



SALUD



EJE TRANSVERSAL

- Salud pública, control de enfermedades

CONDUCTA DEPREDADORA DE LAS LARVAS DE *TOXORHYNCHITES SP (DIPTERA: CULICIDAE)* SOBRE LAS LARVAS DE *AEDES AEGYPTI*, VECTOR DEL VIRUS DEL DENGUE

Melvin Iván López

Cecilia Castro Figueroa

Reyna Almendárez

Facultad de Medicina

CONTENIDO

Resumen

Introducción

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN HISTÓRICA

A. Marco histórico

B. Marco teórico

1. La enfermedad del dengue

1.1. Curso clínico

1.2. Curso de la enfermedad

1.3. Diagnóstico y atención

2. Clasificación taxonómica de *Aedes aegypti*

3. Ciclo de vida de *Aedes aegypti*

3.1. Alimentación, condición ambiental y reproducción

a. Estadio de huevo

b. Estadio de larva

c. Estadio de pupa

d. Estadio adulto

4. Clasificación taxonómica de *Toxorhynchites sp*

5. Ciclo de vida de *Toxorhynchites sp*

6. Conducta depredadora de *Toxorhynchites sp*

7. Medidas de control

7.1. Control mecánico

7.2. Control químico

7.3. Control biológico

C. Marco conceptual

CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. Justificación

2. Objetivos

2.1. General

2.2. Específicos

3. Hipótesis de investigación

3.1. Hipótesis alternativas de los objetivos

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1. Ubicación

2. Tipo de investigación

3. Diseño de investigación

4. Unidades de análisis

5. Población

6. Variables y su medición

7. Definición de variables

8. Indicadores y su medición

8.1. Instrumentos de medición

8.2. Técnicas y procedimientos para la recolección de la información

9. Método

9.1. Búsqueda y colecta de larvas y pupas de *Toxorhynchites sp*

9.2. Condiciones de laboratorio

9.3. Mantenimiento de colonia de *Toxorhynchites sp* en condiciones de laboratorio

9.4. Descripción del ciclo de vida de *Toxorhynchites sp*

9.5. Descripción del espécimen adulto

10. Procesamiento y análisis de la información

10.1. Ubicación de los sitios encontrados de larvas de *Toxorhynchites sp* en El Salvador

10.2. Análisis de duración de cada estadio del ciclo de vida de *Toxorhynchites sp*

10.3. Descripción morfológica superficial de los especímenes de *Toxorhynchites sp*

10.4. Mediciones para determinar larvas 3 y 4

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

2. Recomendaciones

3. Agradecimientos

FUENTES CONSULTADAS

ANEXOS

RESUMEN

El dengue es una enfermedad viral de gran relevancia porque afecta a los humanos. Los esfuerzos por controlar el vector de esta enfermedad, *Aedes aegypti*, son variados, y pasa por el control químico y cultural; sin embargo, poco se ha hecho en el ámbito biológico. En este contexto, en países como Guatemala y México se han realizado investigaciones encaminadas a tener una nueva posibilidad de control con especies depredadoras.

En El Salvador, sin embargo, es escasa la investigación en este sentido. Según estudios previos, existen especies de la misma familia de *Aedes sp* que pueden ser utilizados como depredadores naturales, tal es el caso del género *Toxorhynchites sp1*, de la familia *Culicidae*.

Este estudio presenta los resultados de un investigación, cuyo propósito fue, en primer lugar, determinar si hay presencia de *Toxorhynchites sp* en El Salvador, establecer las áreas donde se encuentra, conocer los hábitos alimenticios y si se pueden aislar en su medio natural y criarlos bajo condiciones controladas en un laboratorio.

La investigación demostró la presencia del género *Toxorhynchites sp* en El Salvador, sin definir la especie. Se determinó, además, que este género tiene un potencial de depredación sobre el género de *Aedes sp*.

El estudio del ciclo de vida completo de *Toxorhynchites sp* aún está inconcluso. Sin embargo, se determinó tres estadios, cuyos promedios en días son los siguientes: larva 3 (3.6), larva 4 (6.7), pupa (6.2) y adulto (13.4). Los sitios donde se encontraron los especímenes fueron áreas tanto rurales como urbanas. Con una altura relativa que oscila entre los 450 msnm hasta los 950 msnm.

Palabras clave: *Toxorhynchites sp*, *Aedes sp*, control biológico, ciclo de vida, dengue, El Salvador.

INTRODUCCIÓN

El dengue es una enfermedad viral aguda, producida por un virus del mismo nombre, transmitida por el mosquito *Aedes aegyptique*, que se cría en el agua acumulada en recipientes y objetos en desuso. Es causado por cuatro serotipos del virus: DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4, estrechamente relacionados con los serotipos del género *Flavivirus*, de la familia *Flaviviridae*.¹

Esta enfermedad es más frecuente en niños, adolescentes y adultos jóvenes. Se caracteriza por una fiebre de aparición súbita que dura de 3 a 7 días acompañada de dolor de cabeza, articulaciones y músculos. Una variedad potencialmente mortal de la enfermedad corresponde al dengue grave que cursa con pérdida de líquido o sangrados y daño grave de órganos diana, que puede conducir a la muerte del paciente.²

En El Salvador, las cifras por esta enfermedad han alcanzado niveles preocupantes. Registros desde el año 2008 demuestran una constante que oscila con 99% de casos sospechosos y 100% confirmados con un total correspondiente al año 2012 de 6640 casos sospechosos procedentes de todo los departamentos del país, del cual 1906 casos son correspondientes al área de San Salvador, y de ellos 542 casos son confirmados.⁶

El Ministerio de Salud y Asistencia Social (MINSAL), así como ONG's, realizan actividades antivectoriales para la vigilancia sanitaria a través del control mecánico y químico con el afán de minimizar el impacto que tiene este virus sobre la salud.

Los programas habituales de control químico y mecánico para el *Aedes aegypti* en el país resultan ser estrategias de prevención que reducen de forma mínima la propagación. Se considera que este tipo de tratamiento sostiene una eficacia limitada para reducir verdaderamente y en porcentajes significativos las poblaciones del vector, aunado a ello los costos económicos que genera el uso de piretroides, además de la contaminación en el entorno, y en pocas ocasiones agravamiento de casos de enfermedad en personas asmáticas o con problemas respiratorios.

Por tal motivo hay que considerar el control biológico como una de las medidas de prevención antivectoriales dentro del programa de vigilancia sanitaria, ya que al utilizar parasitoides u organismos depredadores como entes reguladores de las poblaciones vectoriales que no generan daño al medio ambiente ni al ecosistema, puede ser de utilidad para formar parte de un programa integral en favor de reducir y erradicar las poblaciones del vector, y en consecuencia los casos de dengue.

Es en este contexto que se pretende realizar la investigación para determinar la conducta depredadora de las larvas de *Toxorhynchitesp* (*Diptera: Culicidae*) sobre las larvas de *Aedes aegypti*. El estudio será un marco de referencia y/o de posible utilización dentro de las políticas del Ministerio de Salud en el contexto preventivo como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Para efectos de la presentación y comprensión de la investigación realizada, se ha estructurado en cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, el cual se describe dentro de la línea de investigación de Salud y Medio ambiente donde se hace referencia a la conducta depredadora de las larvas de *Toxorhynchites sp* (Diptera: Culicidae) sobre las larvas de *Aedes aegypti* para ser utilizado como controlador biológico. Esto orienta el proceso investigativo a desarrollar. Así también se describen antecedentes, situación del problema, aspectos sociales, económicos, políticos, culturales, causas probables, síntomas que lo reflejan, datos estadísticos, efectos inmediatos y futuros, actores e instituciones involucradas, viabilidad de la investigación, alcances y limitaciones del estudio.

El segundo capítulo se compone de la fundamentación teórica que contiene una descripción histórica, teórica y conceptual en relación al estudio de la conducta depredadora de las larvas de *Toxorhynchites sp* (Diptera: Culicidae) sobre las larvas de *Aedes aegypti* para ser utilizado como controlador biológico, así como también se detalla información sobre la enfermedad del dengue, clasificación taxonómica, ciclo de vida, alimentación, condición ambiental y reproducción del *Aedes aegypti*; clasificación taxonómica, ciclo de vida y conducta depredadora del *Toxorhynchites sp*; medidas de control y terminología básica que contribuyen a una mejor comprensión del documento.

El tercer capítulo comprende la justificación, objetivos e hipótesis de manera muy precisa. Se deja claro lo que se pretende a partir de la presunción esencial, que es la hipótesis.

En el cuarto capítulo se plantea la metodología de la investigación, el cual consta de la ubicación del estudio, tipo de investigación, tipo de diseño, unidades de análisis, universo, muestra, variables con su medición y definición, indicadores y su medición, instrumentos de medición, técnicas y procedimientos para la recolección de información, método de búsqueda y colecta de larvas y pupas de *Toxorhynchites sp*, mantenimiento de la colonia de *Toxorhynchites sp* en condiciones de laboratorio, mantenimiento de una colonia de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio, descripción del ciclo de vida de *Toxorhynchites sp* en condiciones de laboratorio, sitios donde se encontró el espécimen, estadísticos descriptivos de los especímenes encontrados.

El capítulo cinco presenta el análisis y discusión de los resultados encontrado, donde se discuten y comparan los datos con otras investigaciones, se muestran las limitantes y fortalezas del estudio.

En el sexto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio para futuras iniciativas en este campo. Y, finalmente, se presenta la literatura consultada, los anexos, las guías de observación utilizadas en el transcurso de este estudio.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El dengue es una enfermedad viral transmitida por el mosquito de más rápida propagación en el mundo. En los últimos 50 años, su incidencia ha aumentado 30 veces con la creciente expansión geográfica hacia nuevos países y en la actual década, de áreas urbanas a rurales. Anualmente ocurre un estimado de 50 millones de infecciones por dengue y, aproximadamente, 2.5 mil millones de personas viven en países con dengue endémico.⁵

En la década de 1960 y principios de la década de 1970 se realizó una interrupción de la transmisión del dengue en gran parte de la Región de las Américas de la OMS (Oficina Regional para las Américas) como resultado de la campaña de erradicación del *Aedes aegypti* en dicha zona. Sin embargo, hubo re-infestaciones subsiguientes del mosquito, seguidas de brotes en el Caribe, en América Central y América del Sur debido a que no se mantuvieron las medidas de vigilancia y control del vector. Desde entonces, la fiebre del dengue se ha propagado con brotes cíclicos que ocurren cada 3 a 5 años. El mayor brote ocurrió en 2002 en el que se notificaron más de un millón de casos.⁵

En países tropicales, como los centroamericanos, el dengue es una enfermedad viral considerada endemo epidémica que afecta mucho a sus poblaciones. En Guatemala, por ejemplo, esta enfermedad constituye un problema de considerable magnitud. Las estrategias de control del vector *Aedes aegypti* empleadas por el Ministerio de Salud y Asistencia Social (MINSAL) han incluido tratamientos mecánicos y químicos. Ambos han probado no ser viables a corto plazo debido a problemas técnicos y a la resistencia que genera el vector a los insecticidas. En Guatemala se ha trabajado directamente con el mosquito *Toxorhynchites sp* obteniendo buenos resultados.⁷ En El Salvador, por su parte, no se registra ninguna investigación que explore este tipo de control en los mosquitos de *Aedes aegypti*.

La enfermedad es de gran relevancia social sobre todo en sociedades como la salvadoreña donde los recursos en general, y principalmente los económicos, se concentran sobre todo en las capas sociales altas, que disponen de medidas de control sobre su vecindario, su casa. Tienen capacidad para mantenerse en un ambiente con infraestructura adecuada, espacios recreativos, jardinería limpia para vivir. En estos sitios al principal transmisor del dengue, el zancudo, se le dificulta sobrevivir y por tanto no afecta a esta población. Por otro lado, está la capa social media donde las residencias son construidas en serie con espacios abiertos, con pilas y zonas recreativas. En estos sitios muchas veces el mantenimiento es deficiente y el zancudo transmisor aprovecha para reproducirse. Una sola infestación de un espécimen puede desencadenar problemas serios de salud por

dicha enfermedad. Luego, el tercer nivel social, es decir, la clase económicamente baja, donde más se concentran los problemas de la enfermedad del dengue, puesto que hay escasos recursos, viven en espacios abiertos, se forman charcas por las lluvias, hay abundancia de depósitos naturales y artificiales que son adecuados para la sobrevivencia del vector y la poca cooperación para mantener una limpieza adecuada de macetas, techos, llantas, floreros, entre otros.

En este contexto, la sociedad salvadoreña, que mayormente corresponde a la clase económica baja, es altamente vulnerable a la proliferación de enfermedades como el dengue. Las autoridades gubernamentales destinan gran cantidad de recursos económicos para suplir la demanda de salud en los hospitales, contrarrestar el mosquito transmisor y mantener el umbral poblacional de este insecto en niveles tolerables. Esto conlleva a un sacrificio del recurso humano a realizar horas extras de trabajo, contratar mano de obra para las campañas de limpieza, fumigación, etc.

A nivel cultural, las iglesias y las comunidades se ven afectadas en su diario vivir al encontrarse con un foco de infección, puesto que crea cierto nivel de preocupación. Por ejemplo los niños dejan de asistir a las escuelas, dejan de jugar con los amigos, y los vecinos, en conjunto con organizaciones, apoyan a las autoridades del área de salud para evitar ser la siguiente víctima. La sociedad se estresa, y por lo tanto el rendimiento en sus labores cotidianas se ve mermado.

Las causas probables que la enfermedad tenga vía libre es, entre otras, la falta de una visión integral del problema. Siempre en un país en vías de desarrollo, como El Salvador, a este tipo de enfermedades solamente se les pone atención al momento en que aparecen; en consecuencia, se ataca los efectos inmediatos, mas no las causas. No existen políticas desde el Estado e instituciones no gubernamentales que estén aplicadas u orientadas a hacer una prevención, sino más bien a una contención. Partiendo de esto, es factible deducir los síntomas. Cada vez que se acerca la época lluviosa es una preocupación creciente en las autoridades de salud; a menudo, cuando aparece un foco de infección del virus, no se tiene control inmediato de la situación y se deja que la enfermedad avance, así mismo no se observa que exista una vía de investigación tendiente a erradicar esta problemática o mantenerla bajo control. Las instituciones encargadas de hacer investigaciones serias y responsables no aparecen, porque o no hay dinero o no hay voluntad, por lo tanto, no se percibe una coordinación entre todos los actores involucrados.

Un estudio realizado por la OMS sobre el costo del dengue en ocho países, entre ellos cinco de las Américas (Brasil, El Salvador, Guatemala, Panamá y Venezuela), en el periodo comprendido de 2005 a 2006, estableció que un episodio de dengue representó 14.8 días perdidos para los pacientes ambulatorios y 18.9 días en los

hospitalizados. Un costo total promedio de un caso ambulatorio no fatal fue de \$514, en tanto que el costo promedio de un caso hospitalizado no fatal fue de \$ 1,491. En promedio, un caso hospitalizado cuesta tres veces más que un caso ambulatorio. Sumando los pacientes ambulatorios y hospitalizados, y contabilizando el riesgo de muerte, el costo total de un caso de dengue es de \$828.00. Al sumar esta cifra con el costo promedio anual de los casos de dengue oficialmente reportados de los ocho países estudiados en el período 2001–2005 (532.000 casos), se obtiene un costo de \$440 millones para el dengue oficialmente notificado. Este cálculo es muy conservador e ignora no solamente la falta de notificación de los casos, sino también los costos sustanciales asociados con los programas de vigilancia y control de los vectores del dengue. Este estudio demostró que un episodio de dengue tratado impone costos sustanciales tanto en el sector de la salud como en la economía global.⁵

En abril del año 2012, Guatemala decretó alerta nacional por el incesante aumento de casos de dengue. En El Salvador, para el mismo mes y año, se contabilizaban 1,110 casos de dengue, 54 de ellos dengue grave. En 2011, fueron 349 casos confirmados en la misma fecha, uno de ellos grave.⁶

Hasta septiembre del año 2012, las cifras son las siguientes, de acuerdo a datos del MINSAL: entre el 2 y el 8 de septiembre se notificaron 811 personas infectadas con la enfermedad, la cifra más elevada en lo que va del año. De esos, 439 pertenecen a los 32 municipios que hasta septiembre de 2012 están bajo el color naranja (Ver anexo 13), mientras que las 138 zonas en alerta amarilla tienen el 40.3 por ciento de las pruebas positivas. Funcionarios de gobierno aseguran que los municipios declarados en alerta naranja, amarilla y algunos verdes continúan teniendo una actividad importante con relación a la epidemia y se necesita incrementar la participación de la comunidad hasta la fecha (Ver anexo 15).

Las estadísticas de salud muestran un aumento de casos, que se refleja de la siguiente manera: en la semana epidemiológica 32, del 5 al 11 de agosto, hubo 247 pruebas positivas; luego hubo 590 en la semana 33. En la semana 35 llegaron a 648; la cifra se elevó a 811 en la semana del 10 al 14 de septiembre de 2012. Los esfuerzos locales, incluyendo a la comunidad, se dejan ver: el viceministro se reúne con los representantes de iglesias cristianas evangélicas, que aglutinan a 3,000 de ellas, para dar a conocer la situación de la enfermedad y pedir que les ayuden a difundir el mensaje de prevención entre la población. En lo que va del año 2012, 7 mil 445 personas fueron diagnosticadas con la enfermedad, 378 casos son de tipo grave. La cifra es el doble de los reportados el año 2011 a la misma fecha y un poco menos que en 2010.

Aún no se superan las cifras de 2010, año epidémico y en el que hubo una declaratoria de emergencia sanitaria; en general, van 512 casos menos al comparar ambos años. Pero hay siete departamentos que ya sobrepasaron los registros al comparar 2010 y 2012; se trata de Ahuachapán, Sonsonate, San Salvador, Cuscatlán, Cabañas, San Miguel y La Unión. Sonsonate, por ejemplo, registró 329 casos de dengue confirmados en el 2010. Cabañas tenía 197, en este momento son 396.

Una inspección en diferentes instituciones, entre ellas escuelas, puesto de la policía e iglesias, encontraron que el 40 por ciento tenía criaderos de zancudos. En Sensuntepeque se encontró el 26.3 por ciento de los establecimientos con criaderos. En la Región Central, el 32 por ciento de las instalaciones revisadas dio positivo a larvas. De todas las iglesias inspeccionadas, el 21 por ciento tenía larvas.

Estas estadísticas ponen en relieve, sin lugar a dudas, el débil enfrentamiento que tiene el virus, de ahí la importancia de coadyuvar en estas medidas. En este caso, se pretende dar una visión más amplia en el marco del Manejo Integral de Plagas, (MIP), donde entra la parte etológica, química y biológica (Ver anexo 16).

De acuerdo al comunicado de la Dirección General de Protección Civil, emitido el martes 25 de junio del 2013, el continente americano está siendo afectado por una Pandemia de dengue que ya ha afectado gravemente a la población (904,387 sospechosos; 154,175 confirmados y 355 fallecidos), fundamentalmente en los núcleos urbanos a los menores de 19 años, principalmente a aquellos en el intervalo entre los 5 y los 9 años de edad.

En nuestro país existe la circulación de 3 de las 4 cepas existentes, lo que aumenta las probabilidades de padecer Dengue grave, que eventualmente puede devenir en muertes. La instalación de la estación lluviosa ha incrementado la reproducción del mosquito transmisor del Dengue y generado condiciones para la diseminación de la enfermedad en todos los núcleos urbanos del país. Basado en el análisis epidemiológico, hasta la semana 24 se cuenta con 1 defunción, 9,164 casos sospechosos y 2,343 casos confirmados, con una distribución etárea similar al resto del continente, geográficamente distribuidos irregularmente, siendo mayor la amenaza para algunos municipios, por lo que de acuerdo al nivel de riesgo y daño poblacional se emite una Alerta Estratificada a Nivel Nacional.⁶

Enunciado del problema

¿Existe el género *Toxorhynchites sp* en El Salvador para estudiar su biología y etología, de tal manera que permita ser utilizado como depredador de la larva del vector del dengue *Aedes aegypti*, a fin de contribuir a generar una nueva posibilidad de control del dengue en el país, en el marco del control biológico?

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. Marco histórico

Los primeros datos históricos sobre el dengue mencionan la isla de Java en 1779 y Filadelfia (E.U.A.) en 1780 como los primeros lugares donde se reconocieron brotes de la enfermedad. En América, los relatos sobre esta dolencia datan de más de 200 años. En el siglo antepasado ocurrieron grandes epidemias, coincidiendo con la intensificación del transporte comercial entre los puertos de la región del Caribe y el Sur de los Estados Unidos con el resto del mundo. En el siglo XX, la primera epidemia de dengue clásico en América, comprobada en laboratorio, ocurrió en la región del Caribe y en Venezuela entre 1963 y 1964, asociándose al serotipo Den-3. El serotipo Den-4 fue introducido en 1981, y desde entonces los tipos 1, 2 y 4 han sido transmitidos simultáneamente en muchos países donde el *Aedes aegypti* está presente.²

El MINSAL a través de la Dirección de Salud Ambiental y la Unidad de Vigilancia de Enfermedades Vectorizadas ha fortalecido las acciones de promoción, vigilancia y control de las enfermedades transmitidas por vectores; normando, planificando y organizando la ejecución de las misma en los niveles locales con el fin de controlar las densidades de vectores, minimizando el contacto entre el vector infectado y el ser humano, reduciendo con ello el riesgo de transmisión.⁶

Durante el año 2011, el MINSAL trabajó en coordinación con instituciones que conforman la Comisión Intersectorial de Salud (CISALUD) a través de planes de acción que incluyen promoción, prevención y control, obteniéndose así un manejo integrado de las enfermedades transmitidas por vectores. Las actividades incluyeron el desarrollo de diferentes estrategias dirigidas a reducir los riesgos de adquirir enfermedades como el dengue, malaria, chagas y leishmaniasis, entre otras.⁸

Las condiciones sociales y ambientales existentes, así como la presencia de vectores y la circulación de agentes patógenos, son factores de riesgo para desatar brotes o epidemias de estas patologías; las enfermedades transmitidas por vectores representan una grave amenaza para la salud pública y necesitan ser atendidas por su magnitud,

pues representan un alto impacto económico a nivel familiar, institucional y del país.⁹

El subgénero *Toxorhynchites* consta de 76 especies aproximadamente. Es circumtropical, pues habita en la mayoría de regiones tropicales y algunas de América del Norte, este de Rusia y de Japón.⁷

B. Marco teórico

1. La enfermedad del dengue

Según los lineamientos técnicos para el abordaje de la enfermedad del dengue establecidos por el MINSAL en agosto del 2012, define el dengue como una enfermedad causada por arbovirus, del cual existen cuatro serotipos relacionados. En la actualidad es la enfermedad viral más importante, transmitida por vectores, afecta al ser humano y está emergiendo como una amenaza a nivel mundial. Se estima que tres billones de personas en el mundo viven en áreas de riesgo para contraer la enfermedad y que aproximadamente se presentan 40 millones de casos asintomáticos y 20,000 muertes por dengue que pueden ocurrir cada año.

En El Salvador, el dengue es una enfermedad endémica, alternándose con períodos cíclicos de epidemias durante los últimos once años. Desde el año 2000 se ha constatado la circulación viral de los cuatro serotipos de dengue, lo que incrementa el riesgo de desarrollar complicaciones y muertes por la enfermedad, generando mayores pérdidas en el gasto público y del bolsillo de la población ante un padecimiento que se puede prevenir con la participación activa de todos los sectores y de la comunidad.²

En el año 2000, el dengue pasó a ser una epidemia cobrando la vida de veintiséis personas y 3,238 casos confirmados, detectándose la circulación del virus del dengue tipo 2. Desde entonces, el número de fallecidos ha disminuido considerablemente.²

1.1 Curso clínico

El dengue es una enfermedad infecciosa, sistémica y dinámica, que posee un amplio espectro clínico que incluye las formas asintomáticas, oligosintomáticas y formas graves, con resultados impredecibles. Después de un período de incubación de cuatro a diez días, la enfermedad comienza con fiebre de inicio abrupto y puede cursar por tres fases: fase febril, fase crítica y fase de recuperación. Para una enfermedad tan compleja en sus manifestaciones, el tratamiento es relativamente sencillo, económico y muy efectivo para salvar vidas, siempre y cuando se practiquen las intervenciones correctas y oportunas. La clave es la comprensión de la fisiopatología

e identificación temprana de los problemas clínicos en las diferentes fases de la enfermedad, lo que plantea un enfoque racional y fisiológico del manejo de casos.²

1.2 Curso de la enfermedad

En la fase febril, los pacientes generalmente desarrollan fiebre usualmente alta y repentina, que puede ser bimodal. Por lo general dura de dos a siete días y suele acompañarse de enrojecimiento facial, eritema, dolor generalizado del cuerpo, mialgia, artralgia, cefalea y dolor retro ocular. La anorexia, náuseas y vómitos son comunes. Puede ser difícil distinguirla clínicamente de otras enfermedades febriles agudas. La prueba de torniquete positiva en esta fase aumenta la probabilidad de dengue. Además estas características clínicas son indistinguibles entre los casos de dengue y dengue grave. Por lo tanto, la vigilancia de signos de alarma y otros parámetros del estado hemodinámico del paciente por parte del personal es fundamental para reconocer la progresión a la fase crítica. En esta fase pueden presentarse manifestaciones hemorrágicas menores, como petequias y equimosis; el hígado puede estar aumentado de tamaño y ser doloroso a la palpación. La primera alteración en el hemograma es una disminución progresiva en el recuento total de leucocitos; en los hallazgos clínicos, la bradicardia relativa es común en esta fase.¹

La fase crítica ocasionalmente sucede en torno a la desaparición de la fiebre, entre los tres o siete días de la enfermedad, cuando la temperatura desciende de 38 a 37.5° centígrados o menos y se mantiene por debajo de este valor; puede ocurrir un aumento de la permeabilidad capilar, manifestada por un aumento de los niveles de hematocrito, lo que indica el comienzo de la fase crítica. Puede asociarse con epistaxis, gingivorragias, metrorragia o hipermenorrea en mujeres de edad fértil. La leucopenia con neutropenia y linfocitosis es seguida de una rápida disminución del recuento de plaquetas, acontecimientos que suelen preceder la extravasación de plasma, la cual es variable. El derrame pleural y la ascitis pueden ser clínicamente detectables en función del grado de pérdida de plasma y el volumen de líquidos administrados, por lo que el personal debe indicar radiografía de tórax o ecocardiografía toraco abdominal, ante esta sospecha.²

El choque ocurre cuando se pierde un volumen crítico de plasma por extravasación. Casi siempre es precedido por uno o más de los signos de alarma. Cuando se produce el choque, la temperatura corporal puede estar por debajo de lo normal. Los pacientes que mejoran después de la defervescencia, se clasifican como casos de dengue sin signos de alarma (DSSA). Algunos pacientes al final de la fase febril pueden progresar a la fase crítica de fuga de plasma sin desaparición de la fiebre.²

Los pacientes que empeoran en el momento de la caída de la fiebre y presentan signos de alarma son clasificados como dengue con signos de alarma (DCSA). Estos pacientes casi siempre se recuperarán con la hidratación intravenosa temprana. No obstante, algunos pacientes pueden deteriorarse progresivamente y se considerarán como casos de dengue grave.²

Signos de alarma de dengue.⁵

Clínicos	Dolor abdominal intenso y sostenido o dolor a la palpación del abdomen Vómitos persistentes (tres o más en una hora, o 4 en 6 horas) Acumulación de líquidos demostrable por clínica Sangrado de mucosas Letargo/irritabilidad Hepatomegalia >2cm. Aumento del hematocrito concomitadamente con disminución de las plaquetas
De laboratorio	Aumento del hematocrito concomitadamente con disminución de las plaquetas

Cuando el paciente sobrevive a la fase crítica, la cual no excede de cuarenta y ocho a setenta y dos horas, evoluciona a la fase de recuperación. Hay mejoría del estado general, de los síntomas gastrointestinales, del apetito, estabilización del estado hemodinámico y se incrementa la diuresis.²

Problemas clínicos que se pueden presentar durante las diferentes fases del dengue.²

Fase febril	Deshidratación, trastornos neurológicos y convulsiones febriles en niños menores de cinco años.
Fase crítica	Choque por extravasación de plasma, hemorragias graves, daño grave de órganos.
Fase de recuperación	Hipervolemia, si la terapia intravenosa con líquidos ha sido excesiva o se ha prolongado.

Las actividades primordiales a desarrollar por el personal en los diferentes niveles del Sistema Nacional de Salud son las siguientes.²

1. Considerar que todo paciente febril puede tener dengue.
2. Notificar inmediatamente a las autoridades correspondientes del paciente sospechoso de dengue.
3. Atender al paciente en la fase febril temprana de la enfermedad.
4. Identificar las causas tempranas de fuga de plasma o la fase crítica, para iniciar la terapia de hidratación.

5. Identificar los pacientes con signos de alarma que necesiten ser referidos para su evaluación, admisión o terapia de hidratación intravenosa en el segundo o tercer nivel de atención. Si es posible, debe iniciar la hidratación intravenosa antes de referirlo.
6. Identificar y manejar oportunamente la fuga de plasma grave y el choque, sangrado grave y afectación de órganos, para referir al paciente hemodinámicamente estable al nivel de atención correspondiente.

1.3 Diagnóstico y atención

Con la finalidad de agilizar el proceso de diagnóstico y atención, se detalla a continuación la forma en que se puede presentar la enfermedad y cómo debe proceder el personal en los diferentes niveles de atención:

a) El personal de salud debe considerar como tal a toda persona que presente fiebre y dos de los siguientes signos y síntomas.²

Náuseas, vómitos o diarrea	Mialgias o artralgias
Exantema	Cualquier signo de alarma
Cefalea	Leucopenia menor de 5,000 mm ³
Dolor retro ocular	Sangrado espontáneo de piel o prueba de torniquete positiva

b) Toda persona que presente fiebre y dos de los signos o síntomas siguientes, incluidos en el caso sospechoso.²

- Náuseas, vómitos o diarrea.
- Exantema.
- Cefalea.
- Dolor retro ocular.
- Mialgias o artralgias.
- Leucopenia menor de 5,000 mm³.
- Sangrado espontáneo o prueba de torniquete positiva.

Cuando es factible, se considera caso confirmado a toda persona con PCR, cultivo o serología positiva.²

c) Se considera cuando, además, la persona presenta dolor abdominal intenso y sostenido, vómitos persistentes, acumulación de líquidos (al examen clínico), sangrado de mucosas, letargo o inquietud, astenia, hepatomegalia mayor a dos centímetros; en las pruebas de laboratorio clínico, incremento del hematocrito y concomitante disminución rápida del conteo de plaquetas.²

d) Se considera como tal cuando la persona que lo padece presenta lo siguiente.²

- Fuga masiva de plasma, con choque
- Acumulación de líquidos y distress respiratorio
- Sangrado severo y daño grave de órganos

OMS. Dengue. Guías para diagnóstico, tratamiento, prevención y control.

Dengue sin signos de alarma	Dengue con signos de alarma	Dengue grave
Fiebre y 2 de los siguientes criterio: » Náuseas, vómitos y diarrea » Exantema » Cefalea/dolor retro ocular » Mialgias/artralgias » Petequias/test del torniquete (+) » Leucopenia » Dengue confirmado por laboratorio (importante cuando no hay signos de extravasación de plasma)	» Dolor abdominal intenso y continuo » Vómitos persistentes » Acumulación de líquidos por clínica » Sangrado de mucosas » Letargo/irritabilidad » Hepatomegalia > 2cm » Aumento del HTC concomitantemente con disminución de las plaquetas requiere estricta observación e intervención médica	Escape de plasma que lleva a: » Choque (SCD) » Acumulación de líquidos (derrame pleural, ascitis) con o sin dificultad respiratoria » Sangrado grave (según evaluación del clínico) » Daño grave de órgano(s) Hígado_ ALT-AST ≥ 1000 SNC: alteración del sensorio, corazón y otros órganos

2. Clasificación taxonómica de *Aedes aegypti*

Clasificación de *Aedes aegypti*¹⁰

Orden:	Diptera
Familia:	Culicidae
Subfamilia:	Culicinae
Tribu:	Aedini
Género:	Aedes
Especie:	Aegypti

3. Ciclo de vida de *Aedes aegypti*

Aedes aegypti es un mosquito originario de África, introducido en América a través del tráfico de esclavos. Actualmente es cosmopolita. Es esencialmente doméstico, “no precisamente urbano” y también existen formas silvestres.¹¹

Su ciclo de vida comprende las etapas de huevo, larva, pupa y adulto (Ver anexo 12), debido a su relación con el hombre. Los sitios de cría consisten principalmente en recipientes artificiales ubicados cerca de las viviendas o dentro de las mismas, siendo muy amplia la gama de posibles criaderos. Es un vector de agua limpia, especialmente de consumo humano, aunque las llantas de vehículos también son importantes sitios de cría, además de encontrarse en depósitos naturales como cavidades de árboles, en bambúes, bromeliáceas y en huecos de rocas.¹⁶

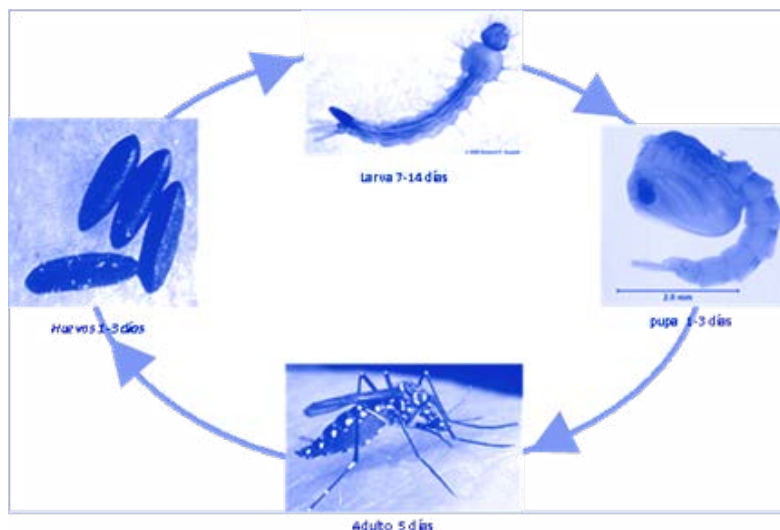


Figura 1. Ciclo de vida de *Aedes aegypti*¹⁰

Las hembras seleccionan los sitios para oviponer detectando diferencias químicas en el agua de los criaderos, lo cual es posible mediante receptores ubicados en las antenas o espinas, que funcionan como quimiorreceptores en las patas. Prefieren oviponer en lugares resguardados, especialmente donde los huevos pueden adherirse a alguna pared. El desarrollo embrionario, en óptimas condiciones de temperatura y humedad, ocurre en un lapso de dos a tres días, aunque los huevos son capaces de resistir desecación y temperaturas extremas, lo cual les permite mantenerse viables de siete a doce meses.²

3.1 Alimentación, condición ambiental y reproducción²

a. Estadio de huevo (Figura 2)

Su alimentación es sanguínea, por ello las hembras pueden colocar entre 50 y 150 huevos pequeños (de 0.8 mm) en las paredes de los recipientes, sobre el nivel del agua; cuando el recipiente recibe agua nuevamente, los huevos son inundados y se produce la eclosión de los mismos. Se ha visto que en condiciones ecológicas particulares, las hembras colocan un 10-20% directamente en el agua y el resto pegado a la superficie del recipiente. Cada vez que sube el nivel del agua en el recipiente eclosiona un grupo de huevos, de este modo se aseguran una eclosión escalonada que permite la supervivencia aún en condiciones desfavorables (por ejemplo épocas de sequía). Al momento de la postura son de coloración blanca, casi transparentes, y en contacto con el aire van adoptando la coloración oscura característica. Los huevos son formas de resistencia que pueden sobrevivir durante muchos meses en clima adverso hasta que las condiciones ambientales favorezcan su eclosión. Al parecer los sitios, horarios y épocas en que la hembra pone los huevos podrían corresponder a patrones de comportamiento previsibles, útiles para definir acciones de prevención.¹⁰

Los huevos eclosionan dando lugar a formas larvarias, acuáticas, nadadoras, de respiración aérea, que se alimentan por filtración de material en suspensión o acumulado en paredes y fondo del recipiente, para lo cual utilizan las cerdas bucales en forma de abanico. Se asemejan a otras larvas de mosquitos por la cabeza y tórax ovoides y el abdomen con 9 segmentos.¹⁰

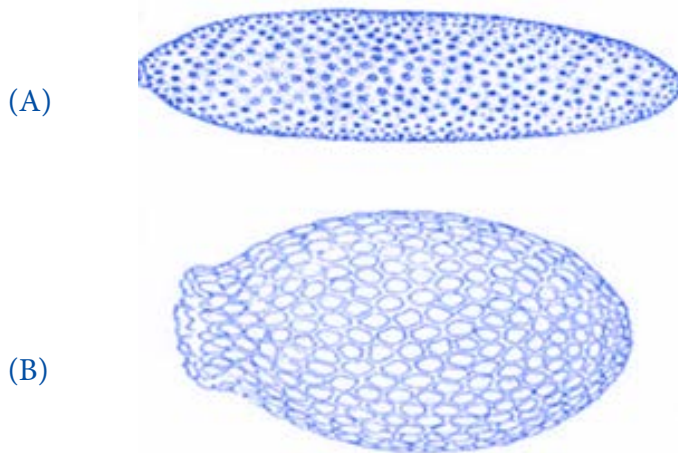


Figura 2. (A) Huevos de *Aedes aegypti* y de (B) *Toxorhynchites sp.*^{13,14}

b. Estadio de larva

El segmento posterior (anal) del abdomen tiene 4 branquias lobuladas para la regulación o introducción osmótica y un sifón corto (que las distingue de otras especies de mosquitos) para la respiración en la superficie del agua. La posición en reposo en el agua es casi vertical y se desplazan en el medio líquido con un movimiento serpenteante característico. Son fotosensibles (sensibles a la luz), al iluminarlas se desplazan al fondo del recipiente casi de inmediato. La fase larval es el período de mayor alimentación, crecimiento y vulnerabilidad en el ciclo de vida de *Aedes aegypti*. La duración del desarrollo larval depende de la temperatura, la disponibilidad de alimento y la densidad de larvas en el recipiente. En condiciones óptimas (temperaturas de 25°C a 29°C), el período desde la eclosión hasta la de pupa es de 5 a 7 días, habitualmente es de 7 a 14 días. Las larvas no pueden resistir temperaturas inferiores a 10°C o superiores a 45°C, a menos de 13°C se interrumpe el pasaje a estado de pupa.¹⁰

c. Estadio de pupa

Posteriormente, las larvas mudan al estado de pupa, las cuales no se alimentan y tienden a moverse poco, presentan un estado de reposo donde se producen importantes modificaciones y cambios anátomo-fisiológicos que conducirán a la última fase del desarrollo. Reaccionan inmediatamente a estímulos externos

y se mantienen en la superficie del agua debido a su flotabilidad, propiedad que favorece la emergencia del insecto adulto. Este período dura de 1 a 3 días en condiciones favorables, en tanto que las variaciones extremas de temperatura pueden prolongarlo. Disponen en la base del tórax de un par de tubos o trompetas respiratorias que atraviesan la superficie del agua para permitir la respiración, y en la base del abdomen poseen un par de remos, paletas o aletas que le permiten desplazarse en el agua.¹⁰

d. Estadio adulto

El último estado es el adulto alado. Inmediatamente luego de emerger de la pupa, permanecen en reposo para lograr el endurecimiento del exoesqueleto y de las alas. Dentro de las 24 horas siguientes, machos y hembras se aparean, generalmente por única vez en el caso de las hembras, y se inicia la etapa reproductora. El apareamiento se realiza por lo general durante el vuelo. Una sola inseminación del macho es suficiente para fecundar todos los huevos que una hembra produce durante toda su vida. Las formas adultas tienen dimorfismo sexual. El estadio larval presenta cuatro etapas llamadas Etapa 1, 2, 3 y 4, para luego pasar al siguiente estadio (Ver anexo 10).¹⁰

El mosquito adulto de *Aedes aegypti* es un insecto pequeño, de color oscuro, con rayas blancas en el dorso y en las patas. Posee hábitos diurnos, se muestra más activo a media mañana y poco antes de oscurecer. Habita tanto en interiores como en exteriores de casas o departamentos, especialmente en lugares frescos y oscuros. Es esencialmente urbano y muy difícil de encontrar en el campo.¹⁰

Deposita sus huevos en recipientes con agua limpia estancada: floreros, portamacetas, latas, botellas, tambores o cubiertas en desuso que acumulan agua en su interior.

Necesita de una pared sólida para depositar los huevos. Los charcos y zanjas normalmente no son criaderos. En condiciones favorables de temperatura y humedad, los huevos eclosionan convirtiéndose en larvas.¹⁰

Los huevos permanecen en vida latente hasta 1 año hasta transformarse en larva en condiciones adecuadas. Por lo general, este tipo de mosquito llega a cumplir hasta 1 mes de vida en su estado adulto (Ver anexo 11).¹⁰

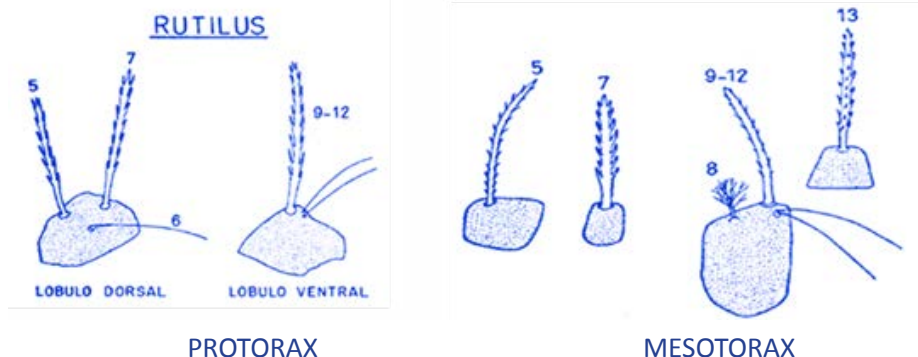
4. Clasificación taxonómica de *Toxorhynchites sp*

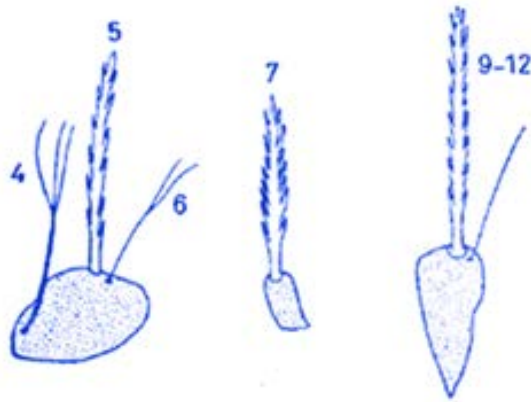
Clasificación de *Toxorhynchites sp*²⁴

Reino:	Animal
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Diptera
Infraorden:	Culicomorpha (Mosquitos and midges)
Familia:	Culicidae (Mosquitos)
Subfamilia:	Culicinae
Genero:	Toxorhynchites

5. Ciclo de vida de *Toxorhynchites sp*

La larva de *Toxorhynchites sp* se compone de tres partes: cabeza, tórax y abdomen. El cuerpo está compuesto en su mayoría de tejido suave y membranoso, pero algunas partes consisten de placas duras y esclerotizadas. Esto permite el nado característico de la larva. Tiene aproximadamente 190 pares de setas y varios tipos de espículas. La cabeza se compone de una cápsula esclerotizada donde se encuentran las partes bucales y antenas anteriores. La forma de la cabeza es cuadrada. Dorso-lateralmente en ambos lados de las partes bucales hay lóbulos formados de un conjunto de espículas robustas y prensiles; también se pueden observar 16 pares de setas. El tórax es un poco más ancho que la cabeza, consiste en 3 segmentos que son el protórax, mesotórax y metatórax (figura 3), los cuales se distinguen por las setas que en éstos se encuentran.¹⁰



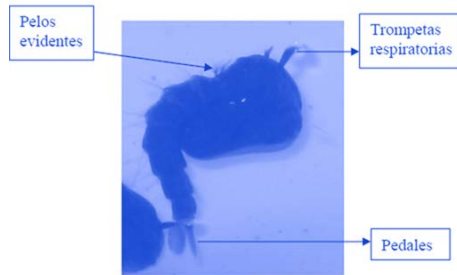


METATORAX

Figura 3. Pelos torácicos de larvas de *Toxorhynchites sp*¹²

El abdomen de la larva consiste en 10 segmentos: los primeros siete son muy similares, los segmentos VIII, IX y X son funcionalmente especializados y morfológicamente diferentes de los otros, el IX segmento no se encuentra diferenciado, pero está incorporado en el VIII y X segmento. La larva posee varias placas de soporte tanto en el tórax como en el abdomen. En estas placas se adhieren varias setas y se puede observar una gran placa lateral en el VIII segmento. Las aberturas espiraculares, para la respiración, están localizadas posteriormente en el VIII segmento abdominal. Estas aberturas están rodeadas por el aparato espiracular, que nace al final de un tubo esclerotizado (sifón).¹⁰

El último estadio acuático es el de pupa, la cual se caracteriza por tener una forma decoma que se divide en dos regiones: la parte agrandada es conocida como cefalotórax, que consiste en la cabeza y el tórax, y la parte delgada que consiste en el abdomen. Proyectándose desde la parte de atrás del cefalotórax está un par de “trompetas” prominentes, conocidas como trompetas respiratorias. El abdomen consiste de nueve segmentos aplastados de movimiento libre. En el dorso del primer segmento se encuentran un par de pelos evidentes que ayudan a mantener a la pupa en una posición recta en la superficie del agua. Al final del abdomen se encuentra un par de pedales, los cuales le ayudan a nadar. El estadio de pupa puede durar de 7 a 8 días. Este estadio, a pesar de ser móvil, no se alimenta ya que es la etapa crítica donde ocurren todos los cambios morfológicos y fisiológicos para que pase a la fase adulta de vuelo (figuras 4 y 5).¹⁰



Pupa del mosquito *Toxorhynchites*, donde se observan distintas estructuras.

Figura 4. Estadio de pupa de *Toxorhynchites* sp^{15,16}

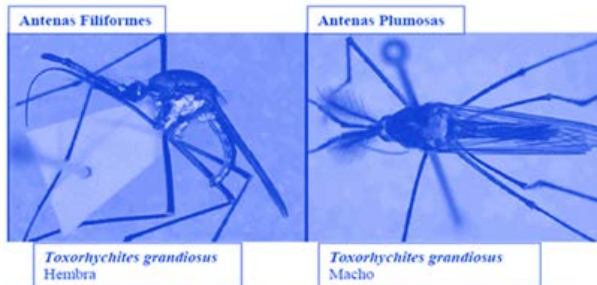


Figura 5: El mosquito *Toxorhynchites grandiosus* adultos machos y hembras. Con antenas Filiformes de las hembras y Plumosas de los machos.

Figura 5. Estadio adulto de *Toxorhynchites* sp^{15,16}

6. Conducta depredadora de *Toxorhynchites* sp

En Florida (EUA), investigaciones sobre *Toxorhynchites rutilus*, un depredador utilizado para el control de mosquitos, demostró a largo plazo una reducción de mosquitos en huecos de árboles que fue atribuida a la depredación por esta especie. El impacto que produjo *T. rutilus* en reducir el número de *A. triseriatus* durante períodos prolongados fue relativamente pequeño comparado a reducciones de 74% de *Aedes aegypti* y *Culex* que produjeron las liberaciones experimentales de este depredador cada diez días durante períodos cortos en la ciudad de New Orleans.¹⁷ Serían necesarias liberaciones de *T. rutilus* (los estadios e intervalos dependientes de las condiciones del hábitat y el ambiente) para alcanzar un mayor nivel en el control de mosquitos, y además para incrementar las poblaciones naturales disminuidas por las sequías. Las investigaciones han demostrado que *T. rutilus*, y otras especies del mismo género, reducen significativamente los números de mosquitos vectores.¹⁰

Un agente potencial son los mosquitos del género *Toxorhynchites sp* debido a que sus larvas son feroces depredadoras de culícidos, entre ellos *Aedes aegypti*, y en la fase adulta las hembras no consumen sangre para su reproducción. Se evaluó tanto en condiciones de laboratorio como de campo el potencial de *Toxorhynchites grandiosus* como un método de control biológico del vector del dengue. Las larvas obtenidas se utilizaron para realizar pruebas en las que se midieron índices de depredación y rangos de aclaración. Los resultados mostraron una alta efectividad de las larvas depredadoras sobre las larvas de *Aedes aegypti*, alcanzando índices de hasta un 85% de depredación a medida que iban creciendo. Los valores de los ANDEVAS realizados no mostraron una diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$), concluyendo que el *Toxorhynchites grandiosus* es un efectivo agente de control biológico sobre el vector del dengue en condiciones de laboratorio.¹⁰

En la fase de campo, previo a realizar las pruebas de control en los cementerios municipales de Villa Nueva y Amatitlán, se llevaron a cabo evaluaciones entomológicas para calcular los índices aélicos de cada lugar. Posteriormente, en el primer cementerio se aplicaron directamente larvas de *T. grandiosus* en los nichos que se encontraron positivos en la evaluación. Se cuantificó la reducción de la población del vector por medio de las larvas del agente, promediando una reducción media en el sitio de estudio. Los valores de ANOVA, medidos a partir de la depredación entre nichos, no presentaron una diferencia significativa ($P > 0.05$). En el segundo cementerio se realizó una liberación de adultos de *Toxorhynchites grandiosus* esperando que las hembras ovi pusieran en los recipientes positivos y las larvas que emergieran redujeran los índices de infestación del vector. Para medir el efecto del control biológico en ambos cementerios, se realizaron nuevas evaluaciones entomológicas un mes después de aplicado el agente. Los resultados mostraron que aunque no hubo una reducción en los índices, éstos tampoco aumentaron.⁶

7. Medidas de control

Como control o tratamiento se entiende la destrucción de larvas o adultos por medios mecánicos, químicos o biológicos. Regularmente las actividades de control llevadas a cabo por el personal del MSPAS en una comunidad se dividen en control mecánico o saneamiento del medio (eliminación de criaderos o deschatarrización), control químico focal (abatización) y perifocal (nebulizaciones con insecticidas).¹⁰

7.1 Control mecánico

El control mecánico comprende las modificaciones del medio ambiente que impiden y reducen al mínimo la propagación de vectores o el contacto hombre-vector. También ayuda a reducir los criaderos de mosquitos.¹⁰

La OMS ha definido tres clases de saneamiento del medio:

- a. Modificación del medio: transformaciones físicas duraderas del hábitat de los vectores (servicio apropiado de agua potable).
- b. Manipulación del medio: cambios temporales en el hábitat del vector. Consisten en el tratamiento de los recipientes útiles (cubriendo o protegiendo), el almacenamiento adecuado, reciclaje o eliminación de envases (depósitos) inservibles y el tratamiento o eliminación de criaderos naturales.
- c. Campaña de eliminación de criaderos o deschatarrización: campañas públicas de “deschatarrización” o eliminación colectiva de recipientes desechables de los patios o jardines de las casas.

La debilidad de este tipo de tratamiento es que se enfoca en las áreas residenciales y casi no se tratan lugares como los cementerios u otros espacios abiertos que están fuera de ese perímetro, pero siguen teniendo relación y pueden representar una fuente de infestación. Además, un obstáculo importante para la ejecución eficaz de este tipo de control ha sido la dificultad del MSPAS para movilizar y coordinar los recursos necesarios con el fin de lograr y mantener un impacto conductual entre las poblaciones en riesgo de dengue.¹⁰

7.2 Control químico

Es el principal método empleado para el control de los vectores. Comúnmente el control químico se utiliza después de realizar el saneamiento del medio. Se aplica tanto en la forma inmadura como en adultos del vector (larvicida y adulticida). La aplicación de larvicidas o el control focal de *Aedes aegypti* generalmente está limitado a los recipientes de uso doméstico que no se pueden destruir, eliminar o tratar de otra forma.⁵

En El Salvador se utiliza como larvicida el TEMEPHOS (abate), utilizado exclusivamente para el control de larvas de mosquitos, el cual se compone del grupo químico organofosforado. Nombre común: temefos. Su composición es del *tetramethyl-thiodi-p-phenylenephosphorothioate* 50%, inertes y coadyuvantes 100%. Las especies de mosquitos controladas por el TEMEPHOS incluyen: *Culex sp*, *Aedes aegypti* (vector de la fiebre amarilla y dengue), *Anopheles* (vectores de la malaria), y las especies de simúlidos controlados son: *Simulium sp* (moscas negras o jejenes). En lugares abiertos, como los cementerios, este control se aplica en los contenedores, pero si éstos son cambiados, se pierde completamente el tratamiento, por lo que se debe monitorear constantemente, generando un exceso de trabajo para el personal del Ministerio de Salud.¹⁰

Los rociamientos manuales o de motor se emplean para aplicar polvo humectable o insecticidas en los recipientes y su vecindad. De este modo se destruyen las infestaciones larvales existentes y subsiguientes, así como los mosquitos adultos que frecuentan estos sitios. Los insecticidas utilizados actualmente son piretroides.

Dentro de las desventajas de este tipo de control se puede mencionar que esta estrategia debe repetirse constantemente, su costo es elevado y su eficacia es limitada. Además, tiene muy poca residualidad, debido a la capacidad del vector de generar resistencia a los insecticidas y produce muchos efectos secundarios no deseados, dañinos para el ecosistema y la salud humana.¹⁰

7.3 Control biológico

El principio del control biológico es utilizar organismos que sean enemigos y reguladores naturales de las poblaciones de vectores. El uso de estos agentes tiende a afectar solamente a cierto número de organismos, que se conocen como organismos blancos, a los cuales va dirigido este tipo de control. Generalmente son más aceptados que los mecanismos de control químico debido a que no generan resultados secundarios no deseados, como daños al ecosistema.¹²

Las investigaciones sobre el control biológico de vectores persiguen tres objetivos principales: la identificación de nuevos posibles agentes, la evaluación de agentes ya identificados como potenciales controles biológicos y el desarrollo de agentes que han demostrado ser efectivos y seguros.¹²

Para el control de *Aedes aegypti* se ha logrado identificar, entre los posibles agentes, a peces larvívoros que ya han sido utilizado en varios países de Centroamérica;¹⁸ agentes como los protozoos microsporidios, los cuales son los parásitos más comunes en causar enfermedades a mosquitos. Cuatro géneros son comúnmente encontrados (*Nosema*, *Pleistophora*, *Stempellia* y *Thelohania*). Dentro de los más prometedores para el control hay algunas especies de *Nosema*. También se han investigado hongos que parasitan larvas de *Aedes aegypti*; el género *Coelomomyces* ha demostrado ser la especie específica.¹²

A principios del siglo antepasado se realizaron acercamientos con plantas larvicidas para el control de *Aedes aegypti*, lo que condujo a la investigación sobre plantas y productos vegetales que podrían jugar un papel importante en el control de mosquitos.³ Otros agentes que han sido ampliamente estudiados son las bacterias esporogénicas, principalmente *Bacillusthuringiensis*. Los resultados han mostrado que se puede alcanzar una mortalidad de hasta el 100% en los primeros días de aplicación y una mortalidad del 70% en 54 días de residualidad.⁴

Algunos invertebrados depredadores son otro tipo de organismos que juegan papeles importantes en la regulación de las poblaciones de varias especies de mosquitos. *Macrocyclopsalbidus*, en particular, ha mostrado preferencia por las larvas de *Aedes aegypti* como alimento. El mosquito del género *Toxorhynchites* también ha sido identificado como un importante depredador de larvas de mosquitos.¹² Se elaboró el libro *Control de mosquitos con perspectivas para países en desarrollo* donde se enfoca el uso de invertebrados depredadores, entre ellos *Toxorhynchites*, como un efectivo control biológico, enfatizando en su facilidad de cultivo, transporte y aplicación en estadio adulto.

Otras investigaciones se han centrado en la sistemática de *Toxorhynchites* y su potencial como control biológico, identificando aspectos importantes de su biología, entre los que se pueden mencionar la morfología de los huevos de *Toxorhynchites moctezuma* y el comportamiento de ovoposición de *Toxorhynchites moctezuma* y *Toxorhynchites amboinensis*, tanto en condiciones de campo como de laboratorio, además de obtener importantes datos de taxonomía. A partir de estos estudios se generaron conocimientos de interés para futuros intentos de aplicación del agente en los programas de control de diferentes vectores, haciendo mención de las ventajas y desventajas de su uso, y la efectividad de éste en un manejo integrado con otros tipos de control biológico.¹⁶

Diferentes estudios presentan las experiencias obtenidas durante la aplicación de *Toxorhynchites* en programas de control que involucran la crianza masiva de varias especies de este género para la liberación en el campo y la importancia que tiene este tipo de control en la vigilancia de *Aedes aegypti*. Con respecto a *Toxorhynchites rutilus*, se han proporcionado datos con referencia al control biológico de mosquitos habitantes en recipientes, donde muestran lo positivo y lo negativo de este tipo de control.¹⁹

En Guatemala se han desarrollado investigaciones que se centran en la distribución y relación geográfica de varias especies de la familia *Culicidae*. Se ha realizado la descripción de varias especies del género *Toxorhynchites* indicando que su distribución es, principalmente, en el suroccidente del país.²⁰

A pesar de los avances en el estudio de agentes potenciales, se debe tomar en cuenta que debido a la diversidad de enfermedades vectoriales y los hábitos naturales de los vectores, el control biológico puede representar sólo una parte de un programa de control que, para poder llegar a tener éxito, debe combinarse con métodos químicos, así como tomar en cuenta el manejo ambiental y la participación comunitaria para formar parte de un programa integrado.¹²

C. Marco conceptual

Virus: es una entidad biológica infecciosa, microscópica, mucho más pequeña que las células a las que infecta. Para reproducirse, los virus penetran en las células, insertan su ADN o ARN en el interior de la célula y usan sus estructuras de síntesis para fabricar copias del virus.⁷

Control químico: es el uso de compuestos químicos para prevenir el desarrollo de plagas. Los métodos de control químico dirigidos a los vectores adultos del dengue tienen la finalidad de impactar las densidades del mosquito, así como la longevidad y otros parámetros de transmisión. Los adulticidas se aplican en forma de tratamientos residuales de superficie o como tratamientos espaciales.⁵

Control biológico: es la reducción de la densidad o de las actividades productoras de enfermedades de un patógeno o parásito, en su estado activo o durmiente, lograda de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, del hospedero o de antagonistas del patógeno o plaga que se quiere controlar. El control biológico se basa en introducir organismos que depredan, parasitan, compiten o de otra forma reducen las poblaciones de las especies objetivos.⁵

Control mecánico: se refiere al conjunto de acciones ejecutadas para cambiar el ambiente con el fin de prevenir o minimizar la propagación de los vectores y el contacto humano con el patógeno del vector, destruyendo, alterando, eliminando o reciclando los recipientes no esenciales que sirven de hábitats larvarios.⁵

Endémico: es un término utilizado en biología para indicar que la distribución de un taxón está limitado a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo.¹⁰

Epidémico: enfermedad que se propaga algún tiempo en una población y que afecta gran número de personas.²⁰

Etología: rama de la biología que estudia el comportamiento de los animales en su ambiente.⁴

Ciclo de vida: conjunto de fenómenos transcurridos entre un momento dado de una generación de un organismo y el mismo de la generación siguiente.¹¹

Estadio huevo: Es al primer estadio de ciclo de vida de los insectos; es un cuerpo redondeado de tamaño y dureza variables que producen las hembras de diversos grupos de insectos que sustentan y protegen el embrión.¹¹

Estadio larva: Es el segundo estadio del ciclo de vida de los insectos. Las larvas son las fases juveniles de los insectos con desarrollo indirecto (con metamorfosis) y que tienen una anatomía, fisiología y ecología diferente del adulto.¹¹

Estadio pupa: Tercer estadio del ciclo de vida de los insectos. La pupa es el estado por el que pasan algunos insectos en el curso de la metamorfosis que los lleva del estado de larva al de imago o adulto.¹¹

Estadio adulto: es el último estadio del ciclo de vida de los insectos en la que alcanzan la edad suficiente en la que son capaces de reproducirse.¹¹

Conducta depredadora: es el ser vivo que caza animales vivos para su alimentación y subsistencia.^{11, 10}

Vector: se llama vector a un mecanismo, generalmente un organismo, que transmite un agente infeccioso o infestante desde los individuos afectados a otros que aún no portan ese agente. Por ejemplo los mosquitos de la familia de los culícidos son vectores de diversos virus y protistas patógenos.^{20, 21, 22}

Sintomático: es cuando un individuo presenta los síntomas comunes asociados con una enfermedad o afección.²³

Prueba de torniquete: es una técnica que ofrece información sobre la fragilidad capilar, usada como signo clínico para en la enfermedad del dengue y otros trastornos hemorrágicos.²

Caso confirmado: caso compatible con la descripción clínica de una enfermedad que se confirma en el laboratorio.²⁴

Oviposición: acto de poner o depositar huevos por el miembro femenino de los animales ovíparos.⁷

Mantenimiento de colonia: es el sostenimiento, conservación, sustento, manutención, cuidado y vigilancia de un grupo de seres vivos organizados bajo bases cooperativas.¹¹

Infestación: es la invasión de un organismo vivo por agentes externos o internos.

Clave taxonómica: esquema tabular diseñado para facilitar la identificación de los organismos vivos.⁷

Hábitat: espacio vital ocupado por una especie o individuo que tiene en cuenta los factores ambientales que actúan sobre él.¹⁷

Jaula entomológica: también llamadas jaulas de crianza, en las que se deposita la especie a criar para su cuidado y vigilancia.^{11,25}

CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. Justificación

El dengue indiscutiblemente es, hoy por hoy, una enfermedad viral de importancia mundial porque afecta directamente al ser humano. Por lo tanto es relevante, conocer a la perfección el virus, cuáles son sus causas y efectos, cuál es su dinámica, el por qué afecta a tantas personas, y determinar qué medidas tomar a fin de contrarrestar el potencial de infestación de dicho microorganismo. Se sabe que en la enfermedad del dengue el vector que transporta el virus, y como primer eslabón hacia el ser humano, es el mosquito denominado *Aedes aegypti*. Se sabe también que en países tropicales en los cuales se encuentra, como en El Salvador, este vector se reproduce con mayor frecuencia debido a sus hábitos de vida. Es desde este contexto que se perfiló esta investigación.

El estudio fue factible en la medida que se encontraron los actores principales: las larvas tanto del depredador como de la presa. Además se han requerido actores importantes, como personal del Ministerio de Salud, quienes con su experiencia en el campo, brindaron sus aportes, así también enlaces con otras entidades a fin de obtener cooperación en materia financiera, como técnico-científica, de universidades, centros de investigación, entre otros.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Verificar la presencia del espécimen de *Toxorhynchites sp* en El Salvador, para estudiar su biología y etología que permita ser utilizado como depredador de la larva del vector del dengue *Aedes aegypti*, a fin de contribuir a generar una nueva posibilidad en el control del dengue en el país, en el marco del control biológico para desarrollar un método efectivo de cría masiva de *Toxorhynchites sp*.

2.2 Específicos

1. Identificar la presencia del género de *Toxorhynchites sp* en El Salvador y clasificarla mediante claves taxonómicas.
2. Estudiar el ciclo de vida de *Toxorhynchites sp* en función del rol depredador de larvas de *Aedes aegypti*.

3. Hipótesis de investigación

En El Salvador existe el zancudo *Toxorhynchites sp*, el cual puede ser reproducido en el laboratorio, lo que permitiría realizar estudios de su biología y etología y determinar su rol depredador del *Aedes aegypti*.

Hipótesis alternativas de los objetivos:

Toxorhynchites sp está presente en El Salvador y puede clasificarse mediante claves taxonómicas.

Se puede describir el ciclo de vida del *Toxorhynchites sp* en función del depredador a nivel de laboratorio.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1. Ubicación

El lugar donde se realizó la fase de laboratorio de la investigación fue en el campus de la Universidad Evangélica de El Salvador, ubicado en la Prolongación Alameda Juan Pablo II, Calle El Carmen, San Antonio Abad, San Salvador (Ver Anexo No 1 y 2). El Campus se encuentra ubicado a una altitud que oscila entre 820.00 hasta 876.00 msnm (metros sobre nivel del mar), mostrando una diferencia en altura de 218m. con respecto a la ciudad de San Salvador, cuya elevación es de 658.00 msnm, y sus coordenadas son: LN 13°44.1' LO 89°16.9.⁴³

El campus universitario cuenta con cuatro edificios rodeados por vegetación de tipo secundaria. Está situada en la Sabana Tropical Calmosa, donde la temperatura promedio es de 21 grados centígrados. Se encuentran sembradíos de café (*Coffea sp*). Además se observan “amate” (*Ficus sp*), “mango” (*Manguifera indica*), “pepeto” (*Inga sp*), “eucalipto” (*Eucaliptus sp*), entre otras especies. El campus esta adyacente a terrenos con árboles forestales y frutales que enriquecen el ambiente y la vista.³⁸

2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo cuantitativo-explicativo; cuantitativo, puesto que se recolectaron datos que probaron la hipótesis con base al análisis estadístico y numérico que permitió establecer patrones de comportamiento; y explicativo, porque tiene relación causal: no sólo persiguió describir o acercarse a un problema, sino que intentó encontrar las causas del mismo. El interés se centró en explicar por qué ocurre un fenómeno, condiciones en las que se manifiesta y el porqué de la relación existente.²⁴

3. Diseño de investigación

Al considerarse un primer acercamiento al problema en estudio, su diseño es no experimental.

4. Unidades de análisis

Diferentes estadios del género *Toxorhynchites sp*, encontrados, colectados y descritos.

5. Población

22 especímenes larvarios de diferentes estadios de *Toxorhynchites sp*

6. Variables y su medición

Estadios larvarios de *Toxorhynchites sp* en El Salvador, ciclo de vida, identificación de la especie y rango de depredación.

7. Definición de variables

Estadio larvario de *Toxorhynchites sp*: son las diferentes etapas de larva (4) por las que pasa el insecto.

Ciclo de vida de *Toxorhynchites sp*: es el proceso de metamorfosis que sufre el insecto, desde huevo pasando por cuatro estadios larvarios, pupa y adulto.

Identificación de la especie: es la descripción de las características morfológicas superficiales de un organismo mediante claves taxonómicas existentes.

Rango de depredación: es la cantidad de larvas de *Aedes aegypti* devoradas por *Toxorhynchites sp.*

8. Indicadores y su medición

Los estadios larvarios se determinaron mediante observación desde larva hasta adulto.

El ciclo de vida no se ha determinado por completo porque no se ha logrado reproducir masivamente en el laboratorio.

La identificación del género y/o especie, rango de depredación, a partir de ensayos preliminares con los especímenes, colectado en el campo y mantenido en el laboratorio donde se ha observado depredación de larvas del genero *Aedes sp.*

8.1. Instrumentos de medición

Se utilizaron hojas de registro de observación a través de un formulario estructurado en cuadro de toma de datos (ver anexo 5). En dicha hoja se anotaron la fecha, hora, fase acuática o semiacuática de la larva, el estadio de huevo, la cantidad de reproducción del espécimen por día, cantidad de agua, tipo de agua (si está limpia o sucia, clara o con sedimentos), se observaron también el fototropismo (si es positivo o negativo), el tipo de alimentación que se le proporcionó a la larva, la frecuencia de alimentación (ver anexo 6).

Así mismo, se utilizó una hoja de registro de observación (ver anexo 7) de las condiciones de laboratorio. Esta difiere de la anterior en la cantidad de reproducción. También se utilizó una hoja de los lugares visitados e inspeccionados.

8.2 Técnicas y procedimientos para la recolección de la información

El trabajo realizado hasta esta etapa de la investigación corresponde a la descripción del espécimen *Toxorhynchites sp* mediante la observación del comportamiento de los especímenes en el laboratorio.

A través de la observación de las características morfológicas y la duración de cada estadio de los especímenes colectados, se ha inferido una aproximación del ciclo de vida de *Toxorhynchites sp.*

9. Método

9.1 Búsqueda y colecta de larvas y pupas de *Toxorhynchites* sp

En coordinación con el personal del MINSAL, jefaturas de las unidades de promoción de salud y de personal de SIBASI del municipio de Lourdes Colón (departamento de La Libertad), y del municipio de Nejapa (departamento de San Salvador), se realizaron los viajes de campo, apoyados por los inspectores de saneamientos y promotores de salud. Los lugares de colecta fueron todos los depósitos con agua encontrados en los patios de las casas y áreas abiertas de la zona (ver figura 9).

Se retomaron las zonas anteriormente descritas a partir del comunicado girado por la Dirección General de Protección Civil, 2013, en la que se declara ALERTA NARANJA en los 18 municipios siguientes:

- Departamento de Sonsonate: Nahuilingo.
- Departamento de San Salvador: Panchimalco, San Salvador, Ilopango, Soyapango, Tonacatepeque y Ciudad Delgado.
- Departamento de Cuscatlán: Oratorio de Concepción, San José Guayabal y San Rafael Cedros.
- Departamento de la Paz: San Francisco Chinameca, San Juan Tepezontes, San Pedro Nonualco, Zacatecoluca y San Luis la Herradura.
- Departamento de San Vicente: San Cayetano Istepeque, Tepetitán y Verapaz.

Se declara ALERTA AMARILLA en los 140 municipios siguientes:

- Departamento de Ahuachapán: Ahuachapán, Atiquizaya, Concepción de Ataco, El Refugio, Guaymango, Jujutla, San Francisco Menéndez, Tacuba y Turín.
- Departamento de Santa Ana: Candelaria de La Frontera, Coatepeque, Chalchuapa, El Congo, Masahuat, Metapán, San Antonio Pajonal, San Sebastián Salitrillo, Santa Ana, Santiago de la Frontera y Texistepeque.
- Departamento de Sonsonate: Acajutla, Armenia, Caluco, Santa Isabel Ishuatán, Nahuizalco, Salcoatitán, San Antonio del Monte, Sonsonate y Sonzacate.
- Departamento de Chalatenango: Azacualpa, Concepción Quezaltepeque, Chalatenango, Dulce Nombre de María, El Paraíso, Nueva Concepción, San Luis del Carmen, San Miguel de Mercedes, San Rafael y Santa Rita.
- Departamento de La Libertad: Ciudad Arce, Huizúcar, Jicalapa, La Libertad, Santa

Tecla, Quezaltepeque, San José Villanueva, San Matías, San Pablo Tacachico, Zaragoza, Talnique y Teotepeque.

- Departamento de San Salvador: Aguilares, Cuscatancingo, El Paisnal, Guazapa, Mejicanos, Rosario de Mora, San Marcos, San Martín y Santo Tomás.
- Departamento de Cuscatlán: Candelaria, Cojutepeque, El Carmen, El Rosario, Monte San Juan, San Bartolomé Perulapía, San Cristóbal, San Pedro Perulapán, San Ramón, Santa Cruz Analquito, Santa Cruz Michapa, Suchitoto y Tenancingo.
- Departamento de La Paz: Cuyultitán, El Rosario, Olocuilta, San Antonio Masahuat, San Juan Nonualco, San Juan Talpa, San Luis Talpa, San Miguel Tepezontes, San Pedro Masahuat, San Rafael Obrajuelo y Santiago Nonualco.
- Departamento de Cabañas: Cinquera, Dolores, Ilobasco, Guacotecti, Jutiapa, San Isidro, Sensuntepeque, Tejutepeque y Victoria.
- Departamento de San Vicente: Santa Clara, San Esteban Catarina, San Lorenzo, San Sebastián y Tecoluca.
- Departamento de Usulután: Alegría, California, El Triunfo, Jiquilisco, Jucuarán, Ozatlán, San Dionisio, Santa Elena, Santiago de María y Usulután.
- Departamento de San Miguel: Carolina, Ciudad Barrios, Comacarán, Chapeltique, Chinameca, El Tránsito, Lolotique, Nueva Guadalupe, Nuevo Edén de San Juan, Quelepa, San Jorge, San Luis de La Reina, San Miguel, San Rafael Oriente, Sessori.
- Departamento de Morazán: Cacaopera, El Divisadero, Jocoaitique, Jocoro, Sensembra y Sociedad.
- Departamento de La Unión: Anamorós, Bolívar, Conchagua, El Carmen, La Unión, Nueva Esparta, Pasaquina, Polorós, San Alejo, San José y Santa Rosa de Lima.

Se declara ALERTA VERDE en los 104 municipios siguientes:

- Departamento de Ahuachapán: Apaneca, San Lorenzo y San Pedro Puxtla.
- Departamento de Santa Ana: El Porvenir y Santa Rosa Guachipilín.
- Departamento de Sonsonate: Cuisnahuat, Izalco, Juayúa, San Julián, Santa Catarina Masahuat y Santo Domingo de Guzmán.
- Departamento de Chalatenango: Agua Caliente, Arcatao, Citalá, Comalapa, El Carrizal, La Laguna, La Palma, La Reina, Las Vueltas, Nombre de Jesús, Nueva

- Trinidad, Ojos de Agua, Potonico, San Antonio de La Cruz. San Antonio Los Ranchos, San Fernando, San Francisco Lempa, San Francisco Morazán, San Ignacio, San Isidro Labrador, San José Cancasque, Las Flores y Tejutla.
- Departamento de La Libertad: Antiguo Cuscatlán, Colón, Comasagua, Chiltiupán, Jayaque, Nuevo Cuscatlán, Sacacoyo, San Juan, Opico y Tamanique, Tepecoyo.
 - Departamento de Morazán: Arambala, Corinto, Chilanga, Delicias de Concepción, El Rosario, Gualococti, Guatajiagua, Joateca, Lolotiquillo, Meanguera, Osicala, Perquín, San Carlos, San Fernando, San Francisco Gotera, San Isidro, San Simón, Torola, Yamabal, Yoloaiquín.
 - Departamento de la Unión: Concepción de Oriente, El Sauce, Intipucá, Lislique, Yayantique, Yucuaiquín y Meanguera del Golfo.
 - Departamento de Usulután: Berlín, Concepción Batres, Ereaguayquín, Estanzuelas, Jucuapa, Mercedes Umaña, Nueva Granada, Puerto El Triunfo, San Agustín, San Buenaventura, San Francisco Javier, Santa María y Tecapán.
 - Departamento de La Paz: Jerusalén, Mercedes la Ceiba, Paraíso de Osorio, San Emigdio, Santa María Ostuma y Tapalhuaca.
 - Departamento de San Vicente: Apastepeque, Guadalupe, Santo Domingo, San Idefonso y San Vicente.
 - Departamento de San Salvador: Apopa, Ayutuxtepeque, Santiago Texacuangos y Nejapa.
 - Departamento de San Miguel: Chirilagua, Moncagua, San Antonio, San Gerardo y Uluazapa.

Acciones a implementar en los 140 municipios de ALERTA AMARILLA:

En los 140 municipios de ALERTA AMARILLA, la medida para los centros escolares se implementará de igual manera que en los municipios de ALERTA NARANJA, incluido el trabajo a los 100 metros a la redonda.

Para estos municipios se implementó una jornada nacional de 2 días que se realizó el 11 y 12 de julio, lo cual se repitió 15 días después.

Las comisiones municipales de Protección Civil deberán garantizar el desarrollo de acciones de destrucción de criaderos y acciones de fumigación, para eliminar al zancudo en los sitios que su diagnóstico determine como prioritarios. En todo caso,

sus acciones estarán en el Plan de Acción para romper la cadena de transmisión del dengue en 140 municipios en ALERTA AMARILLA.

Acciones a implementar en los 104 municipios de ALERTA VERDE:

Para los municipios declarados en ALERTA VERDE, se indica a las comisiones departamentales y municipales de Protección Civil continuar en estado de apresto y mantener la vigilancia epidemiológica a fin de evitar el incremento en su nivel de alerta. Se deberán programar reuniones de evaluación y dejar formados mecanismos ágiles de comunicación entre todas las instituciones del Sistema de Protección Civil del departamento y municipios.

En los 104 municipios declarados en ALERTA VERDE se realizarán jornadas al interior de los centros escolares; así también, para los municipios de ALERTA NARANJA Y ALERTA AMARILLA, será incluido el trabajo de 100 metros a la redonda del centro escolar. Se realizarán actividades de control de foco de manera rutinaria.

9.2 Condiciones de laboratorio

El sitio donde se realizó el experimento fue un cuarto con dimensiones físicas de 3m x 2m x 3m. Posee 3 ventanas pequeñas, cubiertas por cortinas oscuras para impedir el paso de la luz natural. La oscuridad del laboratorio es de aproximadamente 80%, las luces se mantuvieron apagadas todo el tiempo debido al fototropismo positivo que presentan los estadios adultos de *Toxorhynchites sp* (Ver Figura 6).



Figura 6. Laboratorio de *Toxorhynchites*

9.3 Mantenimiento de colonia de *Toxorhynchites sp* en condiciones de laboratorio

Los diferentes estadios encontrados en el campo fueron trasladados al laboratorio en viales pequeños de 5ml con 3ml de agua de la misma donde se encontraron. En el laboratorio, las larvas se separaron y ubicaron en un Beaker de 200 ml con 50 ml de agua, a temperatura ambiente 26° C y pH de 7. Se utilizó solamente un Beaker por cada larva y pupa, porque las larva presentan canibalismo;⁷ mientras que las pupas se dispusieron de forma igual por el movimiento rápido que realizan con su pedal, lo que puede provocar lesiones al encontrarse más de una en un recipiente y pueda impedir terminar su metamorfosis.

Los estadios de pupas y adultos se ubicaron dentro de la jaula entomológica. Esta consiste en un cubo elaborado de hierro dextión de 1m x 1m x 1m, cubierto con maya fina tipo zaranda con solo una puerta que se abre y cierra mediante una tela de algodón (ver figura 7).

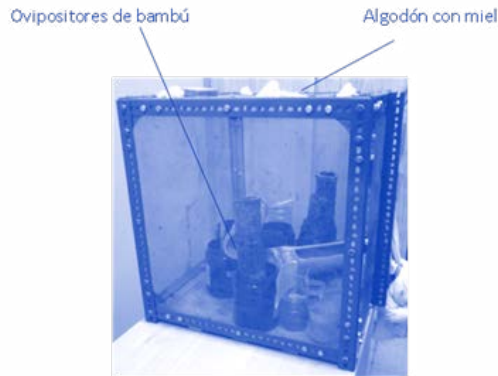


Figura 7. Caja entomológica

Una vez emergieron las pupas, se alimentaron con miel de abeja comercial dispuesta en un algodón pequeño de un volumen aproximado de 0.3 cm para que a través de la probóscide pudieran succionar y alimentar (Ver figura 8).

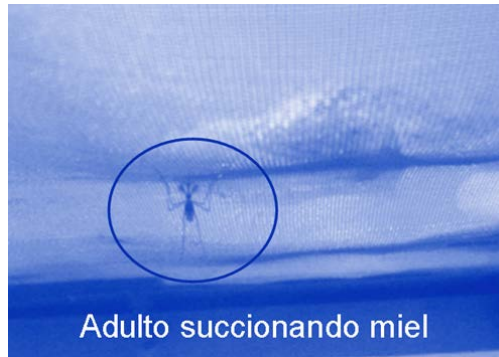


Figura 8. *Toxorhynchites sp* alimentándose con miel de abeja

9.4 Descripción del ciclo de vida de *Toxorhynchites sp*

Para la descripción del espécimen se tomaron datos, revisando diariamente la colonia, anotando lo observado en las hojas de registro, como el tiempo de duración en días, de un estadio larval a otro. El ciclo de vida del espécimen fue observado y se anotaron los cambios sucesivos en cada etapa, larva (L3, L4), pupa y adulto. Importante remarcar que hasta la fecha se ha logrado identificar los estadios a nivel de larva 3 y 4, pupa y adulto.

9.5 Descripción del espécimen adulto

Para la identificación del espécimen adulto se contó con el apoyo de especialistas en el área de Entomología de la Universidad de El Salvador, Facultad de Agronomía, Departamento de Sanidad Vegetal. Se elaboraron cuadros comparativos de las especie, utilizando claves taxonómicas como las de “The Mosquitoes of Guatemala” de Clark & Darsie Clave fotográfica por Chaverri (2000), entre otras (Comunicación personal, Leopoldo Serrano Cervantes, 2013).

10. Procesamiento y análisis de la información

10.1 Ubicación de los sitios encontrados de larvas de *Toxorhynchites sp* en El Salvador

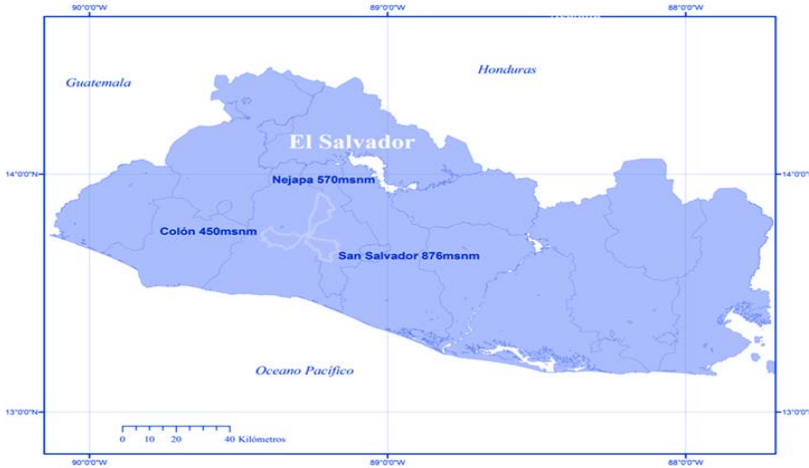


Figura 9. Sitio de colecta de los especímenes *Toxorhynchites sp* en El Salvador

La figura 9 muestra los sitios donde se encontraron los especímenes de *Toxorhynchites*, principalmente en el área central del país. Los rangos donde se encontraron oscilan entre los 450 a 900 msnm. El área de la Universidad Evangélica, en el municipio de San Salvador, es la que presenta la mayor altura, mientras que Nejapa tiene la menor elevación sobre el nivel del mar.

En el Municipio de Lourdes Colon, el área era urbana, mientras que en el municipio de Nejapa se encontraron en lugares abiertos, con cañales alrededor y muchos árboles frutales, con una vegetación predominantemente de tipo secundaria, en su mayoría arbustos. La temperatura ambiente en promedio oscila entre los 26°C a 32°C.

10.2 Análisis de duración de cada estadio del ciclo vida del *Toxorhynchites sp*

Para realizar el análisis de los especímenes, se usó la herramienta estadística básica descriptiva con el programa estadístico R, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Cuadro descriptivo de las diferentes estadios de *Toxorhynchites sp*, en días

Estadio	Larva 3	Larva 4	Pupa	Adulto
N	17	18*	23**	22***
Promedio	3.6	6.7	6.2	13.4
Media	3.0	6.0	6.0	14.0
Moda				
Desviación Estándar	3.0	3.6	2.9	6.4
Mínimo	0.0	1.0	0.0	2.0
Máximo	11.0	12.0	11.0	25.0
Rango	11.0	11.0	11.0	23.0

*En esta población se incluye una larva colectada en estadio 4

** En esta población se incluyen 5 pupas colectadas con anterioridad

*** Un adulto escapó de la jaula

Estos promedios corresponden a larvas traídas del campo, por lo que se tienen datos de estadios larva 3 y 4. Algunas pupas y todos los adultos emergieron en el laboratorio.

De acuerdo a la tabla 2, el estadio adulto presenta un promedio de vida mayor (13.4 días) que los otros estadios, mientras que el estadio larval 3 es el que tiene menor tiempo de vida en promedio (3.6 días). En cuanto a la dispersión de los datos, se observa que no hay una distribución uniforme. Esto puede deberse a la cantidad de los datos.

Tabla 3. Depredación de *Toxorhynchites sp* sobre *Aedes sp*

Estadio	3-1*	3-2	4-1	4-2
N	7	7	4	4
Promedio	10.7	11.9	12.8	10.8
Media	12.0	13.0	13.0	10.5
Desviación Estándar	4.1	3.6	1.5	1.0
Mínimo	2.0	4.0	11.0	10.0
Máximo	14.0	14.0	14.0	12.0
Rango	12.0	10.0	3.0	2.0

3-1 = Estadio larval-días expuestos.

3-2 = Estadio larval-días expuestos.

4-1 = Estadio larval-día expuestos.

4-2 = Estadio larval-días expuestos.

Según los promedios, se observó que a medida que la larva pasa de un estadio a otro su potencial depredador aumentó. Con mayor promedio en el estadio cuatro del día uno (ver tabla 3).

10.3 Descripción morfológica superficial de los especímenes del *Toxorhynchites sp*

Los especímenes adultos fueron preparados para una colección entomológica. Se crearon dos códigos: uno pertenecía a la localidad donde fueron colectados y el otro código correspondió al número de serie del espécimen. Así, 01 corresponde al municipio de Colón, cantón Lourdes y el 02 al de Nejapa.

Para la descripción morfológica externa del espécimen se contó con el apoyo del especialista entomólogo Leopoldo Serrano Cervantes, de la Universidad de El Salvador. Se elaboraron dos matrices, una para machos y otra para hembras (ver anexo 3 y 4). Se identificaron por las tres regiones que dividen a los insectos: cabeza, tórax y abdomen.

De manera general se puede decir que el macho presenta palpos maxilares tan grandes como las antenas. No obstante en el macho se ven claramente diferenciados las antenas respecto de la hembra, ya que los machos tienen pelos más grandes, con forma ovoidal (ver figura 10).



Figura 10. Macho de *Toxorhynchites sp*

Tanto macho como hembra presentan escamas pequeñas y doradas en la parte central, con una probóscide curvada ventralmente.³²

10.4 Mediciones para determinar larvas 3 y 4

La determinación de larvas estadio 3 y estadios 4 se realizó a nivel observacional. Las larvas fueron colocadas en cajas Petri, la cual contenía en el fondo papel milimetrado y se midió el largo desde la punta de las antenas hasta la punta de la cola, y el ancho en el tórax por ser la parte más dura, lo que permite una mayor precisión. Los resultados se presentan en la tabla 1. Las mediciones fueron continuas. Sin embargo, por un percance de hurto de la computadora donde se tenían las bases de datos, solo se presentan estas mediciones correspondientes a 11 especímenes.

Tabla 1. Mediciones de ancho y largo *Toxorhynchites sp*

Especimen	L3	L4	Largo cm	Ancho cm
	Largo cm	Ancho cm		
1	1.5	0.3		
2	1.5	0.3		
3	1.5	0.3		
4			1.7	0.4
5	1.5	0.3		
6	1.3	0.3		
7	1.5	0.4		
8	1.3	0.3		
9			1.7	0.4
10	1.5	0.4		
11	1.5	0.3		

Según se observa en el cuadro la mayoría de larvas en estadios 3 van desde los 1.3 hasta los 1.5 cm. Mientras que las L4 van desde los 1.7 x 0.5 cm

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La proyección del estudio sostuvo implicaciones prácticas puesto que permitió conocer el ciclo de vida del depredador *Toxorhynchites sp* (Diptera: Culicidae) que interviene de forma antagónica en el estadio de larva del *Aedes aegypti* para reducir las poblaciones del vector del dengue.

Por otra parte, el control biológico de las larvas de *Aedes aegypti* utilizando larvas depredadoras del mosquito *Toxorhynchites sp* (Diptera: Culicidae), se puede considerar una alternativa de tratamiento complementario para las medidas de prevención en la vigilancia sanitaria que no dañan el ecosistema, no tienen efectos secundarios sobre la salud y reducen las poblaciones del vector del dengue, que en un futuro permita implementar programas de control integrado que se encarguen de preservar las poblaciones naturales de las especies, como la del mosquito *Toxorhynchites sp*. Realizando así liberaciones para incrementar el impacto de este

depredador que requieren las crías de la presa para la oviposición directamente en los recipientes que contienen los estadios larvales del vector.

Ante tales condiciones, utilizar el depredador *Toxorhynchites sp* como una medida de control biológico puede ser un componente valioso dentro de los métodos para integrar las medidas de prevención que son de fácil alcance y viabilidad.

En la búsqueda de una alternativa para contrarrestar la enfermedad del dengue y en el marco del Manejo Integrado de Plagas (MIP), se estudió una especie de zancudo *Toxorhynchites sp* con dos características particulares: no ataca al ser humano y depreda las larvas del mosquito vector del virus del dengue. En un principio se propuso verificar la conducta depredadora de las larvas de *Toxorhynchites sp*. Sin embargo, para llegar a este nivel de verificación de conductas incidentes depredadoras sobre otras especies es importante antes conocer y verificar si la especie existe en el país ya que no se encuentra ningún reporte científico hasta la fecha que constate su presencia. Pero en comunicaciones personales con: Alfredo Agustin Rivera, del Ministerio de Salud, SIBASI, y de la Universidad Técnica Latinoamericana mencionan que han observado depredación de larvas de *Aedes aegypti* por larvas más grandes que se consideran son de *Toxorhynchites sp*. En Guatemala, hay un estudio realizado por Montenegro,⁷ y en Costa Rica se han identificado tres especies por Chaverry.⁴¹ Lo antes mencionado justifica la realización de un estudio de esta naturaleza.

Con todo lo realizado hasta el momento, se ha verificado que los especímenes recolectados corresponden al género *Toxorhynchites sp* que está presente en El Salvador. Importante remarcar que en el país no se ha podido determinar la especie del insecto a pesar de que la literatura informa que existen más de 90 especies a nivel mundial. En el país posteriormente se pudiera llegar a determinar la especie, ya que su identificación, de acuerdo a la literatura, es compleja y en el país no existe ningún estudio, ni colecciones del insecto, lo cual facilitaría la identificación de esta especie.

En este sentido, es importante mencionar las características geográficas de las zonas donde se han encontrado los especímenes *Toxorhynchites sp*. Se destaca por preferir zonas abiertas con vegetación característica, como frutales, cañales y patios de casas en los cascos urbanos. Los lugares donde se tuvo colecta positiva de estos especímenes presentaban una altitud no muy variada. Así, se tiene 450 msnm en el municipio de Nejapa y 570 msnm en el de Lourdes Colón, mientras que en la Universidad Evangélica es de 876 msnm. Esto concuerda con Montenegro⁷ quien menciona que el insecto vive en zonas semejantes a las antes descritas.

Otros autores, como Lounibos & Campos²³ revelan que *Toxorhynchites rutilus* es originario de América, la mayoría son nativos de los trópicos; sin embargo, dada la amplia diversidad de especies de este géneros, su distribución es amplia. Esto

puede significar la presencia de esa especie en estas regiones, lo que concuerda con el presente estudio sobre las zonas donde se ha encontrado este insecto.

Por otra parte, los esfuerzos encaminados al mantenimiento de la colonia de *Toxorhynchites sp* en condiciones de laboratorio procura un avance significativo de la investigación, a pesar de las dificultades que se han encontrado para su cría masiva, lo cual es concordante con lo mencionado por Lounibos & Campos,²³ quienes reportan que en la ciudad de New Orleans se debió suspender un programa por los altos costos que implica reproducirlos en laboratorios.

En este estudio, los especímenes adultos han sido mantenidos durante 14 días, con una dieta a base de miel de abeja, pero hasta el momento no se ha logrado la reproducción para obtener nuevos individuos en laboratorio a pesar de las condiciones climatológicas proporcionadas, por lo que se investigará qué factores están incidiendo para que ovipositen a nivel de laboratorio. La alimentación con miel concuerda con Montenegro,⁷ quien menciona mantenimiento de adultos proporcionándoles dieta de miel de abeja.

Para la identificación de los especímenes adultos de *Toxorhynchites sp* hasta llegar a género, se realizó una matriz de doble entrada (anexo 3 y 4) para machos y para hembras, diferenciándose las tres partes que componen un insecto: cabeza, tórax y abdomen. Entre algunas características se pueden observar la probóscide fuertemente curvada ventralmente. Esto coincide con lo mencionado por Chaverry,⁴¹ quien manifiesta que es la característica principal del género *Toxorhynchites sp*.

La diferenciación sexual se determinó principalmente por dos caracteres morfológicos: la hembra posee en las antenas un 60% menos de cerdas que los machos. Esto hace que a simple vista puedan verse unas antenas prominentes; por otra parte, la hembra posee en la parte final del abdomen una estructura con forma de ovoide, lo cual le sirve para oviponer (comunicación personal, Leopoldo Serrano Cervantes).

Tal como se observaron en el laboratorio los diferentes estadios (larvas, pupas y adultos), la fase larval L3 tiene un promedio de vida de 3.6 días, mientras que la larva L4 tuvo un promedio de 6.7 días, en tanto que los días promedios que vivió la pupa fueron 6.2. Así mismo para el estadio adulto 13.4. Estos datos concuerdan con los de Harold & Dodge:⁴² el periodo embrionario dura de 2 a seis días. Esto depende de las condiciones ambientales principalmente de la temperatura.

Si bien es cierto no se puede establecer un rango de depredación de *Toxorhynchites sp* sobre *Aedes aegypti*, los ensayos preliminares muestran la eficacia de depredación a nivel de géneros (*Toxorhynchites* sobre *Aedes*) sin discriminar la especie a la que pudieran pertenecer las larvas del genero *Aedes*, sean estas especies *aegypticulex*,

albopictus, *anopheles*, *triseriatus*, entre otras. La depredación se llevó a cabo al ponerlos en los mismos recipientes, observándose la depredación a simple vista, sin usar un diseño experimental.

Ante esto, es necesario realizar más bioensayos para confirmar que el género *Toxorhynchites sp*, encontrados en El Salvador, no tiene preferencia por larvas específicas, siempre y cuando sean la misma familia, de acuerdo a lo que se ha observado en este estudio.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

De acuerdo al lugar y en las condiciones en que se realizó este estudio, se concluye:

El estudio demostró la existencia del género *Toxorhynchites sp* en El Salvador. Las áreas específicas donde se encuentran los especímenes suelen ser, por lo general, áreas abiertas, aunque también se encontraron en zonas urbanas, en las colonias populosas, con casas construidas en serie pero que tienen áreas pequeñas abiertas y contengan recipientes con agua.

El promedio de vida de las larvas L3 es de 3.6 días, el L4 6.7 días, la pupa 6.2 días y del adulto 13.4 días.

El promedio de depredación encontrada fue: L3 11 larvas en 24 horas, L4 13 larvas en 24 horas.

El ciclo aproximado, con los datos observados, se infiere que es de 36 días. Esto está en concordancia con lo reportado por la literatura que menciona que el ciclo es de 40 días (Montenegro)⁷ bajo condiciones controladas. Queda pendiente la determinación exacta de este dato, que se obtendrá cuando se tenga una cría masiva de este insecto.

La cría masiva no ha sido posible establecerla por la falta de reproducción del adulto criado en condiciones confinadas, por lo que se seguirá estudiando este fenómeno.

2. Recomendaciones

Se recomienda continuar la investigación hasta identificar la especie de Toxorhynchites, determinar mediante diseños experimentales el nivel de depredación y dominar la técnica para la cría masiva, así como obtener que el macho se reproduzca en condiciones de laboratorio.

3. Agradecimientos

El equipo de trabajo hace extensivos sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta investigación.

Al PhD. José Rutilio Quezada, por ser un amigo del equipo y el precursor de la idea de esta investigación.

A las autoridades de la Universidad Evangélica de El Salvador, al Sr. rector y su equipo de trabajo. A la Facultad de Medicina, especialmente a la Sra. decana, Dra. Mirna de González; así como también al Dr. Rodrigo Peña, coordinador de investigación en Salud de la referida Facultad. Al Comité de Investigación Científica (COIN), a la Licda. Aydeé de Parada, Directora de Investigación; Ing. Fabio Bautista Pérez, investigador y a la asistente Srita. Carmen Manzanares.

A las autoridades del Ministerio de Salud, especialmente a la Unidad de Prevención para la Salud, al Licdo. Oscar Sánchez y todo su equipo de trabajo.

A la Unidad de Salud del Municipio de Lourdes Colón, en especial al ingeniero Juan José Martínez, inspector de Saneamiento; Ing. Romero Reyes, jefe de Unidad de vectores del MINSAL; a Concepción Pérez de Morales, inspectora de Saneamiento Ambiental; a las promotoras de Salud Ana Guadalupe Miranda y Blanca Ascencio por su colaboración en los viajes de campo. A la Unidad de Salud del Municipio de Popotlán, al técnico Norberto Ochoa, por su atinada asesoría en la colecta de los especímenes. Al Licdo. Miguel Moreno, biólogo investigador de la Universidad de El Salvador, del Centro de Investigaciones en Salud (CENSALUD).

Al Ing. Leopoldo Serrano Cervantes por su valiosa e imprescindible ayuda, paciencia y dedicación, así como por las observaciones técnicas científicas realizadas al documento, ayuda sin la cual no hubiera sido posible la identificación morfológica externa de los especímenes.

FUENTES CONSULTADAS

1. MINSAL; Ministerio de Salud de El Salvador. 2012. Lineamientos técnicos el abordaje del dengue; 58 p.
2. OMS; Organización Mundial de la Salud. 2009. Dengue guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control. 170 p.
3. Aditya G, Ash A & Saha GK. 2006. Predatory activity of *Rhantus sikkimensis* and larvae of *Toxorhynchites splenderson* mosquito larvae in Darjeeling, India. *Journal Vector Borne Disease*, Vol. 43: 66-72.
4. Badii, M. Garza, V. Landeros, J. & Quiroz, H. 2006. Diversidad y Relevancia de los Mosquitos. *CULC y T/ Biomomía*. México, Vol. 3(3): 4-16.
5. Bay CE, et. al. 1973. Mosquito Control Some Perspectives for Developing Countries. *National Academy of Science*. Washington, Estados Unidos. 52 pp.
6. Boletín de prensa N° 18/ año 2012 (Periodo: 29 de Abril al 5 de Mayo de 2012.)
7. Montenegro, C.A 2008. Control Biológico de larvas de *Aedes aegypti*, vector del dengue, con larvas depredadoras de *Toxorhynchites sp.* (Diptera: Culicidae), en los cementerios municipales de Villa Nueva y Amatitlán, Guatemala, Tesis para optar al grado de Biólogo, 72pp.
8. Collins, L. & Blackwell, A. 2000a. The Biology of *Toxorhynchites* mosquitoes and their potential as biocontrol agents. *Biocontrol/News and Information*, Inglaterra, Vol. 21(4): 105N – 116N.
9. Collins, L. & Blackwell, A. 2000b. Color cues for oviposition behaviour in *Toxorhynchites moctezuma* and *Toxorhynchitesamboinensis* mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*. 9 pp.
10. Chadee, D., Small, G. & O'Malley, S. 1987. The Description of the eggs of *Toxorhynchites moctezuma* (Diptera: Culicidae) from Trinidad, West Indies, with notes on other eggs. *Mosquito Systematics*, Vol. 19(3): 237- 242.
11. Chin, James. El control de las enfermedades transmisibles. Décimo séptima edición. Organización Panamericana de la salud. ISBN 9275315817. Washington, DC. 2001
12. Chiparelli, H. & Schelotto, F. 1999. Dengue, una enfermedad emergente muy cerca de nuestro país. Departamento de Bacteriología y Virología, Facultad de Medicina, Montevideo, Uruguay. 8 pp.
13. Clark S & Darsie F. 1983. The Mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics. *Mosquito Systematics*; Vol. 15(3): 151-284.
14. Diéguez, L. Avelar, C. Pérez, R. & Salazar, V. 2006. Contribución al estudio de la familia Culicidae de Guatemala: Relación y distribución geográfica de las principales especies de la región norte. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. Policlínico docente "Ignacio Agramante" de Camagüey. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, Vol. 58 (1): 30-35.

15. Domínguez, K. 2000. Producción y estandarización en citocultivadores manuales del antígeno de dengue para su uso en el método de EIA de membrana. Tesis de Químico Biólogo de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 52 pp.
16. FOCKS DA, SACKETT SR, DAME DA. 1982. Field experiments on the control of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* by *Toxorhynchites rutilus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 19:336-339.
17. Foster, W.A. & Walker, E.D. 2002. *Medical and Veterinary Entomology, Mosquitoes (Culicidae)*. Editores Gary Mullen & Lance Durden. Academic Press, Elsevier Science, San Diego, California, Estados Unidos. 203-262 pp.
18. Gerber EJ. 1985. Sequential biocontrol application in the use of *Toxorhynchites* sp. Academic Press, Londres, Inglaterra. 33-46 pp.
19. Guzmán Tirado, M. Kouri Flores, G. Ramón, J. 1999. La emergencia de la fiebre hemorrágica del dengue en las Américas. Reemergencia del dengue. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí". *Revista Cubana de Medicina Tropical*, Vol. 51(1): 5- 13.
20. Hernández Sampieri, R., Fernández -Collado, C., y Baptista Lucio, P. *Metodología de la investigación*. 4ta ed. México. McGraw Hill. P. 1-811.
21. Ibáñez, S. & Gómez, H. 1995. Los Vectores del Dengue en México: Una Revisión Crítica. *Salud Pública, México*, Vol. 37: 53-63.
22. Leyva, Maureen., Marquetti, M de C., & Montada, D. Segregación de nicho de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio
23. Lounibos, P. & Campos, R.E. 2002. Entomotrópica. Investigaciones recientes sobre *Toxorhynchites* sp (Diptera: Culicidae) con referencia al control biológico de mosquitos habitantes en recipientes. *Boletín de entomología Venezolana*. Vol. 17 145-156. Agosto 2002.
24. Nelson MJ. 1986. *Aedes aegypti: Biología y Ecología*. Organización Panamericana de la Salud, Washington, Estados Unidos. 50 pp.
25. Parks W & Lloyd L. 2004. *Planificación de la Movilización y Comunicación Social para la Prevención y el Control del Dengue*. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. 141 pp. (p. 1-17).
26. Ponce G, Flores A, Baddi M, Fernández I, González T, Rodríguez M & Chiu J. 2003. Evaluación de *Bacillus thuringiensis israelensis* (VECTOBAC 12 Asà) sobre la Población Larval de *Aedes aegypti* en el Área Metropolitana de Monterrey N. L. *Rev. Salud Pública y Nutrición, México*, Vol. 4(3).
27. Programa Nacional de Vectores. 2001. *Manual operativo de vigilancia y control entomológico de Aedes aegypti, vector del dengue en Guatemala*. Dirección general de regulación, vigilancia y control de la salud. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala. 1-5 pp.
28. Rossi, G. & Almirón, W. 2004. *Clave Ilustrada para la Identificación de Larvas de Mosquitos de Interés Sanitario Encontradas en Criaderos Artificiales en la Argentina*. Fundación Mundo Sano, Buenos Aires, Argentina. 31-33 pp.

29. Salvatella, R. 1996. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su Papel como Vectores en las Américas; la Situación de Uruguay. *Rev. Med. Uruguay*, Vol. 12:28-36.
30. Steffan, W.A. 1975. Systematics and biological control potential of *Toxorhynchites* (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics*, Vol. 7(1): 59-68.
31. Tabaru Y, Monroy C, Rodas A, Mejía M, Pichilla R, Mauricio H & Pérez M. 1998. Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Guatemala, Following Colonization in 1995. *Med. Entomol. Zool.* Vol. 49(4): 331-336.
32. Vargas, M. 2003. Uso de peces larvívoros como controladores biológicos de larvas de *Aedes aegypti*: Una participación comunitaria. Departamento de Parasitología, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. *Rev. Col. De MQC de Costa Rica*, Vol. 9(9): 1-5.
33. WHO. 1987. Tropical Disease Research: A Global Partnership. UNDP/World Bank/WHO, Special Program for Research and Training in Tropical Disease.
34. Omayda Perez. Jinnay Rodriguez. Juan A. Bisset. Maureen Leyva. Manuel Díaz. Omar Fuentes. et al. *Manual de Indicaciones Técnicas para Insectarios*. Editorial Ciencias Médicas. 2004. 61 p.
35. Gimeno Forner L, CejalvoLapeña D, Bolant Hernández B, Calvo Bermúdez MA, TodolíFaubell J, LlorisCarsi JM. Ética y legislación en los animales de laboratorio. *Res Surg* 1989; 5 (Supl 3): 18-28.
36. Bolant Hernández B, Calvo Bermúdez MA, CejalvoLapeña D, Gimeno Forner L, Gimeno Forner LO, LlorisCarsi JM. Diseño y equipamiento de un estabulario: generalidades, Parte 1. *Res Surg* 1990; 3 (Supl 6): 23-33.
37. *Manual of medical entomology*, Fourth edition Deane P. Furman & Paul Catts. 4th Edition. Cambridge University Press. 27p.
38. Cárcamo R.,R. L. 2006. Plan Maestro de la Universidad Evangélica de El Salvador. Universidad Albert Einstein. Facultad de Arquitectura. Antiguo Cuscatlán. La Libertad. El Salvador. Tesis para optar al título de Arquitecta.
39. Recursos Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales (2011) Comportamiento Climatológico durante la influencia de la depresión tropical 12-E del 10 al 20 de Octubre de 2011. Consultado el 19 de Enero de 2014. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/monitoreo/huracanes/depresion+12-e/www.proteccioncivil.gob.sv>
40. Chaverri, Luis G. & Zavortink Thomas J. 2009. Resurrection of the names *Toxorhynchites moctezuma* (dyar & knab) and *Toxorhynchites hypoptes* (knab) from synonymy with *Toxorhynchites theobaldi* (dyar & knab) (diptera: culicidae) 187131
41. HAROLD R. DODGE 1964 Larval Chaetotaxy and Notes on the Biology of *Toxorhynchites rutilus septentrionalis* (Diptera : Culicidae) Box 97, Pullman, Washington <http://mapas.snet.gob.sv/>

ANEXOS

ANEXO 1

ÁREA DE ESTUDIO: CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR



Fuente: <http://www.uees.edu.sv/contactanos.htm>

ANEXO 3

TABLA DE DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL MACHO DE *TOXORHYNCHITES SP*

Característica	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T9	A1	A2	A3	A4	A5
	M01.01	12	Muy largo	plumosa y ovoide	4 segmentos y escamosos	divergente y hacia arriba	unidos dorsalmente	pelado	abultado	Escamas pequeñas y doradas	con tegulas	con escutulum café oscuro	alternados azul y dorado	liso, brillante y azul	con fleco	blanco en la base y negro en la punta	9	azul dorado	con setas	notorias
M0.1.02	12	Muy largo	plumosa y ovoide	4 segmentos y escamosos	divergente y hacia arriba	unidos dorsalmente	pelado	abultado	Escamas pequeñas y doradas	(pendiente)	con escutulum café oscuro	alternados azul y dorado	liso, brillante y azul	con fleco	blanco en la base y negro en la punta	9	azul dorado	con setas	notorias	abultado
M0.2.03	Imposible de ver	Muy largo	plumosa y ovoide	4 segmentos y escamosos	divergente y hacia arriba	unidos dorsalmente	pelado	abultado	Escamas pequeñas y doradas	Sin tegulas	con escutulum café oscuro	alternados azul y dorado	liso, brillante y azul	con fleco	blanco en la base y negro en la punta	Imposible de ver	azul dorado	con setas	poco notorias	abultado

Cabeza		Torax		Abdomen	
C1	Numero de segmentos antenar	T1	Perfil dorsal del torax	A1	Numero de segmentos en vista dorsal
C2	Antenomoero 1 mas largo que los demas	T2	Presencia de escamas	A2	Coloracion
C3	Apariencia general de la antena ovoide	T3	presencia en la base de las alas	A3	Presencia de setas
C4	numero de segmentos de palpo y apariencia	T4	Apariencia de escutulum	A4	Tamaño de los setas
C5	Disposicion de los palpos	T5	Color de las bandas del torax	A5	Forma de los ultimos segmentos (abultado y ensanchado)
C6	Contacto entre los ojos	T6	Coloracion de dorso del torax (Notum)		
C7	Esclerito basal de las antenas	T7	Alas con borde banal con fleco		
		T8	Dimensiones (largo x ancho), Razon (largo x ancho)		
		T9	Color de los aliteres		

ANEXO 4

TABLA DE DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL MACHO DE *TOXORHYNCHITES SP*

Característica	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	A1	A2	A3	A4	A
	H 0101	12	muy largo	alargado con pelos pequeños	3 segmentos y escamosos	divergentes y hacia arriba	unidos dorsalmente	Color café *con luz amarilla	Abultado	Escamas doradas	No tiene	Si color café	Bastante *2, descamado	café, se ha caído	con fleco	?	debeido blanco, extremo dorsal	Imposible de ver	café *3 (revisar superficie)	Con setas	No se ven
H 0102	No tiene antenar	No tiene antenar	No tiene antenar	3 segmentos y escamosos	divergentes y hacia arriba	unidos dorsalmente	Color café, azul, con luz amarilla	Abultado	Escamas doradas	Imposible de ver	Si color café	Medio descamado	café, se ha caído	con fleco	?	8	ceniciento (revisar superficie)	Con setas	Pequeñas	inde	
H 0103	12	muy largo	alargado con pelos pequeños	3 segmentos y escamosos	divergentes y hacia arriba	unidos dorsalmente	Color café, azul, con luz amarilla	Abultado	Escamas doradas	Si pero se le han caído	Si color café	poco descamado	café	con fleco	?	8	café (revisar superficie)	Con setas	Pequeñas	inde	
H 0104	12	muy largo	alargado con pelos pequeños	3 segmentos y escamosos	divergentes y hacia arriba	unidos dorsalmente	Color café, azul, con luz amarilla	Abultado	Escamas doradas	Si pero se le han caído	Si color café	poco descamado	café	con fleco	?	8	café y verde (revisar superficie)	Con setas	Pequeñas	inde	
H 0205	No tiene antenar	No tiene antenar	No tiene antenar	3 segmentos y escamosos	divergentes y hacia arriba	unidos dorsalmente	Color café, azul, con luz amarilla	Abultado	Escamas doradas	Si pero se le han caído	Si color café	Medio descamado	café	con fleco	?	8	café, azul, plateado (revisar superficie)	Con setas	Pequeñas	notc	
*1		*2		*3																	
Luc artificial		parcialmente lampito		Mal Montaje																	

Cabeza		Torax		Abdomen	
C1	Numero de segmentos antenar	T1	Perfil dorsal del torax	A1	Numero de segmentos en vista dorsal
C2	Antenomoero 1 mas largo que los demas	T2	Presencia de escamas	A2	Coloracion
C3	Apariencia general de la antena ovoide	T3	presencia en la base de las alas	A3	Presencia de setas
C4	numero de segmentos de palpo y apariencia	T4	Apariencia de escutulum	A4	Tamaño de los setas
C5	Disposicion de los palpos	T5	Color de las bandas del torax	A5	Forma de los ultimos segmentos (abultado y ensanchado)
C6	Contacto entre los ojos	T6	Coloracion de dorso del torax (Notum)		
C7	Esclerito basal de las antenas	T7	Alas con borde banal con fleco		
		T8	Dimensiones (largo x ancho), Razon (largo x ancho)		

ANEXO 5

HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN

Anexo No. 5 HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN															
CONDICIÓN DE LABORATORIO DEL ESPECIMEN Aedes aegypti POR DIA															
CICLO DE VIDA															
Fecha	Hora	Fase	Estadio	Cantidad de reproducción Especimen/ día		Hembras FA	Machos FA	cantidad de agua	Tipo de agua	Duración del ciclo/día	Duración de estadio/día	Foto	Temperatura	Tipo de alimentación	Frecuencia alimentación
				L	Larva										
		Acuática	Huevo												
			L	1											
			L	2											
			Larva	L	3										
			L	4											
			Pupa												
		Aérea	Adulto												
Fecha	Hora	Fase	Estadio	Cantidad de reproducción Especimen/ día		Hembras FA	Machos FA	cantidad de agua	Tipo de agua	Duración del ciclo/día	Duración de estadio/día	Foto	Temperatura	Tipo de alimentación	Frecuencia alimentación
				L	Larva										
		Acuática	Huevo												
			L	1											
			L	2											
			Larva	L	3										
			L	4											
			Pupa												
		Aérea	Adulto												

ANEXO 6

HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN

Anexo No. 6 HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN															
CONDICIÓN DE LABORATORIO DEL ESPECIMEN <i>Toxorhynchites</i> sp POR DIA															
CICLO DE VIDA															
Fecha	Hora	Fase	Estado	Cantidad de reproducción Especimen/ día		Hembras FA	Machos FA	cantidad de agua	Tipo de agua	Duración de del ciclo/día	Duración de estadio/día	Foto tropicalismo	Temperatura	Tipo de alimentación	Frecuencia alimentación
		Acuática	Huevo												
			L1												
			L2												
			Larva L3												
			L4												
			Pupa												
			Adulto												
		Aérea													
		Fase	Estado												
		Acuática	Huevo												
			L1												
			L2												
			Larva L3												
			L4												
			Pupa												
			Adulto												
		Aérea													

ANEXO 7

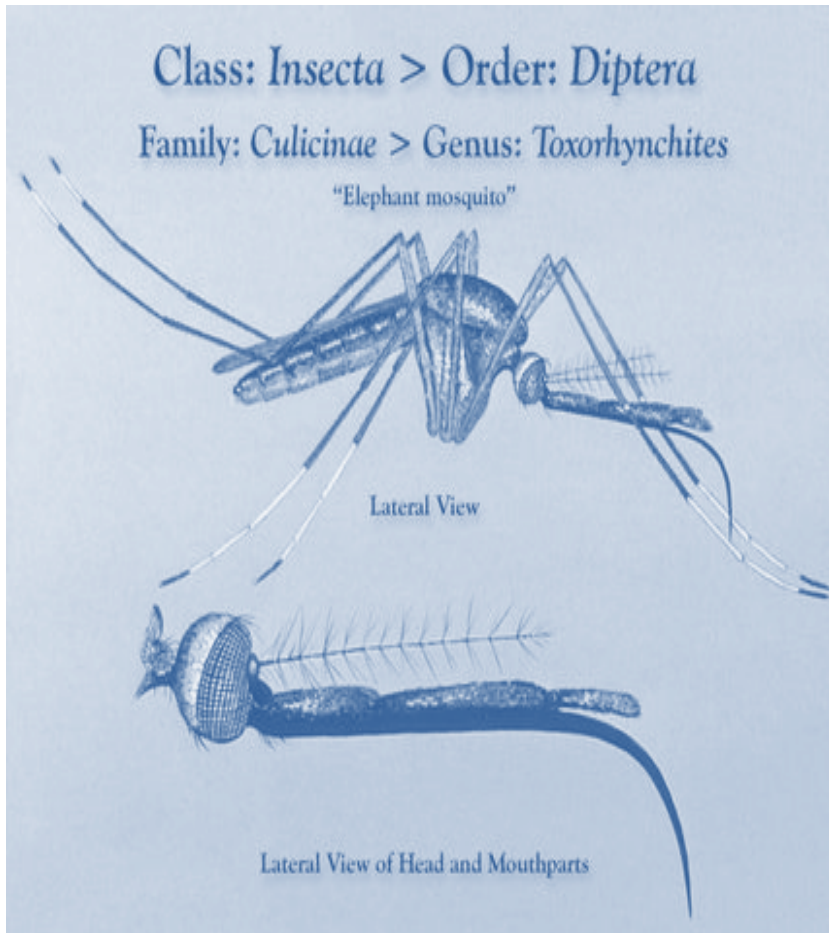
HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN DE CONDUCTA DEPRADADORA DE
TOXORHYNCHITES SP SOBRE *AEDES AEGYPTI*

ESTADIO LARVAL

Fecha	Hora	No Replica o Control	Estadio	Cantidad larvas Depredador	No Presas Original	No especimen vivo	No especimen Muerto	No especimen Ingerido	Fototropismo	Temperatura	Condición		cantidad de agua	Tipo de agua
											Original	Ambiental		
			Larval											
			L1											
			L2											
			L3											
			L4											
			Estadio		No Presas Original	No especimen vivo	No especimen Muerto	No especimen Ingerido	Fototropismo	Temperatura				
			Larval											
			L1											
			L2											
			L3											
			L4											
			Estadio		No Presas Original	No especimen vivo	No especimen Muerto	No especimen Ingerido	Fototropismo	Temperatura				
			Larval											
			L1											
			L2											
			L3											
			L4											
			L4											

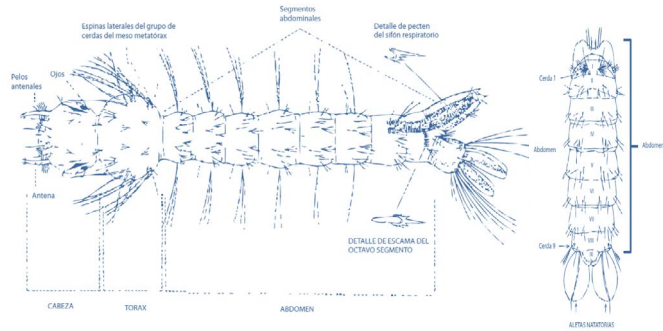
ANEXO 8

MOSQUITO *TOXORHYNCHITES SP* ESTADIO ADULTO



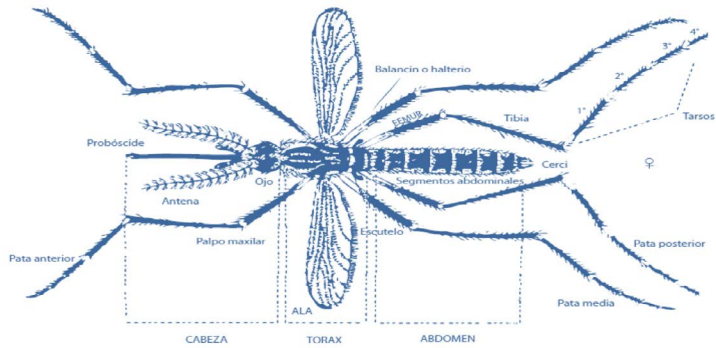
ANEXO 9

ESTADIO DE LARVA CRISALIDA DE *AEDES AEGYPTI*



ANEXO 10

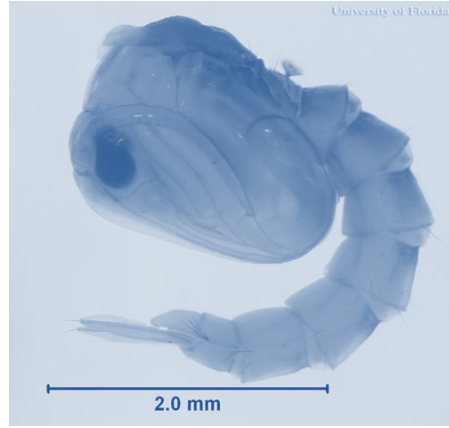
ESPECIMEN ADULTO DE *AEDES AEGYPTI*



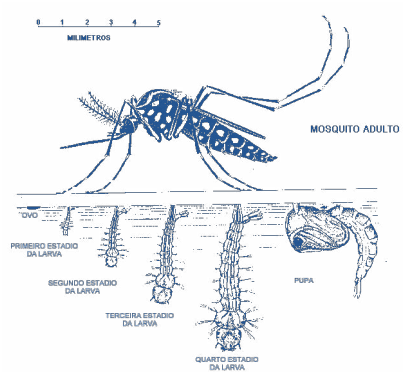
ANEXO 11

DIFERENTES ESTADIOS DE *Aedes Aegypti*

Huevos de *Aedes aegypti* Pupa de *Aedes aegypti*

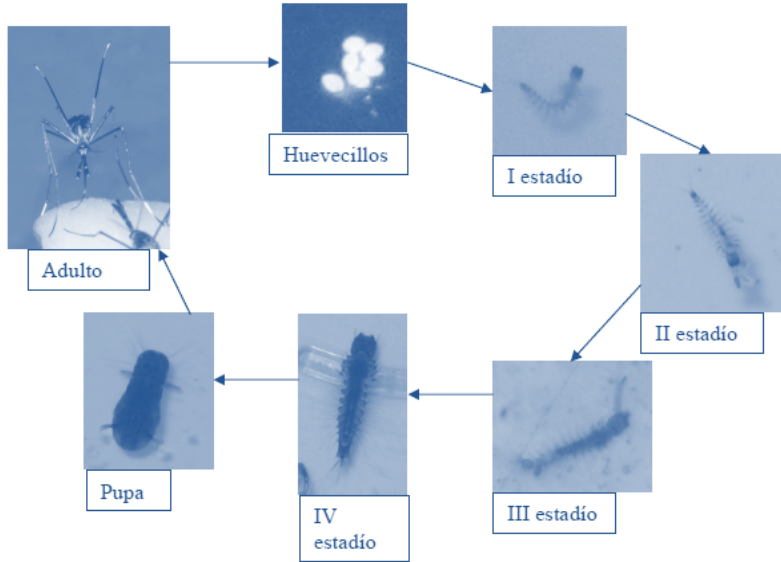


Larva de *Aedes aegypti* Estadio adulto



ANEXO 12

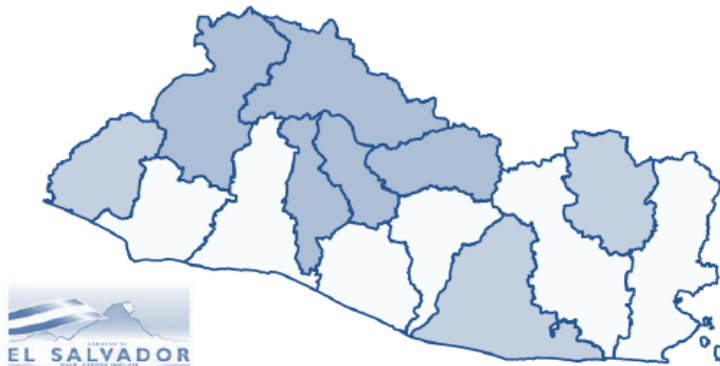
ESTADIOS DE HUEVO, LARVA Y PUPA DE *TOXORHYNCHITES GRANDIOSUS*



ANEXO 13

CONDICIÓN DE ALERTA EN EL SALVADOR - AGOSTO/2012

Condición de daño de los departamentos al momento de la declaratoria de alerta (17/08/12)



Nivel de Alerta		
Alerta Verde	Alerta Amarilla	Alerta Naranja
3	6	5

ANEXO 14

JAULA ENTOMOLÓGICA



ANEXO 15

DISTRIBUCIÓN DE LOS VECTORES Aedes aegypti, Aedes albopictus DEL DENGUE. EL SALVADOR 2011



ANEXO 16
EQUIPO, INSUMOS Y MATERIALES FINANCIADOS CON FONDOS DE PROTECCIÓN CIVIL/2011 PARA EL CONTROL DENGUE

No.	Material o equipo	Cantidad	Monto \$
1	Temephos granulado al 1.0%	500 kg	1,695.00
2	Larvicida líquido al 50%	200 lts.	4,200.00
3	Insumos químicos para el control del vector adulto	1000 lts.	17,235.00
4	Bombas térmicas pesadas	4 bombas	77,000.00
5	Bombas térmicas portátiles	66 bombas	114,312.00
6	Mascarillas	650 cajas	7,800.00
7	Guantes de latex	460 cajas	4,140.00
8	Botas de Hule	200 pares	1,430
9	Gasolina	2,568 vales de \$11.43	29,352.29
10	Diesel	7490 vales de \$11.43	85,610.70
Total			342,774.99

ANEXO 17
INSUMOS, QUÍMICOS Y COMBUSTIBLE UTILIZADO PARA LAS MEZCLAS EN LA EJECUCIÓN DE ACCIONES DE CONTROL DEL DENGUE. EL SALVADOR 2011

Equipo, insumos y combustibles utilizados		Cantidad	Inversión \$
Adulticida Piretroide Deltametrina al 2.55%	Litro	12,427.13	108,737.39
Aqua Reslim Super	Litro	4,101	71,765.93
Larvicida Granulado Temephos al 1.0%	Kilogramo	60,660	205,637.40
Total inversión insecticidas			386,140.72
Equipo termico pesado	C/U	4	77,000.00
Bombas térmicas portátiles	C/U	66	114,312.00
Total inversión equipos de fumigación			191,312.00
Diesel para mezcla de equipos	Galones	114,913.98	479,191.34
Gasolina para equipos de fumigación	Galones	31,599.76	130,191.05
Total inversión combustibles			609,382.39
Total General \$			1186,835.11

Fuente: Datos de acciones operativas Aedes 4 de SIBASI

ANEXO 18

NORMAS ETICAS DE EXPERIMENTACIÓN CON ANIMALES

Código de Salud, con reformas incorporadas, República de El Salvador, 111 de mayo de 1988, Editorial jurídica Salvadoreña, 4° edición. 1999.

- a. Atender todos los procedimientos legales, científicos y éticos en la investigación y experimentación con animales.
- b. Cumplir con las disposiciones legales y normas locales para la adquisición y mantenimiento de los animales empleados en la investigación, y en caso que se requiera terminar con la vida del animal, el procedimiento debe ser rápido y sin dolor.
- c. Supervisar cuidadosamente los procedimientos realizados con los animales, cuidando la salud, bienestar y buen trato durante el proceso de investigación.
- d. Ser responsable de cumplir rigurosamente la metodología experimental y asegurar que los participantes en la investigación realicen los procedimientos y labores que a cada uno de ellos le compete.
- e. Cumplir con los requisitos para la seguridad ocupacional de los técnicos, que se ocupan del cuidado y manejo de los animales.

Claude Bernard (1813-1878). Con este objeto se ha redactado un Código de Ética de ámbito internacional:

Artículo 2. El hombre necesita utilizar el animal, pero tiene el deber de respetarlo ya que es un ser viviente como él.

Artículo 3. El investigador debe tener en cuenta que el animal está dotado de sensibilidad, memoria y es capaz de sufrir, sin poder escapar del dolor.

Artículo 4. El experimentador es responsable de sus elecciones y de sus actos en el ámbito de la experimentación animal.

Artículo 5. Las experiencias en vertebrados vivientes, como la obtención de biopsias, deben ser realizadas por un biólogo o bajo su dirección directa. El mantenimiento del animal debe ser controlado por un especialista.

Artículo 6. Los estudios deben conducir a una mejora de las condiciones de sanidad, bienestar del hombre y de los animales.

Artículo 8. El experimento debe utilizar el animal que mejor se adapte a su investigación y tener en cuenta también los grados sensoriales y psíquicos de cada especie. Los animales en peligro de extinción sólo deberán ser utilizados bajo circunstancias excepcionales bien definidas. Los animales de laboratorio procederán de criaderos especializados para asegurar el equilibrio biológico.

Artículo 9. El experimentador deberá velar para que las condiciones de mantenimiento del animal sean las mejores y se les aporte los cuidados necesarios, antes, durante y después de las intervenciones.

Artículo 10. Se debe evitar al animal todo sufrimiento físico o psíquico inútil. Se deben poner los métodos adecuados para minimizar el riesgo y el dolor.

En las Líneas Directrices 86/609 relativas al alojamiento y los cuidados de los animales emitidas por el Consejo de las Comunidades Europeas se incluyen los siguientes apartados:

1. Introducción, en la cual se recogen los objetivos de la directiva.
2. Instalaciones: funciones y proyectos generales, locales de alojamiento, laboratorios y locales de experimentación con fines generales y especiales, locales de servicio.
3. Condiciones ambientales en los locales de alojamiento y su control: ventilación, temperatura, humedad, iluminación, ruidos y sistemas de alarma.
4. Cuidados: salud, captura, condiciones de embalaje y transporte, recepción y desembalaje, cuarentena, aislamiento y aclimatación, enjaulado, alimentación, agua, cama, ejercicio y manipulación, limpieza y sacrificio humanitario de los animales.