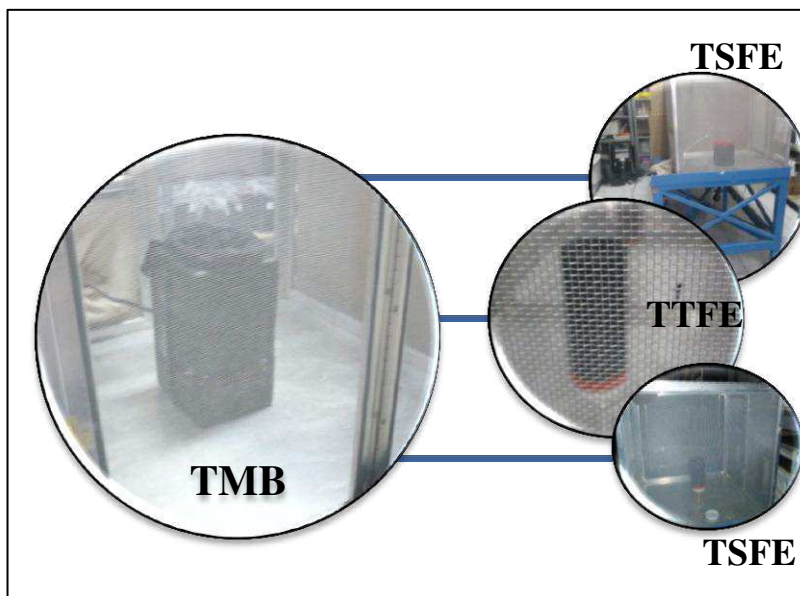


Figura 9. Ensayos de Laboratorio para cada prototipo utilizando jaulas de 60 cm³.

facilitar el conteo de los mismos. Los bioensayos se realizaron con cinco repeticiones por trampa utilizando un lote nuevo (n=25) de mosquitos para cada repetición.

8.5. Selección de Prototipos en Pruebas de Semi-campo

En las pruebas de semi-campo se evaluaron los prototipos TSFE, TJSFE, TMB y TMB suplementado con ácido láctico. La mezcla de atracción fue la misma para las trampas evaluadas.

La evaluación de los prototipos se realizó en un terreno adyacente al invernadero de FCB-UANL. Debido a factores externos no se registró la temperatura y la humedad relativa durante el periodo en que se desarrollo el ensayo. Para la prueba de semi-campo se utilizaron jaulas de 2m³ de tela de malla fina, las cuales fueron sujetadas a una estructura exterior compuesta de tubería PVC.

Dentro de cada jaula se liberaron 100 hembras *Ae. aegypti* de tres días de edad sin alimentación sanguínea. En el centro de cada jaula se colocó individualmente cada uno de los prototipos y se fijó un tiempo de exposición de 24 h. Con el propósito de evitar que hormigas u otros depredadores se introdujeran a las trampas y consumieran las hembras atrapadas en cada trampa, cada una de éstas se situó sobre charolas llenas de agua para actuar como barrera de aislamiento. Después de este periodo se extrajeron las trampas y la bolsa de colecta en el caso de TMB. Los mosquitos no capturados fueron retirados con el aspirador motorizado (Figura10). Las trampas y contenedores del aspirador fueron transportados al insectario de la FCB y colocados en frío para el conteo de mosquitos. Se realizaron 15 repeticiones por tratamiento utilizando un lote nuevo de mosquitos ($n= 100$) para cada repetición.



Figura 10. **A.** Jaulas de malla para ensayos de semi-campo. **B.** Aislamiento de Trampas para evitar daño por depredadores. **C.** La extracción de mosquitos se realizó con el aspirador motorizado para comprobar la concordancia captura - no captura con la población liberada.

8.6. Cuantificación de la tasa de liberación de CO₂ y la tasa captura de TMB

Cada factor se analizó por separado y en forma simultánea en el insectario del Laboratorio de Entomología Médica a una temperatura de $28.5^{\circ}\text{C} \pm \text{SD } 3.8$ y una humedad relativa de $33.4\% \pm \text{SD } 11.2$. Para la determinación de la tasa de liberación de dióxido de carbono, se utilizó un respirómetro volumétrico (Carmona et al., 2004), que funciona midiendo el volumen desplazado por unidad de tiempo. El diseño consistió en colocar un volumen de 1.0 l de agua dentro de un recipiente de 3.0 l de capacidad. Posteriormente se colocó una probeta de un litro de capacidad en forma invertida y estuvo llena con agua (sin burbujas) hasta el borde superior obteniendo un volumen final de 1.195 l. A este sistema se conectó una manguera de 7 mm de una botella con 400 ml (Figura 11) de la mezcla de atracción utilizada por la trampa de caja. Una vez conectado el sistema, se registró el volumen desplazado a 1, 2, 4, 8, 16 y 32 h posteriores, aforando la probeta hasta el borde cada vez que el desplazamiento del volumen llegó hasta la marca de 1.0 l. Se realizaron 10 repeticiones de las determinaciones de CO₂ producido por cada periodo.

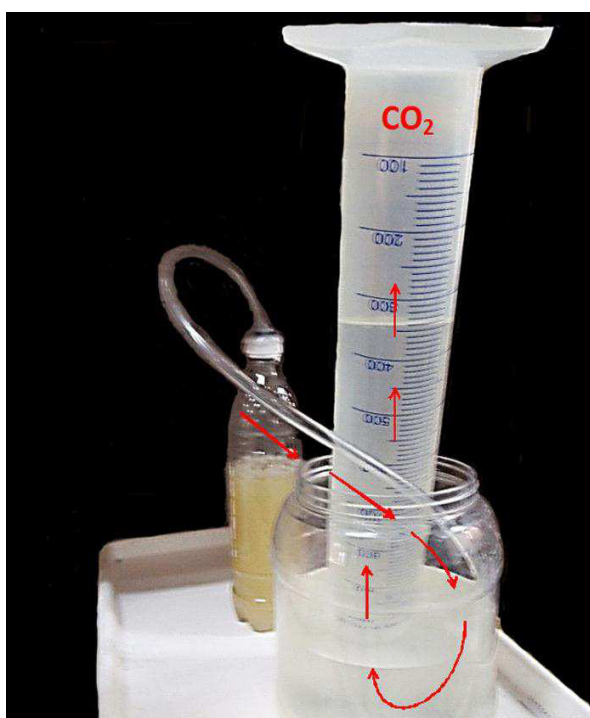


Figura 11. Respirómetro volumétrico para la cuantificación de la cantidad de CO₂ producido por la mezcla de atracción. El sistema consiste de una botella, la cual contiene la mezcla microbiológica de atracción y que produce el CO₂, el cual es conducido por una manguera hacia el interior de una probeta de plástico colocada de forma invertida. La producción de CO₂, se determinó al cuantificar el volumen (ml) desplazado al interior de la probeta.

Por otra parte, la determinación de la captura se realizó en el laboratorio y bajo las mismas condiciones que en el bioensayo de la cuantificación de CO₂ producido por la mezcla de atracción. Se utilizó una jaula de 2 m³, dentro de la cual se liberaron 100 hembras *Ae. aegypti* nulíparas con una edad de tres días y que no habían sido previamente alimentadas con sangre. Después se introdujo a la jaula el prototipo TMB y se posicionó en el centro de la misma. La trampa fue activada y se permitió un tiempo de exposición total de 32 h. Para determinar el número de mosquitos capturados a diferentes periodos de tiempo (1, 2, 4, 8, 16 y 32 h.), se realizó el cambio de la bolsa colectora y se contabilizó el número de mosquitos capturados para cada periodo. En el caso de que los 100 mosquitos experimentales se hubieran capturado antes del lapso máximo de 32 h. se finalizó la observación. Los mosquitos capturados se colocaron sobre una platina fría (modelo 1431. BioQuip, Rancho Domínguez, CA, USA) para facilitar el conteo. Para cada periodo de observación, se realizaron 10 repeticiones utilizando un lote diferente de mosquitos por cada uno.

8.7. Evaluación de la eficiencia de captura en campo de la trampa de caja para mosquitos (TMB).

El trabajo experimental se desarrolló en una zona aledaña al Río Pesquería en San Nicolás de los Garza, Nuevo León (Figura 12). La selección del área se realizó en base a la disposición de criaderos que facilitaran la reproducción del mosquito.

El periodo de estudio fue durante el mes de Septiembre de 2010, que corresponde a la estación de lluvias. Para complementar la información el ensayo se realizó dos meses después de que el área fuera impactada por el huracán Alex, lo que propició un aumento en los criaderos disponibles de la especie de interés en los meses

subsiguientes. El registro diario de las condiciones ambientales indicó una temperatura promedio de $38^{\circ}\text{C} \pm 1.2$ y una humedad relativa de $40\% \pm 0.9$. En el área de estudio, se seleccionaron al azar cuatro manzanas. De cada manzana se seleccionó una casa para evaluar tres condiciones experimentales del prototipo: el prototipo con agua como atrayente, el prototipo sin



Figura 12. Área de estudio en San Nicolás de los Garza, Nuevo León. El área seleccionada es delimitada por líneas de color amarillo.

Durante Septiembre de 2010 se Realizó un estudio de bloques al azar.

atrayente y el prototipo con el atrayente de levaduras. Cada prueba experimental inició por la tarde entre las 1300 a 1400 h y finalizó al día siguiente (24 h de exposición) a aproximadamente las 1300 a 1400h. Los prototipos de TMB fueron colocados en el exterior del domicilio con una distancia de dos metros entre cada uno y conectados a una fuente de energía CA. Después del tiempo de evaluación (24h), se retiró la bolsa de colecta de las trampas y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la FCB-UANL. En el insectario se colocaron en frío para facilitar el conteo y la identificación de los mosquitos capturados. La identificación se realizó bajo el estereomicroscopio con las claves de Darsie and Ward (2005). El diseño experimental de bloques al azar fue planteado para obtener cinco bloques con tres condiciones para cada dispositivo de captura.

8.8. Evaluación de la eficiencia de captura en campo de la trampa de caja (TMB), el aspirador de mochila (BPA) y BG Sentinel (BGS)

El trabajo experimental en campo se desarrolló en un área con casos de dengue previamente reportados del municipio de Escobedo, N.L. (Figura 13). El

periodo de estudio fue durante los meses que corresponderían a la estación de lluvias, pero por una situación inusual de sequía prevaleciente en el norte del país, la cantidad de lluvia fue escasa. El registro diario de las condiciones ambientales promedio una temperatura de $32^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ y una humedad relativa de $27\% \pm 3$.

En el área de estudio, se seleccionaron al azar tres manzanas. De cada manzana se seleccionaron tres casas para evaluar los tres métodos de captura (TMB,



Figura 13. Área de estudio en Escobedo Nuevo León. El área seleccionada es delimitada por líneas de color amarillo.

Durante el 17 – 25 de Octubre de 2011 se seleccionaron al azar 30 casas

BPA, BGS). Cada prueba experimental inició por la tarde entre las 1300 a 1500 h. y finalizó al día siguiente (24 h de exposición) a aproximadamente las 1300 a 1500h.

Las trampas BG Sentinel y TMB fueron colocadas en el exterior del domicilio y después del tiempo de evaluación (24h), se retiró la bolsa de colecta de las trampas. Mientras que para la evaluación de captura usando la mochila aspiradora se realizó una colecta de adultos en el exterior de cada casa durante un periodo de tiempo de 15-20 min.

En el proceso de aspiración, se involucraron dos personas que se hicieron cargo de la logística para facilitar el movimiento de otros artículos. Inmediatamente después de cada colecta, se procedió a resguardar los viales colectores en hieleras y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la FCB-UANL. En el insectario se colocaron en frío para facilitar el conteo y la identificación de los mosquitos capturados. La identificación se realizó bajo el estereomicroscopio con las claves de

Darsie y Ward (2005). El diseño experimental fue planteado para obtener datos de 30 repeticiones para cada dispositivo de captura, aunque por diferentes razones algunas réplicas fueron eliminadas de los análisis estadísticos.

8.9. Análisis estadístico

Para cada uno de los experimentos de laboratorio de campo se realizó una prueba de normalidad Anderson-Darling mediante el software estadístico Minitab 11.0 (Minitab Inc., Coventry, UK). La eficiencia de captura de los prototipos en laboratorio fue evaluado con un análisis de varianza de una vía. La variable de respuesta fue el número de mosquitos capturados por unidad de tiempo. Para establecer la diferencia entre los prototipos se realizó una comparación múltiple de medias por la prueba de Tukey. Los experimentos de semi-campo fueron analizados con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Mientras la diferencia entre los prototipos fue evaluada con una prueba de comparación múltiple no paramétrica de Nemenyi. Para la cuantificación de la producción de CO₂ y la determinación de captura de TMB, se usó una regresión lineal con la media de los datos obtenidos para cada tiempo de exposición. Los datos resultantes de la evaluación inicial del prototipo en campo fueron analizados con la prueba no paramétrica de Friedman. No fue necesario realizar prueba de comparación de medias para este ensayo. Por último los datos de la prueba de campo fueron analizados con una prueba ANOVA de una vía. Donde la variable de respuesta fue el número de mosquitos capturados después de 24 h. Las diferencias encontradas fueron comparadas mediante una comparación múltiple de medias por Tukey. Todos los análisis se consideraron significativos si $p < 0.05$.

9. RESULTADOS

9.1. Evaluación de Prototipos en Laboratorio

En la evaluación de laboratorio de los cuatro prototipos de trampa para adultos *Ae. aegypti*, TMB fue el único prototipo con una captura de hasta 94% de la población experimental. El resto de los prototipos tuvieron una baja efectividad de captura. El dispositivo TJSFE capturó un 6% de la población de prueba, mientras los prototipos TTFE y TSFE alcanzaron 30% y 35% respectivamente. El análisis de varianza (ANOVA) demostró que existía al menos una diferencia estadística significativa ($F= 14.02$; g. l. = 3,16; $p<0.01$) entre ellos y mediante la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($q = 4.05$; g. l. = 4,16; $p<0.05$) se encontró que el prototipo TMB fue significativamente diferente con una captura hasta tres veces mayor a los prototipos TTFE, TSFE y TJSFE. Los dispositivos TTFE y TSFE fueron encontrados iguales y el modelo TJSFE fue diferente al resto de los modelos evaluados y el menos eficiente (Figura 14).

9.2. Selección de Prototipos en Pruebas de Semi-campo

En los bioensayos realizados bajo condiciones de semi-campo, se observó que existió una gran diferencia de respuesta de los mosquitos hacia los distintos prototipos (Figura 15). La trampas que mostraron la mayor efectividad de captura fueron la TMB y la TMB suplementada con ácido láctico (Kruskal-Wallis $H= 45.97$, g. l.= 3; $p < 0.01$), y mediante la prueba no paramétrica de comparación múltiple de medias de Nemenyi ($q= 3.76$; g. l = 4, 56; $p < 0.05$), se determinó que las trampas (TMB y TMB + ácido láctico) fueron significativamente diferentes a los prototipos

TSFE y TJSFE. De hecho, TMB y TMB + ácido láctico tuvieron una captura promedio que fue al menos cuatro veces mayor que TSFE y TJSFE.

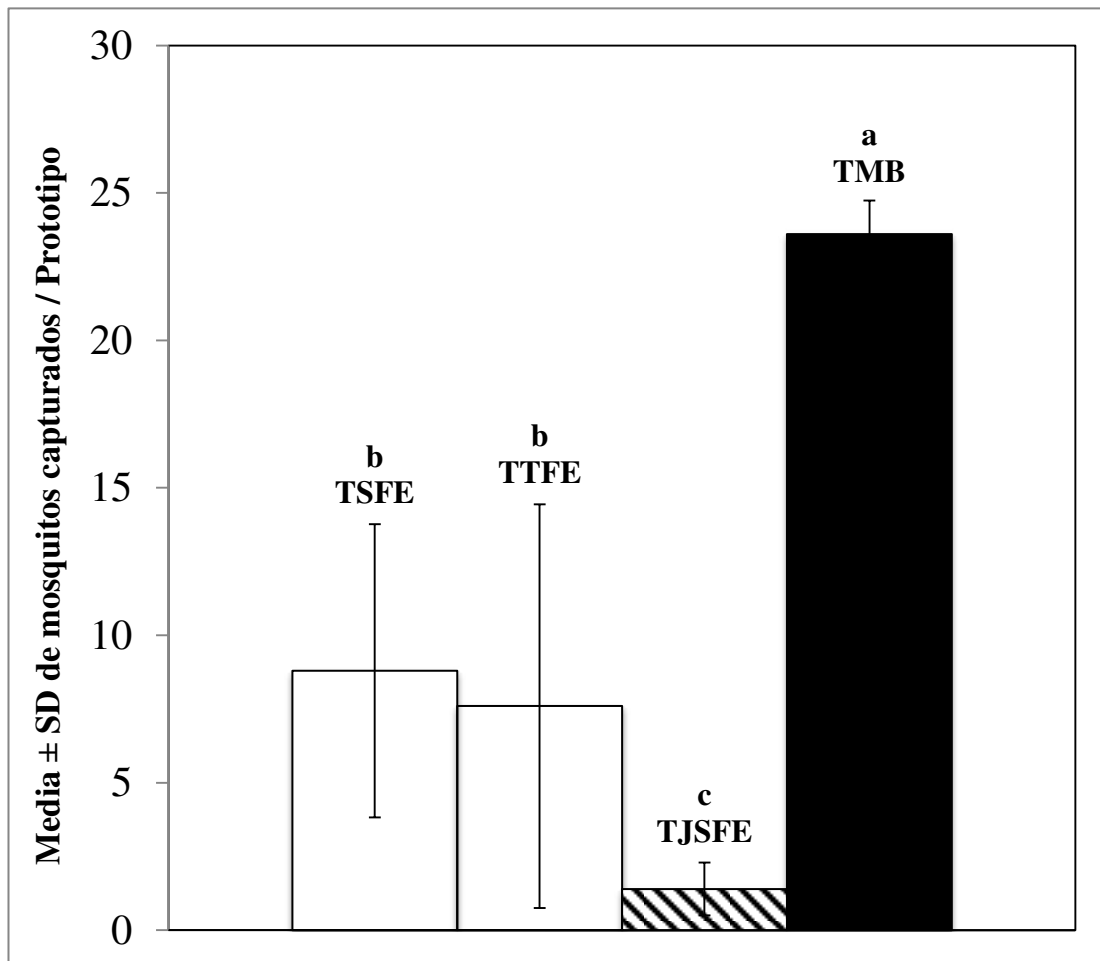


Figura 14. Las medias de captura de hembras *Ae. aegypti* de los prototipos evaluados en laboratorio fueron diferentes significativamente ($P < 0.000$). Tres grupos de medias fueron encontrados según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

- $\bar{x} MT = 23.6$
- $\bar{x} LF$ y $TF = 8.8$ y 7.6
- $\bar{x} LFM = 1.4$

El número de mosquitos para cada ensayo fue $n=25$.

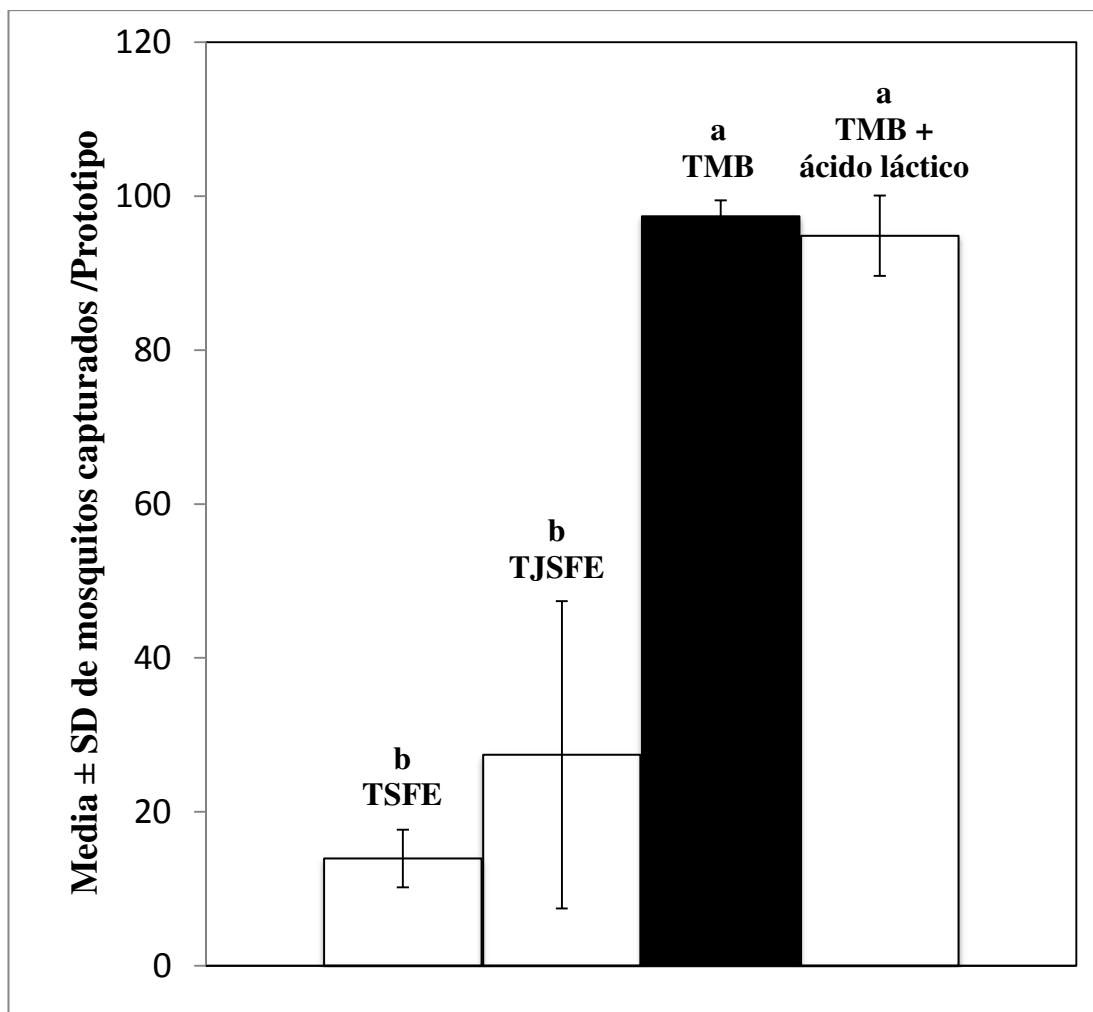


Figura 15. En semi-campo las medias de captura de los prototipos evaluados fueron estadísticamente diferentes ($H=45.97$) según el estadístico de Kruskal wallis. La comparación de medias de Nemenyi ($P < 0.05$) determinó la existencia de dos grupos de medias.

a. \bar{x} TMB y TMB + ácido láctico = 97.4 y 94.9

b. \bar{x} TSFE y TJSFE = 13.9 y 27.4

El número de mosquitos para cada ensayo fue $n=100$.

9.3. Cuantificación de liberación de CO_2 y la captura de TMB

Para la cuantificación del volumen de CO_2 producido por la mezcla atrayente, se determinó que la liberación de este gas metabólico no se lleva a cabo de manera lineal. Por el contrario, se determinó que la mezcla de atracción basada en la actividad microbiana de las levaduras, tiene un mayor volumen de producción de CO_2 hacia las primeras horas de incubación y eventualmente va disminuyendo (Figura

16A), aunque se mantiene la producción hasta un periodo de 32 h. La tendencia de producción de CO₂ por la mezcla de atracción, fue mejor descrita mediante una ecuación de regresión logarítmica [$Y = -631.24 + 941.26 (\log x)$], la cual fue significativa ($F = 13.548$; g. l. = 1,4; $p < 0.05$).

Por otro lado, la tasa de captura de mosquitos por el dispositivo de prueba usando la mezcla de atracción, resultó en una mayor captura de mosquitos durante las primeras horas después de la exposición inicial la cual se incrementaba con el tiempo (Figura 16B) y de hecho en algunas ocasiones la prueba fue concluida antes de las 32 h, debido a que la totalidad de mosquitos experimentales ya había sido capturado. De igual manera que la evaluación de la producción de CO₂, en esta evaluación de captura, se determinó una no linealidad de respuesta, la cual fue mejor explicada por la ecuación de regresión logarítmica [$Y = 20.29 + 23.50 (\log x)$], la cual fue significativa ($F = 102.816$; g. l. = 1,4; $p < 0.01$).

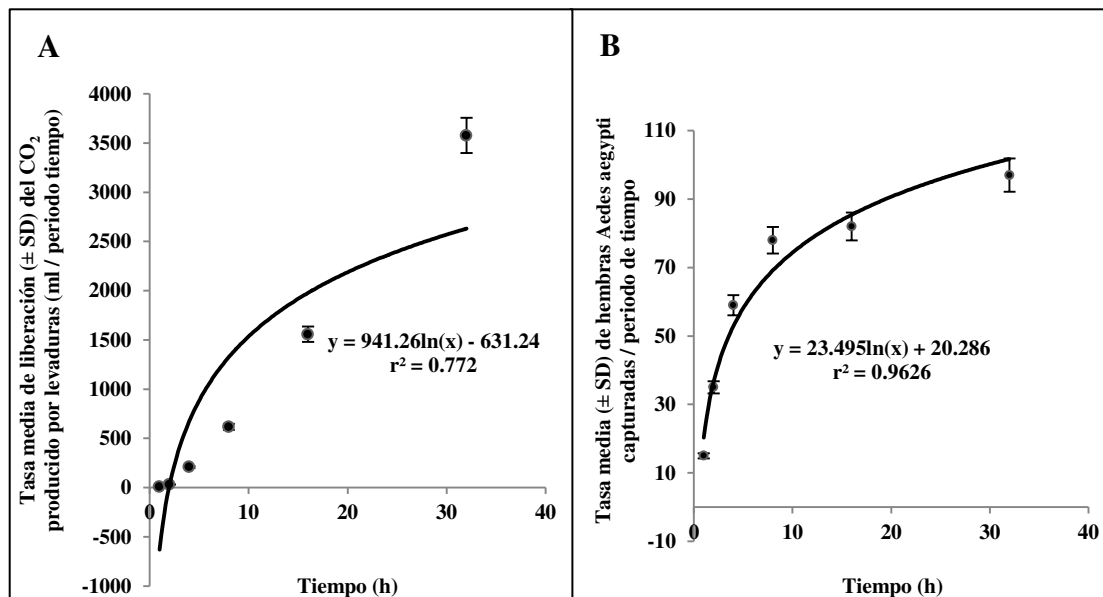


Figura 16. A. Tasa media (\pm SD) de producción de CO₂ por la mezcla atrayente de levaduras en relación con diferentes periodos de tiempo (1, 2, 4, 8, 16 y 32 h) después de la incubación.

Figura 16. B. Tasa media (\pm SD) de las hembras de *Ae. aegypti* capturadas con el prototipo TMB en diferentes intervalos de tiempo (igual al anterior). Los valores de la ecuación de regresión se representan respectivamente, en cada gráfico.

9.4. Evaluación de la eficiencia de captura en campo de la trampa TMB.

El prototipo TMB capturó en campo al menos tres géneros hematófagos: Aedes, Culex y Anopheles. Mediante las tres variables del factor atrayente se obtuvo un total de 218 mosquitos. La distribución observada fue la siguiente: 53 mosquitos del género Aedes, 163 mosquitos del género Culex y al menos 2 mosquitos del género Anopheles. La población fue también clasificada de acuerdo al sexo. Así, de los mosquitos colectados 134 mosquitos fueron hembras y 84 fueron machos. (Tabla 1).

Tabla 1. Mosquitos capturados en campo con el prototipo TMB utilizando un atrayente de levaduras, solución de azúcar o sin atrayente.

	TMB / con CO ₂		Total	TMB / Solución azúcar		Total	TMB / Sin atrayente		Total	TOTAL
	♀	♂		♀	♂		♀	♂		
	Aedes	11	10	21	6	5	11	11	10	21
Culex	27	12	39	35	22	57	42	25	67	<u>163</u>
Anopheles	1	0	1	1	0	1	0	0	0	<u>2</u>
TOTAL	39	22	61	42	27	69	53	35	88	<u>218</u>

Debido a que la especie de interés en este proyecto es *Aedes aegypti*, el análisis de datos se realizó únicamente con los datos de las hembras capturadas, correspondientes a la especie en señalada.

No hubo diferencia entre los promedios de captura de los tres factores atrayentes utilizados en condiciones de campo ($F = 2.842$; g. l. = 2, 5; $p > 0.05$). Es decir que, mediante la prueba de Friedman el prototipo TMB fue igualmente eficiente sin el uso de atrayentes y con el uso del atrayente de levaduras. Y aunque tiene una media de captura menor con el uso de la solución de azúcar como atrayente, la prueba tampoco indicó diferencia alguna con las dos condiciones anteriores (Figura 17). No fue necesario realizar prueba de comparación de medias.

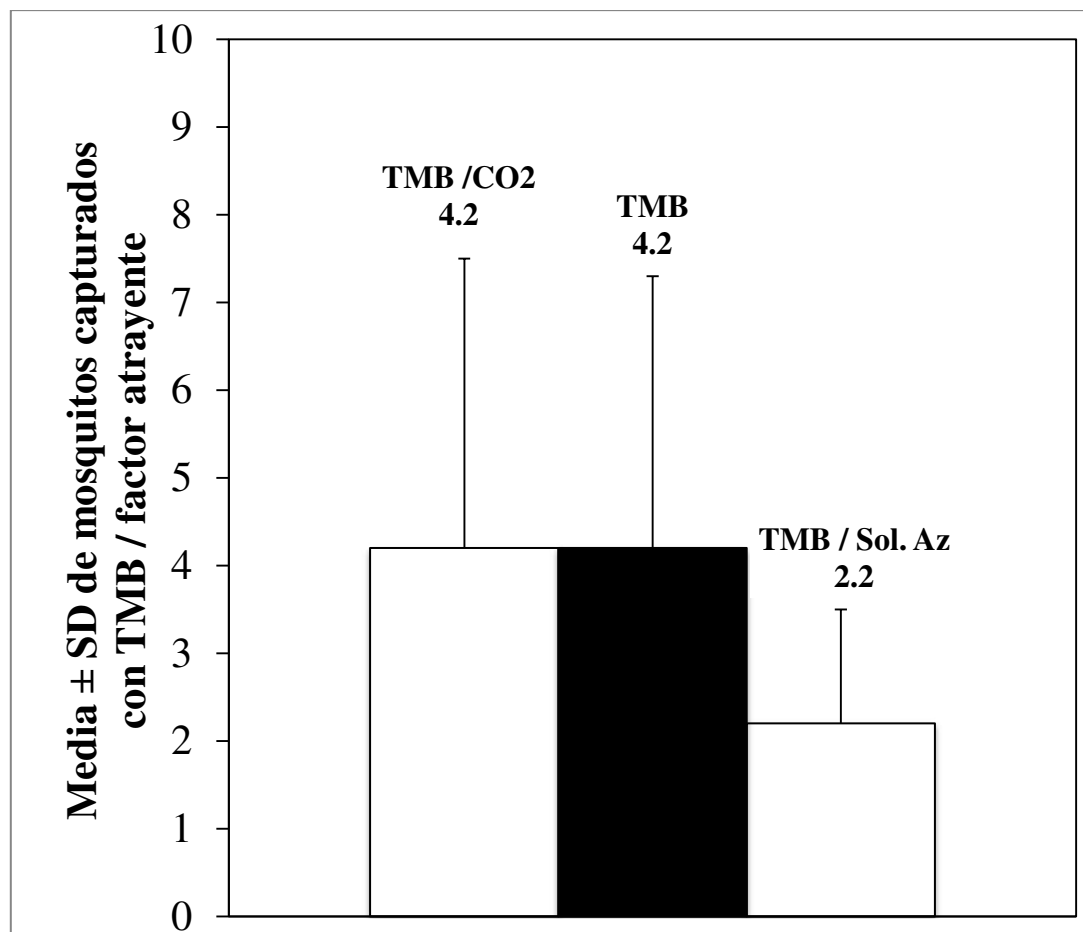


Figura 17. Hembras *Aedes aegypti* capturadas en campo con el prototipo TMB utilizando CO₂ producido por levaduras, una solución de azúcar y sin utilizar ningún atrayente.

a. \bar{x} TMB y TMB/CO₂ = 4.2; \bar{x} TMB/Sol. Az = 2.2

9.5. Estado trófico de las hembras *Ae. aegypti* capturadas en campo.

La clasificación del estado trófico de las hembras se realizó al total de las hembras capturadas. No se agruparon por atrayente utilizados debido a la cantidad de hembras totales. Las hembras capturadas con el prototipo TMB fueron hembras de sella uno o en busca de hospedero. Hembras listas para la ovoposición fueron el siguiente grupo en la distribución. Y por lo menos tres hembras del grupo se encontraron en etapas intermedias de la digestión sanguínea (Figura 18).

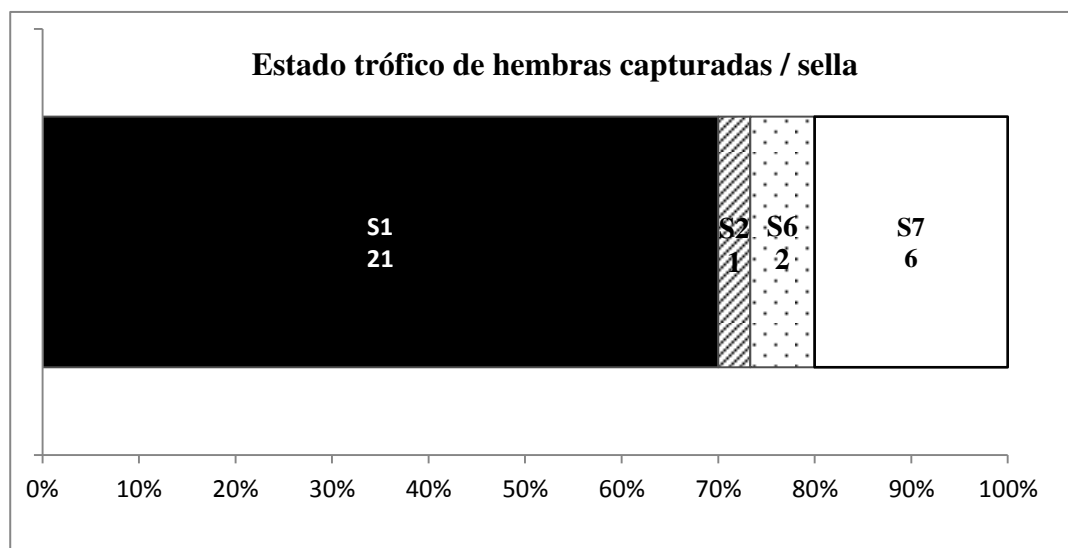


Figura 18. Estado trófico de hembras *Aedes aegypti* capturadas en campo con el prototipo TMB bajo tres condiciones de atracción.

9.6. Evaluación de la captura en campo de la Trampa de caja (TMB), la trampa BG-Sentinel (BGS) y el Aspirador de espalda (BPA)

Mediante la evaluación de los tres métodos en campo se obtuvo un total de 276 mosquitos del género *Aedes*, 52 mosquitos del género *Culex* y al menos 18 mosquitos no pudieron ser identificados por la pérdida de setas y patas (Tabla 2).

Tabla 2. Mosquitos capturados en campo con TMB, BGS y BPA por especie y sexo.

	TMB		Total	BGS		Total	BPA		Total
	♀	♂		♀	♂		♀	♂	
Aedes	59	19	78	83	68	151	17	30	47
Culex	17	5	22	9	15	24	2	4	6
Otros	0	0	0	0	13	13	3	2	5
TOTAL	76	24	100	92	96	188	22	36	58

En referencia al género *Aedes*, BG-Sentinel capturó 151 mosquitos en total. TMB capturó 78 mosquitos y el Aspirador de espalda capturó 47 mosquitos. Sin embargo de esta población solo 83, 59 y 17 fueron hembras en el orden antes mencionado para cada método.

Aunque durante la evaluación de campo con los tres métodos de colecta se capturaron otras especies de mosquitos; el análisis de datos de cada método para establecer la eficiencia de los métodos evaluados, solo incluyó machos y hembras correspondientes a la especie *Ae. aegypti* (Tabla 2).

Los promedios de captura de los tres métodos de colecta evaluados bajo condiciones de campo, mostraron ser estadísticamente diferentes ($F= 22.516$; g. l. = 2, 80; $p<0.01$). La comparación múltiple de medias de Tukey ($q=3.37$; g. l. = 3,80; $p < 0.05$), señaló que el promedio de respuesta de TMB fue igualmente efectivo al que se obtuvo con el método de BGS, y que ambos fueron estadísticamente superiores al método de BPA (Figura 19).

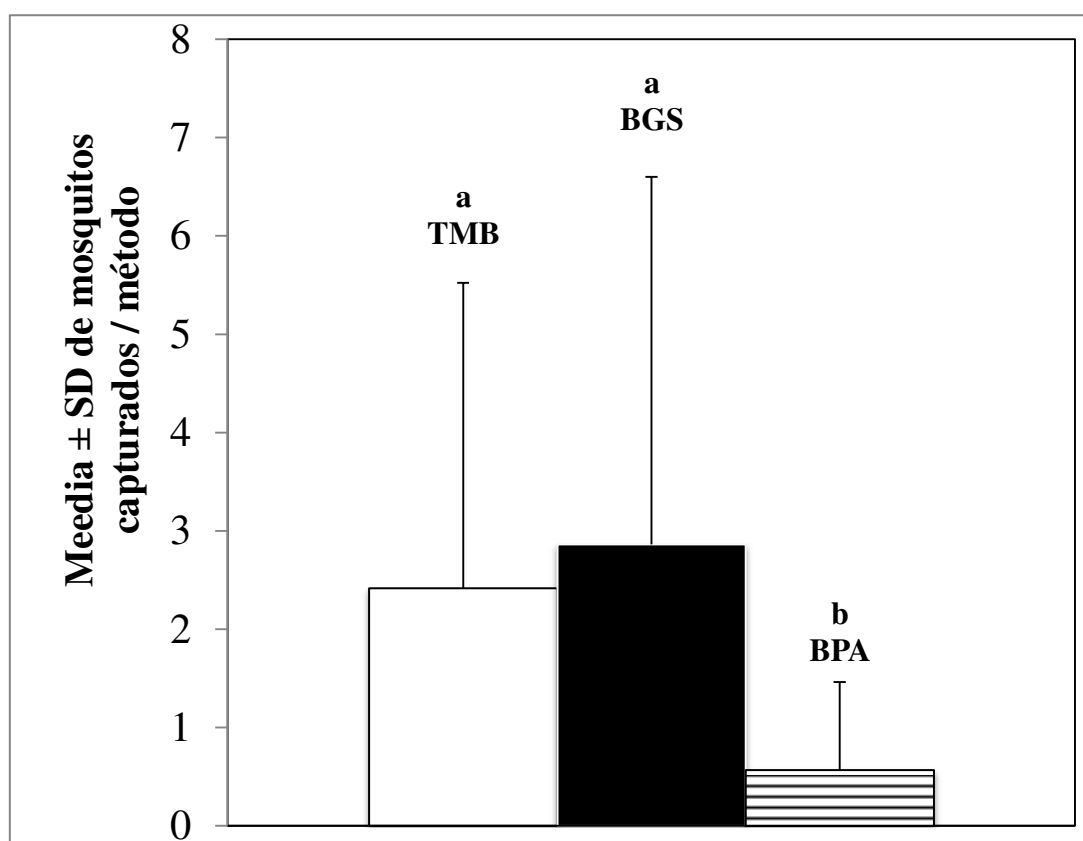


Figura 19. Hembras *Ae. aegypti* capturadas por método en campo. Los métodos evaluados fueron significativamente diferentes ($P < 0.000$). La prueba para medias de Tukey ($P < 0.05$) indica la existencia de dos grupos estadísticamente diferentes.

- \bar{x} BGS y TMB = 2.86 y 2.42
- \bar{x} BPA = 0.57

9.7. Estado trófico de las hembras *Ae. aegypti* capturadas en campo utilizando TMB, el Aspirador de mochila (BPA) y BG-Sentinel (BGS).

La clasificación del estado trófico se realizó únicamente a las hembras *Ae. aegypti* capturadas con cada método evaluado. BGS y TMB fueron los métodos que capturaron más hembras con un total de 83 y 59 hembras respectivamente, mientras el BPA capturó 17 hembras en total. Tanto BGS como TMB capturaron en su mayoría, hembras en busca de hospedero y la misma cantidad de hembras listas para la ovoposición. Las hembras capturadas con el aspirador de espalda se distribuyeron homogéneamente entre los distintos estados de sella. Aunque BPA y BGS capturaron hembras en otros estados tróficos, la captura lograda con el prototipo de prueba se constituyó solamente de hembras en busca de hospedero, hembras con oocistos maduros y solo una hembra recién alimentada (Figura 20).

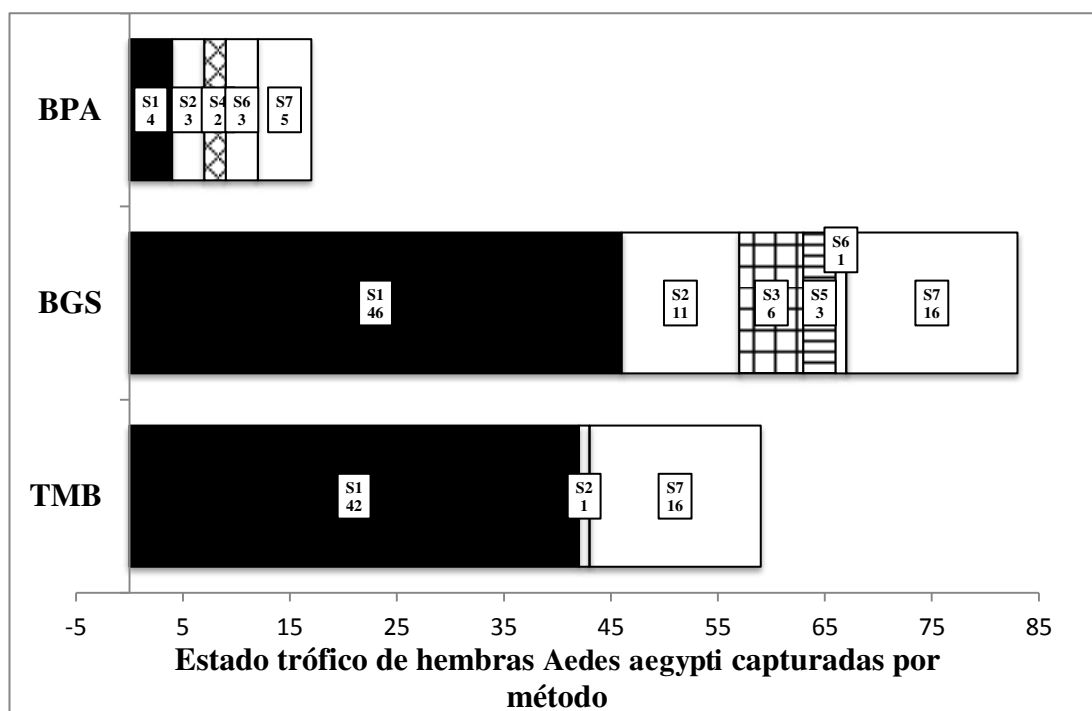


Figura 20. Numero de hembras *Ae. aegypti* capturadas en campo con tres métodos de muestreo. El status trófico se clasificó utilizando los estados de sella

Los datos completos de los ensayos, excepto la cuantificación de CO₂ y la tasa de captura de TMB se adjuntan en el Apéndice C.

10. DISCUSIÓN

Hasta el momento se han diseñado una gran cantidad de trampas basadas en semioquímicos que dificultan su aplicación en programas sanitarios de bajo presupuesto. En contrapartida el dióxido de carbono de bajo costo y producido por levaduras; es un conocimiento cuya aplicación en la vigilancia entomológica de *Ae. aegypti* se ha logrado en el presente trabajo.

En relación a la valoración en laboratorio de los prototipos diseñados se demostró que el dispositivo TMB tuvo una tasa de captura significativamente superior al resto de los prototipos. Siendo éste el único prototipo con un sistema de succión semejante al utilizado por los dispositivos standard en vigilancia. Se hace patente una cuestión respecto a los factores determinantes del éxito en dichas herramientas. ¿Es posible que el éxito de una trampa esté basado en el sistema de succión? Saitoh et al. (2004) ha demostrado una captura eficaz con el uso de dos botellas donde se produce y libera CO₂ colocadas junto a un dispositivo de succión. Como se sabe la integración de un motor en la trampa puede incrementar la captura de mosquitos de un 40-80% (Silver, 2008). Confirmando este hecho los prototipos que utilizaron un sistema pasivo de atracción con bajas tasas de captura y el sistema proactivo de TMB con una tasa de captura alta. Nuestros resultados reafirman además lo ya señalado por Meeraus et al., (2008) mediante experimentos con trampas succionadoras con y sin atrayente, donde la trampa BG-Sentinel con y sin atrayente mantuvo una mayor atracción para distintas especies. La derivación de nuestros hallazgos en trampas activas y pasivas señala un papel substancial del ventilador en el incremento de la captura por medio de la succión. Además es importante señalar que la generación de

microcorrientes por el ventilador es importante para una mayor dispersión de la señal química. Diversos estudios de laboratorio con olfactómetros por lo general han utilizado una pluma de CO₂ constante para atraer a los mosquitos. Sin embargo es muy probable que en condiciones de campo no se produzca un flujo constante y la pluma odorífica viaje en forma de paquetes no diluidos o soplos de aire. Por ejemplo, Dekker et al., (2002) mostró que los mosquitos *Anopheles gambiae* fueron más atraídos por turbulencias de aire que contienen dióxido de carbono que a un flujo de aire homogéneo. Inferimos entonces que el ventilador cumple una segunda función que podría estar relacionada con la creación de una pluma odorífica artificial que transporta el CO₂ producido por la levadura.

El efecto de los dispositivos en un ambiente semicontrolado revalidó las observaciones de laboratorio. Una diferencia significativa entre las medias de los prototipos indicó que TMB fue nuevamente el mejor prototipo. Sin embargo no fue posible dilucidar el efecto real del sinergista pues TMB con y sin ácido láctico se mostró igualmente efectivo. Aunque Steib et al., (2001) demostraron con un olfactómetro que la adición de ácido láctico a muestras de olores de humanos y otros mamíferos incrementó el efecto de atracción de *Ae. aegypti* en un 10-70%. En el caso de esta investigación fue difícil establecer su influencia. No obstante el resultado nos dirige a pensar en la posibilidad de que el efecto atractivo pueda disminuir el tiempo de captura de la población de prueba. Cabe señalar que también existe la posibilidad de obtener un efecto dirigido. Pues Ortega et al., (1988) destacan haber obtenido una mayor captura de hembras *Culex* y señala la posibilidad de obtener el mismo efecto en otras especies. En relación a los prototipos restantes, se registró un incremento respecto a la captura obtenida con el prototipo TJSFE. En laboratorio la trampa no alcanzó una captura significativa por lo que se contempló que la

concentración utilizada del atrayente no resultaba atractiva para la especie. La refutación en semicampo de esta suposición dirige la atención al reporte previo de Saitoh et al., (2004). Donde este mismo sistema de CO₂ capturó hasta 56 mosquitos *Ae. albopictus* durante 12 colectas, con el doble de la concentración utilizada. Nuestros resultados mediante un sistema de liberación pasiva aunque son alentadores respecto al uso de esta trampa; no solucionan la problemática en la vigilancia de *Ae. aegypti*.

La evidencia del experimento de captura en laboratorio, así como la cuantificación del volumen (ml) de dióxido de carbono, son dos resultados interesantes. En primer lugar, estos datos demuestran que la actividad de la levadura sobre el substrato es más intensa en las primeras horas de exposición, y también muestra que la producción de CO₂ continuó hasta por 32 h. En segundo lugar, los mosquitos parecían estar más atraídos por la trampa cuando la producción de dióxido de carbono estaba en su pico más alto. De manera similar, Saitoh et al., (2004) también mostraron que la producción de dióxido de carbono fue más intensa en las primeras horas después de la estabilización de la levadura y continuó hasta las 30 h. La cuantificación de dióxido de carbono producido por la mezcla de levadura realizada en el laboratorio concuerda bien con los resultados de Saitoh et al., (2004). No obstante las proporciones utilizadas en este trabajo para la mezcla de atracción producen un aumento en el tiempo de producción del atrayente. La contribución de este trabajo es demostrar que el período de mayor emisión de CO₂ sigue el mismo patrón que la tasa de captura de mosquitos en el prototipo TMB. El uso de alginatos en la mezcla de atracción puede beneficiar el control de la liberación de CO₂. Pues como sugiere Madden (2007), la formación de redes de inmovilización impide la disolución del CO₂ en la mezcla de atracción y asegura su liberación al ambiente.

Además de la producción de dióxido de carbono por la levadura, Smallegange et al., (2010) sugiere que durante la actividad microbiana otros compuestos volátiles también son liberados y que podrían ser atractivos para los mosquitos. En el presente estudio, no se hizo ningún esfuerzo para detectar o cuantificar dichos compuestos volátiles en la mezcla de atracción. En cuanto a la aplicabilidad de estos hallazgos de este estudio, proponemos que TMB se puede utilizar en zonas endémicas de un plazo máximo de 24 horas, porque la mayoría de los mosquitos han sido atrapados en ese momento.

La eficiencia del prototipo en campo bajo tres condiciones generó una colecta de especies conocidamente antropofílicas. Y la eficiencia del prototipo no disminuyó al eliminar o cambiar el atrayente. Mientras la adición de un sinergista como el ácido láctico no aumento significativamente la efectividad de la trampa. Aunque en otros estudios se reporta que puede incrementar el efecto de atracción en un 20-30% (Steib et al. 2001). Podría esperarse que el uso de sinergistas disminuya la competitividad de otras plumas distractoras contra la pluma generada por el prototipo.

En referencia al resultado obtenido en campo, el prototipo TMB fue estadísticamente equivalente al mejor método en vigilancia de *Ae. aegypti* (Maciel et al., 2006). Y tuvo además una eficiencia de captura superior al aspirador de espalda, método con una eficiencia reconocida. Una situación reflexiva, es el hecho de que el número de mosquitos atrapados en un período de 15 minutos por el aspirador de espalda, puede no ser directamente comparable con el número de mosquitos capturados por TMB o BG-Sentinel, que tuvieron un tiempo de exposición de 24 horas. No obstante, se considera que el aspirado que se realizó, se hizo en virtud de un muestreo de rutina en campo. Aun cuando este último no es un dispositivo de

trampeo, el método tiene las características necesarias para ser un golden standard en vigilancia. Con todo esto, nosotros consideramos que las carencias en relación al tiempo de exposición del método, son compensadas por tratarse de un método dirigido. A pesar de la baja eficacia del aspirador durante la prueba Schoeler et al., (2004) reportaron que el aspirador de espalda CDC es tan eficaz como las colectas de hembras de *Ae. aegypti* con cebo humano. Por el contrario, se ha encontrado en otros estudios realizados en Australia (Williams et al., 2006) y en Brasil (Maciel et al., 2006) que el número de hembras *Ae. aegypti* capturadas con el dispositivo BG-Sentinel fueron más que las obtenidas con el aspirador de mochila. Es interesante observar que el aspirador de espalda tiende a capturar preferentemente hembras *Ae. aegypti* alimentadas con sangre y nulíparas (Williams et al., 2006). Por el contrario, BG-Sentinel captura más hembras *Ae. aegypti* con un desarrollo ovárico temprano (Maciel et al., 2006). En el caso específico del estudio realizado, no fue registrado el estado trófico ni las etapas de desarrollo ovárico. Aunque es posible que debido al atrayente utilizado, puede esperarse que las hembras capturadas sean hembras no alimentadas en las primeras etapas del desarrollo ovárico.

En consecuencia al término del trabajo y con la exposición y análisis del tema nos obliga a cuestionarnos ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del prototipo TMB? Consideramos que el bajo costo de la trampa (\$ 20 USD) es sin duda una ventaja sobre otras trampas comerciales excesivamente caras (\$ 200 - 540 USD). Además, los componentes para construir una trampa se puede encontrar en cualquier ferretería o papelería y su ensamblaje es fácil y rápido. Para el control de vectores y vigilancia en los países en desarrollo, la utilización en gran escala de las trampas de bajo costo es de hecho una necesidad apremiante. Por otro lado, se considera como un inconveniente de la trampa la necesidad de ser enchufado a una entrada de CA. Pues

en nuestra experiencia, nos dimos cuenta que en algunos hogares, los propietarios no estaban muy interesados en tener un aparato eléctrico encendido durante 24 horas. La aceptación de la gente a la trampa se puede mejorar mediante la modificación del prototipo (TMB) actual. Utilizar una fuente externa de energía DC, puede incrementar el costo final; sin embargo este aumento no sería considerable.

En otro orden de ideas, el prototipo diseñado demostró una competitividad importante al respecto del objetivo de la vigilancia. Si bien BGS capturó más hembras, en general no se observó una diferencia importante en el volumen final de captura en lo que se refiere al vector del Dengue. De acuerdo a los datos, BGS capturó 83 hembras contra las 59 hembras capturadas con MT. Sin embargo las hembras buscando hospedero constituyeron el grueso de la colecta de cada método con 46 y 42 hembras respectivamente. BGS capturó también en cantidades menores hembras en etapas III, V y VI, datos que coinciden con lo reportado por Maciel et al., (2008). Respecto al BPA, en la muestra obtenida se observó una distribución homogénea entre las distintas etapas del estado trófico.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo realizado con cuatro prototipos diseñados para la vigilancia del vector *Ae. aegypti*. Demostró que el dispositivo TMB cumple con las principales condiciones para la captura del mosquito. Los resultados obtenidos refieren un efecto atractivo para la especie tanto en condiciones de laboratorio como en campo. Deducciones que convierten al dispositivo en una segunda opción plenamente accesible para la vigilancia en áreas remotas, o programas de vigilancia con recursos limitados. El diseño muestra además algunas características que pueden disminuir su costo mediante la adaptación o ajuste de algunos de sus componentes.

La aplicación del bióxido de carbono producido por levaduras se logró mediante diversas combinaciones de reactivos demostrando algunas de ellas un efecto atractivo para la especie. Debido a la poca atracción observada con altas y bajas concentraciones del semioquímico utilizado se decidió utilizar la combinación mas atractiva para la especie antropofílica *Ae. aegypti*. El uso de esta opción de bajo costo y la fácil preparación del atrayente fortalece y amplía el uso o adaptación del semioquímico en la vigilancia y captura de otras especies.

La efectividad de la trampa en el muestreo de poblaciones durante la estación seca fue superior o igual en comparación con métodos reconocidos. Y aunque son necesarias evaluaciones en áreas de mayor población, con el trabajo realizado se deduce que TMB tiene la capacidad de convertirse en una segunda opción en la vigilancia de *Ae. aegypti*. Creemos que es necesario probar la trampa en áreas de condiciones climáticas diferentes, pues la producción del atrayente utilizado puede variar de acuerdo a factores físicos como la temperatura y la humedad relativa. Por

último, se sugiere que los países en desarrollo deben promover e invertir recursos en el estudio y búsqueda de diferentes alternativas de tecnologías de bajo costo que a su vez puede conducir al descubrimiento de la nueva toma de muestras viables y estrategias de control.

12. LITERATURA CITADA

- Acosta BC, Gómez CI. 2005. Biología y métodos diagnósticos del dengue. *Revista Biomédica* 16:113-137.
- Acree F Jr, Turner RB, Gouck HK, Beroza M, Smith N. 1968. L-Lactic acid: A mosquito attractant isolated from humans. *Science* Vol. 161 No. 3848 pp. 1346 - 1347
- Arredondo JJI, Danis LR, Gómez DH, Pinto F, Velasco JH, Santos LR, Rodríguez LMH, Ramos CJ, Ramos C, Juárez PL, Malo GI. 2010. Indicadores aédicos alternativos In: *Simposium de Dengue. XLV Congreso de Entomología Mexicana*. Nuevo Vallarta, Nayarit. Jun. 27-30.
- Baldwin SK. 2012. Mosquito life cycle. [Internet]. Monmouth College Science Network. Disponible en el sitio de red: <http://www.monmsci.net/~kbaldwin/Diptera.html> [Revisado el 23 de Abril de 2012].
- Badii MH, Landeros J, Cerna E, Abreu JL. 2007. Ecología e historia del dengue en las Américas (Ecology and history of dengue in Americas). *International Journal of Good Conscience* 2(2):248-273.
- Barrera R, Amador M, Clark GG. 2006. Use of the pupal survey technique for measuring *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in Puerto Rico. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 74(2), 2006, pp. 290–302
- Barrozo BR, Lazzari RC. 2004. Orientation behavior of the blood sucking bug *Triatoma infestans* to short-chain fatty acids: synergistic effect of L-lactic acid and carbon dioxide. *Chemical Senses* 29: 833-841.
- Beaty B, Bernhardt S, Black W, Blair C, Eisen L, Elizondo QD, Farfán AJ, Lozano FS, Franz A, Olson KE, Sanchez VI. 2010. Novel strategies to control *Aedes aegypti* and Dengue. In *Vector, Biology, Ecology and Control*. Peter W. Atkinson (eds). University of California, Riverside CA. pp. 105-108.
- Bosch OJ, Geier M, Boeckh J. 2000. Contribution of fatty acids to olfactory Hosts finding of female *Aedes aegypti*. *Chemical Senses* 25:323 – 330.
- Borda CE, Melnechuk NP, Rea MJF. 2003. Biología de *Aedes aegypti* En Condiciones Experimentales. Universidad Nacional Del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen M-075
- Carmona JF, Vázquez JF, Martín A, Chica A. 2004. Diseño y construcción de un respirómetro. In *Mañanas MA, eds. Bioingeniería. Proceedings of the XXV Jornadas de Automática*. Ciudad Real. Universidad de Castilla La Mancha, Septiembre 8-10.

- CDC [Centers for disease control and prevention]. 2012. Dengue Prevention and 35 Years of Vector Control in Singapore. [Internet] disponible en el sitio de red <http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/12/6/05-1210-f3.htm> [Revisado el 7 de Mayo de 2012].
- CENAVECE [Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades]. 2008. Programa de Acción Específico 2007-2012. Dengue.
- CENAVECE [Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades]. 2012. Información para Profesionales en Salud [Internet]. Disponible en el sitio de red: <http://www.cenave.gob.mx/dengue/default.asp?id=23> [Revisado el 25 de Abril de 2012].
- CENAVECE [Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades]. 2012. Panorama epidemiológico de Fiebre por Dengue y Fiebre Hemorrágica por Dengue en entidades Federativas. Semana 16 [Internet]. Disponible en el sitio de red: <http://www.cenave.gob.mx/dengue/default.asp?id=23> [Revisado el 16 de Abril de 2012].
- Chadee DD, Shivnauth B, Rawlins SC, Chen AA. 2007. Climate, mosquito indices and the epidemiology of dengue fever in Trinidad (2002–2004). *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* Vol. 101, No. 1, 69–77.
- Clark GG, Seda H, Gubler DJ. 1994. Use of the “CDC backpack aspirator” for surveillance of *Aedes aegypti* in San Juan, Puerto Rico. *Journal of the American Mosquito Control Association* 10:119-124.
- Clements AN. 1999. The biology of mosquitoes. Vol. 2 CABI Publishing, Breat Britain at the University Press, Cambridge. Vol 2. 39. 5. pp 517-519.
- Conde, Osorio Andrea M. 2003. Estudio de la Longevidad y el Ciclo Gonotrófico del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), cepa Girardot (Cundinamarca) en condiciones de laboratorio. Tesis de grado (Biol.). Pontificia Universidad Javeriana.
- Cooperband FM and Cardé TR. 2006. Comparison of plume structures of carbon dioxide emitted from different mosquito traps. *Medical and Veterinary Entomology* 20: 11-26.
- Covell G, Russell PF, Swollencrebel N H. 1953. Malaria Terminology. Report of a Drafting Committee Appointed by the World Health Organization. Monograph No. 13
- Darsie RF Jr, Ward RA. 2005. Identification and Geographical Distribution of the Mosquitoes of North America, North of México. Gainesville, FL: University Press of Florida.
- Davis EE. 1989. The role of the peripheral sensory receptors the mediation of behavior in the female mosquito, *Aedes aegypti*: a conceptual model. In: Second

- Symposium on Host-regulated Developmental Mechanisms in Vector Arthropods; University of Florida; Vero Beach, Fl. 1989.
- Day JF. 2005. Host-seeking strategies of mosquito disease vectors. *Journal of the American Mosquito Control Association* 21(4) Supplement: 17- 22.
- Detinova TS. 1962. Age-grouping Methods in Diptera of Medical Importance. With special reference to some vectors Malaria. World Health Organization Monograph Series No. 47.
- Dhang CC, Benjamin S, Saranum1 MM, Fook CY, Lim LH, Ahmad NW and Azirun MS. 2005. Dengue vector surveillance in urban residential and settlement areas in Selangor, Malaysia. *Tropical Biomedicine* 22(1): 39–43.
- Dekker TB, Steib RB, Cardé RT, Geier M. 2002. Lactic acid a human-signifying cue for the anthropophilic mosquito *Anopheles gambiae*. *Medical and Veterinary Entomology* 16: 91-98.
- DIGESA [Dirección general de de Salud ambiental Ministeriod e Salud]. 2002. Manual de campo para la vigilancia entomológica. División de Vigilancia de Artrópodos y Roedores. p13.
- Doolan DL. 2002. Malaria Methods and Protocols. In *Molecular Medicine*, Human Press Inc, Totowa, New Jersey p 99.
- Donati JE and Castro GA. 2007. Adultrap: Descrição de armadilha para adulto de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 51(2): 255-256.
- ECOVEC, 2010. Avaliação da operacionalidade da armadilha MosquiTRAP no monitoramento de *Aedes aegypti*. [Internet]. Disponible en el sitio de red: <http://www.ecovec.com> [Revisado el 25 de marzo de 2011].
- EHP [Environmental Health Prespectives]. 2008. Dengue Reborn Widespread Resurgence of a Resilient Vector. *Environmental Health Prespectives* Vol. 116 No. 9
- Espinoza, G. F. 2002. Tesis de doctorado: Dinámica de transmisión del dengue en la ciudad de Colima, México. Universidad de Colima. 9-12
- Fernández SI, Alvarado MMS, Laguna AM, Sánchez CRM, Sánchez ROS. 2008. Nuevos paradigmas en la investigación entomológica del dengue. In: *Simposium Internacional sobre control epidemiológico de Enfermedades transmitidas por vectores*. Buenos Aires, Argentina. 2,3 Septiembre de 2008.
- Fernández SI, Flores LA. 1995. El papel del vector *Aedes aegypti* en la epidemiología del Dengue en México. *Salud Pública de México*. Suplemento 37 p45-52
- Flores LJA. 1993. Respuesta funcional de *Toxorhynchites theobaldi* (Dyar y Knab) sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linn.) vector del Dengue. Tesis de grado (MC). FCB-UANL

- Focks DA, Chadee DD. 1997. Pupal survey: an epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*: an example using data from Trinidad. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 56:159–167. <http://www.ajtmh.org/>
- Focks DA, Brenner RJ, Hayes J, Daniels E. 2000. Transmission thresholds for dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 62 (1):11-18
- Focks DA. 2004. A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators for Dengue Vectors. Geneva, World Health Organization (TDR/IDE/DEN/06.1).
- Focks DA. 2006. Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survey methodology. Findings and recommendations. Gainesville, FL. World Health Organization (TDR/IRM/DEN/03.1).
- Geier M, Bosch OJ, Boeckh j. 1999. Influence of odour plume structure on upwind flight of mosquitoes towards hosts. *The Journal of Experimental Biology* 202, 1639–1648.
- Geier M, Rose A, Grunewald J, Jones O. 2006. New mosquito traps improve the monitoring of disease vectors. [Internet] Disponible en el sitio de red <http://www.researchinformation.co.uk> [Revisado el 25 Jul. 2006].
- Gubler DJ. 1997. Epidemic Dengue/Dengue Haemorrhagic Fever: A Global Public Health Problem in the 21st Century. *Dengue Bulletin* – Vol. 21
- Gubler DJ. 1998. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. *Clinical Microbiology Review* 11(3):480
- Gubler DJ, Kuno G. 1997. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. CAB International, NY. Page 462
- Guzmán MG, García G, Kouri G. 2006. El dengue y el Dengue Hemorrágico: prioridades de investigación. *Revista Panamericana de Salud Pública* 19(3): 204 – 215.
- Halstead SB. 2008. Dengue. Overview and history. Imperial College Press, Ch1. p10
- Harrington CL, Edman DJ, Scott, TW. 2001. Why Do Female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Feed Preferentially and Frequently on Human Blood? *Entomological Society of America*. 0022-2585/01/0411-0422
- Harwood RF, James MT. 1987. *Entomología Médica y Veterinaria*. 1º Ed. Editorial Limusa. México. p615.
- Hopp MJ, Foley JA, 2001. Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climate Change* 48:441–463
- Ibañez BS and Gómez DH. 1995. Los vectores del Dengue en México: una revisión crítica. *Salud Pública de México*. Suplemento 37 p53-63

- Icaza JT. 2003. El mosquito *Aedes aegypti* y el Dengue en México. México: Bayer [Bayer Environmental Science] pp17-26.
- Icaza JT. 2010. El mosquito *Aedes aegypti* y el Dengue en México. México: Bayer [Bayer Environmental Science] p99.
- JHPH [Johns Hopkins Public Health]. 2010. Magazine Spring 2010. Baltimore Johns Hopkins Public Health. pp 16-21.
- García RJ, Loroño PMA, Farfán AJA, Flores FL, Rosado PEP, Rivero CN, Nájera VR, Gómez CS, Lira ZV, Gonzalez MP, Lozano FS, Elizondo QD, Beaty BJ, and Eisen L. 2008. Dengue Virus–Infected *Aedes aegypti* in the Home Environment. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 79(6), pp. 940–950.
- Klowden JM. 2006. Making generalizations about vectors: Is there a physiology of the mosquito. *Entomological Research* 37 1-13
- Kuno G. 2009. History of Early Dengue Research before 1950. [Internet]. Disponible en el sitio de internet <http://www.afpmb.org> [Revisado el 23 de Marzo de 2012].
- Loroño PMA, Farfán AJA, Rosado PEP, Kuno G, Gubler DJ. Epidemic Dengue 4 in the Yucatán, México, 1984. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 35 (5): 449-455
- Maciel FR, Eiras AE, Oliveira RL. 2006. Field evaluation of effectiveness of the BG-Sentinel, a new trap for capturing adult *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 101: 321-325.
- Madden D. 2007. Immobilised yeast: Immobilisation of yeast in calcium alginate beads. [Internet] Available from the National Centre for Biotechnology Education, University of Reading. Volvox [accessed August 19, 2009].
- Mcclelland GAH. 1974. A worldwide survey of variation in scale pattern of the abdominal tergum of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 126(2): 239-59.
- Mattingly, P. F. 1957. Genetical Aspects of the *Aedes aegypti* Problem I. Taxonomy and Bionomics. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 51: 392-408.
- Meeraus WH, Armistead JS, Arias JR. 2008. Field Comparison of Novel and Gold Standard Traps for Collecting *Aedes albopictus* in Northern Virginia. *Journal of the American Mosquito Control Association* 24(2):244-248.
- Mora CA, Jiménez VF, Treviño AS. 2010. Distribución geoespacial y detección del virus del dengue en mosquitos *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud Pública de México Suplemento* 52 No. 2. 127-133.
- Mosquito Magnet. 2012. Mosquito Magnet advice. [Internet] disponible en el sitio de red <http://www.mosquitomagnet.com> [Revisado el 9 de mayo de 2012].

- OPS [Organización Panamericana de la Salud]. 1964. Epidemiología y control de las enfermedades transmitidas por vectores. Washington, D. C., USA. OPS, Publicación científica No. 105.
- OPS [Organización Panamericana de la Salud]. 1997. Informe sobre el control del *Aedes aegypti*. XLIX Reunión del Comité Regional. Washington DC. Septiembre de 1997.
- Ordoñez GJG, Mercado HR, Flores SAE, Fernandez SI. 2001. The use of sticky ovitraps to estimate dispersal of *Aedes aegypti* in Northeastern Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association* 17(2): 93-97.
- Ortega AN, Lazcano JB, Marquetti MC. 1988. Atracción de mosquitos (Diptera: Culicidae) por la trampa de luz CDC miniatura cubana con ácido láctico como atrayente adicional. *Medicine Tropical* 40(1):70-74
- Pérez O, Rodríguez J, Bisset JA, Leyva M, Díaz M, Fuentes O, Ramos F, González R, García I. 2004. Manual de Indicaciones Técnicas para Insectarios. Ciencias Médicas: La Habana pp. 16-28.
- Pesante GD. 2011. Ectoparásitos de animales de la Finca. Prontuario de Conferencias-Clase INPE-4015 [Internet]. Disponible en el sitio de red: <http://academic.uprm.edu/dpesante/ecto-clase.htm>. [Revisado el 19 de Agosto de 2011].
- Ponlawat A and Harrington LC. 2009. Factors Associated with Male Mating Success of the Dengue Vector Mosquito, *Aedes aegypti*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 80(3), pp. 395–400
- Rebollar TEA. 2005. Human body odor, mosquito bites and risks of disease transmission. *Folia Entomológica Mexicana* 44: pp 247 – 265.
- Rebollar TEA, Loroño PMA, Rodríguez AEM, Farfán AJA. 1995. Blood-Feeding Frequency and Life Expectancy of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in an Urban Area of Merida City, State of Yucatan, Mexico. *Revista Biomedica*. 6:135-141.
- Ríos DSM, Rodríguez RAD, Cruz LL, Escobar PLA, Aburto J ML, Torres EJJ. 2008. Respuesta de *Anopheles albimanus* a compuestos volátiles de casas del sur de Chiapas, México. *Salud Pública de México* 50. (5): 367 – 374.
- Rodríguez CR. 2002. Estrategias para el control del dengue y del *Aedes aegypti* en las Américas. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 54 (3): 189-201
- Rogers DJ, Wilson AJ, Hay SI, Graham AJ. 2006. The Global Distribution of Yellow Fever and Dengue. *Advances in Parasitology* Vol. 62.
- Rossi GC and Almirón WR. 2004. Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquitos de interés sanitario encontradas en criaderos artificiales en la Argentina. Publicación Monográfica 5 Mundo Sano. Serie Enfermedades Transmisibles.

- Rudolfs W. 1922. Chemotropism of mosquitoes. Bulletin of the New Jersey Agricultural Experimental Station. 367: 1-23.
- Saitoh Y, Hattori J, Chinone S, Nihei N, Tsuda Y, Kurahashi H, Kobayashi M, 2004. Yeast-generated CO₂ as a convenient source of carbon dioxide for adult mosquito sampling. Journal of the American Mosquito Control Association. 20:261–264.
- Salas LMA and Reyes VF. 1994. Variación estacional de las poblaciones de *Aedes aegypti* en Monterrey, México. Salud Pública de México Vol. 36 No 4:385-392
- Sánchez L, Veerle V Alfonso L, Marquetti MC, Guzmán MG, Bisset J, Stuyft PVD. 2006. *Aedes aegypti* Larval Indices and Risk for Dengue Epidemics. Emerging Infectious Diseases Vol. 12 No. 5. 800-806.
- Schoeler GB, Scleich SS, Manweiler SA, Sifuentes VL. 2004. Evaluation of surveillance devices for monitoring *Aedes aegypti* in an urban area of northeastern Peru. Journal of the American Mosquito Control Association 20: 6-11.
- Si HD. 1976. Biology of *Aedes aegypti* (L., 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera, Culicidae). V. The gonotrophic cycle and oviposition. Acta Parasitológica 24: pp. 16, 37-55.
- Silver JB, 2008. Mosquito ecology: Field sampling methods / 3^o Edition. Elsevier Applied Science. Cap. 2 pp. 6-11. Cap. 9 pp. 848 – 850, 895
- Siriyasatien P, Pengsakul T, Kittichai V, Phumee A, Kaewsaitiam S, Thavara U, Tawatsin A, Asavadachanukorn P, Mulla SM. 2010. Identification of blood meal of field caught *Aedes aegypti* (L.) by multiplex PCR. The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health Vol. 41 No. 1
- Smallegange RC, Qiu YT, Joop JA, Loon V, Takken W. 2005. Synergism between ammonia, lactic acid and carboxylic acids as kairomones in the host-seeking behaviour of the malaria mosquito *Anopheles gambiae sensu stricto* (Diptera: Culicidae). Chemical Senses 30(2):145-152.
- Smallegange RC, Schmied WH, Van Roey KJ, Verhulst NO, Spitzen J, Mukabana WR, Takken W. 2010. Sugar-fermenting yeast as an organic source of carbon dioxide to attract the malaria mosquito *Anopheles gambiae*. Malaria Journal 9:292
- Spencer M. Christian HS. 1969. Cyclic ovariole changes in *Anopheles farauti* Laveran (Diptera: Culicidae) in Papua-New Guinea. Journal of the Australian Entomological Society 8: 16-20
- Spielman A, Leahy MG, Skaff V. 1967. Seminal Loss In Repeatedly Mated Female *Aedes Aegypti*. The Biological Bulletin 132: 404-412.
- S. S. A. 2006. Manual para la Vigilancia, Diagnóstico, Prevención y Control del Dengue. 2006.

- SSA-OPS, [Secretaría de Salud. Dirección General de medicina preventiva – Organización Panamericana de la Salud]. Control de vectores con énfasis en Entomología Médica. (Material didáctico) Vol. 2. Edit. Secretaría de Salud. Cap. 6 pp.463-467.
- Steib BM, Geier M, Boeckh J. 2001. The Effect of Lactic Acid on Odour-Related Host Preference of Yellow Fever Mosquitoes. *Chemical Senses* 26: 523–528.
- Takken W. 1999. Chemical signals affecting mosquito behaviour. *Invertebrate Reproduction and Development*. 36:1-3. pp67-71.
- Telang A, Li Y, Noriega GF, Brown RM. 2006. Effects of larval nutrition on the endocrinology of mosquito egg development. *The Journal of Experimental Biology* 209, 645-655.
- Telang A, Frame L, Brown RM. 2007. Larval feeding duration affects ecdysteroid levels and nutritional reserves regulating pupal commitment in the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *The Journal of Experimental Biology* 210, 854-864.
- Tomioaka K, Sakamoto T. 2006. History Dependence of Insect Circadian Rhythms. *Formosan Entomologist* 26: 87-97.
- Torres EJM, Rodríguez HM. 2003. Señales físico químicas involucradas en la búsqueda de hospederos y en la inducción de picadura por mosquitos. *Salud Pública de México* 45, (6): 497- 505.
- Tun LW, Kay BH, Barnes A, Forsyth S. 1995. Critical examination of *Aedes aegypti* indices: correlations with abundance. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 54(5) pp. 543-547.
- WHO [World Health Organization]. 2009. Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. WHO/HTM7NTD/DEN/2009.1.
- WHO [World Health Organization]. 2011. Comprehensive Guidelines for Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever. Revised and expanded edition. SEARO Technical Publication Series No. 60. Cap 8. pp. 70, 71.
- WHO/TDR [World Health Organization]. 2006. Special Programme for Research & Training in Tropical Diseases. Report of the Scientific Working Group Meeting on Dengue. Geneva, October 1-5.
- Williams CR, Long SA, Russell RC, Ritchie SA 2006. Field efficacy of the BG-Sentinel compared with CDC backpack aspirators and CO₂-baited EVS traps for collection of adult *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association* 22: 296-300.
- Wyatt DT. 2003. Pheromones and Animal Behaviour. Cambridge University Press. The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, UK.
- Zumba Instruction Manual. 2004. ISCA technologies. [Internet]. Disponible en el sitio de red www.zumbatrap.com. [Revisado el 19 de Ago. de 2008].

Zwiebel LJ, Takken W. 2004. Olfactory regulation of mosquito–host interactions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 34: 645–652.

APÉNDICE B

Formato para la captura de datos en campo.

Fecha: _____ Localidad: _____ Coordenadas: _____

Dirección: _____

Temp: _____ H. R. _____ Clave _____ / _____ / _____ / _____

No.	Tipo de Trampa	Ae. aegypti		Culex		Otros	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Observaciones:

Resultados generales sobre la evaluación de prototipos de diferentes trampas para la recolección de hembras *Ae. aegypti*, utilizando una mezcla de levaduras para producir CO₂. Los experimentos se realizaron en condiciones de laboratorio, de semi-campo y campo. Los datos son expresados como medias aritméticas de los mosquitos capturados (+ SD). Medias con la misma letra son significativamente iguales. La prueba de campo 1 se constituyó de cinco bloques con cuatro repeticiones cada uno. El número de repeticiones para la evaluación de campo 2 fue el siguiente: TMB (n = 24), BG-Sentinel (n = 29) y el BPA (n = 30).

Evaluación	PROTOTIPOS DE TRAMPAS									No. de repeticiones	Valor crítico	Valor de P
	TTFE	TSFE	TJSFE	TMB / sin atrayente	TMB / CO ₂	TMB / Sol-Azuc.	TMB + Ácido láctico	BGS	BPA			
Laboratorio	7.6 (±6.8) b	8.8 (±4.97) b	1.4 (±0.89) c		23.6 (±1.14) a		-	-	-	5	F = 14.02	P < 0.05
Semi-campo	-	13.9 (±3.7) b	27.4 (±20) b		97.4 (±2.1) a		94.9 (±5.2) a	-	-	15	H = 45.97	P < 0.05
Campo 1				4.2 (±3.1) a	4.2 (±3.3) a	2.2 (±1.3) a				4	F = 2.842	P > 0.05
Campo 2	-	-	-		2.42 (±3.11) a		-	2.86 (±3.74) a	0.57 (±0.90) b	-	F = 22.516	P < 0.05

TTFE = Trampa con entrada superior
 TSFE = Trampa con entradas laterales
 TJSFE = Trampa de Jarro con entradas laterales
 TMB = Trap Mosquito Box
 BGS = BG-Sentinel
 BPA = Backpack Aspir

MARICELA LAGUNA AGUILAR



Nacida en Monterrey, N. L. Marzo 3, 1975.

37 Años de edad / Soltera / Mexicana

Francisco Villa # 636 Col. América 2

- LAAM750303

Monterrey, N. L. México

Teléfono (81) 8190 3492 / celular: (811) 032 0642

laguna_qbpc@hotmail.com

OBJETIVO:

Aplicación de los conocimientos adquiridos en el campo de la entomología para el diseño de proyectos de investigación y desarrollo de nuevas estrategias en el área de la vigilancia y control de vectores. Implementación de herramientas incluyentes que apoyen el desarrollo comunitario y promuevan el conocimiento generado por la ciencia.

EXPERIENCIA DE TRABAJO

Docencia:

Universidad Alfonso Reyes

Lugar: Carlos Medellín No. 707. Col Linda Vista, Guadalupe, N.L.

Área: Catedra de las materias Biología I, Biología II, Química I, Geografía I, Biología y Medio Ambiente.

Duración del contrato: Sept. 2010 – Dic. 2012.

Teléfono: 83793130

Área Clínica

Laboratorio de Análisis Clínicos LAB-CLIN

Lugar: Sinaloa No. 1327 Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, N. L.

Área: Laboratorista Clínico. Toma de muestras biológico infecciosas, análisis básicos de hematología, serología, química, coprología y orinas, recepción de pacientes y entrega de resultados.

Duración del Contrato: Sept. 2002 – Mar. 2004.

Teléfono: 84008595

SERVICIOS SOCIALES Y PRÁCTICAS PROFESIONALES

Prácticas Profesionales

-

Centro de Salud # 3 (S. S. A.)

- Lugar: Elvira Rentería # 900 Col. Arturo B. de la Garza
- Duración: Ago. 2001 - Dic. 2001
- Teléfono: -----

Servicio Social

Hospital Metropolitano “Dr. Bernardo Sepúlveda” (S. S. A.)

- Lugar: Lic. Adolfo López Mateos y Nogalar # 4600. Col. Bosques de Nogalar
- San Nicolás de los Garza, Nuevo León.
- Duración: Feb. 2002 – Jul. 2002
- Telefono:

Laboratorio de Micología de la FCB

Lugar: Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad C

Duración: Ago. 2005 – Feb. 2006.

Teléfono: 83294110

*Becaria en Laboratorio de Micología de la FCB durante el período Feb. 2006-
Jul. 2006.

EDUCACIÓN

Estudios Superiores de Químico Bacteriólogo Parasitólogo

Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. Tesis: (Jun. 2006 - Mar. 2007). Fecha de examen: 20 de Jul. de 2007.

Técnico Laboratorista Clínico.

Preparatoria Técnica Médica. UANL. Ago. 1999 – Ago. 2002

Secundaria

Profra. Concepción T. de Montemayor. Col Independencia

Primaria

Profr. Alfonso Monetmayor Lozano. Col. Independencia

ASISTENCIA A CONGRESOS, TALLERES, SIMPOSIUMS

- V Sesión de Seminarios de Temas Bioquímicos. Nov. 2003.
Exposición Oral del trabajo titulado: “CICLO DEL GLIOXILATO”
- Foro de Emprendedores Universitarios “FEUNI” 2003.
Asistente
- Symposium Internacional en Microbiología Médica. Mayo 2006.
Asistente
- Curso “CONTROL Y REUBICACIÓN PACÍFICA DE AVES”. Julio 2006.
Asistente
- 73th Annual Meeting AMCA (American Mosquito Control Association). April 1-5, 2007. Orlando FL.
Exposición en Poster del trabajo: “A LOW-COST TRAP WITH A MICROBIAL CO₂-PRODUCING BAIT FOR SURVEILLANCE OF ADULT *Aedes aegypti*”
- 74th Annual Meeting AMCA (American Mosquito Control Association). March 2-6, 2008. Sparks, NV.
Exposición oral del trabajo: “PREFERRED INDOOR RESTING SITES OF *Culex quinquefasciatus* (SAY) IN MONTERREY, NUEVO LEON, MEXICO”.
- Diplomado “TÉCNICO MUNICIPAL EN CONTROL DEL DENGUE Y ZOONOSIS URBANAS”. Feb. 2008 – Sept. 2008

Ponente de los temas:

- CICLO DE VIDA DEL MOSQUITO *Aedes aegypti*
- HYMENÓPTERA

Laboratorio de Practicas:

- CICLO BIOLÓGICO DE *Aedes aegypti*
- CONTROL BIOLÓGICO DE *Aedes aegypti*

- XI Simposio Internacional sobre Control Epidemiológico de Enfermedades Transmitidas por Vectores en Buenos Aires, Argentina. 2 y 3 de Septiembre de 2008.

Desarrollo de exposición tipo cartel “NUEVOS PARADIGMAS EN LA INVESTIGACIÓN ENTOMOLÓGICA DEL DENGUE”.
- Conferencia titulada “MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS” Impartida por el Ing. M.C. Jaime Santillán Santana de FMC. 11-Feb-2009. Univar México.
Asistente
- XLIV Congreso Nacional de Entomología. San José del Cabo, Baja California Sur, México. 28 Jun. - 1 Jul. de 2009.
 - Coautor del trabajo en cartel: “RESISTENCIA A TEMEFOS EN UNA CEPA DE *Aedes aegypti* (LINNAEUS, 1762) DE IQUITOS PERÚ”
 - Coautor del trabajo en cartel: “RESPUESTA CONDUCTUAL DEL VECTOR DEL DENGUE *Aedes aegypti* (L.) Y DEL VIRUS DEL OESTE DEL NILO, *Culex quinquefasciatus* (SAY, 1823) EN MÉXICO”.
- XXV Congreso Nacional de Investigación Biomédica. Octubre 2009.
Asistente

Curso-Taller Introducción a la Investigación Científica “SEDUCIENDO AL NOVATO”
- 2° Congreso Internacional de Biotecnología y Genómica AsEBioGen. Octubre 2009
Asistente
- Expo Científica CTR 2009. Octubre 2009
Asistente

Conferencias:

- Tendencias Modernas para la enseñanza de las Ciencias
- Simposium sobre Influenza
- Cambios y Evolución en la Fase Preanalítica del Laboratorio Clínico
- Buenas Prácticas de laboratorio y su Importancia en los Sistemas de Calidad
- Protocolos de Análisis en el diagnostico del Virus del Dengue en México
- Efficient simple Storage and Automation
- Trascendencia de un correcto diagnostico en Enfermedades Reumáticas
- 76th Annual Meeting AMCA (American Mosquito Control Association). March 28 - April 1. 2010. Lexington KY.
 - Coautor del trabajo en poster “FIELD EVALUATION OF ULV ADULTICIDE INSECTICIDES: AQUARESLIN SUPER, BISTAR ULV AND ANVIL UNOMEX 2 + 2 ULV, AGAINST THE DENGUE VECTOR AEDES AEGYPTI, IN MONTERREY, MEXICO”
- Curso “INSECTOS RASTREROS Y SU CONTROL”. Impartido por personal de FMC. Jul 2010
Asistente
- XLV Congreso Nacional de Entomología. Nuevo Vallarta, Nayarit. México. 27 - 30 Jun. de 2010.
 - Exposición en Poster del trabajo: “EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE HEMBRAS DE Aedes aegypti (DIPTERA: CULICIDAE) EN BUSCA DE HOSPEDERO A PLUMAS ODORÍFICAS DE 3 DISEÑOS DE TRAMPAS”.
 - Coautor del Trabajo titulado: “VARIACIÓN DE LA RESPUESTA DE OVIPOSICIÓN DE Aedes aegypti A (DIPTERA: CULICIDAE) EN FUNCIÓN A DIFERENTES HUMEDADES RELATIVAS - TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y FORMACIÓN DE LA LÍNEA DE DEHISENCIA.
- Biocumbre Monterrey 2010 “CONGRESO Y EXHIBICIÓN INTERNACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA”. Monterrey, 17,18 Nov. 2010.
Asistente.
- 77th Annual Meeting AMCA (American Mosquito Control Association). 20-24 March 2011. Anaheim Ca.

- Exposición Oral del trabajo: “EVALUATION OF A LOW-COST TRAP FOR THE SURVEILLANCE OF MOSQUITOES VECTORS IN ESCOBEDO, NUEVO LEON, MEXICO.”
- Coautor del trabajo titulado “EVALUATION OF ANTI-ADHESIVE MATERIALS TO PREVENT OVIPOSITION OF *Aedes aegypti* (l) IN BREEDING SITE”.
- Coautor del trabajo titulado “USE OF OVITRAPS TO INCRIMINATE VERTICAL TRANSMISSION OF *Aedes albopictus* AS DENV VECTOR IN TWO SUBURBAN LOCALITIES OF SANTIAGO, NORTHEASTERN, MEXICO”.
- Expo Científica CTR 2011. 24-27 Mayo de 2011
 - Evaluación Preclínica de nuevos Fármacos Antineoplásicos
 - Control microbiológico de infecciones nosocomiales
 - Diagnostic hospital acquired infections; the impact on economics and patient care*MRSA, *C. difficile*, norovirus, VRE, etc.
 - Conocimiento y uso de material volumétrico y su importancia en el laboratorio actual
 - A guide to ELISA and its optimization techniques
 - Procesamiento e inocuidad de alimentos
 - Automatización en el manejo de líquidos
 - Simposium de Brucelosis
 - Simposium de Tuberculosis
- Curso “ANÁLISIS FILOGENÉTICO DE POBLACIONES DEL DENV AISLADOS DEL MOSQUITO VECTOR *Aedes aegypti* EN TRES LOCALIDADES GEOGRÁFICAMENTE SEPARADAS: MONTERREY, ACAPULCO Y CHETUMAL, Q. ROO.” Jul. 2011
- Conferencia: Fiebre Amarilla en Perú Virus Yunnan-1. 2 y 3 de Agosto de 2011
Asistente
- 1º Congreso de Cuerpos Académicos de Ciencias de la Salud UANL.
24 - 26 de Agosto de 2011
Asistente

- Coautor del trabajo en poster: “USO DE OVITRAMPAS PARA LA VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA DE LOS MOSQUITOS TRANSMISORES DEL DENGUE EN SANTIAGO, NUEVO LEÓN”.
- Congreso: bioMONTERREY 2011: Proyecto de Nación en Biotecnología. 5,6 Septiembre de 2011.
Asistente
- 78th Annual Meeting AMCA (American Mosquito Control Association). 25 Feb.-1 Mar. 2012 Austin, Tx.
 - Exposición en poster del trabajo: EVALUATION OF THE LOW-COST MAS-TRAP FOR COLLECTING *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)
 - Coautor del trabajo titulado: Response of female *Aedes aegypti* (L.) to polyvinylchloride (PVC) to prevent oviposition in breeding sites

QBP. Maricela Laguna Aguilar. Monterrey, N. L. Noviembre, 2012.