

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCION DE POSTGRADO



UTILIZACION DE *Mesocyclops logisetus* (THIEBAUD)
(COPEPODA:CYCLOPOIDEA) COMO CONTROL LARVARIO DE
Aedes aegypti (L.) EN EL SUR DE CHIAPAS, MEXICO.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN

ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

BIOL. EZEQUIEL MAGALLON GASTELUM

San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Mayo de 1997

TM

Z532

FCB

1997

M3



1020119188



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCION DE POSTGRADO



UTILIZACION DE *Mesocyclops logisetus* (THIEBAUD)
(COPEPODA:CYCLOPOIDEA) COMO CONTROL LARVARIO DE
Aedes aegypti (L.) EN EL SUR DE CHIAPAS, MEXICO.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN

DIRECCIÓN DE ENTOMOLOGÍA MÉDICA Y BIOTECAS

PRESENTA

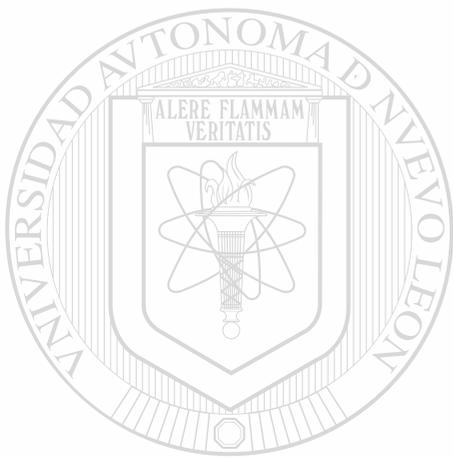
BIOL. EZEQUIEL MAGALLON GASTELUM

San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Mayo de 1997

TM
Z5320
FCB
1997
M3

0116-32660



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

UTILIZACIÓN DE *Mesocyclops longisetus* (Thiebaud)
(COPEPODA:CICLOPOIDEA) COMO CONTROL LARVARIO DE *Aedes*
aegypti (L.) EN EL SUR DE CHIAPAS, MEXICO.

T E S I S

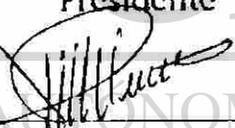
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA PRESENTA:

BIOL. EZEQUIEL MAGALLON GASTELUM

COMISION DE TESIS:



Ph. D. ILDEFONSO FERNANDEZ SALAS
Presidente



M. C. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ
Secretario



DR. HUMBERTO QUIROZ MARTINEZ
Vocal



Ph. D. MARIO HENRY RODRIGUEZ-LOPEZ
Asesor externo

Monterrey, N. L.

Mayo de 1997

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

UTILIZACIÓN DE *Mesocyclops longisetus* (Thiebaud)
(COPEPODA:CICLOPOIDEA) COMO CONTROL LARVARIO DE *Aedes*
aegypti (L.) EN EL SUR DE CHIAPAS, MEXICO.

T E S I S

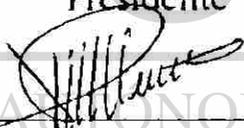
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA PRESENTA:

BIOL. EZEQUIEL MAGALLON GASTELUM

COMISION DE TESIS:



Ph. D. ILDEONSO FERNANDEZ SALAS
Presidente



M. C. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ
Secretario



DR. HUMBERTO QUIROZ MARTINEZ
Vocal



Ph. D. MARIO HENRY RODRIGUEZ-LOPEZ
Asesor externo

Monterrey, N. L.

Mayo de 1997

DEDICATORIA

A Dios.

Por ser la base en la formación de todo ser humano.

A mis Padres y Hermanos.

Por su apoyo, paciencia y confiar en mí.

A mi tía Q. P. D. 10/07/95

Por haberme orientado en los momentos más difíciles.

A la Familia Rodríguez Ramírez.

Por hacerme sentir como un miembro más de ellos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Gracias !

AGRADECIMIENTOS A LAS INSTITUCIONES

Al Consejo Nacional de Ciencia, Investigación y Tecnología (CONACyT) por la beca (Becario 82774) otorgada para el desarrollo y superación de mi persona.

Al Centro de Investigación de Paludismo (C.I.P.) de la SSA en Tapachula, Chiapas por los apoyos tan importantes otorgados, ya que sin éstos no se hubiera realizado esta investigación.

A la Fundación Rockefeller por la aportación económica brindada para la realización de este estudio (Grant RF92065).

Y muy especialmente:

Al personal académico del Laboratorio de Entomología Médica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (U.A.N.L.), por compartir sus conocimientos incondicionalmente y brindarme su amistad durante ésta etapa de mi desarrollo profesional.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Ildefonso Fernández Salas por confiar en mi y darme la oportunidad de desarrollarme en el mundo de la Entomología Médica.

Al Dr. Mario Henry Rodríguez López (Director del C.I.P.) por la oportunidad brindada así como sus orientaciones acertadas para el desarrollo de este trabajo.

Al M. en C. Alejandro Martínez Ibarra y Biol. Guadalupe Vázquez por su valiosa e incondicional ayuda así como su amistad recibida durante el desarrollo de este estudio.

A los Técnicos del C.I.P. Alberto Maldonado, Damacio Reséndiz, Eleazar Pérez, Enrique García, Francisco Maldonado, Joaquín Cobarruvias, Miguel Muñoz, Octaviano Girón y Pedro García, por su colaboración en el trabajo de campo.

A mis amigos de maestría con quienes compartí momentos muy agradables: René Roque Solís, Nereida Junio Velázquez, Rosario Nájera V., Cecilia Trujillo, Alfonso Flores, Jaime A. Sandoval, Adriana, Andrés, Armando, Arnoldo, Blanca mango, Botello, Carolina, Cuauhtemoc, Chava, Eduardo, Felipe, Jorge, Juliam, Norma, Rosa Patiño.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A Rogelio Danis, Yunuen Grant, Américo Rodríguez, Patricia Peniche Mauricio Casas, Jose Luis Torres, Guillermo Bond, Miriam Bond, Mario Alberto Rodríguez, Rafael Sanchez y Armando Ulloa por su amistad y por hacer agradable mi estancia en el CIP.

A Teresa Wong Koo, Leticia Chirino Y Odette del centro de computo por su ayuda y por su amistad brindada.

INDICE

	Pag.
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
1.- LA ENFERMEDAD "EL DENGUE".....	4
1.2 Presencia del Dengue en América Latina	4
2.- EL VECTOR <i>Aedes aegypti</i>	5
2.1 Distribución del <i>Ae. aegypti</i>	6
2.1 Habitat del <i>Ae. aegypti</i>	6
2.3 Ciclo vital de <i>Ae. aegypti</i>	7
3.- EL AGENTE CAUSAL "EL ARBOVIRUS".....	8
4.- ECOLOGIA DE LA DEPREDACION	9
4.1 Enemigos Naturales de <i>Aedes aegypti</i>	10
5.- BIONOMIA DE COPEPODOS	11
5.1 Distribución	11
5.2 Taxonomía	11
5.3 Ciclo de vida	13
5.4 Alimentación y conducta depredadora de los copéodos	13
6.- CONTROL CON COPEPODOS	15
7.- PARTICIPACION COMUNITARIA	17
III. IMPORTANCIA	19
IV. OBJETIVOS	20

	Pag.
V. HIPOTESIS	21
VI. MATERIAL Y METODOS	
1.- Descripción de las áreas de estudio	22
2.- Pretratamientos	23
3.- Trabajo de Laboratorio	24
3.1 Cultivo de copépodos	24
3.2 Transporte de <i>M. longisetus</i> para aplicarse en piletas domiciliarias con agua en Huixtla, Chiapas.	24
3.3 Revisión del material colectado en Huixtla, Chiapas ...	25
3.4 Transporte de <i>M. longisetus</i> para su aplicación en floreros en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas. .	25
4.- Tratamientos	25
5.- Participación Comunitaria	26
6.- Análisis estadístico	27
VII. RESULTADOS	
1.- Piletas domiciliarias, Huixtla, Chiapas.....	28
2.- Permanencia de <i>M. longisetus</i> en piletas domiciliarias en Huixtla, Chiapas.	29
3.- Efecto en las poblaciones larvarias de <i>Aedes aegypti</i> en piletas domiciliarias en Huixtla, Chiapas.	29
4.- Piletas con y sin marcador de nivel.	30
5.- Floreros del Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.	31
6.- Permanencia de <i>M. longisetus</i> en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.	31
7.- Efecto sobre las poblaciones larvarias de <i>Aedes aegypti</i> en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.	32
8.- Factores que influyeron en la permanencia de <i>M. longisetus</i> en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas	33

VIII. DISCUSION

1.- Efecto de *M. longisetus* en piletas domiciliarias con agua en Huixtla, Chiapas. 35

4.- Efecto de *M. longisetus* en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas. 39

IX. CONCLUSIONES. 42

X. LITERATURA CITADA 43

ANEXOS

Anexo 1 Localización geográfica de la zona de estudio en piletas domiciliarias con agua en la localidad de Huixtla, Chiapas 66

Anexo 2 Esquema del Panteón de Frontera Hidalgo, Chiapas y la ubicación de los floreros tratados y controles. 67

Anexo 3 Especies representativas de los principales grupos de Copepoda A. Calanoida: *Skistodiaptomus oregonensis*, hembra; B. Cyclopoida: *Acanthocyclops vernalis*, hembra; C. *Acanthocyclops vernalis*, macho; D. cyclopoida (hembra parasítica; machos planctónicos de vida libre); *Ergasilus sp.*, hembra; E. Harpacticoida: *Canthocamptus staplynoides*, hembra (Según Smith y Fernando, 1978) 68

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Pag.
Tabla 1 Frecuencia de lavado de las piletas domiciliarias con agua en la localidad de Huixtla, Chiapas.	48
Tabla 2 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de <i>Mesocyclops longisetus</i> en piletas domiciliarias con agua en la localidad de Huixtla, Chiapas ...	48
Tabla 3 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de las densidades larvarias del I, II y III estadio de <i>Ae. aegypti</i> en piletas domiciliarias con agua de la zona tratada con <i>M. longisetus</i> y de la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas	49
Tabla 3 (Continuación) Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de las densidades larvarias del IV, Pupas y Poblacion total de <i>Ae. aegypti</i> en piletas domiciliarias con agua de la zona tratada con <i>M. longisetus</i> y de la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas. .	50
Tabla 4 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de las densidades larvarias del I, II y III estadio de <i>Ae. aegypti</i> en piletas domiciliarias con agua con marcador y sin marcador de nivel de la zona tratada con <i>M. longisetus</i> y en la localidad de Huixtla, Chiapas. ...	51
Tabla 4 (Continuación). Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de las densidades larvarias del IV, Pupas y Poblacion total de <i>Ae. aegypti</i> en piletas domiciliarias con agua con marcador y sin marcador de nivel de la zona tratada con <i>M. longisetus</i> en la localidad de Huixtla, Chiapas.	52
Tabla 5 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de <i>M. longisetus</i> por florero (n) en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas. .	53

Tabla 6 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de las densidades larvarias del I, II y III estadio de *Ae. aegypti* en floreros del cementerio de la zona tratada con *M. longisetus* y de la zona control en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas. 54

Tabla 6 (Continuación). Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de las densidades larvarias del IV, Pupas y población total de *Ae. aegypti* en floreros del cementerio de la zona tratada con *M. longisetus* y de la zona control en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas. . 55

Tabla 7 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de la sobrevivencia de *M. longisetus* a los diferentes tipos de floreros (n) en el cementerio de Frontera Hidalgo, chiapas. 56

Tabla 8 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de la permanencia de *M. longisetus* ante la exposición del florero a los rayos solares en el Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas. 57

Tabla 9 Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de la permanencia de *M. longisetus* en floreros (n) con la presencia y ausencia de flores en el Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas. 58

Figura 1 Porcentaje de positividad de piletas domiciliarias con agua a larvas de <i>Ae. aegypti</i> entre la zona tratada y la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas.	59
Figura 2 Medias larvarias de <i>Ae. aegypti</i> entre la zona tratada y la zona control y <i>M. longisetus</i> en piletas domiciliarias con agua en la localidad de Huixtla, Chiapas.	60
Figura 3 Comparación de medias larvarias de <i>Ae. aegypti</i> por estadios y totales en piletas domiciliarias con agua entre la zona tratada y la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas.	61
Figura 4 Medias larvarias de <i>Ae. aegypti</i> en piletas domiciliarias con agua con marcador de nivel y sin marcador de nivel en la localidad de Huixtla, Chiapas.	62
Figura 5 Comparación de medias larvarias de <i>Ae. aegypti</i> por estadios y totales en piletas domiciliarias con agua con y sin marcador de nivel en la localidad de Huixtla, Chiapas.	63
<hr/>	
Figura 6 Medias larvarias de <i>Ae. aegypti</i> entre la zona tratada y la zona control y <i>M. longisetus</i> en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.	64
Figura 7 Comparación de medias larvarias de <i>Ae. aegypti</i> por estadios y totales en floreros del cementerio entre la zona tratada y a zona control en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas.	65

RESUMEN

Los métodos de control del *Aedes aegypti* (L.), principal vector del Dengue en México, son una labor intensiva ya que una de las principales causas de su persistencia son los tipos muy variados de criaderos de larvas, que están íntimamente relacionados con la mala distribución del agua y en consecuencia su almacenamiento, lo que proporciona al vector el lugar ideal para reproducirse. *Mesocyclops longisetus* (Copepoda:Cyclopoidea) ha demostrado en laboratorio excelentes resultados en cuanto a depredación de larvas de *Ae. aegypti*. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficiencia en campo del copépodo *M. longisetus* para reducir las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* en piletas domiciliarias con agua y floreros de cementerios, principales habitat larvarios en el Sur de Chiapas, México. Se seleccionaron 600 piletas domiciliarias, de las cuales 300 fueron tratadas con 200 copéodos cada una, a la vez que se adiestró a los usuarios sobre cómo deben lavar la pileta, y 300 se dejaron como controles. Se tomó una muestra de 50 piletas de cada grupo mensualmente (n) para compararlos y observar si había reducción en las poblaciones larvarias además de observar que porcentaje de copéodos permanecieron en estas. Con respecto a los floreros, se seleccionó el tamaño de muestra de acuerdo a los recipientes existentes en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas que se dividió en dos zonas, una de las cuales fue tratada con 20 copéodos para cada uno de los floreros y se hicieron muestreos cada 15 días con el fin de evaluar la reducción de larvas y la permanencia de ciclopoideos en éstos. En cuanto a reducción de poblaciones larvarias en piletas con agua domiciliarias entre las dos zonas, no hubo diferencias significativas, *M. longisetus* estuvo presente en los 6 meses, alcanzando su mayor número a los 150 días ($\bar{x}=38.89 \pm EE 33.99$). Entre los principales problemas que se observaron para la permanencia de los copéodos en las piletas se encontró el lavado frecuente de las piletas y el drenaje del agua a través del orificio que se encuentra en el fondo de ésta, pero principalmente la poca participación de la comunidad. *M. longisetus* estuvo presente en los floreros en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas, durante todo el período de estudio, principalmente en los floreros de concreto semiexpuestos a la luz del sol y con ausencia de flores, reduciendo las poblaciones larvarias de una forma altamente significativa ($P < 0.001$) en la zona tratada ($\bar{x}=18.13 \pm EE 1.54$) contra la zona control ($\bar{x}=38.88 \pm EE 2.62$). *M. longisetus* no disminuyó las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* en las piletas domiciliarias ya que no alcanzó las densidades iniciales necesarias, debido a los lavados frecuentes y poco interés demostrado por la comunidad.

I. INTRODUCCION

En tiempos históricos modernos los médicos tropicalistas reconocieron una entidad clínico-epidemiológica llamada fiebre dengue, dengüero, fiebre bouquet, fiebre quebrantahuesos, Kidenga pepo (ataques dolorosos), fiebre polka o de cinco días y fiebre dandy. La palabra DENGUE, de origen hispanoantillano, se comenzó a emplear para designar a los brotes epidémicos de ésta enfermedad ocurridos en las islas del caribe entre 1827 y 1828 (Carrada-Bravo, 1984).

El dengue es una infección viral aguda y sistémica propia de los trópicos y subtropicos que se transmite de una persona a otra por medio de un mosquito hematófago vector, el *Aedes aegypti* (L).

El mosquito *Ae. aegypti* es una especie tropical que se encuentra en todo el mundo, usualmente dentro de los límites de 35° L N y 35° L S. Este vector se ha encontrado a latitudes de 45° pero durante la estación más cálida de esa zona (Nelson 1986). Las enfermedades que éste transmite, Dengue y Fiebre Amarilla, están aún presentes en América. La situación de emergencia creada por las epidemias de dengue clásico que afectó a la mayoría de los países del Caribe, América Central, Norte y Sudamérica incluyendo México durante 1977-1979 y la primera epidemia de Dengue Hemorrágico reportado en Cuba durante 1981, ha renovado el interés en elaborar programas para controlar o erradicar al *Ae. aegypti* en los países de la región (Nelson, 1986).

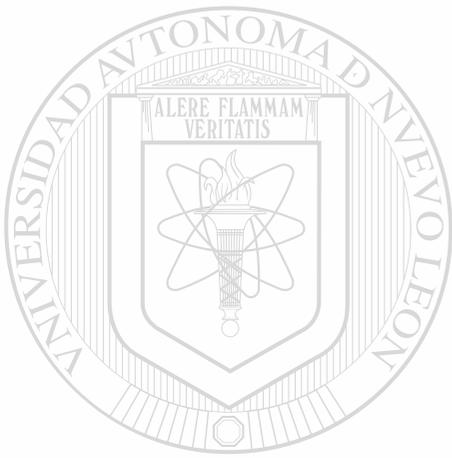
La base del control del *Ae. aegypti* ha sido la utilización de medios físicos y químicos para la eliminación de la fase larvaria y el uso de adulticidas. Estas actividades se han acompañado de campañas de

saneamiento y mensajes educativos para la población en general. Aunque la efectividad de las medidas mencionadas esté demostrada, la realización de las mismas está restringida por el escaso presupuesto, falta de personal capacitado y de equipos de aspersión necesarios para cubrir todas las zonas con la intensidad necesaria. (Gómez-Dantés, 1991).

El control biológico (la importación y aplicación de un organismo fuera de su medio natural con el propósito de controlar especies de plagas), ha cobrado auge debido a que es más seguro para la salud pública que el control químico (Howarth, 1991). Estudios en laboratorio han probado que los copépodos son eficientes depredadores de las larvas de *Ae. aegypti*. Su capacidad depredadora ha sido exitosa, particularmente la especie *Mesocyclops longisetus* (Thiebaud, 1897), caracterizada por tener mejor tolerancia a cambios de temperatura y a bajos niveles de calidad de agua en el hábitat artificial de *Ae. aegypti* (Williamson, 1986). Los cyclopoideos se consideran efectivos para el control de larvas de *Ae. aegypti* debido a su alta capacidad reproductiva y amplio rango alimenticio, capaces de mantener abundantes poblaciones independientes de la abundancia de larvas de mosquitos (Marten y Bordes, 1993). Su tamaño pequeño y alta capacidad reproductiva hacen a los cyclopoideos accesibles y convenientes para la producción a gran escala y su distribución (Riviere et al. 1987, Marten 1989b, Suarez et al. 1992).

Para prolongar las densidades de copépodos en barriles de 200 l y aljibes, se han implementado algunas estrategias, por ejemplo, añadiendo granos de arroz, "fondos falsos" a los barriles y a veces, solicitando a las mismas amas de casa que resiembren con ayuda de redes manuales (Marten et al, 1994).

Entre los principales problemas reportados están la eliminación de los copéodos "sembrados" en recipientes artificiales por los mismos habitantes de las viviendas tratadas. Es por ello que la participación de la comunidad se hace necesaria para incrementar el éxito de los copéodos en campo de una forma operacional.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II. ANTECEDENTES

1.- LA ENFERMEDAD "EL DENGUE".

El Dengue es una enfermedad viral aguda transmitida por un mosquito, el *Ae. aegypti* y caracterizada por fiebre, dolor de cabeza principalmente retrocular, artralgias intensas, mialgias, rash, náusea y vómito. Las infecciones son causadas por cuatro serotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4). La mayoría de las infecciones por dengue causan enfermedades poco graves, pero algunas pueden producir la fiebre por dengue hemorrágico (DHF), la cual se caracteriza por fiebre, disminución de plaquetas, manifestaciones hemorrágicas de mínimas a severas y excesiva permeabilidad capilar (Ramos 1989). Si más de un signo de características circulatorias es evidenciado, la condición se refiere como Síndrome de Shock por Dengue (DSS). La enfermedad del Dengue es endémica en la mayor parte de las áreas tropicales del mundo, pero el DHF y DSS han sido reportados más comunmente en el Suroeste de Asia (Rigau-Pérez *et al*, 1994). A los daños sociales causados por esta enfermedad y otras transmitidas por vectores se suma la muerte y principalmente la incapacidad que éstas producen en el humano en la edad económicamente productiva afectando la economía y el desarrollo de un país (Pant, 1987).

1.2 Presencia del Dengue en América Latina.

El Dengue en las Américas ha ido definiendo su identidad como problema de salud pública poco a poco. Su incierta evolución dentro de la historia de las epidemias en la Región se inicia con la importación tanto del

vector como del agente y continúa con la lenta adaptación de este binomio a las condiciones locales en forma paralela al proceso de desarrollo de las sociedades de nuestro continente (Reyes, 1990). Los primeros datos sobre la presencia del dengue en las Américas se registraron en Filadelfia en 1790. Pocos años después, en 1827, se presentó una epidemia en el Caribe. El Dengue reapareció en Texas en 1881-1885, se reportó en Cuba y de nuevo en Texas en 1897, invadió Puerto Rico en 1915 y Jamaica en 1917, diseminándose por toda el área del caribe en 1922 (Gómez Dantés, 1991).

La primera epidemia documentada en la Región después del intento de la erradicación del vector fue producida por el serotipo DEN3 en 1963. En 1977 se notificaron brotes asociados a los serotipos DEN2 y DEN3 en el Caribe y en el norte de América del Sur. Durante 1977 se introdujo el serotipo DEN1, que se extendió por toda la región del Caribe, Sur y Centro América, invadió México en 1978, llegando a afectar el sur del estado de Texas en 1980. De 1;006,702 casos de Dengue notificados en Las Américas de 1980 a 1990, el 30 % correspondió al área de América del Sur, el 4.8% a Centroamérica, el 43% al área del Caribe y el 22% a México. Los países en donde se ha transmitido activamente fueron Colombia (7.7%), Brasil (17.2%), Cuba (34.2%), Puerto Rico (4.5%) y México (22%) (OMS, 1990). Dos países han tenido epidemias de la fiebre hemorrágica de dengue: Cuba en 1981 con 158 muertos y Venezuela en 1989-1990 con 73 muertos (Rigau-Pérez et al, 1994).

2.- EL VECTOR *Ae. aegypti*.

El *Ae. aegypti* se ha conocido tradicionalmente como el mosquito de la fiebre amarilla. Afortunadamente, a pesar de brotes selváticos frecuentes de la fiebre amarilla en Perú, Bolivia, Brasil y Colombia, transmitidos por

mosquitos de los géneros *Haemagogus* y *Sabethes*, no han habido brotes urbanos transmitidos por *Ae. aegypti* desde 1942, con la excepción de un pequeño brote en Trinidad en la década de 1950. Actualmente el *Ae. aegypti* tiene más importancia como vector del dengue y la fiebre hemorrágica de dengue (Rigau-Pérez et al, 1994).

2.1 Distribución de *Ae. aegypti*.

El *Aedes aegypti* originario de Africa, actualmente es una especie tropical y subtropical distribuida alrededor del mundo, por lo general dentro de los límites de 35° LN y 35° LS, que corresponde a un verano isotérmico de 10 °C; se ha encontrado a latitudes al norte de 45°, que corresponde a la estación más cálida de esa zona pero, los adultos no sobreviven el invierno. La distribución del *Ae. aegypti* también está limitada por la altitud. El *Ae. aegypti* urbano ha sido reportado a 2121 msnm en la India y a 2200 m en Colombia donde la temperatura media anual es de 17 °C. Más allá del Ecuador, esta especie es raramente encontrada a altitudes de más de 1000 m.

El incremento de su área original de dispersión, al igual que la de los insectos dañinos al hombre ocurrió en forma paralela al desarrollo tecnológico de los medios de transporte y al aumento del comercio internacional durante la segunda mitad del siglo XIX (Reyes, 1990). En Australia en 1906 se sugirió que el *Ae. aegypti* era el vector del dengue, comprobándose esto en la epidemia de esta enfermedad en ese país durante 1916 (Nelson, 1986).

2.1 Habitat de *Ae. aegypti*.

En el Nuevo Mundo, *Ae. aegypti* es principalmente una especie doméstica, infestando contenedores naturales (huecos de árboles y rocas

axilas de las hojas, charcas, etc.) o hechos por el hombre (piletas albercas, tambos, llantas, latas, floreros, etc.), que se encuentran dentro o cerca de la vivienda humana. A las hembras de *Ae. aegypti* les atrae los recipientes de colores oscuros con cuellos (bocas) anchos, especialmente cuando se encuentran a la sombra. El agua oscura y la presencia de hojas en descomposición estimulan la postura de huevos; pero evitan los recipientes muy contaminados y con olores. El mosquito es raramente encontrado a más de 100 m de las viviendas, aunque se han reportado excepciones en el Caribe y en Sureste de los Estados Unidos (Nelson, 1986).

Debido a su asociación tan cercana con el hombre, *Ae. aegypti* es esencialmente un mosquito urbano. Sin embargo, en Brasil, México y Colombia se han reportado invasiones rurales, algunas veces hasta 8 kilómetros de distancia del punto urbano más cercano.

2.3 Ciclo vital de *Ae. aegypti*.

El ciclo de vida de *Ae. aegypti* se desarrolla del estadio de huevo a través de 4 estadios larvales, un estadio de pupa y el adulto.

El adulto al emerger pasa las primeras 24 hrs en reposo, posando sobre las paredes o superficies verticales sombreadas más cercanas al criadero. Posteriormente inicia periodos de vuelo cortos en busca del sexo opuesto para copular y de un hospedero para alimentarse. No hay orden para la cópula y alimentación. La ovipostura la hacen principalmente por la tarde. Si las paredes del recipiente son muy lisas, los huevos se esparcen por la superficie del agua, pero por lo general se quedan pegados a los lados del recipiente cerca o en el borde del agua. Los huevos tienen menos de 1 mm de largo y son blancos pero a las pocas horas se oscurecen hasta ponerse casi

negros. En el momento de la postura los embriones dentro de los huevos no están listos para eclosionar, para que se desarrollen completamente a la fase larval se necesita un periodo de 2 a 3 días con mucha humedad cerca del nivel del agua (si el huevo se queda seco durante este periodo se debilita y el embrión muere). Una vez formadas las larvas, los huevos resisten la sequía durante periodos de varios meses hasta más de un año. En cuanto los huevos se sumergen al subir el nivel del agua, se proporciona el estímulo necesario para la eclosión (Nelson, 1986).

La larva que emerge del huevo es la primera de 4 fases larvales, cada una de éstas es de mayor tamaño que la precedente. Estas pasan la mayor parte del tiempo alimentándose, usando las cerdas de su aparato bucal en forma de abanico para atrapar los microorganismos y las partículas de materias que están en el agua. Normalmente el desarrollo larval toma de 5 a 7 días, y termina cuando la larva en la cuarta etapa se desarrolla alcanzando la etapa de ninfa (pupa) que no se alimenta. Cuando las condiciones no son favorables el tiempo de esta etapa puede prolongarse; también la falta de reservas para alimentarse puede prolongar el tiempo de desarrollo produciéndose ninfas y adultos de tamaño pequeño. La aglomeración de larvas puede producir el mismo efecto (Wada, 1965).

3.- EL AGENTE CAUSAL "EL ARBOVIRUS".

Los virus del dengue se clasifican como flavivirus (arbovirus grupo B) (Karabastos, 1985) y demuestran considerable similitud con la reactividad serológica de otros flavivirus como el de la fiebre amarilla, el de la encefalitis Japonesa B y el de la encefalitis de San Luis. Hay 4 tipos serológicos

diferenciados de virus dengue (Dengue 1, 2, 3, y 4). La infección con uno de estos serotipos no inmuniza permanentemente contra los demás.

4.- ECOLOGIA DE LA DEPREDACION.

Las especies además de competir por espacio, suelen interactuar directamente por medio de la depredación. En el control biológico (la importación y aplicación de un organismo fuera de su medio natural con el propósito de controlar especies de plagas) (Howarth, 1991), la manipulación de la depredación es un arma muy práctica para resolver problemas de plagas en el área agrícola y de entomología médica.

Los depredadores responden al incremento en la densidad de presas de dos formas: NUMERICA, es decir, aumento de la población de depredadores así como FUNCIONAL, modificación en el consumo de la presa por el depredador debido a la vulnerabilidad, palatibilidad y otras características como preferencia alimenticia y facultades sensoriales (Krebs, 1985).

En campañas de control biológico, algunos enemigos naturales introducidos fallan en su tarea. Análisis sobre casos de 199 enemigos naturales que han sido aplicados 148 veces contra 84 plagas, demuestran que tres son las principales razones en contra del éxito; el clima (34.5%), la depredación o el parasitismo por la fauna nativa (20.3%) y la ausencia de hospederos alternativos o alimento (16.9%) (Stiling, 1993) y en menor proporción la falta de sincronización (depredador-presa), diferentes preferencias de habitat, refugios de los depredadores o presas, competencia, baja tasa de reproducción, liberación de pocos organismos y la migración. (Stiling, 1993).

En programas de control biológico en salud pública se reportan fallas en cuanto a taxonomía, diversidad de especies de mosquitos en los sistemas acuáticos, densidades larvarias, recuperación de la población larval, estabilidad del criadero, colonización por depredadores endémicos, coevolución depredador-presa, número apropiado de entomófagos, etc. Además de otras categorías que están relacionadas con el hombre como son los diseños de evaluación, participación comunitaria y la actividad política o conflicto de intereses (Quiróz-Martínez et al. 1995)

4.1 ENEMIGOS NATURALES DE *Aedes aegypti*.

A pesar de que se han registrado en la literatura muchos enemigos naturales de los mosquitos, pocos de éstos depredan al *Ae. aegypti*, ya que el hábitat del estadio inmaduro está en gran medida restringido a recipientes domésticos. Algunos de los enemigos naturales de los huevos, larvas y adultos reportados, son los siguientes (Carrada-Bravo, 1984):

Enemigos naturales de los huevos:

Artrópodos: Escarabajos, Cucarachas, Acaros, Isópodos, hormigas

Enemigos naturales de la etapa acuática (larvas):

Invertebrados inferiores y plantas: *Hidra*, *Vorticela*, *Planaria*

Larvas de los mosquitos: *Toxorrhinches*, *Lutzia mucidus*

Otros artrópodos: Tipulidae, Ceratopogonidae, Hemípteros acuáticos,
Escarabajos acuáticos, Copépodos.

Vertebrados: Sapos, Tortugas, Peces

Enemigos naturales de los adultos:

Artrópodos: Arañas, Acaros, Libélulas

Vertebrados: Lagarto de Malaya, Lagartijas, Pájaros, Murciélagos

5.- BIONOMIA DE COPEPODOS:

5.1 Distribución

Los copépodos constituyen un grupo de microcrustáceos que pueden encontrarse en casi todos los tipos de hábitat, en las aguas abiertas, entre la vegetación macrofítica litoral, en los sedimentos y detritos del fondo de los lagos, estanques, charcas, ciénegas y aguas que fluyen lentamente (Smith y Fernando, 1980).

5.2 Taxonomía.

Los copépodos de vida libre, junto con los copépodos parasíticos, constituyen el Orden Copépoda de la Clase Crustacea en el Phylum Artrópoda. Los 3 subórdenes de copépodos de vida libre que se encuentran en las aguas dulces son los mismos que se encuentran en las aguas marinas; Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida (Edmonson, 1958). El cuerpo de los copépodos está claramente segmentado y puede dividirse en dos regiones, el metasoma (constituido por la cabeza y el tórax) y el urosoma (abdomen). La cabeza y el primer segmento torácico son considerados como fusionados conformando el cefalotórax. El urosoma consiste de tres a cinco segmentos, el primero de los cuales es llamado segmento genital. El último segmento del urosoma termina en dos ramas caudales, cada una de las cuales lleva cierto número de setas y espinas posteriores.

Los cyclopoida se distinguen fácilmente por la profunda línea de articulación entre las porciones anterior y posterior del cuerpo y el largo de la primera antena corta, la línea de articulación está entre el 4to. y el 5to. segmentos torácicos, donde el cuerpo se estrecha notablemente.

El cefalotórax lleva seis pares de apéndices, el más prominente de los cuales es la primera antena o anténula de la hembra, prolongada y unirramosa. Estos funcionan en la locomoción y en la alimentación así como en los órganos sensoriales. Las anténulas están generalmente geniculadas, acodadas desigualmente y son útiles para apresar a la hembra durante la cópula. A las anténulas les siguen las segundas antenas unirramosas y cuatro pares de apéndices bucales (mandíbulas, maxilulas, maxilas y maxilípedos). Este suborden no tiene mecanismo de filtración y el alimento es activamente agarrado por los apéndices bucales y llevado hasta la boca abierta, para su masticación (Smith y Fernando, 1980).

Algunas de las características de los tres subordenes de copépodos son las siguientes (Smith y Fernando, 1980):

Calanoida	Cyclopoida	Harpacticoida
Parte anterior del cuerpo mucho más amplia que la posterior.	Parte anterior del cuerpo mucho más amplia que la posterior.	Parte anterior del cuerpo por lo general un poco más amplia que la posterior.
Marcada constricción entre el somito del 5º par de patas y el segmento genital	Marcada constricción entre el somito del 4º y 5º par de patas	Constricción ligera o ausente entre el somito del 4º y 5º par de patas.
1 saco de huevos, en la parte media del cuerpo	2 sacos de huevos, uno a cada lado del cuerpo	1 saco de huevos en la parte media del cuerpo

Mesocyclops longisetus Pertenece al Orden Cyclopoida (Anexo 3).

5.3 Ciclo de vida.

La reproducción en Copepoda es siempre sexual. Durante la cópula, la hembra es abrazada por el macho, quien le transfiere el esperma al segmento genital femenino en pequeños paquetes llamados espermatóforos. El esperma es reservado en un órgano especial del segmento genital de la hembra llamado *receptaculum seminis*. No se conoce cuándo ocurre la fertilización. No obstante, los huevos fertilizados dejan el oviducto y son llevados en sacos (dos laterales en cyclopoida), o expulsados directamente a los sedimentos del fondo. Después de la eclosión, los huevos pasan a través de seis estadios naupliares y cinco estadios de copepoditos, antes de la muda final para la forma adulta (Smith y Fernando, 1980). González-Rodríguez *et al.* (1993) reportan para *M. longisetus* un tiempo de sobrevivencia en adultos entre 10 y 27 días, con el valor de fecundidad más alto entre los 18 y 55 días de edad y un promedio de 3 a 4.7 nauplios por hembra, el total de prole por día por hembra ocurre en el día 18 (2.1 nauplio) mientras que la esperanza de vida es de 34.1 días. El porcentaje de mortalidad es más alto en los estadios tempranos de desarrollo. El promedio de reproducción por generación es de 21.3 nauplios.

5.4 Alimentación y conducta depredadora de los copépodos.

Los copépodos ingieren una amplia variedad de alimentos que incluyen algas, polen, detritos, bacterias, rotíferos, crustáceos, quironómidos, culicidos y larvas de peces, ocupando 3 de las 4 posiciones tróficas en la cadena alimenticia: detritívoros, herbívoros y carnívoros (Williamson, 1980).

En 1938 se publicaron resultados sobre observaciones de copépodos ciclopoideos que depredaron larvas de primer estadio de *Anopheles quadrimaculatus* Say (Hurlbut, 1938).

La conducta depredadora de *Mesocyclops edax* (Forbes, 1891) colectado en campo, se comparó contra 4 diferentes tipos de presas (protozoarios) con diferentes regímenes de dietas, reportando que las características morfológicas (tamaño de la presa) y conductuales (movimientos de desplazamiento) de las presas son importantes en la regulación de la capacidad depredadora para capturar e ingerir a la presa, así como en determinar el tiempo y energía que el depredador tiene que invertir para recibir sus requerimientos nutricionales (Williamson, 1980).

La preferencia alimenticia de *Mesocyclops leuckarti* Claus se analizó experimentalmente en relación a diferentes especies y crustáceos. Se encontró que frecuentemente se alimentó de organismos muertos y que los detritus del sedimento del fondo son suficientes para su sobrevivencia, por lo tanto el detritus puede ser un importante recurso de alimento cuando hay escasez de presas en la zona pelágica ó éstas no son fácilmente disponibles (Papinska, 1985).

Las conductas alimenticias de *Mesocyclops* han sido descritas, encontrando que *Mesocyclops edax* (Forbes) nada en forma más extensa (con curvas de >1 cm de extensión) a altas densidades de presa, y hace una marcada curva en respuesta a la pérdida de presas capturadas. Los vertebrados depredadores inducen una rápida respuesta de escape en *Mesocyclops* y ésto puede ser responsable de su extensiva capacidad migratoria. Los complejos modelos de conducta de *Mesocyclops* sugieren que su distribución y abundancia en la naturaleza no son al azar, éstos son

influenciados por su propia respuesta etológica (escape de depredadores o búsqueda de alimento) y por otros factores físicos externos tales como el flujo del agua (Williamson, 1986).

Los hábitats y asociaciones de mosquitos con copéodos fueron estudiados, encontrando que varias especies de copéodos tienen un potencial para influir en las poblaciones de larvas directamente como depredadores o indirectamente como hospederos intermediarios de hongos parásitos (Ejem. *Ambliospora sp*) (Nasci et al. 1987).

M. longisetus es una especie neotropical de aproximadamente 1.62 mm de longitud y bajo condiciones de laboratorio se ha observado una eficiente depredación de larvas de *Ae. aegypti*, *An faurati* y *Culex sp.* a densidades de 25 copepodos/200 larvas/l. Soporta un rango de temperatura de reproducción eficiente que varía entre los 20°C y 35°C, pero la etapa adulta puede soportar entre 15-40 °C (Kay et al, 1992). Además, en cuanto a contenedores de agua artificiales, se puede decir que es una especie buena para ser utilizada en éstos ya que soporta concentraciones de cloro (1.01 ppm) que otros organismos como *Cx quinquefasciatus* (0.71 ppm) no resisten, y que podría resistir los niveles que tolera *Ae. aegypti* (1.07 ppm) (Brown et al, 1994).

6.- CONTROL CON COPEPODOS.

Los copéodos cyclopoideos son particularmente útiles para algunos de los criaderos en donde los peces no pueden desplazarse (como lugares con vegetación acuática), además pueden sobrevivir en lugares en donde el agua se ha secado tan sólo con la humedad de suelo, alcanzando en poco tiempo poblaciones numerosas (Marten, 1993).

Mesocyclops aspericornis (Daday) aplicado en diferentes tipos de criaderos (exoesqueleto de cangrejos y huecos de árboles) redujo las poblaciones larvales de *Aedes polynesiensis* Marks y *Ae. aegypti* de un 91 a un 99%, además se mezcló con *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* y se encontró que éste no afecta al copépodo controlando así a las poblaciones de *Culex* las cuales no eran disminuidas por los copépodos (Riviere, 1987).

Trabajos en las costas del Pacífico y Atlántico de Colombia con el fin de ver la abundancia de *Anopheles albimanus* (Wiedemann), encontraron que las densidades de estos disminuía al encontrar la presencia de *Mesocyclops venezolanus* (Dussart), *M. longisetus* o *M. aspericornis*, sugiriendo que *Mesocyclops* puede ser útil para el control biológico de *Anopheles* (Marten et al 1989).

Un total de 18 especies de ciclopoideos fueron colectados de varios hábitats acuáticos en Nueva Orleans con el fin de probar su capacidad depredadora sobre *Aedes albopictus* (Skuse) y se encontró que 6 de las especies depredaban las larvas de primer estadio: *Acanthocyclops vernalis* (Fischer), *Diacyclops navus* (Herrick), *M. albidus*, *M. edax*, *M. longisetus* y *Mesocyclops* sp. (del grupo Leuckarti) (Marten, 1989a).

De una evaluación de seis especies de copépodos ciclopoideos en Nueva Orleans para el control biológico de larvas de *Ae. albopictus* en pilas de llantas, se obtuvo que de seis a ocho semanas después de la introducción, *D. navus*, *A. vernalis*, *Mesocyclops ruttneri* y *M. edax* redujeron la cantidad de *Ae. albopictus* en un 83, 90, 95 y 96% respectivamente. *M. albidus* y *M. longisetus* fueron las especies más efectivas. Tres meses después de su introducción *M. albidus* redujo las larvas de *Ae. albopictus* en un 100% y *M.*

longisetus en un 99.8%, ambas especies de copépodos eliminaron las larvas de *Ae. aegypti* y *Ae. Triseriatus* de igual forma (Marten, 1990).

Pruebas de laboratorio realizadas con cuatro cepas de *M. aspericornis* colectados en y cerca de la ciudad de Fortaleza, Brasil, mostraron que esta especie tuvo una preferencia por *Ae. aegypti* mientras que para *Anopheles* y *Culex* no fue tan efectiva. Por otra parte, *M. longisetus* mató el 100% de *Ae. aegypti* y *Anopheles farauti* (Laveran) a densidades larvales de 200/l y *Culex quinquefasciatus* (Say) a 25/l (Kay, 1993).

M. longisetus aplicado en tambos metálicos en Monterrey N. L. para el control de larvas de *Ae. aegypti* redujo la positividad de criaderos de un 48 a un 8%, 10 días después de la aplicación (Quiroz-Martínez et al 1993).

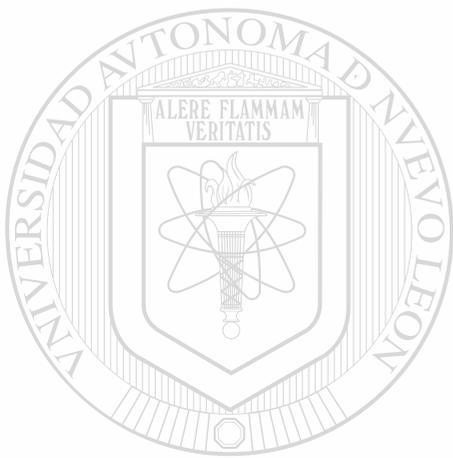
Estudios con cuatro especies de *Mesocyclops* para el control del *Ae. aegypti*, en el Progreso, Honduras mostraron que la especie *M. longisetus* fue la más efectiva en cuanto a voracidad hacia su presa (*Ae. aegypti*, *An. faurati*, *Cx. quinquefasciatus*) y sobrevivencia en los contenedores de agua debido a su conducta de adherirse al fondo o lados de las paredes del contenedor de agua cuando éste es vaciado (Marten, 1994).

7.- PARTICIPACION COMUNITARIA.

Basados en una comunidad en Mérida, Yucatán, se elaboraron algunos procesos utilizados para desarrollar materiales educacionales apropiados a la localidad, así como la implementación de los componentes educacionales de un programa de control de *Ae. aegypti*. El proceso se dividió en 5 componentes: Investigación formativa, desarrollo de recomendaciones para cambios de conducta, desarrollo de mensajes educacionales, desarrollo y

producción de materiales educativos y distribución de materiales (Lloyd et al. 1994).

Cuatro especies de copépodos fueron estudiadas, siendo *M. longisetus* la más voráz y la que más sobrevivió en los contenedores de agua, en donde la participación de la comunidad capturando los copépodos con una red y resemebrando los contenedores, fue esencial para que éstos sobrevivieran por más tiempo (Marten et al. 1994).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

III. IMPORTANCIA

El estudio de los Copepodos en cuanto a su efectividad como depredadores bajo condiciones controladas ha dado excelentes resultados, especialmente la especie *M. longisetus*, la cual ha demostrado en condiciones de laboratorio preferencia hacia las larvas de *Ae. aegypti*, vector del Dengue. Este estudio fue llevado a cabo para investigar la efectividad de éste copépodo en condiciones naturales y saber si puede competir con otras formas de control; además de investigar los problemas para su permanencia en los contenedores de agua.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

IV. OBJETIVOS

GENERAL

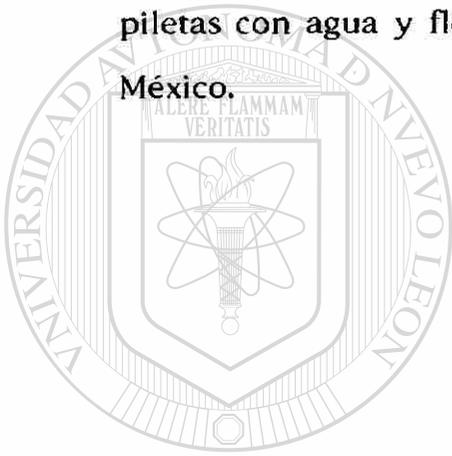
Evaluar la eficiencia del copépodo *M. longisetus* para reducir poblaciones larvarias de *Ae. aegypti*, así como su permanencia en piletas domiciliarias con agua y floreros de cementerios, principales hábitats larvarios en el sur de Chiapas, México.

PARTICULARES

1. Determinar la permanencia de las poblaciones de *M. longisetus* y su eficiencia como depredador de larvas de *Ae. aegypti* en piletas domiciliarias con agua
2. Determinar la permanencia de las poblaciones de *M. longisetus* y su eficiencia como depredador de larvas de *Ae. aegypti* en floreros de cementerios.

V. HIPOTESIS

La disminución de las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* es dependiente de la permanencia de *M. longisetus* en las piletas con agua y floreros de cementerios en el Sur de Chiapas, México.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

VI. MATERIAL Y METODOS

I.- Descripción de las áreas de estudio:

La aplicación de Copépodos en Piletas domiciliarias con agua se llevó a cabo en la localidad de Huixtla, Chiapas, la cual se encuentra a 15° 9' L N y 92° 28' L O en el Sur de México en el Plano Costero del Pacífico (El Plano costero es una franja delgada de tierra de 10-30 km de amplitud, localizado entre el Océano Pacífico al Sur y la Sierra Madre de Chiapas al Norte). Posee un clima cálido húmedo y una temperatura media anual de 28 °C. Existen dos estaciones; la de lluvias que comprende de Mayo a Octubre y la de secas de Noviembre a Abril. Presenta una precipitación media anual de 2,000 mm y una altitud de 50 msnm (Gov. del Edo. de Chiapas 1988, INEGI 1993).

Huixtla posee una población de 45,000 habitantes de los cuales aproximadamente el 85% están étnicamente mezclados, 10% de amerindios y 5% de descendientes de europeos. Las actividades económicas principales son la comercialización de productos agrícolas (café, plátano, frijol, maíz, tabaco), cría de ganado y provisión de servicios. Su proximidad con Guatemala (57 km de la frontera) la hace una ciudad particularmente vulnerable para la entrada de enfermedades transmitidas por vector, tales como las reintroducciones repetidas del paludismo y dengue (Gov. del Edo. de Chiapas 1988). Con respecto al uso de plaguicidas en el ambiente urbano, los tanques o recipientes de agua en el área de la ciudad son regularmente tratados con un larvicida organofosforado (Temefos, Abate®) y un adulticida (Malation) contra las poblaciones de mosquitos.

La aplicación de copépodos en floreros de cementerios se llevó cabo en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas, la cual se encuentra a 14° 47' L N y

92° 10' L O a una altitud de 50 msnm, con una temperatura media anual de 27 °C y una precipitación pluvial de 2208 mm. Presenta un clima cálido subhúmedo y dos estaciones climáticas al igual que la ciudad de Huixtla (Gob. del Edo. de Chiapas 1988, INEGI 1993).

La localidad de Frontera Hidalgo posee una población que fluctúa alrededor de 15 000 habitantes debido a la migración de habitantes de la población de Tecum Uman, Guatemala. Las principales actividades económicas son la agricultura (Plátano, maíz, cacao y frutales), la ganadería y el comercio. Al igual que Huixtla, Frontera Hidalgo es vulnerable a la entrada de enfermedades transmitidas por vectores y el uso de plaguicidas es el mismo.

2.- Pretratamientos:

Se revisó la información entomológica del Programa de Control de Vectores de la Jurisdicción Sanitaria de Huixtla, Chiapas. En base a los datos obtenidos se seleccionó el área para ser intervenida. La revisión de información almacenada se analizó también para conocer los criaderos más frecuentes, mejores productores de larvas, de mayor permanencia temporal así como las fluctuaciones anuales en poblaciones de *Ae. aegypti* en el área de Huixtla, Chiapas. Se realizó un muestreo en los 600 tanques para estimar la abundancia larvaria pre-tratamiento y en base a éste se seleccionó un grupo de 300 tanques para ser intervenidos con copépodos y otros 300 como controles (Anexo 1).

En el caso de los floreros, se hizo un conteo general y un muestreo al azar de éstos en el cementerio de Frontera Hidalgo con el fin de determinar el tamaño de muestra (mediante el programa EPI INFO ver. 5.1) en donde

se aplicaron los copépodos. El Cementerio se dividió en dos partes iguales (una de las cuales se trató con copépodos y la otra quedó como control) cuidando de que las dos zonas fueran homogéneas en cuanto al número de larvas y floreros. Se ubicaron transectos cada 20 m en cada una de las dos zonas y se ubicó un punto cada 10 m de cada transecto, alrededor del cual se seleccionaron los floreros con agua que estaban próximos al punto (Anexo 2).

3.- Trabajo de laboratorio:

3.1.- Cultivo de copépodos.

Se estableció una colonia de *M. longisetus* en el Centro de Investigación de Paludismo en Tapachula. Los copépodos fueron obtenidos de una colonia que se tiene en la Universidad Autónoma de Nuevo León y se reprodujeron en frascos de 1 Galón de volumen, alimentados con dieta a base de leche en polvo descremada y protozoarios del género *Paramecium* (Suárez, 1992. Valdez, 1993).

3.2.- Transporte de *M. longisetus* para aplicarse en piletas domiciliarias con agua en Huixtla, Chiapas.

Una vez establecida la colonia y alcanzado el número necesario de copépodos adultos para aplicar en cada tanque, se contaron con un gotero de vidrio en número de 200 y se colocaron en bolsas de plástico Whirl pack con 100 ml de agua para ser transportados a la localidad de Huixtla, Chiapas.

3.3.- Revisión del material colectado en Huixtla, Chiapas.

El material colectado de los muestreos llevados a cabo en los tanques tratados y controles fue llevado al laboratorio para ser examinado en un microscopio estereoscópico con el fin de determinar la presencia tanto de *M. longisetus* como de larvas de *Ae. aegypti*.

3.5.- Transporte de *M. longisetus* para su aplicación en floreros en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

Los copépodos adultos que se aplicaron en los floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, fueron concentrados en frascos de plástico de 200 ml de capacidad para trasladarse. Posteriormente en el cementerio se contaron en un número de 20 con un gotero de vidrio para ser aplicados directamente en los floreros.

4.- Tratamientos:

Los 300 tanques se trataron al inicio con una densidad de 200 *M. longisetus* (Marten *et al.* 1994) cada uno y fueron examinados para determinar la presencia de copépodos y larvas de *Ae. aegypti* por grupos de 50 de ellos cada 4 semanas durante un periodo de 6 meses. Los 50 tanques examinados fueron eliminados del grupo con tratamiento. Se siguió un procedimiento igual con los 300 tanques control. El muestreo de copépodos se hizo agitando la masa de agua en forma circular metiendo una red acuática de malla fina en el remolino formado en el centro del tanque. Este procedimiento se repitió 30 veces con la finalidad de recolectar todos los copépodos existentes y las muestras fueron colocadas en un recipiente con alcohol etílico al 70%. Las larvas de *Ae. aegypti* se colectaron de la misma manera que los copépodos.

Los floreros fueron sembrados cada uno con una densidad de 20 copéodos en la zona tratada y fueron revisados cada 15 días contabilizándose el número de copéodos y las larvas existentes, posteriormente éstos eran regresados al florero que era colocado de nuevo en su lugar. En la zona control se siguió el mismo procedimiento.

5.- Participación Comunitaria:

En cuanto a la participación comunitaria, ésta sólo se evaluó en las piletas domiciliarias. Se proporcionó información a los habitantes de cada vivienda acerca de lo que es la enfermedad del Dengue poniendo énfasis en el copéodo como una medida para la eliminación de las larvas del *Ae. aegypti*. Se les informó sobre las precauciones que debían tener al lavar el tanque para la permanencia de los copéodos como son: si usted va a lavar el tanque, tállelo sólo si es necesario; si lo tiene que tallar sólo hagalo en la mitad del tanque y en la siguiente ocasion la otra mitad y siempre mantener un nivel mínimo de agua. Estas sugerencias se imprimieron en un calendario que se proporcionó a cada vivienda marcando la fecha en la cual se iba a pasar a revisar la pileta para ver si existían los copéodos. Por otra parte, en 150 de las piletas tratadas se colocó un marcador de nivel de agua en el fondo de éstas. 25 piletas con marcador y 25 piletas sin marcador de la zona tratada fueron muestreadas cada 30 días y fueron comparadas en cuanto a densidades larvarias.

Un marcador de fondo, que consistió en un cilindro de aluminio de 12.5 cm de altura por 6 cm de diámetro se pintó con un color llamativo con el fin de que las personas al lavar su pileta se acordaran de que tenían que conservar cierta cantidad de agua y reforzar la presencia y el cuidado de los copéodos a la hora del lavado de la pileta.

6.- Análisis estadístico:

En Huixtla, Chiapas se seleccionaron las piletas domiciliarias en base a estudios llevados a cabo con anterioridad por el Centro de Investigación de Paludismo (C.I.P.). Un grupo de 50 piletas de la zona a tratar y un grupo de 50 piletas de la zona control fueron seleccionadas al azar del grupo de 300 de cada zona para comparar de que no hubiera diferencias entre ambas zonas. Se realizó una prueba de X^2 para observar diferencias entre el número de piletas positivas y una prueba de ANOVA para comparar diferencias en cuanto a densidades larvarias.

En Frontera Hidalgo, Chis. se llevó a cabo un conteo general de los floreros y se calculó el tamaño de muestra en el programa EPI INFO (Ver. 5.1). Posteriormente se dividió el cementerio en dos zonas y se muestrearon floreros al azar en cada zona, a los resultados se les aplicó una prueba de X^2 para comparar diferencias en cuanto al número de floreros positivos y una prueba de ANOVA para comparar diferencias en cuanto a densidades larvarias.

Los resultados fueron analizados en general y por separado de acuerdo a las variables de interés planteadas en el estudio para lo cual se utilizó la prueba de ANOVA de una y dos vías en el programa SPSS con el fin de comparar los grupos de medias entre los tratamientos y controles tanto en piletas domiciliarias como en floreros de cementerios, comparándose por muestreo, presencia del marcador de fondo, densidades larvales totales, por estadio y producción de copépodos en diferentes tipos de material de los floreros ante la presencia de flores y exposición a los rayos solares.

VII. RESULTADOS

1.- Piletas domiciliarias, Huixtla, Chiapas.

Al inicio del estudio se llevó a cabo un muestreo entre la zona tratada y la zona control. Este no mostró ninguna diferencia significativa (gl 1, $\chi^2=0.667$, $P=0.4142$) en cuanto al número de piletas positivas (tratadas 22/50 versus control 18/50), ni en cuanto a densidades larvarias (gl 1, $F=0.906$, $P=0.341$) entre las dos zonas que fueron seleccionadas. Con respecto a la zona tratada con *M. longisetus*, cuando alguno de los propietarios de las piletas se negó a colaborar, fue sustituido por otra vivienda para completar la N de 300 piletas antes de la aplicación de los copépodos. Al inicio del trabajo el 100 % de los habitantes de las viviendas aceptaron colaborar estando de acuerdo de que en su pileta fueran colocados los copépodos.

Las piletas promediaron un tamaño de 9.82 m de ancho por 1.59 m de largo y 0.73 m de profundidad, constituidas principalmente de ladrillo y una cubierta de cemento. En el fondo y en la parte del centro poseen una perforación ("desague") por donde desalojan el agua cuando lavan la pileta. Estas piletas conservan una temperatura promedio del agua de $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Los principales usos que le dan al agua de ésta son para lavar la ropa, utensilios de cocina, aseo de la casa y para bañarse, no la consumen ya que ellos refieren que no es potable. Los principales materiales que utilizan para lavar la pileta son cloro, jabón y una escobeta con una frecuencia de lavado de una vez a la semana el 52% (149/283), dos semanas el 23.6 % (67/283) y más de un mes el 23.6 % (67/183) (Tabla 1).

2.- Permanencia de *M. longisetus* en piletas domiciliarias en Huixtla, Chiapas.

M. longisetus se encontró a lo largo de todos los muestreos (180 días) disminuyendo considerablemente su población inicial ($\bar{x}=200$) a los 30 días ($\bar{x}=10.15 \pm EE 7.15$), posteriormente se incrementó ligeramente a los 60 días ($\bar{x} = 29.29 \pm EE 21.34$), la \bar{x} máxima se alcanzó a los 150 días ($\bar{x} = 38.89 \pm EE 33.99$); sin embargo, no permanecieron las densidades iniciales ($\bar{x} = 200$) o suficientes para reducir las poblaciones larvales de *Ae. aegypti* (Tabla 2, Fig. 2), esto debido al mal sistema de suministro de agua en la población ya que los habitantes la reciben con mucho sedimento que tiende a acumularse en el fondo, ocasionando que tengan que lavar frecuentemente las piletas (Tabla 1) y con ello dan poca oportunidad al copépodo para que alcance la madurez y se reproduzca.

3.- Efecto sobre las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* en piletas domiciliarias en Huixtla, Chiapas.

En cuanto al porcentaje de positividad de piletas domiciliarias con agua a larvas de *Ae. aegypti* entre la zona tratada y la zona control, la máxima reducción que se obtuvo en la zona tratada fue a los 90 días de aplicación de los copépodos pero siendo aún mayor (46%) que la zona control (27.7%). Con respecto al total de las piletas entre la zona tratada (170/287) y la zona control (83/275), la primera presentó significativamente mayor número de piletas positivas (gl 1, $\chi^2=47.886$, $P=0.0001$) (Fig. 1).

Con lo que respecta a las medias larvarias de *Ae. aegypti* en piletas domiciliarias entre la zona tratada y la zona control, la primera presentó menor número de larvas a los 60 ($\bar{x}=24.10 \pm EE 11.57$) y a los 120 días

($\bar{x}=17.92 \pm EE 6.15$) presentando un pico a los 90 días ($\bar{x}=117.80 \pm EE 36.15$), debido probablemente a la eclosión de gran número de huevos en el transcurso de un muestreo y otro (30 días). Estadísticamente en cuanto a densidades larvarias no hubo diferencias significativas entre las dos zonas (gl 1, $F=0.127$, $P=0.772$) (Tabla 3, Fig. 2).

Al comparar las medias larvarias totales de *Ae. aegypti* por estadios de las piletas domiciliarias entre la zona tratada y la zona control, las densidades se mantuvieron prácticamente similares en los primeros estadios (tratada I $\bar{x}=6.12 \pm EE 0.61$; II $\bar{x}=10.60 \pm EE 1.53$; III $\bar{x}=15.79 \pm EE 2.48$ versus control I $\bar{x}=5.97 \pm EE 1.69$; II $\bar{x}=10.10 \pm EE 2.13$; III $\bar{x}=15.58 \pm EE 2.39$) no apreciándose ningún cambio ante la presencia de *M. longisetus*, estadísticamente no hubieron diferencias significativas (I gl 1, $F=0.009$, $P=0.923$; II gl 1, $F=0.026$, $P=0.871$; III gl 1, $F=0.003$, $P=0.959$; IV gl 1, $F=0.777$, $P=0.379$; pupas gl 1, $F=0.671$, $P=0.413$; Totales gl 1, $F=0.127$, $P=0.722$) esto puede deberse a que los copépodos no alcanzaron las densidades suficientes para ejercer un cambio entre la zona tratada (Tabla 3, Fig. 3).

4.- Piletas con y sin marcador de nivel.

Las piletas con marcador de nivel como una medida de motivación para reforzar la presencia de *M. longisetus* en éstas y que los usuarios siguieran las instrucciones de lavado del tanque como se les había indicado, mostraron un incremento en cuanto al número de larvas de *Ae. aegypti* que se extiende de los 90 ($\bar{x}=94.55 \pm EE 59.15$) a los 150 días ($\bar{x}=93.78 \pm EE 32.22$) provablemente debido a la inestabilidad de criaderos y a las diferencias de participación de la comunidad entre las dos zonas. Estadísticamente no hubo diferencias significativas entre las dos zonas (gl 1,

F=2.813, P=0.095) (Tabla 4, Fig. 4). Al analizar las medias larvarias totales de *Ae. aegypti* por estadios con marcador (I \bar{x} =5.0 \pm EE 0.66; II \bar{x} =12.60 \pm EE 2.25; III \bar{x} =22.30 \pm EE 4.96; IV \bar{x} =29.0 \pm EE 5.39; pupas \bar{x} =2.59 \pm EE 0.51) versus sin marcador (I \bar{x} =7.61 \pm EE 1.12; II \bar{x} =8.81 \pm EE 2.35; III \bar{x} =9.85 \pm EE 2.36; IV \bar{x} =10.49 \pm EE 0.78; pupas \bar{x} =2.59 \pm EE 0.50) se observa un incremento hacia los contenedores con marcador de nivel, existiendo diferencias significativas sólo en el cuarto estadio (I gl 1, F=0.932, P=0.335; II gl 1, F=0.585, P=0.445; III gl 1, F=2.631, P=0.106; IV gl 1, F=4.403, P=0.037; pupas gl 1, F=0.0001, P=0.996) (Tabla 4, Fig. 5).

5.- Floreros del Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

Se muestreó el cementerio previamente a la aplicación de los copépodos con el fin de seleccionar la zona a tratar de manera que no hubiera diferencias entre las dos zonas en cuanto al número de floreros positivos ($X^2=1.30$, P=0.254) y al número de larvas (gl 1, F=0.021, P=8822). Se observaron en general 4 tipos de materiales utilizados para la elaboración de floreros: Lata, Cemento, Vidrio y Plástico, además se observaron otras características como la presencia o ausencia de flores en el recipiente y la exposición de éstos a los rayos solares. Este trabajo se llevó a cabo durante la época de lluvias, tiempo en la cual se observa un mayor número de adultos de *Ae. aegypti*.

6.- Permanencia de *M. longisetus* en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

Mesocyclops longisetus se encontró en los floreros a lo largo de todo el estudio (105 días) presentando una disminución de éstos a los 15 días de su

aplicación ($\bar{x}=17.85 \pm EE 2.50$), probablemente debido al cambio de hábitat y su adaptación a los recipientes notándose esto, con un incremento a los 30 días ($\bar{x}=40.55 \pm EE 6.24$), alcanzando su número máximo a los 75 días ($\bar{x} = 59.11 \pm EE 16.24$) (Tabla 5, Fig. 6). Sin embargo, se observó una reducción notable en cuanto a densidad a los 105 días ($\bar{x} = 19.26 \pm EE 4.24$), ya que este muestreo se realizó posterior al día festivo de muertos, que es cuando los habitantes de la población lavan y renuevan los recipientes, perdiéndose el 58 % de los floreros tratados.

7.- Efecto sobre las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* en el cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

En cuanto a las densidades larvarias totales entre las dos zonas, el análisis de Varianza (ANOVA) nos indicó que la presencia de copépodos en la zona tratada disminuyó las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* de forma altamente significativa ($P < 0.0001$), con una $\bar{x} = 18.13 \pm EE 1.54$ contra una $\bar{x}=38.88 \pm EE 2.62$ de la zona control. Las densidades totales por estadio fueron similares en el primero y pupas (tratada I $\bar{x}=3.42 \pm EE 0.52$; II $\bar{x}=3.84 \pm EE 0.43$; III $\bar{x}=3.98 \pm EE 0.40$; IV $\bar{x}=5.78 \pm EE 0.62$; pupas $\bar{x}=1.10 \pm EE 0.15$ versus control I $\bar{x}=5.29 \pm EE 0.66$; II $\bar{x}=7.49 \pm EE 0.66$; III $\bar{x}=9.48 \pm EE 0.72$; IV $\bar{x}=13.24 \pm EE 0.92$; pupas $\bar{x}=3.39 \pm EE 1.33$), no presentando ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) ante la presencia de *M. longisetus* en el primer estadio y pupas (I gl 1, $F=5.69$, $P=0.17$; II gl 1, $F=20.799$, $P=0.0001$; III gl 1, $F=43.42$, $P=0.0001$; IV gl 1, $F=47.91$, $P=0.0001$; pupas gl 1, $F=2.519$, $P=0.113$) (Tablas 6, Fig. 7). Se observó que al incrementarse las densidades de copépodos a los 30 días hay una disminución de las densidades larvarias hasta los 75 días y aunque en este tiempo hay una

disminución de larvas entre las dos zonas, en la zona tratada las densidades fueron menores que en la zona control, posteriormente a los 90 días hay una disminución de las densidades de copépodos, con lo que se aprecia un incremento lavario (Fig. 7).

8.- Factores que influyeron en la permanencia de *M. longisetus* en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

Se analizaron mediante la prueba de ANOVA, 3 características del florero en el cementerio como son, tipo de material de elaboración del florero, presencia o ausencia de flores y exposición del florero a los rayos solares, con el fin de conocer los principales criaderos productores de copépodos. los análisis nos dieron los siguientes resultados:

Los floreros de concreto en el cementerio de Frontera Hidalgo aumentaron la presencia de copépodos de forma altamente significativa ($P < 0.001$). Los resultados indican una media total para los floreros de concreto de $\bar{x} = 63.71 \pm EE 8.89$ contra una $\bar{x} = 16.05 \pm EE 1.73$ de los floreros de lata, una $\bar{x} = 33.82 \pm EE 4.80$ de los floreros de vidrio y una $\bar{x} = 24.73 \pm EE 7.26$ de los floreros de plástico. Se observó que los floreros de concreto mantienen una densidad que se incrementa constantemente hasta los 75 días ($\bar{x} = 117.6 \pm EE 39.11$) al igual que los de lata ($\bar{x} = 16.60 \pm EE 5.44$), mientras que los de vidrio se mantuvieron en aumento de sus densidades de una forma constante hasta el final del estudio (105 días) ($\bar{x} = 65.66 \pm EE 16.17$) ya que los recipientes que quedaron ($n=3$) son los que mantuvieron los copépodos, y plástico de igual forma sólo que en éstos las densidades se mantuvieron

hasta los 90 días ($n=3$ $\bar{x} = 65.66 \pm EE 65.66$) y no varió tanto como en los demás tipos de floreros (Tabla 7).

Al analizar las densidades de copépodos en los floreros contra la exposición de éstos a los rayos solares (expuestos, semiexpuestos y no expuestos), se observó que en los floreros semiexpuestos, la presencia de copépodos aumentó de forma significativa ($P < 0.05$) ($\bar{x} = 57.17 \pm EE 10.88$) ($n=385$) contra los expuestos ($\bar{x} = 21.28 \pm EE 3.06$) ($n=321$) y los no expuestos ($\bar{x} = 33.05 \pm EE 3.54$) ($n=588$). En los floreros semiexpuestos las densidades se incrementaron de forma constante hasta los 75 días ($\bar{x} = 110.4 \pm EE 60.15$) tiempo en el cual alcanzaron su densidad máxima, esto mismo se observó en los floreros expuestos (75 días $\bar{x} = 33.18 \pm EE 10.83$) y los no expuestos (75 días $\bar{x} = 46.2 \pm EE 11.52$). Posteriormente hay una disminución en las densidades en los tres tipos de floreros causada por el cambio de recipientes en vísperas del día de muertos (Tabla 8).

La ausencia de flores en los floreros se asoció con un aumento en el número de copépodos de forma altamente significativa ($P < 0.001$), con una $\bar{x} = 49.60 \pm EE 5.33$ ($n=861$) por florero contra una $\bar{x} = 13.71 \pm EE 2.83$ ($n=457$) de los recipientes con flores. La densidad de copépodos por florero sin flores se incrementó a los 15 días ($\bar{x} = 24.93 \pm EE 3.56$) alcanzando a los 90 días su densidad máxima ($\bar{x} = 86.45 \pm EE 30.04$), disminuyendo posteriormente debido a que los recipientes fueron cambiados y desechados, mientras que en los recipientes con flores su recuperación se observó a los 45 días ($\bar{x} = 28.04 \pm EE 11.61$), siendo ésta la mayor cantidad de copépodos alcanzada en este tipo de recipientes, probablemente debido a que no se adaptaron a éstos (Tabla 9).

VIII. DISCUSION

1.- Efecto de *M. longisetus* en piletas domiciliarias con agua en Huixtla, Chiapas.

El almacenamiento del agua en diferentes contenedores artificiales (tambos, piletas de cemento, valdes, etc), está íntimamente relacionado con la mala distribución y la escasez del agua, lo que proporciona al vector un lugar ideal para reproducirse, ya que se ha adaptado a las condiciones urbanas de una forma eficiente (Jennings *et al*, 1995).

En la localidad de Huixtla, Chiapas, la mala red de distribución y escasez que existe del agua, ocasiona que los habitantes la tengan que almacenar en contenedores de cemento (piletas), lo que proporciona al *Ae. aegypti* el lugar apropiado para ovipositar y así mantener sus poblaciones a lo largo de todo el año.

En campañas de control biológico se ha observado que el clima, la depredación por la fauna nativa, y la ausencia de alimento alternativo, son las principales causas del fracaso de un depredador (Stiling, 1993). En pruebas de laboratorio con *M. longisetus* se han obtenido resultados alentadores en cuanto a depredación de larvas de *Ae. aegypti* (Marten *et al*, 1989), así como su tolerancia a factores externos (Brown *et al*, 1994), pero pocas han sido sus evaluaciones en campo, en donde el depredador se enfrenta a un mayor número de problemas (Quiróz-Martínez *et al*, 1995) y en esta forma puede ser evaluada su verdadera efectividad.

La literatura existente da resultados excelentes con *M. longisetus* como prospecto para depredar larvas de *Ae. aegypti* en campañas de control

biológico (Marten et al, 1994b). Sin embargo, los resultados obtenidos de su uso en éste estudio, en piletas con agua domiciliarias, no concuerdan con lo obtenido por los autores antes mencionados, ya que a pesar de que *M. longisetus* se colectó durante los 180 días que duró el estudio, su adaptación a este tipo de criaderos y por consecuencia su permanencia (Marten et al, 1994) impidió su efectividad al no alcanzar las densidades suficientes o necesarias para reproducirse, y así reducir las poblaciones larvarias significativamente. En parte ésto es debido a los lavados frecuentes de que son objeto las piletas ya que los habitantes refieren que el agua llega con mucho sedimento (tierra), lo que ocasiona que tengan que lavarlas con frecuencia (Tabla 1), no permitiendo que se desarrollen fuentes alternas de alimento (microorganismos) lo que pudo ocasionar que las formas juveniles (nauplios) no obtuvieran de que alimentarse y así llegar a la etapa adulta (Lardeux, 1992) para reproducirse. Otro de los factores que pudo influir en su permanencia es la inestabilidad de criaderos (Quiróz-Martínez et al, 1995), que ayudan o impiden que un depredador se adapte a las características de su nuevo ambiente.

Se ha observado que los copépodos permanecen en lugares que no están sujetos al uso constante del agua, como llantas, huecos de árboles, huecos de cangrejos y corrientes lóxicas como charcas, rivera de ríos etc. (Riviere, 1987; Marten, 1990) y en esta forma pueden alcanzar densidades necesarias y depredar larvas de una forma eficiente, pero en lugares en donde el reciclaje del agua es constante existe el peligro de que los contenedores pierdan los copépodos, como es el caso de Marten et al (1994), el cual dotó a los usuarios de las piletas con redes para capturar los copépodos y posteriormene resembrarlos no logrando permanecer y alcanzar las desidades requeridas, y

en este estudio en donde pese a que *M. longisetus* estuvo presente los 180 días, su máxima densidad la alcanzó a los 150 días ($\bar{x} = 38.89$ EE 33.99). *M. longisetus* podría reducir las densidades larvarias en lugares más estables que proporcionan alimento alternas (presas) cuando los organismos blanco escasean dándole al depredador el tiempo necesario para reproducirse y sobrevivir el tiempo necesario para seguir cumpliendo con la finalidad con que fueron introducidos.

Con respecto a la participación de la comunidad, ésta en parte, se hace necesaria para la permanencia de los copépodos en un lugar determinado (Marten *et al* 1994; Quiróz-Martínez *et al*, 1995). La comunidad en este caso aceptó participar al mostrárseles los copépodos, sin embargo, después de un periodo se pudo constatar que no siguieron las instrucciones en el estudio (pese a que se les explicó y se les entregó un calendario en donde se indicaba como lavar la pileta y la fecha en que se pasaría a evaluar la presencia de copépodos), constatándose al observar las piletas talladas en el interior en su totalidad.

El desarrollo de materiales educacionales que refuercen o ayuden a recordar, es un proceso arduo que requiere de estudios más a fondo para conocer la idiosincracia de la comunidad (Pinto-Días, 1986), además de que deben de ser útiles y de concientizar a la población (Lloyd *et al*, 1994) para así despertar el interés por el problema que se desea resolver. Se ideó la colocación de un marcador de nivel en el fondo de la pileta con un color llamativo con el fin de que la persona que fuera a lavar la pileta se diera cuenta de que los copépodos estaban presentes en ésta y pudieran seguir las instrucciones de lavado, sin embargo, ésta estrategia no arrojó resultados eficientes ya que no hubo diferencias significativas entre las piletas con

marcador de nivel y sin marcador de nivel en cuanto al número de piletas positivas y al número de larvas. Esto nos indica al poco interés y participación de la comunidad, pudiéndose constatar al encontrar los marcadores fuera de las piletas o desechados en la basura. Esto obliga a pensar que hacer que la comunidad participe es fácil pero que logre mantener el interés en el objeto es una tarea difícil.

En programas de control biológico con el fin de introducir organismos se deben de idear estrategias más adecuadas para lograr la participación de la comunidad y no confundirlo con manipulación de la comunidad. De igual forma capacitar al personal de salud de la zona para que se introduzca en la comunidad y participe activamente en los problemas de la región (Pinto Dias, 1986), organizando programas de educación comunitaria dirigido a los representantes de manzanas, barrios, colonias, escuelas, etc. sobre la enfermedad y programas de control del Dengue (en éste caso), para que la población conozca los programas y participen y se concienticen para solucionar el problema al que se enfrentan y obtener una respuesta favorable. La labor no es fácil, pero puede ayudar para que los programas que lleva a cabo el Sector Salud obtengan resultados en beneficio de la comunidad.

En cuanto a la reducción larvaria, la presencia de *M. longisetus* no influyó de manera significativa para reducir las densidades, a diferencia de otros estudios como lo llevados a cabo por Riviere *et al.* (1987), Marten (1990), Marten *et al.* (1994) y Brown (1992) en donde la presencia de copépodos si redujo las densidades larvarias incluso llegando a desaparecer los adultos de la zona tratada (Marten, 1990). Esto podría deberse al uso de escobellones para tallar las partes internas del contenedor, ya que pese a las

instrucciones de lavado dadas a la población participante, éstas no fueron seguidas, ocasionando que el copépodo no se adhiriera a la superficie y fuera expulsado por el orificio en la parte central del fondo.

La confianza e inexperiencia en trabajos con la comunidad pudo ser la principal causa de la pérdida de los copépodos en los contenedores, ya que no se evaluó su permanencia en piletas controladas, sujetas a las condiciones de lavado que se indicaron, además de controles sin lavado para evaluar la permanencia de los copépodos en éstos y así comprobar si las sugerencias dadas a la comunidad fueron las indicadas, ya que no se pudieron conseguir piletas en la zona de estudio para éstas pruebas debido a que se necesitarían por un largo periodo y para los habitantes son indispensables a causa de la inconsistencia en el surtido del agua.

2.- Efecto de *M. longisetus* en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chis.

Otros tipos de contenedores, sin lugar a duda, que ayuda a mantener las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* en una localidad son los floreros de cementerios, los cuales dependen de la frecuencia de las lluvias y las visitas de los habitantes, sin embargo, en zonas tropicales las lluvias son más frecuentes y los huevos de *Ae. aegypti* soportan mucho más tiempo sin agua (Nelson, 1986) que el periodo que dura la época de sequía en la zona.

Los resultados en esta parte del estudio fueron más alentadores que en las piletas domiciliarias ya que *M. longisetus* permaneció a lo largo de 105 días incrementando sus densidades iniciales (\bar{x} = 20 copepodos por florero) hasta en un 300% a los 75 días (\bar{x} = 59.11) de su aplicación y al igual que

Marten (1990), Marten et al (1994) y Riviere et al (1987) se puede observar que en recipientes que no están sometidos al constante reciclaje del agua, ayudan a la permanencia de los ciclopoideos en éstos; además de que estos tipos de contenedores favorecen el desarrollo de microorganismos (algas, protozoarios, etc.) como una fuente alimenticia alterna para mantener las poblaciones de ciclopoideos cuando las larvas de *Ae. aegypti* no están presentes (Stiling, 1993; Marten, 1990; Suarez et al, 1992). La permanencia de *M. longisetus* está sometida al reciclaje del agua, pudiéndose apreciar esto en una disminución de sus densidades a los 105 días, muestreo efectuado posterior al día festivo de muertos, que es cuando los habitantes vaciaron y cambiaron los recipientes a pesar de las recomendaciones indicadas en éstos.

Como consecuencia de la permanencia de los ciclopoideos en los floreros a lo largo del periodo de estudio (105 días) la reducción de las densidades larvianas de *Ae. aegypti* se pudo apreciar de una forma altamente significativa ($P < 0.001$), no logrando desaparecer las larvas por completo y observándose que en los recipientes en donde *M. longisetus* se reprodujo en abundancia, las larvas desaparecieron. Más sin embargo no se logró eliminarlas, obteniéndose resultados no tan efectivos como los de Marten (1990) Marten et al (1994) para el control de *Ae. albopictus* en llantas en Nueva Orleans y en tambos de 200 L, llantas y envases en el Progreso, Honduras.

Operativamente los copépodos son de fácil aplicación (Marten, 1989b), más económico que el Abate granular al 1% y no requieren de mucho cuidado para su distribución y quizá si se aplican en forma general en los panteones se pueda evaluar más a fondo su efectividad ya que en este estudio aunque hubo diferencias significativas en cuanto a densidades

larvarias entre las dos zonas, la zona tratada pudo ser infestada por los mosquitos de la zona control debido a la cercanía entre ambas, y quizá en zonas tropicales en donde la precipitación pluvial es más abundante, los copépodos logren una efectividad en cuanto a disminución larvaria y por consiguiente los adultos y de esta forma se pueda comparar con el Abate granular al 1% que es el insecticida comunmente utilizado para este fin.

Al introducir un organismo en programas de control biológico, las características del habitat son un factor importante para el éxito de estos (Stiling, 1993). *M. longisetus* permaneció y se reprodujo en todos los tipos de material de elaboración de los floreros y en cualquier sitio del cementerio, encontrándose sus densidades máximas en los recipientes sin flores, semiexpuestos a los rayos solares y elaborados de concreto en forma significativa ($P < 0.05$) contra los recipientes sin flores, no expuestos o expuestos a los rayos solares y elaborados de vidrio, plástico o lata. Las características anteriormente mencionadas demostraron ser los lugares en donde *M. longisetus* se reprodujo con mayor éxito, ya que mantienen temperaturas más constantes debido al material y su exposición a los rayos solares y por otra parte son buenos productores de microorganismos que ayudan a sobrevivir al copépodo en ausencia de larvas.

IX. CONCLUSIONES

Mesocyclops longisetus estuvo presente en las piletas con agua domiciliarias durante los 180 días que duró el estudio, no disminuyendo las poblaciones larvarias de *Aedes aegypti* debido a la inestabilidad de criaderos y por consiguiente no adaptándose a éstos, no permaneciendo las densidades suficientes o necesarias, a causa de la falta de alimento alterno debido a los lavados frecuentes y poco interés demostrado por la comunidad.

En floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas, *M. longisetus* estuvo presente durante los 105 días que duró el estudio incrementando sus densidades iniciales considerablemente y disminuyendo las poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* de forma significativa.

La ausencia de flores en los floreros del cementerio, semiexpuestos a los rayos del sol y elaborados de concreto, fueron los que mayores densidades de *M. longisetus* produjeron y en donde depredaron de forma eficiente.

M. longisetus fue más efectivo para el control de larvas de *Ae. aegypti* en criaderos que no están sometidos al constante reciclaje del agua y que producen otras fuentes alternas de alimento cuando las larvas escasean.

La creación de material y estrategias de acuerdo a la región para motivar y despertar el interés de la comunidad cuando se utilizan organismos en programas de control biológico, es una labor que debe ser estudiada más a fondo ya que los habitantes juegan un papel vital para que ayuden a la permanencia de los organismos y así lograr su efectividad.

X. LITERATURA CITADA

Brown, M. D.; D. O. Walker, J. K. Hendrikz, C. P. Cabral, D. B. Araujo, S. M. Ribeiro, and B. H. Kay. 1994. Chlorine Tolerance of *Mesocyclops* (Cyclopoida: Cyclopidae) copepods and Three Container-Breeding Species of Mosquitoes. *Environmental entomology*. 23(5):1245-1249.

Brown, M. D.; Mottram P., Fannig I.D., and Kay B.H.. 1992. The peridomestic container-breeding mosquito fauna of Darhley is. (Torres strait) (Diptera:Culicidae), and the potencial for its control by predaceous *Mesocyclops* copepods. *J. Aust. Ent. Soc.* 31:305-310.

Carrada-Bravo, T.; L. Vazquez-Vazquez, I. López-García. 1984. La ecología del dengue y el *Aedes aegypti*. Investigación preliminar. Tercera parte. *Sal. Pub. Mex.* 6:297-311.

Edmonson, W.T. 1958. *Freshwater Biology*, Second Edition. Chapter 29 Free-Living Copépoda. pp 735-868.

Gobierno del Estado de Chiapas. (1988). *Los municipios de Chiapas. Enciclopedia de los municipios de México. 1ª edición.* 612 pags.

Gonzalez-Rodríguez, B.; M. H. Badii, H. Quiróz-Martínez and G. A. Rodríguez-almaraz. 1993. Life tables of *Mesocyclops longisetus* (Copépoda: Cyclopoidae) in the laboratory. *J Amer Mosq Cont Assoc.* 9(4):451-452.

Gómez-Dantes Hector (1991). El dengue en las Américas. Un problema de Salud Regional. *Sal. Púb. Méx.* 33 (4): 347-355.

Howarth F. G. 1991. Environmental Impacts of Classical Biological Control. *Annual Review of Entomology* 36: 485-509.

Hurlbut H. S. 1938. Copepod observed preying on first instar larva of *Anopheles quadrimaculatus* Say. *J. Parasitol.* 24:281.

IINEGI. 1993. Anuario Estadístico del Estado de Chiapas, México. 800 pp.

Jennings, C. D.; B. Phommasack, B. Sourignadeth, and B. H. Kay. 1995. *Aedes aegypti* control in the Lao People's Democratic Republic, with reference to copepods. *Am J Trop Med Hyg.* 53(4) 3244-330.

Karabastos W. 1985. International Catalog of arboviruses including certain others viruses of invertebrates. *Am. Soc. Trop. Med. Hyg.* 3^a ed.. 1147 pp.

Kay, B. H.; P. C. Cabral, A. C. Sleight, M. D. Brown, Z. M. Ribeiro, and A. W. Vasconcelos. 1992. Laboratory Evaluation on Brazilian *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopidae) for Mosquito Control. *J Med Entomol.* 29(4): 599-602.

Kay H. B. 1993. Overview of the use of copepods for controlling *Aedes* vectors of dengue, with reference to Asia and the South Pacific. *Dengue, A Worldwide Problem, a Common Strategy.* pp 127-131.

Lardeux J. R. F. 1992. Biological Control of Culicidae with the copepod *Mesocyclops aspericornis* and larvivorous fish (Poecilidae) in a Village of French Polinesia. *Med. and Vet. Ent.* 6:9-15.

Lloyd, L. S.; P. Winc, J. Ortega-Canto and C. Kendall. 1994. The design of a community-based health education intervention for the control of *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 50(4), pp. 401-411.

Krebs Ch. J. 1985. *Ecología, Estudio de la distribución y la abundancia.* Segunda Edición. HARLA, México. 753 pp.

Marten, G. G.; R. Astraiza, M. F. Suarez, C. Monje, J.W. Reid. 1989. Natural control of larval *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) by the predator *Mesocyclops* (Copepoda:Cyclopoida) *J. Med. Entomol.* 26(6) 624-627.

1989 a. A survey of Cyclopoid copepods for control of *Aedes albopictus* larvae. Bull. soc. Vector Ecol. 14 (2): 232-236.

1989 b. Issues in the development of Cyclops for Mosquito control. Preceedings fifth symposium August 28 - September 1. Brisbane, Australia. 300 pp.

Marten G. G. 1990. Elimination of *Aedes albopictus* from tire piles by introducing *Macrocyclus albidus* (Copepoda, Cyclopoidae). Journal of the American Mosquito Control Association. 6 (4):689-693.

Marten G. G. and E. S. Bordes. 1993. Biological Control of Mosquitoes. Mosquito control Training Manual. Public Helath Pest control. Third Edition. pp. 57-61.

Marten, G. G.; G. Borjas, M. Cush, E. Fernández and J. W. Reid. 1994. Control of larval *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by Cyclopoid copepods in peridomestic Breeding containers. J. Med. Entomol. 31(1):36-44.

Nelson M. J. 1986. *Aedes aegypti*, Biology and Ecology. Pan American Health Organization, Washington, D.C. 50 pp.

Nasci, R. S.; S. G. F. Hare and M. Vecchione. 1987. Habitat associations of mosquito and copepod species. J Amer Mosq Cont Assoc. 3 (4):593-600. ®

O.M.S. 1990. Las condiciones de salud en las Américas. Dengue. Publicación Científica 524. 157-163.

Pant C. 1987. Vector-borne diseases of man and their socio-economic impact. Jseet Sci Applic 8 (4/5/6/):655-664.

Papinska K. 1985. Carnivorous and detritivorous feeding of *Mesocyclops leuckarti* Claus (Cyclopoida, copepoda). Hydrobiologia. 120, pp. 249-257.

Pinto-Días J. C. 1986. Participação comunitaria em programas de saúde. Rev Brasil Malariol D Trop. 38:103-110.

Quiróz-Martínez, H.; C. Solís-Rojas and M. L. Rodríguez-Tovar. 1993. Field Releases of *Mesocyclops longisetus* (Copepoda:Cyclopoda) for control of *Aedes aegypti* larvae in 55-gallon metal drums in Monterrey, Mexico. J. Amer Mosq Cont Assoc. 9 (4):452.

Quiróz-Martínez, H.; M. H. Badii, L. O. Tejeda, M de la L. Delgado-Gallardo, J. C. Trujillo-García. 1995. Causas por las que fallan los Programas de Control Biológico en Salud Pública. Mem. XVIII Cong. Cont. Biol. y I Cong. Amer. de Cont. Biol. Soc. Mex de Cont. Biol. 9-10 Nov. Tapachula, Chiapas. 116-117.

Ramos C. 1989. Biología de la infección causada por le virus del Dengue. Sal. Pub. Mex. 31:54-72.

Reyes-Villanueva Filiberto. 1990. El Dengue. Bionomía del Vector, transmisión y opciones para su control en México. Ciencia 41: 45-55.

Rigau, P. J. G.; D. G. Gubler, A. V. Vorndam, G. G. Clark. 1994. Dengue Surveillance-United Satates, 1986-1992. Morbidity and Mortality Weekly Report. Centers for Disease Control. 43(SS-2) 26.

Riviere, F; B. H. Kay, J.-M. Klein, and Y. Séchan. 1987. *Mesocyclops aspericornis* (copepoda) and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* for the biological control of *Aedes* and *Culex* vectors (diptera: Culicidae) Breeding in crab holes, tree holes, and artificial containers. J. Med. Entomol. 24:425-430.

Smith . E y C. H. Fernando. 1980. Guía para los copépodos (Calanoida y Cyclopoida) de Cuba. Editorial Academia.

Stiling P. 1993. Why do Natural Enemies Fail in Classical Biological Control Programs?. American Entomologist. 1:31-36

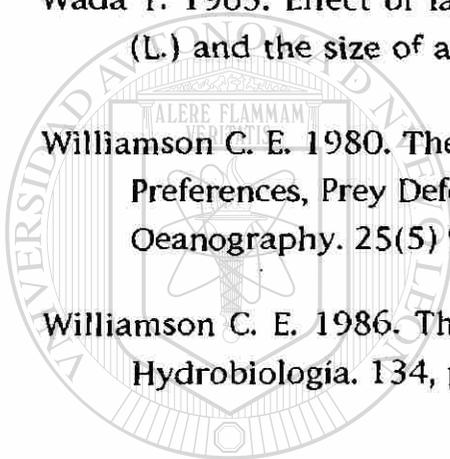
Suarez, M. F.; G. G. Marten and G. G. Clark. 1992. A simple method for cultivating freshwater copepods used in biological control fo *Ae. aegypti*. *J. Am. Mosq. Cont. Asspoc.* 8:409-412.

Valdez, A.; J. Montemayor, J. Lewis and M.I. Abdo de la Parra. (1993). Life Expectancy and habitat quality requirements for mass production and storage of *Mesocyclops longisetus*. *J Amer Mosq Cont Assoc.* 9 (4):450-451.

Wada Y. 1965. Effect of larval density on the development of *Aedes aegypti* (L.) and the size of adults. *Quaes entomol.* 1: 223-249.

Williamson C. E. 1980. The predatory behavior of *Mesocyclops edax*: Predator Preferences, Prey Defenses, and Starvation-induced Changes. *Limnol Oeanography.* 25(5) 903-909.

Williamson C. E. 1986. The swimming and feeding behavior of *Mesocyclops*. *Hydrobiologia.* 134, pp. 11-19.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 1. Frecuencia de lavado de las piletas domiciliarias con agua en la localidad de Huixtla, Chiapas.

FRECUENCIA	n	(%)
1 semana	149	52.8
2 semanas	67	23.6
más de 1 mes	67	23.6
TOTAL	283	100.00

TABLA 2. Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de *Mesocyclops longisetus* en piletas domiciliarias con agua en la localidad de Huixtla, Chiapas.

DIAS	n	Piletas	%	\bar{x} de <i>M. longisetus</i>		
				por piqueta	±	EE
30	46	92		10.15	±	7.15
60	41	82		29.29		21.34
90	43	86		11.34		6.82
120	45	90		27.21		17.05
150	48	96		38.89		33.99
180	44	88		14.00		9.63
TOTAL	44.5	89		21.88		2.25

TABLA 3. Media (\bar{x}) y Error Estandar (EE) de las densidades larvarias del I, II y III estadio de *Aedes aegypti* en piletas domiciliarias con agua de la zona tratada con *M. longisetus* y de la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas.

TIEMPO (DIAS)	ESTADIOS LARVALES DE <i>Aedes aegypti</i>											
	* I ESTADIO				* II ESTADIO				III ESTADIO			
	TRATADA*	CONTROL	TRATADA	CONTROL								
$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$
30	9.96	3.94	7.67	3.12	7.71	2.15	19.00	11.42	8.19	2.15	16.24	7.44
60	8.71	3.38	2.81	1.26	11.73	6.83	5.16	2.42	25.87	17.29	8.47	4.47
90	3.37	1.06	23.89	10.90	7.41	3.59	30.80	11.00	18.46	9.06	39.57	17.3
120	4.67*	2.23	0.00	0.00	6.42*	2.59	0.14	0.09	21.91	11.33	5.60	1.90
150	9.50*	3.71	0.56	0.42	27.44*	11.10	1.17	0.80	15.58	5.24	14.38	12.8
180	0.52	0.32	0.90	0.63	2.86	1.21	4.46	1.63	4.72	1.32	9.19	4.58
TOTAL	6.12	0.61	5.97	1.69	10.60	1.53	10.10	2.13	15.79	2.48	15.58	2.39

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

TABLA 3 (Continuación). Media (\bar{x}) y Error Estandar (EE) de las densidades larvarias del IV, Pupas y población total de *Aedes aegypti* en piletas domiciliarias con agua de la zona tratada con *M. longisetus* y de la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas.

TIEMPO (DIAS)	IV ESTADIO						PUPAS						TOTALES					
	TRATADA		CONTROL		TRATADA		CONTROL		TRATADA		CONTROL		TRATADA		CONTROL			
	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE		
30	7.56	2.64	14.17	5.26	1.76	0.69	0.84	0.38	35.19	9.50	58.00	24.43						
60	20.82	11.31	6.56	4.61	2.95	2.01	1.08	0.67	70.09	35.51	24.10	11.57						
90	29.88	16.33	14.85	4.84	2.81	1.30	8.63	6.17	61.95	28.82	117.80	36.15						
120	22.77	14.27	9.10	3.42	2.86	1.73	3.06	1.20	58.64	26.46	17.92	6.15						
150	21.29	7.78	12.90	8.40	2.08	0.94	5.15	2.85	75.89	20.04	34.18	22.66						
180	11.27	4.71	29.14	15.94	2.95	1.38	3.17	1.59	22.34	7.47	46.88	21.82						
TOTAL	18.93	2.20	14.45	1.89	2.56	0.20	3.66	0.88	54.02	4.53	49.81	4.29						

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

TABLA 4. Media (\bar{x}) y Error Standard (EE) de las densidades larvarias del I, II Y III de *Aedes aegypti* en piletas domiciliarias con agua con marcador y sin marcador de nivel de la zona tratada con *Me. longisetus* en la localidad de Huixtla, Chiapas.

TIEMPO (DIAS)	ESTADIOS LARVALES DE <i>Aedes aegypti</i>											
	I ESTADIO				II ESTADIO				III ESTADIO			
	CON MARCADOR		SIN MARCADOR		CON MARCADOR		SIN MARCADOR		CON MARCADOR		SIN MARCADOR	
	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE
30	5.32	2.74	14.20	7.10	6.59	3.19	8.75	2.95	6.00	3.00	10.20	3.53
60	8.10	4.77	9.29	4.90	17.35	13.60	6.38	3.65	47.95	35.10	4.85	2.79
90	4.89	2.07	4.88	1.03	9.66	6.91	5.80	3.76	22.77	15.31	15.36	11.25
120	1.67	0.81	7.29	4.08	9.04	4.82	4.12	2.42	28.09	17.07	16.50	15.37
150	9.48	3.30	9.52	6.52	31.08	14.30	24.10	17.01	25.39	10.53	6.56	1.68
180	0.55	0.39	0.50	0.50	1.85	0.90	3.70	2.07	3.60	1.72	5.66	1.97
TOTAL	5.00	0.66	7.61	1.12	12.60	2.25	8.81	2.35	22.30	4.96	9.85	2.36

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

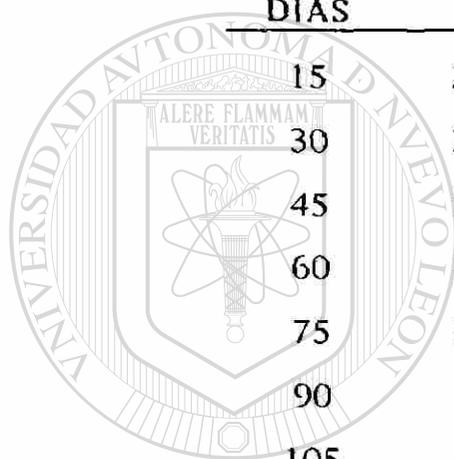
TABLA 4 (Continuación). Media (\bar{x}) y Error Estandar (EE) de las densidades larvarias del IV, Pupas y totales de *Aedes aegypti* en piletas domiciliarias con agua con marcador y sin marcador de nivel de la zona tratada con Me. *longisetus* en la localidad de Huixtla, Chiapas.

TIEMPO (DIAS)	ESTADIOS LARVALES DE <i>Aedes aegypti</i>													
	IV ESTADIO						PUPAS						TOTALES	
	CON MARCADOR		SIN MARCADOR		CON MARCADOR		SIN MARCADOR		CON MARCADOR		SIN MARCADOR			
\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	
30	6.45	3.06	8.58	4.26	2.18	1.26	1.37	0.67	26.54	11.78	43.12	14.71		
60	35.95	22.36	6.42	5.11	1.90	1.33	3.95	3.75	11.30	69.87	30.90	18.72		
90	53.11	36.50	13.16	9.75	4.11	2.83	1.88	0.96	94.55	59.15	38.48	25.72		
120	41.81	29.67	6.12	5.95	5.47	3.63	0.58	0.54	86.09	52.56	34.62	18.87		
150	27.00	14.78	16.04	6.41	0.82	0.35	3.24	1.77	93.78	32.22	59.44	24.71		
180	9.65	5.99	12.62	7.16	1.10	0.89	4.50	2.40	16.75	8.51	27.00	11.81		
TOTAL	29.00	5.39	10.49	0.78	2.59	0.51	2.59	0.50	71.49	10.42	38.93	2.22		

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

TABLA 5. Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de *Mesocyclops longisetus* por florero (n) en el Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

DIAS	n	\bar{x}	\pm	EE
15	229	17.85		2.50
30	219	40.55		6.24
45	209	35.96		5.84
60	207	46.44		11.67
75	209	59.11		16.42
90	129	34.48		9.26
105	117	19.26		4.24
TOTAL	1319	37.24		3.64



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



TABLA 6. Media (\bar{x}) y Error Estandar (EE) de las densidades larvarias del I, II y III estadio de *Aedes aegypti* en floreros del cementerio de la zona tratada con *M. longisetus* y de la zona control en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas.

TIEMPO (DIAS)	ESTADIOS LARVALES DE <i>Aedes aegypti</i>												
	I ESTADIO				* II ESTADIO				* III ESTADIO				
	TRATADA	CONTROL	TRATADA	CONTROL	TRATADA	CONTROL	TRATADA	CONTROL	TRATADA	CONTROL	TRATADA	CONTROL	
\bar{x}	\pm EE	\bar{x}	\pm EE	\bar{x}	\pm EE	\bar{x}	\pm EE	\bar{x}	\pm EE	\bar{x}	\pm EE	\bar{x}	\pm EE
15	4.39	1.29	7.10	3.55	4.69	1.13	5.69	1.10	5.61	1.32	9.70	1.98	1.98
30	5.16	2.03	9.87	2.15	6.09	1.60	16.50*	3.42	5.66	1.11	18.78*	3.48	3.48
45	4.75	1.35	4.05	1.13	2.04	0.45	6.74*	1.41	2.65	0.64	10.17*	1.80	1.80
60	3.22	1.44	4.38	0.84	3.97	1.20	6.59*	0.99	3.11	0.78	10.10*	1.43	1.43
75	1.78	0.48	3.87	0.90	2.28	0.49	5.29*	0.84	2.75	0.60	7.61*	1.36	1.36
90	1.38	0.74	7.81*	1.72	3.03	1.45	9.65*	1.62	4.04	1.86	9.84*	1.40	1.40
105	1.56*	0.73	0.13	0.09	4.54	1.22	1.50	1.12	3.70*	1.07	0.23	0.09	0.09
TOTAL	3.44	0.52	5.29	0.66	3.84	0.43	7.49	0.66	3.98	0.40	9.48	0.72	0.72

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 6 (Continuación). Media (\bar{x}) y Error Standard (EE) de las densidades larvarias del IV, pupas y población total de *Aedes aegypti* en floreros del cementerio de la zona tratada con *Me. longisetus* y de la zona control en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas.

TIEMPO (DIAS)	ESTADIOS LARVALES DE <i>Aedes aegypti</i>													
	* IV ESTADIO						PUPAS						* TOTALES	
	TRATADA		CONTROL		TRATADA		CONTROL		TRATADA		CONTROL			
\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	\bar{x}	± EE	
15	9.59	1.63	19.33*	3.01	2.16	0.59	2.93	0.60	26.45	4.80	44.77*	7.59		
30	6.60	1.24	21.51*	2.78	0.76	0.20	2.37*	0.49	24.28	4.97	69.06*	9.31		
45	4.79	0.85	14.33*	1.83	0.51	0.13	12.00	9.24	14.76	2.42	47.32*	10.50		
60	3.52	0.63	14.72*	3.85	0.45	0.13	1.98*	0.36	14.29	3.46	38.16*	5.35		
75	3.27	0.68	10.13*	1.70	0.79	0.24	1.94*	0.32	10.88	1.89	28.86*	4.14		
90	7.50	4.62	12.84	1.82	2.75	1.04	2.40	0.40	18.72	6.32	42.56*	5.50		
105	5.06*	1.43	0.46	0.13	0.52*	0.21	0.15	0.07	15.4*	3.42	2.48	1.15		
TOTAL	5.78	0.62	13.24	0.92	1.10	0.15	3.39	1.33	18.13	1.54	38.88	2.62		

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

TABLA 7. Media (\bar{x}) y Error Estandard (EE) de la sobrevivencia de *Mesocyclops longisetus* a los diferentes tipos de floreros (n) en el Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

TIEMPO DIAS	LATA			* CONCRETO			VIDRIO			PLASTICO			TOTALES		
	n	\bar{x}	± EE	n	\bar{x}	± EE	n	\bar{x}	± EE	n	\bar{x}	± EE	n	\bar{x}	± EE
15	128	10.32	2.26	64	32.43*	6.54	26	19.73	7.47	9	18.33	14.38	227	17.95	2.53
30	119	22.27	5.33	70	72.70*	15.88	24	42.58	14.99	6	19.83	12.42	219	40.55	6.24
45	99	19.6	3.64	68	60.42*	15.91	33	33.60	10.44	8	39.50	14.09	208	35.96	5.85
60	101	15.55	3.58	71	95.88*	32.46	29	34.79	12.09	5	2.20	2.20	207	46.44	11.67
75	92	16.60	5.44	85	117.60	39.11	24	27.50	8.79	7	24.85	21.18	209	59.11	16.42
90	28	7.10	3.77	79	40.10	13.87	19	46.57	22.02	3	65.66	65.66	129	34.48	9.26
105	23	11.08	7.15	74	17.78	5.21	3	65.66	16.17	3	10.66	10.66	117	19.26	4.24
TOTAL	590	16.05	1.73	511	63.71	8.89	172	33.82	4.80	41	24.73	7.26	1317	37.28	3.65

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

TABLA 8. Media y Error Estadard de la permanencia de *Mesocyclops longisetus* ante la exposición del florero a los rayos solares en el Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

TIEMPO	EXPUESTOS			*SEMIEXPUESTOS			NO EXPUESTOS			TOTAL		
	DIAS	n	\bar{x} ± EE	n	\bar{x} ± EE	n	\bar{x} ± EE	n	\bar{x} ± EE	n	\bar{x} ± EE	
15	47	12.97	3.48	77	22.77	4.6	102	16.73	4.11	226	18.01	2.54
30	36	18.97	6.09	63	45.76	12.94	112	44.9	9.5	211	40.73	6.45
45	53	20.28	6.63	70	46.6	13.44	83	37.57	8.21	206	36.19	5.9
60	57	19.94	5.36	60	86.16	36.37	86	37.11	11	203	47.13	11.89
75	60	33.18	10.83	53	110.4	60.15	93	46.2	11.52	206	58.93	16.65
90	37	26.67	12.63	39	63.79	23.21	52	21.03	11.63	128	34.75	9.33
105	30	15.33	6.77	23	25.08	11.33	60	15	5.29	113	17.75	4.03
TOTAL	321	21.28	3.06	385	57.17	10.88	588	33.05	3.54	1294	37.31	3.71

* Diferencia significativa $P = < 0.05$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

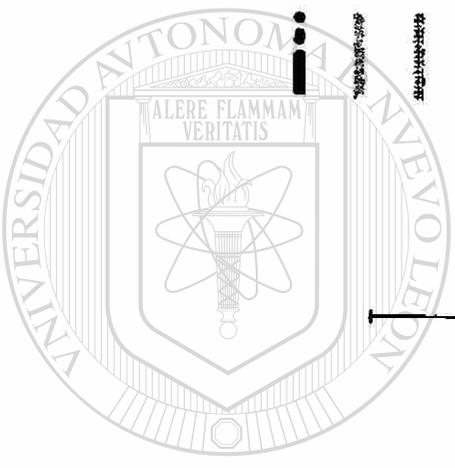
TABLA 9. Media (\bar{x}) y Error Estándar (EE) de la permanencia de *Mesocyclops longisetus* en floreros (n) con la presencia y ausencia de flores en el Cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

TIEMPO DIAS	* SIN FLORES			CON FLORES			TOTAL		
	n	\bar{x}	\pm EE	n	\bar{x}	\pm EE	n	\bar{x}	\pm EE
15	152	24.93*	3.56	77	3.88	2.92	229	17.85	2.5
30	157	51.56	8.2	61	10.47	5.93	218	40.06	6.25
45	160	38.34	6.77	48	28.04	11.61	208	35.96	5.85
60	164	57.33	14.6	43	4.93	2.78	207	46.44	11.67
75	163	71.74	20.81	46	14.32	9.12	209	59.11	16.42
90	22	86.45*	30.04	107	23.8	9.04	129	34.48	9.26
105	42	40.19*	8.93	75	7.54	3.76	117	19.26	4.24
TOTAL	861	49.60	5.33	457	13.71	2.83	1318	37.15	3.64

* Diferencia significativa $P = < 0.05$



Fig. 1 Porcentaje de positividad de piletas domiciliarias con agua a larvas de *Aedes aegypti* entre la zona tratada y la zona control por muestreo en la localidad de Huixtla, Chiapas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

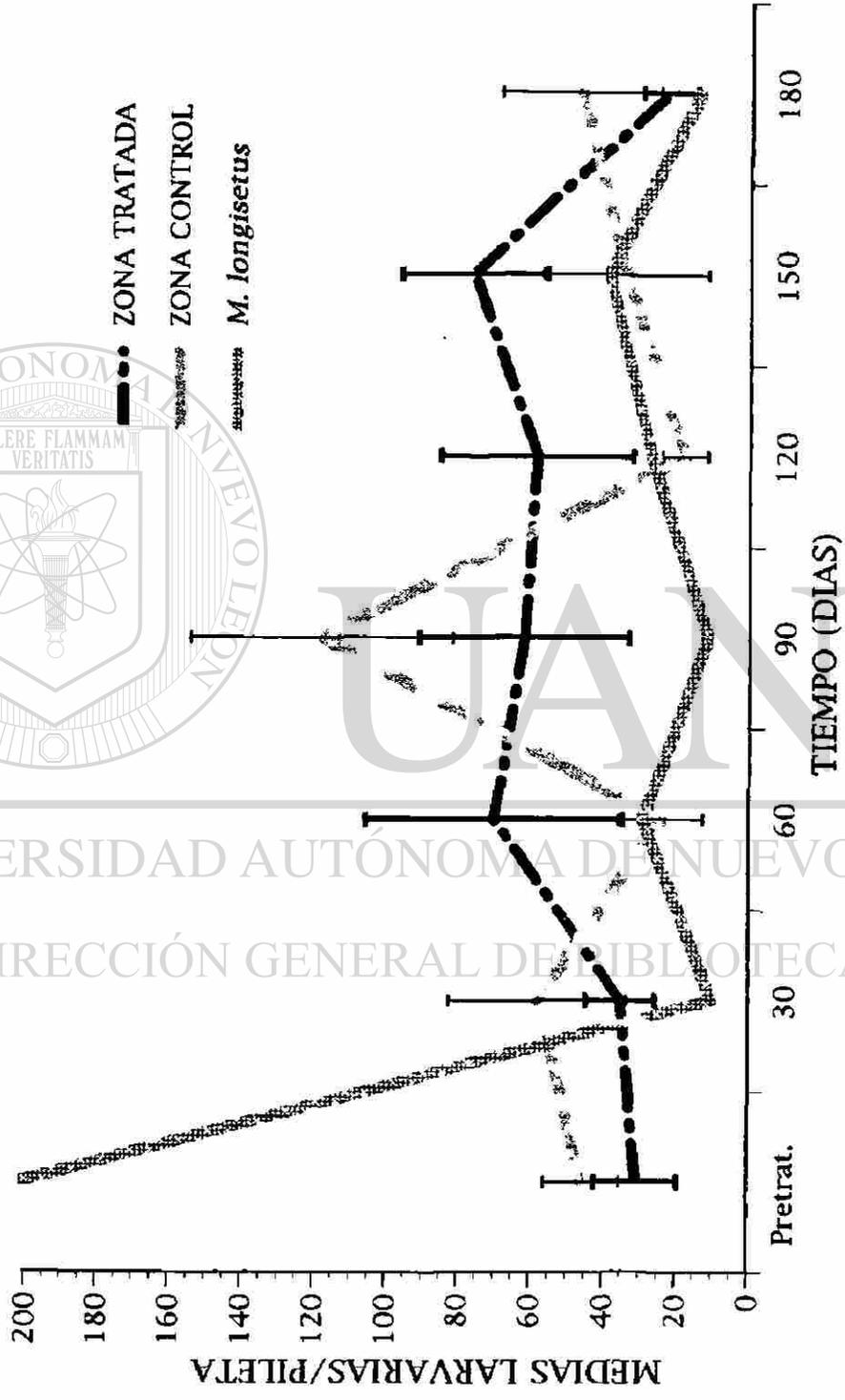


Fig. 2 Medias larvarias de *Aedes aegypti* entre la zona tratada y la zona control y *Mesocyclops longisetus* en piletas domiciliarias con agua en la Localidad de Huixtla, Chiapas (las barras indican el Error Estandard).

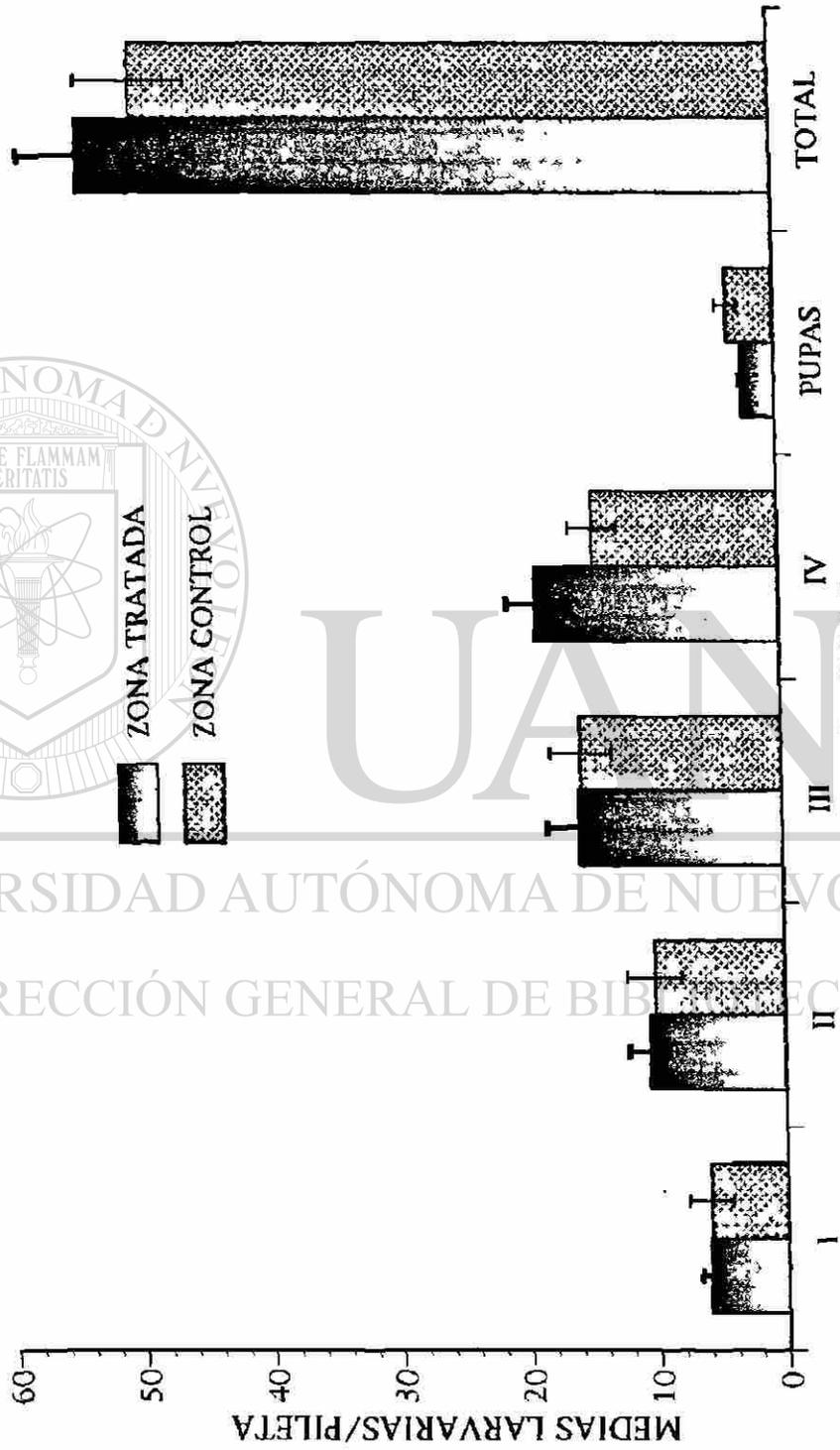
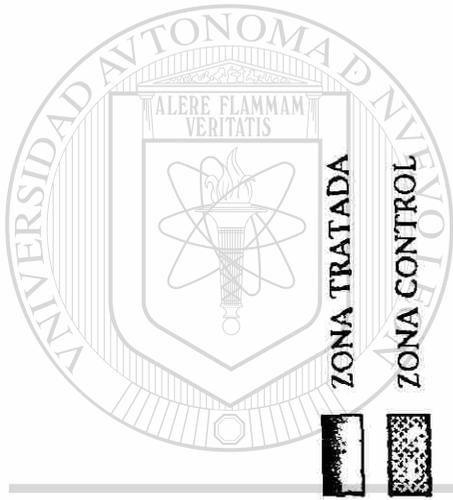


Fig. 3 Comparación de Medias larvarias de *Aedes aegypti* por estadios y totales en piletas domiciliarias con agua entre la zona tratada y la zona control en la localidad de Huixtla, Chiapas (las barras indican el Error Estandard).

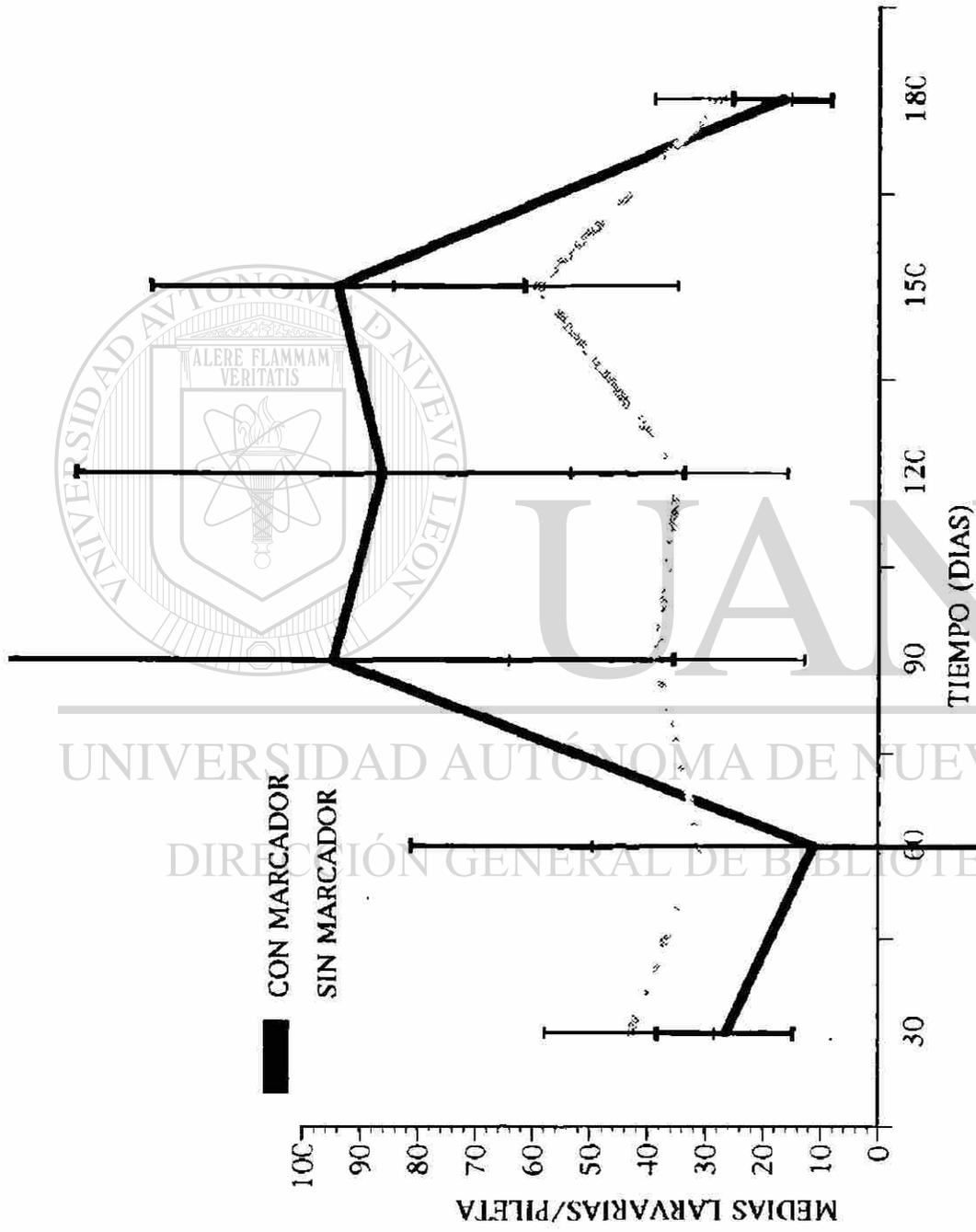
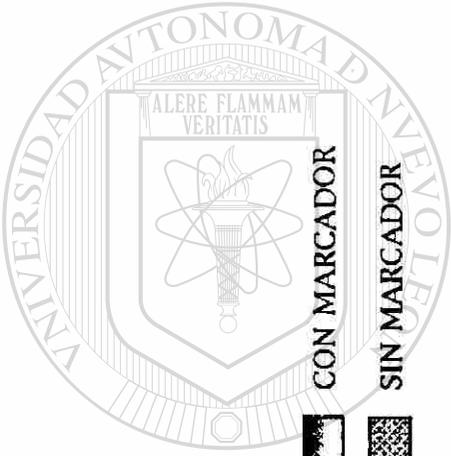


Fig. 4 Medias larvarias de *Aedes aegypti* en piletas domiciliarias con agua con marcador de nivel y sin marcador de nivel en la localidad de Huixtla, Chiapas (las barras indican el Error Estandard).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

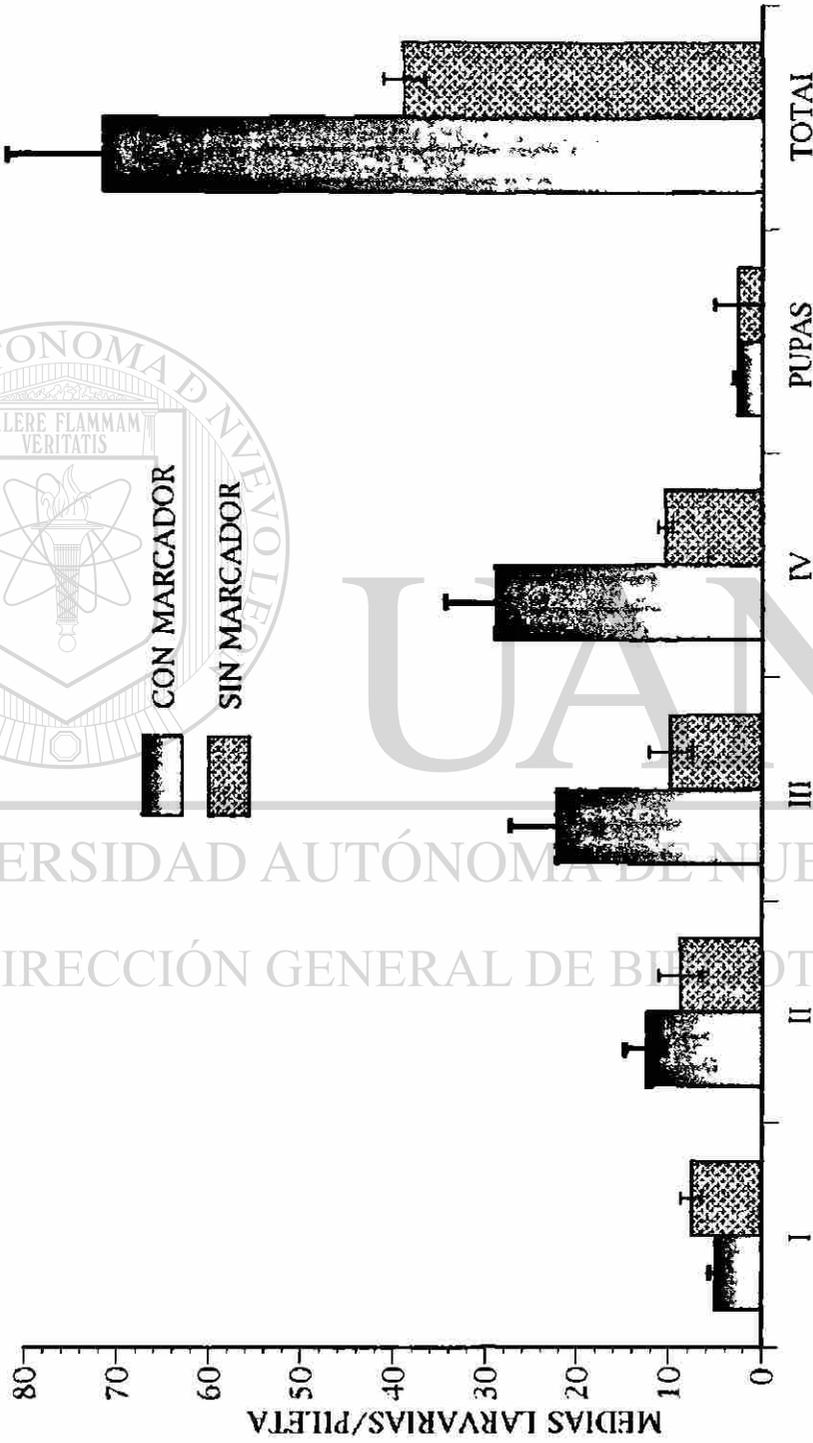


Fig. 5 Comparación de Medias larvarias de *Aedes aegypti* por estadios y totales en piletas domiciliarias con agua con y sin marcador de nivel en la localidad de Huixtla, Chiapas (las barras indican el Error Estandar).

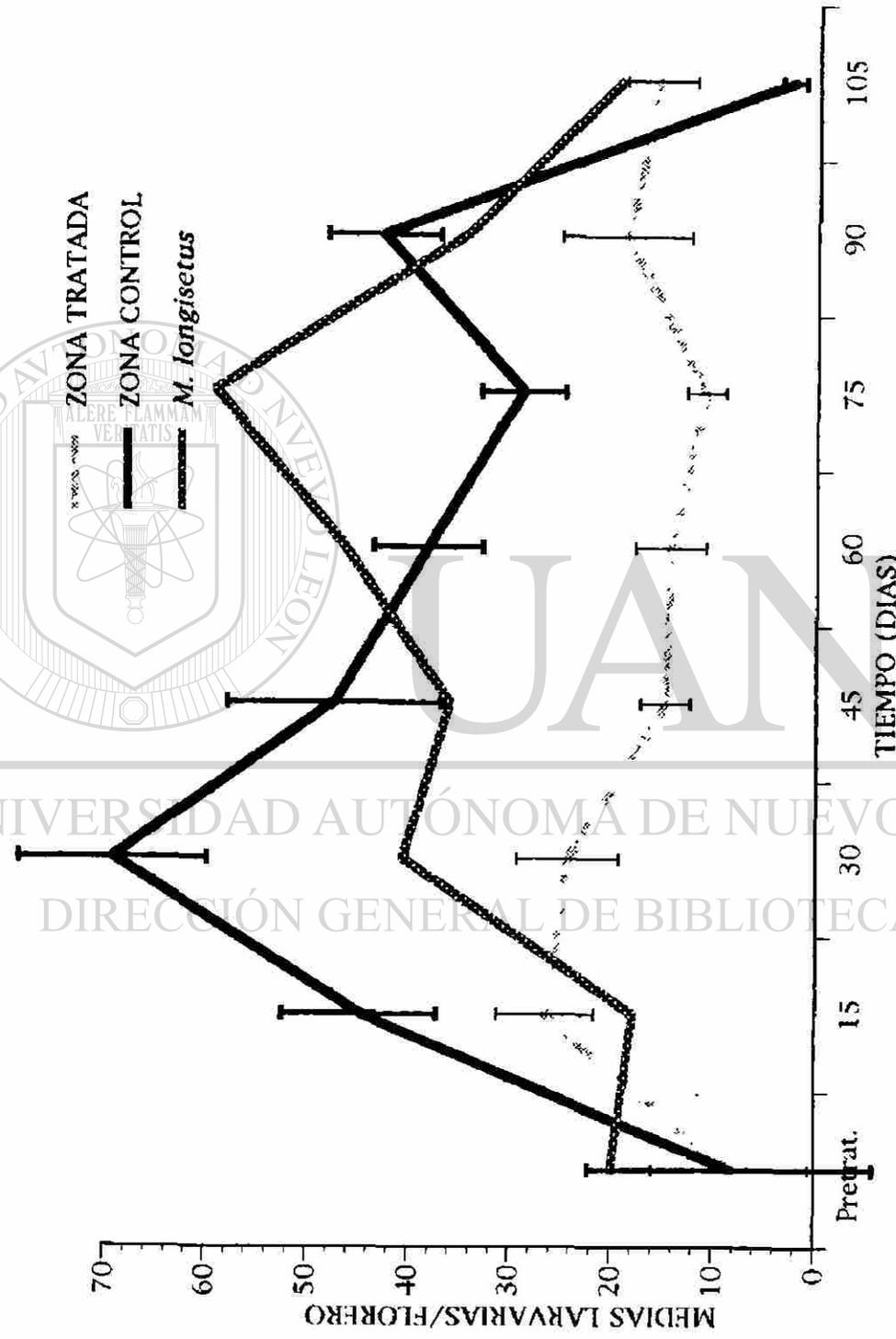


Fig. 6 Medias larvarias de *Aedes aegypti* entre la zona tratada y la zona control y *M. longisetus* en floreros del cementerio de Frontera Hidalgo, Chiapas (las barras indican el Error Estandard).

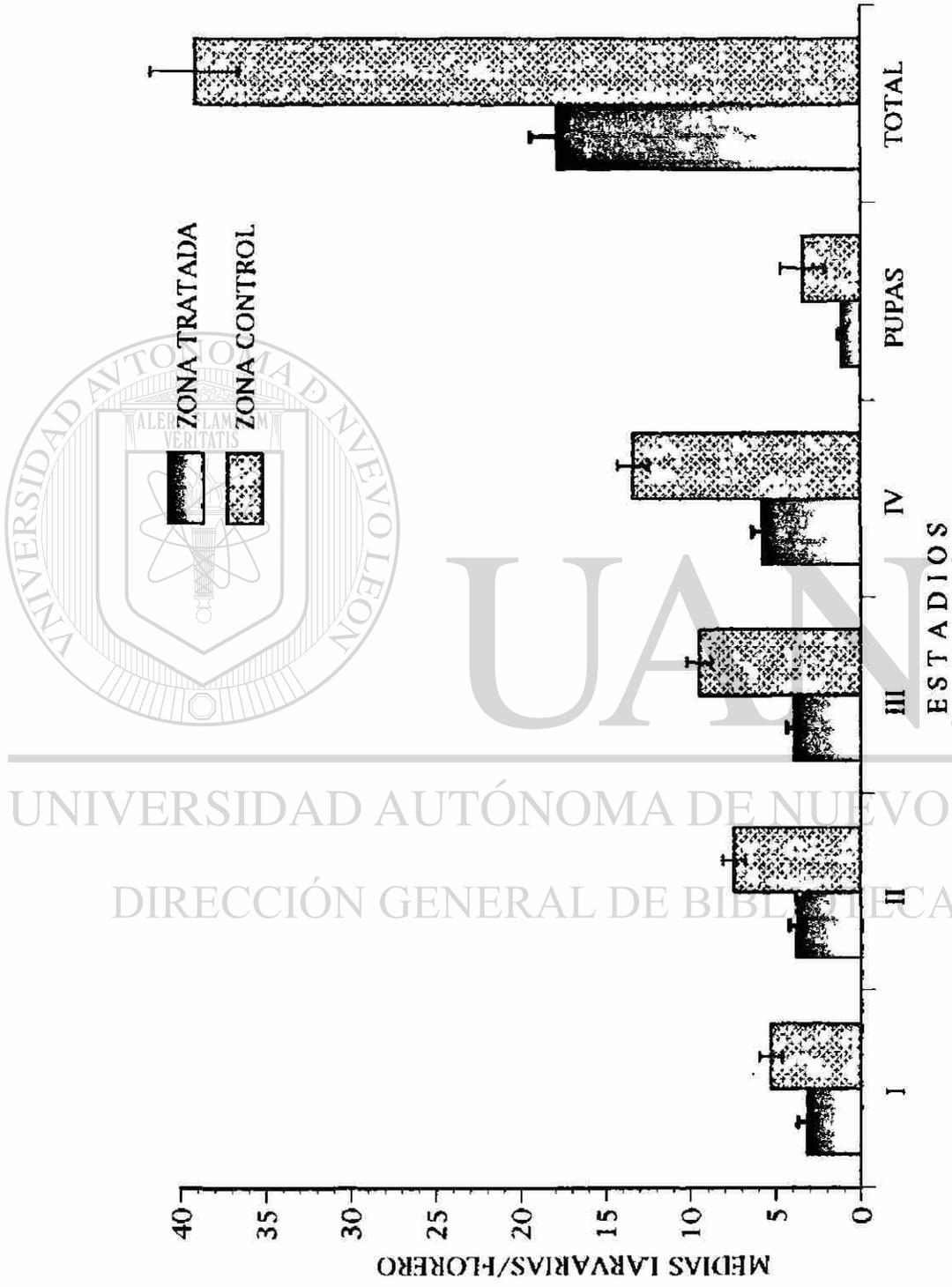


Fig. 7 Comparación de Medias larvarias de *Aedes aegypti* por estadios y totales en floreros de cementerios entre la zona tratada y la zona control en la localidad de Frontera Hidalgo, Chiapas (las barras indican el Error Estandard).

HUIXTLA, CHIAPAS

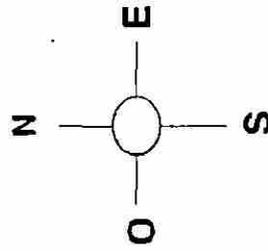
Anexo 1 Localización geográfica de las zonas de estudio en piletas con agua domiciliarías en la localidad de Huixtla, Chiapas.



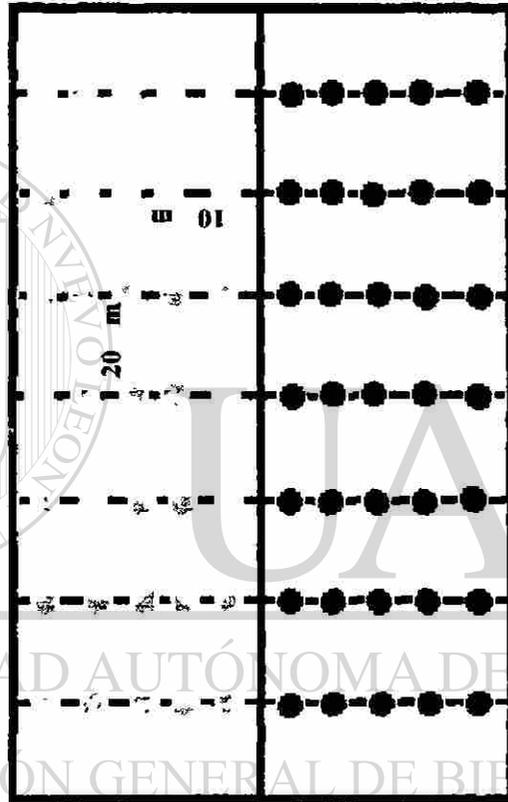
ZONA TRATADA



ZONA CONTROL



PANTEON DE FRONTERA HIDALGO

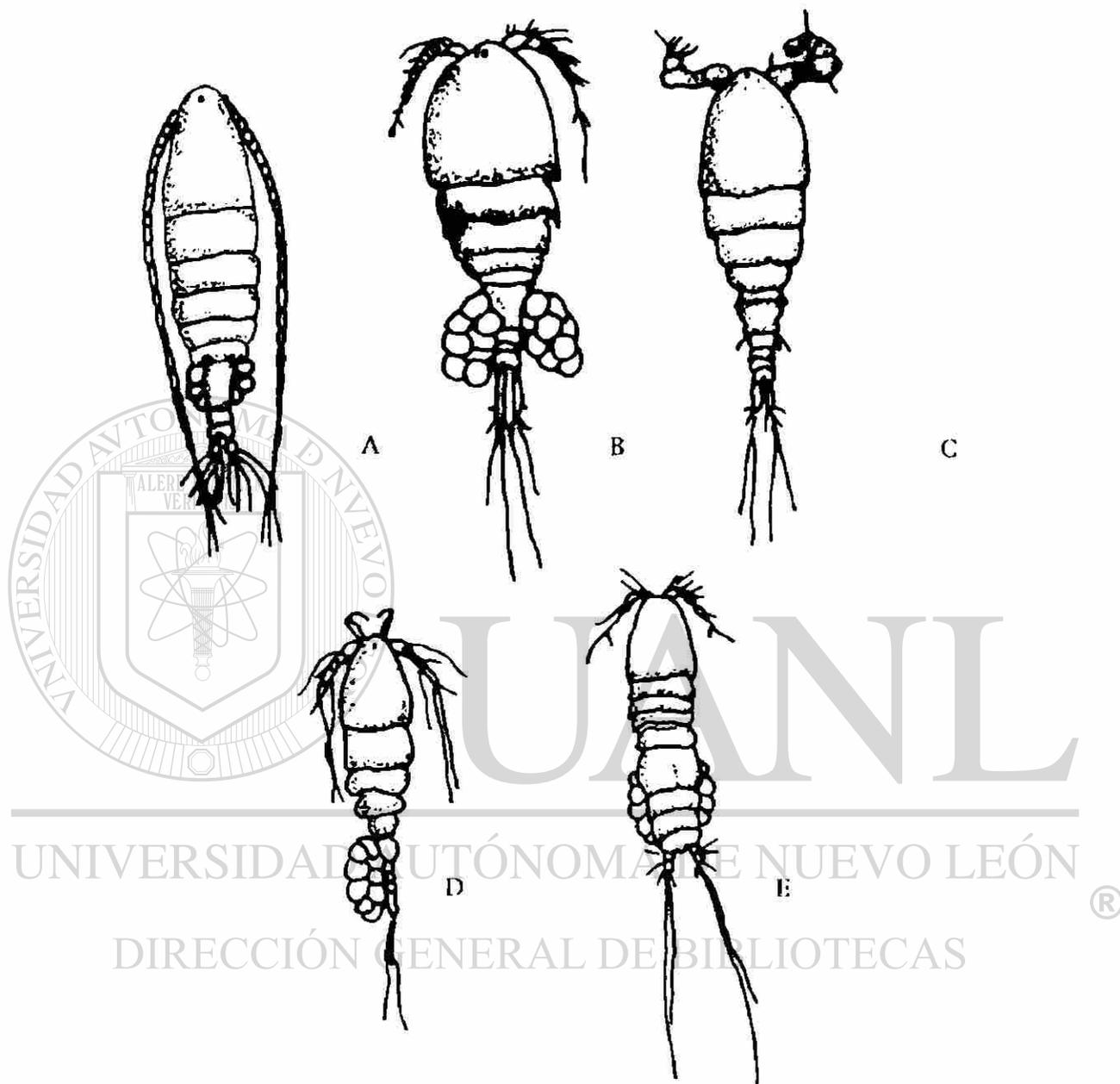


ZONA TRATADA

E 001

ZONA CONTROL

Anexo 2 Esquema del Panteón de Frontera Hidalgo, Chiapas y la ubicación de los floretos tratados y controles.



Anexo 3 Especies representativas de los principales grupos de Copépoda. A. Calanoida: *Skistodiptomus oregonensis*, hembra; B. Cyclopoida: *Acanthocyclops vernalis*, hembra; C. *Acanthocyclops vernalis*, macho; D. cyclopoida (hembra parasítica; machos planctónicos de vida libre); *Ergasilus sp.*, hembra; E. Harpacticoida: *Canthocamptus staplylinoides*, hembra (Según Smith y Fernando, 1978).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®