

TD  
RA640  
.S6  
2000  
c.1



1080124442

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**



**Alternativas Diversas para el Combate y Optimización de Estrategias en  
el Manejo de Mosquitos Culícidos en la Zona Metropolitana de  
Monterrey N. L. México.**

**TESIS  
QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA**

**PRESENTA**

**M.C. CARLOS SOLIS ROJAS**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L.**

**DICIEMBRE DEL 2000**

140  
00-00



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**



**Alternativas Diversas para el Combate y Optimización de Estrategias en el Manejo de Mosquitos Culicidos en la Zona Metropolitana de Monterrey N. L. México.**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO  
ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON  
ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA  
POR**

**M.C. CARLOS SOLIS ROJAS**

**APROBADA  
COMISION DE TESIS**

**Ph.D. MOHAMMAD H. BADI  
DIRECTOR-PRESIDENTE**

**DR. HUMBERTO QUIROZ MARTINEZ  
CODIRECTOR-SECRETARIO**

**DR. LUIS J. GALAN WONG  
VOCAL**

**DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH  
VOCAL**

**DRA. ADRIANA E. FLORES SUAREZ  
VOCAL**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L.**

**DICIEMBRE DEL 2000**

## INDICE DE CONTENIDO

### Página

Página de título .....	i
Índice de Contenido .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Lista de Tablas .....	v
Lista de Figuras .....	vi
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	2
HIPOTESIS .....	8
OBJETIVO GENERAL .....	8
OBJETIVOS PARTICULARES .....	8
ANTECEDENTES .....	9
Características Generales del mosquito .....	9
El nombre mosquito .....	9
Ciclo biológico del mosquito .....	10
Huevo, Larva, Pupa y Adulto .....	11
Hábitat larval del mosquito .....	12
Manejo Integrado de Plagas .....	12
MIP en Áreas Municipales .....	16
Bases del MIP .....	16
Control Cultural .....	17
Control Físico .....	21

Control Biológico .....	22
Control Biológico de Plagas .....	22
Algunas ventajas del control Biológico de Plagas .....	22
Algunas desventajas del Control Biológico de Plagas .....	23
Tres formas de llevar a cabo el Control Biológico .....	23
Control Biológico Clásico .....	23
Aumentación .....	24
Conservación .....	24
Depredadores .....	25
Larvas de mosquitos .....	25
Copépodos .....	25
Insectos Acuáticos .....	26
Combinación Depredador- <i>B.t.i.</i> .....	28
Peces .....	29
Otros Crustáceos .....	30
Control Natural .....	30
Derivados de Plantas .....	31
Control Químico .....	31
Alternativas a los químicos en el control de plagas .....	32
Ovitampas .....	35
Bioinsecticida .....	37
<i>B.t.i.</i> en Organismos Blanco y No Blanco .....	39
Herramientas Administrativas de Control adaptadas en programas de control de mosquitos .....	39

MATERIAL Y MÉTODO .....	41
Localización del Área de Estudio .....	41
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	46
CONCLUSIONES .....	64
LITERATURA CONSULTADA .....	96



## **DEDICATORIA**

**A Dios por darme la fortaleza para superar los momentos difíciles así como darme la oportunidad de vivir**

**A mi esposa Katiushka, quien con su cariño me motiva a emprender nuevos retos, porque en ti he encontrado a la compañera que buscaba, gracias por ser como eres, por tu apoyo, por tu confianza y sobre todo por tu amor. Me haz hecho muy feliz.  
Te amo**

**A mi hija Karla Katiushka por todos los bellos momentos que compartimos, por estar siempre con nosotros por su apoyo y paciencia. Las quiero mucho**

**A mi padre y a mi madre a los que amo y no tengo palabras para agradecerles todo su amor, apoyo y comprensión. Por haberme dado lo mejor de sus herencias: El estudio, por darme la vida, gracias padres**

**A mis hermanos y cuñados gracias por su apoyo y cariño**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Dr. Humberto Quiroz Martínez** Por tu apoyo invaluable y por haber sido el principal crítico para el desarrollo del presente trabajo. Gracias por tu amistad porque en los momentos agradables y en los difíciles me has demostrado lo que es ser un buen amigo, por compartir experiencias inolvidables.

**Al Dr. Mohammad H. Badii** por sus sugerencias y observaciones, además quien contribuyó de manera importante en mi formación académica y por su amistad.

**Al Dr. Luis J. Galán Wong** por sus sugerencias y observaciones en el desarrollo del presente trabajo.

**Al Dr. Rahim Foroughbakhch** por sus comentarios, sugerencias y por su asesoría en el análisis estadístico.

A la **Dra. Adriana E. Flores Suárez** por la revisión de este trabajo y las valiosas contribuciones, además de su amistad.

**Al Dr. Roberto Mercado Hernández** por su valiosa asesoría y apoyo en el análisis estadístico

A todas aquella persona que olvidé mencionar, pero que de alguna forma han contribuido con su apoyo o comentarios para el desarrollo del presente trabajo

## **Agradecimiento Especial**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por el apoyo  
brindado**

**Para la realización de los estudios de Postgrado y que sigan apoyando el  
desarrollo de profesionistas**

## Lista de Tablas

Tabla No. ....	Pagina
1.- Análisis de Varianza Factorial del número medio de huevos ovipuestos por <i>N. irrorata</i> para los diferentes substratos artificiales y los diferentes niveles empleados en el campo Experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey durante el período Enero-Diciembre 1996 .....	66
2.- Estadística Descriptiva, Análisis de Varianza y comparación Múltiple de medias de Tukey para el Número promedio de huevos ovipositados por <i>Notonecta irrorata</i> en los diferentes substratos en el Campo Agrícola Experimental del ITESM .....	67
3.- Resultados sobre cría masiva de <i>Notonecta irrorata</i> bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997 .....	68
4.- Resultados sobre cría masiva de <i>Buenoa scimitra</i> bajo condiciones de Laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997 .....	69
5.- Resultados de la Esperanza de vida máxima para el depredador de acuerdo al modelo Slobodkin (1962) .....	70
6.- Resultados de la Esperanza de vida máxima para el depredador de acuerdo al modelo de Krebs (1985).....	70
7.- Parámetros del ciclo de vida de <i>Buenoa scimitra</i> de acuerdo al modelo de Andrewartha y Birch. (1974) .....	70
8 - Promedio de larvas por calada para cuatro especies de mosquitos presentes en depósitos artificiales tratados con <i>Bti</i> , notonéctidos y ambos agentes en el Campo Agrícola Experimental del ITESM de Septiembre a Diciembre de 1995 .....	71
9. Promedio de larvas por calada para tres especies de mosquitos presentes en depósitos artificiales tratados con <i>Bti</i> , depredadores y ambos agentes en el Campo Agrícola Experimental del ITESM de Mayo a Agosto de 1997. ....	71
10.- Promedio de larvas por calada para dos especies de mosquitos presentes en depósitos artificiales tratados con <i>Bti</i> , notonéctidos y ambos agentes en la zona Metropolitana de Monterrey, N. L de Septiembre a Diciembre de 1997. ....	72

11.-Estadística descriptiva para las evaluaciones de la bacteria <i>B.t.i.</i> Depredadores y la combinación de ambos efectuadas en el área suburbana y urbana durante el período 1995-1997 .....	73
12. Estadística descriptiva para las evaluaciones de la bacteria <i>B.t.i.</i> Depredadores y la combinación de ambos efectuadas en el área suburbana y urbana durante el período 1995-1997 .....	74

## Lista de Figuras

Figura No. ....	Pagina
1.-Ubicación del área de estudio .....	
2.- Ciclo de Vida del mosquito .....	12
3.-Fluctuación del total de oviposiciones de <i>Notonecta irrorata</i> durante el período de Marzo a Noviembre de 1996 en estanques del Campo Agrícola Experimental de ITESM., Apodaca, N. L .....	75
4.-Preferencia de substratos artificiales para oviposición de <i>Notonecta irrorata</i> durante el período de Marzo a Noviembre de 1996 en estanques del Campo Agrícola Experimental de ITESM., Apodaca, N. L. ....	76
5.-Preferencia de oviposición por niveles en todos los tipos de substratos artificiales para <i>Notonecta irrorata</i> durante el período de Marzo a Noviembre de 1996 en estanques del Campo Agrícola Experimental de ITESM., Apodaca, N. L. ....	76
6.-Oviposiciones de <i>Notonecta irrorata</i> Uhler en substratos artificiales bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997 .....	77
7.-Eclosiones de <i>Notonecta irrorata</i> Uhler bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997. ....	78
8.-Numero de oviposiciones por nivel de <i>Notonecta irrorata</i> Uhler bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997 .....	79
9.-Oviposiciones de <i>Buenoa scimitra</i> Bare en substratos artificiales bajo condiciones de laboratorio del 24 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997. ....	80
10.-Eclosiones de <i>Buenoa scimitra</i> Bare en substratos artificiales bajo condiciones de laboratorio del 24 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997. ....	81
11.-Combinación de datos mostrando el número promedio de larvas por calada por tratamiento para 3 especies de mosquitos presentes en contenedores tratados con Bactimos, Depredadores y la combinación de estos en el campo experimental del ITESM período Mayo-Agosto 1997. ....	82

12.-Datos en conjunto mostrando el número promedio de larvas de mosquitos por calada por tratamiento para 3 especies de mosquitos presentes en contenedores tratados con Bactimos, Depredadores y ambos agentes en la el campo experimental del ITESM de Mayo-Agosto de 1997. ....	83
13.-Datos mezclados mostrando el número promedio de larvas de mosquitos por calada por tratamiento para <i>Culex</i> spp presente en contenedores tratados con Bactimos, depredadores y ambos agentes en el campo experimental del ITESM de Mayo-Agosto de 1997. ....	84
14.-Datos mezclados mostrando el número promedio de larvas de mosquitos por calada por tratamiento para <i>Anopheles pseudopunctipennis</i> presente en contenedores tratados con Bactimos, depredadores y ambos agentes en el campo experimental del ITESM de Mayo-Agosto de 1997. ....	85
15.- (Encuestas). Muestra el porcentaje de personas encuestadas que conocen la enfermedad dengue .....	86
16.- (Encuestas). Muestra el porcentaje de personas que han padecido la enfermedad dengue. ....	86
17.- (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas de los síntomas padecidos por personas que han contraído la enfermedad dengue. ....	86
18 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas acerca del modo de transmisión de la enfermedad dengue. ....	87
19 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca del mosquito como transmisor. ....	87
20.- (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca de criaderos de mosquitos .....	87
21 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca del conocimiento de maromeros como larvas de zancudos. ....	88
22 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca de los depósitos de agua utilizados. ....	88
23 (Encuestas). Muestra el porcentaje de la frecuencia con que se hace la limpieza a los depósitos. ....	88
24 (Encuestas) Porcentaje de respuestas obtenidas acerca de la presencia de maromeros en depósitos de agua. ....	89
25(Encuestas). Muestra la abundancia relativa de los métodos de eliminación de maromeros en los depósitos de agua. ....	89

26 (Encuestas). Muestra los porcentajes de las frecuencias de limpieza de los depósitos de agua. ....	89
27 (Encuestas). Muestra el porcentaje de las respuestas obtenidas acerca de la presencia de mosquitos adultos. ....	90
28 (Encuestas). Porcentaje que se obtuvo de las respuestas de la eficiencia de los métodos de control. ....	90
29 (Encuestas). Muestra el porcentaje de las razones por las que aplica el método de control. ....	90
30 (Encuestas). Muestra el porcentaje obtenido de las respuestas acerca de otras alternativas como método de control. ....	91
31(Encuestas). Muestra la aceptación de alternativas en el método de control de mosquitos por los encuestados. ....	91
32 (Encuestas). Muestra el porcentaje de algunas de las alternativas en el método de control de mosquitos mas conocidas por los encuestados ....	91
33 (Encuestas). Porcentaje de encuestados que permitirían la utilización de insectos como método de control. ....	92
34 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca de la razón por la que utilizaría insectos como método de control. ....	92
35 (Encuestas). Porcentaje de encuestados que permitirían el uso de bacterias como método de control. ....	92
36 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca de la razón por la que utilizarían bacterias como método de control. ....	93
37 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca del uso de reguladores como método de control. ....	93
38 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca de la razón por la que utilizaría reguladores como métodos de control. ....	93
39 (Encuestas). Muestra el porcentaje de preferencias de métodos de control de mosquitos, por parte de los encuestados. ....	94
40.-Modelo de Ishikawa mostrando en detalle los porcentajes principales que se presentaron durante las encuestas con relación al dengue en el área metropolitana de Monterrey N.L. ....	95





## RESUMEN

La tendencia mundial a proteger el medio ambiente continúa siendo de gran interés, es por eso que las restricciones al uso de insecticidas parecen estar incrementándose día a día. Por esa razón los programas diseñados a controlar sus plagas deben buscar alternativas a los insecticidas y emplear estrategias de control que involucren dos o mas técnicas compatibles para tratar con el problema. Actualmente el control de mosquitos esta orientado principalmente al uso de pesticidas, sin embargo en décadas pasadas la atención estuvo enfocada a la utilización de agentes biológicos; disminuyendo así el uso irracional de químicos que ocasionan contaminación y resistencia. Una opción podría ser la combinación de un bioinsecticida a base de *Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti)* que es altamente específico para mosquitos y es relativamente menos dañino al ambiente; combinado con uno o mas agentes de control biológico efectivo contra esos insectos. Tal es el caso de muchos hemípteros acuáticos y semiacuáticos que han sido reconocidos como agentes prometedores de control biológico de larvas de mosquito. Siendo sin duda alguna, los que presentan mayor potencial como los nadadores de dorso de la familia Notonectidae, cuyos géneros *Notonecta* y *Buenoa* están presentes en los cuerpos de agua del noreste de México, siendo consideradas por diversos investigadores como agentes prometedores dentro del control biológico de mosquitos. Otra alternativa, es el desarrollar cría de entomófagos acuáticos especialmente los nadadores de dorso, donde la manera de aprovechar la producción de la cría masiva de los notonéctidos, es utilizar substratos artificiales para la oviposición y su liberación en los depósitos de agua naturales y/o artificiales en su etapa de huevo; particularmente donde están presentes las larvas de mosquitos. Pruebas en pequeña escala nos ha permitido observar un rápido establecimiento, manifestándose en una disminución de las densidades larvarias de varias especies de mosquitos. Todo esto como una herramienta ecológica de control de larvas de mosquitos, que deberá tomarse en cuenta tanto para programas de control biológico así como un componente más dentro del contexto del manejo integrado de estos vectores. Entre las ventajas de la cría de éstos entomófagos acuáticos está la obtención de huevos, ninfas y adultos en cualquier época del año; reproducción es sencilla y de fácil establecimiento, adultos longevos, tolerancia al agua clorinada de uso doméstico, liberación en cualquier etapa de desarrollo y puede ser aplicada con el bioinsecticida sin problema alguno. Finalmente el aplicar herramientas administrativas de control adaptadas a programas de control de mosquitos nos aporta gráficas obtenidas de las encuestas cuyos datos reflejan resultados muy variables en porcentaje de acuerdo a Pareto; pero quizá el más sorprendente es el obtenido con un 82% de las personas encuestadas de los cuales desconocen el porque se hace el control de *Aedes aegypti*. En el diagrama de Ishikawa se observan los principales problemas que interfieren en el control de mosquitos en las áreas encuestadas. Concluimos que para obtener éxito en los programas de control de mosquitos, de acuerdo a las herramientas de control de calidad, es necesario reforzar los programas educativos Ocontra *Aedes aegypti*.



## INTRODUCCIÓN:

El desarrollo de la humanidad a través de la tecnología, ha provocado como consecuencia efectos negativos sobre la misma tal como lo es la escasez de recursos no renovables y la contaminación del ambiente entre otros.

Durante las últimas décadas, algunas de las preocupaciones públicas son las relacionadas con el riesgo potencial a la salud y el daño al medio ambiente, mismas que se han incrementado día a día como resultado del uso desmesurado de insecticidas de amplio-espectro aplicados principalmente para controlar insectos plagas y mosquitos.

Aunado a esto, muchos grupos ecologistas han demandando ambientes libres de plaguicidas, existiendo como respuesta a estas quejas y demandas, que las agencias de protección al ambiente hayan tratado de promulgar una legislación o al menos proponer la prohibición o establecimiento en el uso restringido sobre un gran número de insecticidas.

Particularmente en lo que se refiere al control de los mosquitos, el gran impacto de esta legislación ambiental para controlar a estos dípteros, es que ahora hay menos adulticidas disponibles que en otros tiempos, cuando menos en los pasados 20 años (Rathburn 1990).

También manifiesta que las compañías productoras de insecticidas y formuladoras han retirado del mercado algunos productos y formulaciones por dos razones principales: Primero el alto costo de reregistración a causa de la investigación adicional que es requerida por parte de la agencia de protección ambiental (EPA), con el propósito de determinar el impacto ambiental de esos insecticidas sobre humanos y organismos no blanco. Segundo, el incremento en el costo de producción del producto en un mercado limitado, comparado con el extensivo mercado de la agricultura.

La industria se muestra renuente para hacer las inversiones necesarias en descubrir, desarrollar y demostrar la seguridad de un nuevo insecticida debido al tiempo, riesgos y alto costo que involucra. Mientras tanto los mosquitos continúan desarrollándose y produciendo descendencia que puede llegar a ser resistente a los insecticidas aprobados recientemente.

El desarrollo de resistencia podría en un futuro no muy distante, limitar la disponibilidad de un insecticida adecuado. Por esas razones el personal operacional



dedicado al control de mosquitos principalmente en Estados Unidos, ha llegado a preocuparse por la posibilidad de que no existan químicos que aporten resultados satisfactorios a mediano plazo; Es por eso que surge la necesidad urgente de perfeccionar o establecer estrategias alternativas en el control de mosquitos.

La ciencia del control de mosquitos esta entrando a un periodo de cambio donde los factores económicos y ambientales se han combinado para cambiar el enfoque que se tenia sobre la investigación y aplicación convencional de nuevos pesticidas químicos hacia métodos mas eficientes de aplicación de los compuestos existentes.

El desarrollo de técnicas alternativas, tales como el control biológico o las que se han incrementado (recientemente) la combinación de todos los métodos disponibles dentro de un efectivo programa de manejo integrado de plagas (MIP).

El manejo integrado de plagas inicia como tal al final de los años 60's, cuando aparecen diferentes factores como lo son el desarrollo de la resistencia de los insectos hacia los productos químicos y los daños ocasionados hacia los organismos no blanco por una parte.

Por otro lado, el rápido desarrollo de la tecnología en relación con los avances en comunicación y computación aunadas a nuevos campos de investigación, sistema de análisis y modelos; han dado como resultado la necesidad de buscar nuevos métodos de control de plagas alternos a los convencionales.

Aunque la mayor parte del auge del manejo integrado de plagas proviene de los investigadores de California, la aceptación nacional en Estados Unidos como filosofía y tecnología, inicia durante el primer simposio científico en agricultura donde se discutió el manejo integrado de plagas en una conferencia en la Universidad Estatal de Carolina del Norte en los años de 1970. En esta reunión conjuntamente auspiciada por la Fundación Rockefeller NSF y USDA/CSRS, emerge una publicación sobre los conceptos del Manejo de Plagas.

Fue en esta conferencia, donde el concepto, estrategias y tácticas del MIP fue sintetizado y expresado como una filosofía y conjunto de tecnologías. Los objetivos fueron el controlar las plagas utilizando métodos que fueran económicamente remunerables, culturalmente adecuados y ambientalmente aceptables.



El control Biológico es referido generalmente al uso de organismos vivos que utiliza el hombre para controlar una plaga en particular, el cual puede ser un depredador, un parásito o una enfermedad que ataca a insectos dañinos. En cierta manera es una forma de manipulación natural para incrementar el efecto deseado.

Un programa de control biológico completo puede ir desde la selección de un insecticida que sería el menos dañino a insectos benéficos, hasta el establecimiento y liberación de insectos que ataquen a otros.

Algunas ventajas de los métodos de control biológico, es que pueden ser utilizados como una parte complementaria de programas de MIP para reducir los problemas legales, ambientales y los riesgos de salud causados por los químicos, logrando ser una alternativa económica contra algunos insecticidas.

Algunas medidas de control biológico pueden prevenir importantes daños económicos en agricultura, a diferencia de la mayoría de los insecticidas, el control biológico es en su mayoría muy específico; sin embargo no es dañino a otros insectos, animales o personas, no afecta o disturba y es menos dañino al ambiente, manteniendo con esto la calidad del agua.

Entre algunas desventajas del control biológico implica una planeación y un manejo más intensivo lo cual se necesita de mayor tiempo, mas registros, paciencia y algunas veces de educación adicional o entrenamiento.

El éxito en este tipo de programa requiere de conocimiento profundo sobre la plaga y sus depredadores. Muchos enemigos naturales son muy susceptibles a los pesticidas y el utilizarlos en el manejo integrado requiere de gran cuidado y en algunos casos es mas costoso que los insecticidas o en otro caso, el resultado utilizando este tipo de control no es tan rápido como lo obtenido empleando los químicos.

La mayoría de los enemigos naturales atacan a insectos específicos, no así lo que sucede con los insecticidas de amplio espectro, el cual matan a una amplia variedad de insectos (incluyendo organismos no blanco); aunque a veces es una ventaja también lo es desventaja.

La Organización Mundial de la Salud, menciona que el control biológico no es la solución todos los problemas de plagas, mas sin embargo puede ofrecer métodos adicionales a otras formas de combate. Reportando que quizá la falta de información



referente a la biología y hábitat del vector, sea uno de los problemas más fuertes para el desarrollo y establecimiento de programas de control biológico en mosquitos.

En otro tema, una problemática en lo que se refiere a la falta de planeación en la urbanización sobre todo en grandes urbes, es la deficiencia de servicios primarios básicos como lo es, el abastecimiento del agua potable, drenaje sanitario, pluvial y la recolección de basura.

Para el caso particular la zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México es un ejemplo palpable, dado que nuestra ciudad cuenta con zonas marginadas donde el desabasto de agua ocurre semanalmente principalmente en temporada de verano. De tal suerte que la población de esta entidad, se ve obligada a resguardar el vital líquido en diversos recipientes como lo son tanques, cubetas piletas tinacos y cisternas.

Con esta medida para almacenar agua, existe la posibilidad de que proveamos hábitats ideales para el desarrollo de mosquitos como *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Ae. triseriatus* y *Ae. Albopictus*.

Por tal motivo los sitios de oviposición y el desarrollo de mosquitos se incrementan, siendo en este periodo del año cuando se reportan e incrementan los casos de Dengue relacionados con la presencia y abundancia del vector *Ae. aegypti*.

Entre las alternativas ecológicas propuestas para el control de mosquitos vectores, existen formulaciones larvicidas de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*.

La ventaja que presentan la aplicación de éstos biopesticidas es que no tienen efectos contra otras especies de insectos acuáticos diferentes a los mosquitos, logrando que esos insectos puedan actuar en algunos casos como depredadores de larvas de los vectores; complementando de ésta forma el control de éstos insectos de importancia en Salud Pública

Por otro lado, el aprovechamiento de estos últimos agentes de control natural ha tomado una importancia relevante, dado las restricciones de productos químicos que aparecen día a día como ya se mencionó.

Entre los principales entomófagos de mosquitos están algunos depredadores tales como diversos insectos acuáticos, arañas, hidras y copépodos, siendo estos la causa de más de un 90 % de mortalidad de mosquitos en sistemas acuáticos.



Los agentes de control biológico de mosquitos varían desde los organismos presentes de forma natural como el caso de las aves, murciélagos, peces, libélulas, copépodos y larvas de mosquitos, hasta aquellos organismos introducidos artificialmente como *Bacillus thuringiensis (B.t.i.)* y *Bacillus sphaericus*.

Sin embargo no todos estos agentes de control presentes en la naturaleza, se especializan en el control de mosquitos.

Otra alternativa en el control larvario de estos dípteros, es la introducción y aportación de peces larvivoros como *Gambusia affinis* que mantienen un buen control de mosquitos en lagos, lagunas, zanjas, canales de drenaje etc. No obstante existen limitaciones al respecto sobre todo al emplearlos en recipientes pequeños, neumáticos, floreros y cacharros.

El agente biológico mas ampliamente utilizado y ambientalmente seguro es *B.t.i.*, este larvicida está comercialmente disponible desde 1978 y ha llegado a ser el producto biológico seleccionado por diversas compañías.

Las presentaciones de *B.t.i.* van desde liquido, granular, formulaciones y de liberación continua, que generalmente no desarrolla resistencia.

Más allá del uso de *B.t.i.* y *G. affinis*, cualquier esfuerzo es empleado para prevenir impactos negativos sobre los depredadores naturales de mosquitos.

Una estrategia complementaria que puede adecuarse para que un programa de control de vectores sea eficiente, sería el uso de las herramientas básicas de control de calidad.

Estas se conforman de diversos elementos, donde algunos de ellos son los diagramas de Pareto, Ishikawa, histogramas, Diagramas de dispersión, entre otros.

Tales herramientas nos permitirían conocer el estado en que se encuentra una estrategia de control de vectores, así como la detección de las fallas o sitios débiles para que puedan ser atendidos a la brevedad y de esta manera aumentar la eficiencia del mismo.

Para llevar a cabo este tipo de estrategia, es necesario elaborar encuestas para actualizar el conocimiento que tiene la población sobre mosquitos y que además son esenciales para la planificación y ejecución de cualquier programa eficaz de control.

El propósito es el prevenir enfermedades como el dengue, malaria o encefalitis, así como reducir la densidad poblacional, a un nivel que permita a las personas llevar a cabo



las actividades normales sin molestias excesivas y así aumentar la probabilidad de éxito de las campañas antivectoras e incluirlas dentro del marco de manejo integrado..

La importancia del presente trabajo, radica en evaluar diferentes estrategias de control de larvas de mosquitos de manera integrada en el que incluimos el empleo de depredadores acuáticos (entomófagos) y el establecimiento de la cría de los mismos en laboratorio, la utilización de un bioinsecticida a base de *Bacillus thuringiensis* y el implemento de algunas herramientas administrativas de control adecuadas para el control de vectores todo esto como una ayuda en el marco conceptual de un manejo integrado de dípteros culcideos de importancia médica en México.



### **HIPOTESIS:**

Es posible establecer una estrategia adecuada en el manejo integrado de larvas de mosquitos culicidos mediante la utilización en conjunto de entomófagos acuáticos con liberaciones simples y múltiples, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* y herramientas administrativas como alternativas diversas aplicadas en el control de mosquitos vectores de importancia médica.

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinación de los componentes que optimizan el manejo de mosquitos culicidos en el área metropolitana de Monterrey Nuevo León México.

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- 1.- Determinación de preferencia sobre sitios de oviposición de los depredadores acuáticos en charcas artificiales.
- 2.- Establecimiento de la cría de entomófagos acuáticos en laboratorio y elaboración de tablas de vida.
- 3.- Liberación simples y múltiples de depredadores acuáticos y su evaluación en combinación con la bacteria *Bacillus thuringiensis* en criaderos de larvas de mosquito en campo y en zona metropolitana.
- 4.- Empleo de diferentes herramientas administrativas adaptadas para el control de vectores y su aplicación a un programa de control de larvas de mosquitos en el área metropolitana de Monterrey, N.L.





## ANTECEDENTES

### Características Generales del Mosquito:

Los mosquitos son insectos pertenecientes al orden Díptera, lugar donde se incluyen a las moscas verdaderas. Como característica diferencial de estos insectos es la presencia de un par de alas, sin embargo, la diferencia de los mosquitos radica en que poseen las alas con escamas y sus partes bucales (en mosquitos hembra) presenta una proboscis larga de tipo picador-chupador.

Los machos difieren de la hembra por tener antenas plumosas y aparato bucal no adaptado para atravesar la piel humana; El néctar es su principal fuente de alimento.

Existen alrededor de 2,700 especies de mosquitos en todo el mundo, de los cuales 150 especies se encuentran en los Estados Unidos y México.

### El nombre "Mosquito"

Los españoles llamaron a los mosquitos "mosquetas" y los nativos hispanoamericanos los denominaron "Zancudos".

"Mosquito" es un nombre español o portugués el cual significa "pequeña mosca"; la palabra "Zancudo" significa "patas largas". El uso de la palabra "mosquito" es aparentemente de origen Norteamericano ya que data desde 1583.

En Europa, los mosquitos fueron llamados "gnats" por los ingleses; "les mouchérons" or "les cousins" por los escritores franceses y los alemanes utilizaron el nombre de "Stechmucken" o "Shnacke".

En países escandinavos, los mosquitos fueron llamados por una variedad de nombres incluyendo "myg" y "myyga", mientras que los griegos los llamaron "konopus".

En el año 300 antes de Cristo, Aristóteles se refirió a los mosquitos como "empis" en su "Historia Animalium", donde documentó su ciclo de vida y sus cambios metamórficos. Los escritores modernos usaron el nombre de *Culex* y este ha sido mantenido hasta hoy como el nombre de un género de mosquitos.



Cual es la forma correcta en plural de la palabra mosquito.? En español debe ser "mosquitos", pero en inglés "mosquitoes" (con la letra "e") es correcta.

Los mosquitos pueden ser una molestia y un serio problema en el hábitat y dominios del hombre. Ellos interfieren durante el trabajo y estropean horas de tiempo de descanso.

Los mosquitos atacan a los animales de granja ocasionando perdida de peso y disminución en la producción de leche.

Otros mosquitos son capaces de transmitir enfermedades tales como la malaria, fiebre amarilla, dengue, filariasis y encefalitis (Encefalitis de San Louis, Encefalitis equina del Oeste, y Este y Virus del Nilo del Oeste, entre otras) al humano y animales.

*Aedes aegypti*: (L.) Es históricamente el vector primario que causa el dengue y la fiebre amarilla a los humanos (Gubler 1989, Monath 1989 y Womack 1993).

Las zonas tropicales y subtropicales de las américas son aún áreas endémicas para esas enfermedades y ha sido objeto de intensos estudios por cerca de 50 años (Christopher 1960). *A. aegypti* (L.) esta comúnmente distribuido en el sur de Texas y en todo México.

Como parte de su ciclo de vida, el mosquito necesita suficiente agua y al emerger ocasiona severos problemas a la comunidad por la picadura provocada por este díptero.

### **Ciclo Biológico del mosquito**

Todos los mosquitos se desarrollan de huevos depositados por las hembras que previamente se han alimentado de sangre. El mosquito hembra es muy especifica en lo que respecta al lugar donde va a colocar los huevos y busca un sitio que posteriormente vaya a ser inundado para la eclosión de los mismos.

La mayoría de los mosquitos que se desarrollan alrededor de las casas, requieren de agua estancada rica en materia orgánica en descomposición. Esto no sucede para todos los mosquitos, muchas de las especies requieren de sitios con agua y lugares limpios.

Los mosquitos se desarrollan en cuatro estados distintos y separados durante su ciclo de vida : Huevo, Larva, Pupa y Adulto. Cada unos de esos estadios pueden ser fácilmente reconocidos por su diferencia particular. Fig. 2



**Huevo:** Los huevos son colocados uno por uno y ellos flotan sobre la superficie del agua. En el caso de las especies de *Culex* y *Culiseta* los huevos son colocados de forma hacinada denominada "barquilla" en número de 200 o más. Las especies de *Anopheles* y *Aedes* no colocan huevos de este manera, sino colocan los huevos separados. *Culex*, *Culiseta* y *Anopheles* colocan sus huevos sobre el agua, mientras que *Aedes* deja sus huevos sobre el suelo o áreas húmedas que pueden ser inundadas por el agua. La mayoría de los huevos eclosionan para pasar al estado de larva en un tiempo de 48 hrs. El agua es una parte necesaria del hábitat.

**Larva:** La larva vive en el agua y se desplaza a la superficie para tomar el aire. La larva muda cuatro veces, creciendo cada vez entre cada muda. La mayoría de las larvas tienen un sifón y lo colocan paralelo a la superficie del agua para obtener el oxígeno a través de la abertura del mismo. Las larvas se alimentan de los microorganismos y materia orgánica suspendida en el agua. Después de la cuarta muda, la larva cambia a pupa.

**Pupa:** El estado de pupa es prácticamente de descanso y no se alimentan. En este tiempo el mosquito se prepara para llegar a adulto. Toma cerca de dos días antes de que el adulto emerge completamente. Cuando el desarrollo se completa, la cutícula de la pupa se rompe y el mosquito emerge en forma de adulto.

**Adulto:** El adulto recién emergido descansa sobre la superficie del agua por un corto tiempo para permitirse secar y que todas las partes corporales se endurezcan.. Las alas tienen que extenderse y secarse adecuadamente antes de que pueda volar.

El estadio de huevo, larva y pupa, dependen de la temperatura y de las características de la especie para determinar cuanto tiempo demorará su desarrollo.

Por ejemplo *Culex tarsalis* en E.U., puede completar su ciclo de vida en 14 días a 21 °C y demorar solo 10 días a una temperatura de un poco más de 26°C. También algunas especies se han adaptado en lugares silvestres a completar su ciclo de vida desde 4 días hasta casi el mes.

*Ae. aegypti* demora de 4 a 10 días para completar su ciclo, aunque las larvas pueden morir a temperaturas menores a 10°C así como a temperaturas mayores a 44°C., Womack (1993).



Fig. 2 Ciclo de Vida del mosquito

#### Hábitat larval del Mosquito

Como ya se mencionó, los huevos son depositados sobre superficies húmedas; además los mosquitos hembra se han adaptado a utilizar diferentes receptáculos por lo regular artificiales como lo son botes, cacharros y recipientes diversos que puedan mantener agua de lluvia. Los neumáticos viejos de los automóviles proveen un excelente hábitat larval y un sitio para descanso del adulto.

En climas tropicales, las larvas son encontradas en las cavidades de huecos de los árboles y plantas herbáceas donde se almacena agua en forma natural.

Los huevos de *Ae. aegypti* pueden resistir desecación por más de un año. Los huevos eclosionan cuando son inundados por el agua desoxigenada.

#### Manejo Integrado de Plagas

El Manejo Integrado de Plagas MIP, es un sistema de manejo diseñado para controlar a largo plazo y no como erradicación temporal de las plagas; esto se manifiesta en numerosas definiciones dadas para el concepto de MIP, incluyendo una preparada por la agencia de protección al ambiente de USA (EPA ): El MIP es el uso coordinado de información de plagas y ambiente, con métodos de control para esas plagas con el propósito



de prevenir niveles de daño no aceptables; empleando el medio mas económico, con el menor riesgo a la gente, a las propiedades y al ambiente.

La meta del MIP es *manejar* las plagas y el ambiente así como el balance de costos, beneficios, salud publica, y calidad ambiental.

El manejo integrado de plagas (MIP), es un estrategia ecológicamente basada en el control de plagas que forma una parte del sistema de producción global en cultivos. Idealmente, incorpora todos los métodos apropiados de muchas disciplinas científicas en un aprovechamiento sistemático para minimizar el daño de la plaga.

Los elementos incluyen la identificación de la plaga, uso de umbral económico o tratamiento y un sistema para monitorear el campo y determinar si la plaga ha alcanzado el umbral.

El MIP controla las tácticas que incluyen una variedad de aprovechamientos, incluyendo el control cultural, variedad de plantas resistentes, control biológico, así como el uso de pesticidas.

Los programas de MIP exitosos han sido implementados en un gran número de cultivos debido al conocimiento que se tiene del agroecosistema, basados principalmente en años de investigación. Sin embargo, en muchas cultivos, se tienen solo varias piezas del rompecabezas, pero todavía sigue siendo la meta de un verdadero aprovechamiento integrado para el manejo de plagas que funcione y sea rentable.

A finales de 1970 y a principios de los 80's, las principales compañías en el campo del manejo de plagas revisaron sus estrategias de control para ajustarse ellos mismos con los problemas asociados con el sobre uso y mal uso de los químicos en el medio ambiente.

Un procedimiento referido como Manejo Integrado de Plagas (MIP) fue adoptado para vencer a esa problemática.

El manejo integrado de plagas es un procedimiento donde todos los métodos posibles para controlar una plaga son considerados en un esfuerzo para aportar un programa total de manejo de plagas basado sobre el mínimo y sensato uso de químicos.

Este proceso requiere de un meticuloso entendimiento de la ecología de la plaga, ej. las condiciones existentes en las cuales anima o refuerza la abundancia de las plagas. Los principales factores ecológicos incluyen condiciones climáticas (temperatura, humedad, luz), alimento, refugio o hábitat y la presencia de otros organismos.



El conocimiento de esos factores que atraen o incrementan el potencial de la actividad de las plagas en el medio ambiente, ofrecen la oportunidad de cambiar esos factores de tal manera que la ecología de las plagas ya no sea compatible con las condiciones cambiadas.

El control de plagas tradicional en el plan estructural, esta confiado casi exclusivamente en el método preventivo, basados en el calendario (mensual o trimestral), aplicación de pesticidas sin considerar si existe el problema de plaga.

Mientras que el método químico preventivo pudiera ser considerado proactivo; la aplicación de insecticidas sin información de las plagas problema es de efectividad de costos cuestionable. Por otro lado, el aplicar insecticidas solo después de que la plaga ha alcanzado niveles intolerables es igualmente inaceptable.

El MIP alterna fases reactiva y proactiva. La fase proactiva determina si actualmente la plaga es un problema.

Solo en situaciones como el área agrícola donde el campo esta regido por la presencia de la plagas, el MIP en una situación estructural que inicia con el sitio de inspección. La fase I de un programa MIP incluye la identificación de la plaga(s) y el entendimiento con relación a su biología y comportamiento: cual es su ciclo de vida?, que come? Donde tiende a encontrarse?.

Esta información es entonces aplicada para llevar a cabo la fase 2, el cual consiste en determinar el tamaño y extensión de cualquier infestación encontrando y determinando las posibles causas del problema.

Excepto por las ocasionales "plagas problemáticas o latosas" (como los milpiés o quironómidos), las plagas comúnmente encontradas en y alrededor de una estructura (plagas "peridomésticas") son atraídas al área por tres factores: agua, alimento y refugio (un sitio protegido en el cual pueden vivir y proliferarse).

Dependiendo de la plaga, las inspecciones visuales y o dispositivos de monitoreo, tales como trampas adhesivas pueden ser empleadas para determinar las densidades poblacionales de la plaga.

Con información acerca de la plaga y su distribución, En la Fase 3, la selección e implementación de la mejor táctica de manejo que puede llevarse a cabo. La selección de la estrategia de manejo para cualquier situación en particular se toma en cuenta no solo su



efectividad en desarrollar el trabajo, sino también su posible consecuencia al medio ambiente

La meta del MIP es obtener satisfactoriamente el control de plagas al mínimo costo o sin consecuencias ambientales. El control debe ser considerado en términos de estrategias y objetivos de corto y largo plazo.

El objetivo de corto plazo se refiere en la mayoría de los casos a la remoción inmediata de la actual infestación. El de largo plazo, se enfoca sobre prevenir la recurrencia del problema.

A diferencia del control de plagas tradicional, el cual se basa casi exclusivamente en los pesticidas; el MIP integra todos los métodos posibles para el control de plagas: mecánico, químico y algunas veces biológico. Esto incluye:

-Limitar el acceso de la plaga hacia el alimento, agua y sitios de guarida mediante:

- a) Almacenamiento adecuado de las provisiones de agua y alimento
- b) Instalación o reparación de barreras físicas o mecánicas para futuras entradas de plagas

-Uso de dispositivos mecánicos (Como trampas) para remover plagas

-Aplicación de pesticidas que tengan el mínimo de riesgo asociado con su uso.

Los factores para considerar incluyen la selección de:

- a) Insecticidas con baja toxicidad a las personas y mascotas

Aplicación de métodos (cebos) y la calendarización de esas aplicaciones para la eliminación potencial del sitio o el uso mínimo del insecticida así como minimizar el riesgo de exposición.

Las personas están dándose cuenta cada vez mas en lo que respecta a los efectos de los químicos sobre nuestro ambiente.

El impacto del uso de plaguicidas en agua potable y en la producción de comida, así como el impacto en casas y los paisajes se han vuelto una preocupación social importante. Muchas personas han empezado a preguntarse que si hay maneras para reducir o eliminar el uso de pesticidas en ambientes no-agricolas.

Puede implementarse el uso equilibrado de todos los métodos de control de plagas disponibles como lo ofrece el llamado MIP. La idea es simple. Todos los métodos de



control y prevención son empleados para mantener las plagas e impedir que alcancen niveles perjudiciales al hombre. Los insecticidas son empleados solo cuando se requiere.

La meta es mantener una calidad aceptable y productividad mientras se minimizan los costos y cualquier efecto adverso que los pesticidas puedan tener sobre el ambiente.

### **MIP en Áreas Municipales:**

Algunos municipios como los de Carolina del Norte, USA están creciendo muy rápido, los paisajes asociados con áreas urbanas y jardines, campos de golf y muchos pastos de las casas y jardines, tradicionalmente han sido manejados intensivamente utilizando insecticidas para el control de plagas.

Los insecticidas frecuentemente utilizados en los municipios incrementan el riesgo y la probabilidad de exposición a los productos. Por ejemplo, tomando como base una acre en E.U, la población urbana usa diez veces mas pesticidas que lo que utilizan los granjeros. Los insecticidas son frecuentemente utilizados para el control de insectos caseros y edificios públicos, incrementándose el potencial a la exposición de los insecticidas en lugares donde la gente vive, trabaja y se divierte.

La implementación de programas de MIP para el control de plagas en el municipio podría reducir la cantidad de pesticidas arrojados al medioambiente.

Los programas de MIP han sido implementados exitosamente en áreas municipales en California, Maryland y Florida. Esas comunidades han experimentado la reducción en el control químico y el mantenimiento de costos cuyo resultado se refleja en la apariencia en los paisajes de la comunidad. Sin embargo información relacionada a los métodos alternos del control de plagas en ambientes urbanos es frecuentemente difícil de encontrar.

### **Bases del MIP**

Mantener un lugar agradable promueve a tolerar niveles bajos de plagas y permite al área ser un buen hábitat para organismos benéficos que ayudan en el control de plagas. Para hacer mejor uso de los controles naturales, es importante entender la biología y ecología del ambiente.

En ecosistemas naturales, todos los organismos vivos interactúan. Las condiciones en el ecosistema también dependen del lugar, factores del suelo, condiciones climáticas, contaminación y otros factores inertes.





El aportar asistencia a través de un programa de MIP usando la menor cantidad de químicos puede requerir de mas tiempo y mano de obra . La detección temprana de las plagas, seguido por un control apropiado, puede minimizar los daños, ahorrar tiempo, esfuerzo y dinero.

Cuando las plagas y las condiciones del medio ambiente son severas, el daño ocasionado por las plagas puede exceder de los niveles tolerables.

La causa de cualquier problema que ocurra debe de ser determinado y se debe de seleccionar el método de control mas efectivo y seguro. Si el control químico es necesario, se debe de seleccionar el insecticida que sea efectivo, menos dañino y seguir las recomendaciones de la etiqueta.

Los plaguicidas deben de ser aplicados cuando la plaga es más susceptible y solo en aquellas áreas que necesitan, deben ser tratadas.

Los insecticidas deberian de ser empleados en un programa de MIP como una de tantas herramienta disponibles. Los programas de MIP ofrecen soluciones a las plagas a largo plazo reduciendo costos asociados con el control químico y reduce la cantidad de químicos que van a dar a los ambientes urbanos.

Lacey y Lacey (1990), mencionan que entre los principales elementos del control integrado de vectores en mosquitos, se debe de incluir el manejo ambiental, control químico, biológico, mecánico y cultural.

El manejo de plagas puede ser dividida en cuatro categorías: Control Cultural, Control Físico, Control Biológico, Control Químico.

### **Control Cultural**

Una parte integral de cualquier programa de manejo de plagas es atender el saneamiento e higiene debido a que son aspectos extremadamente importantes haciendo un ambiente menos atractivo para las plagas.

Los métodos tradicionales de control son la eliminación de criaderos, cacharros, llantas, empleos de aceites o tratamiento de insecticidas que pueden controlar parcialmente a los mosquitos, provocando que la labor pueda intensificarse, requiriendo aplicaciones semanales o quincenales. Sin embargo existen métodos de control alternos.

Hay evidencia de la falla en la practica de reducción de la fuente, es decir, la renuencia de las amas de casa a desechar la mayoría de los contenedores potencialmente



productores de mosquitos, lo que ha forzado a las autoridades de control de estos dípteros a buscar alternativas sostenibles para el manejo de este mosquito.

Por ejemplo en las áreas urbanas del Sureste de los Estados Unidos, gente de clase media y baja tiene grandes números de contenedores artificiales favorables como sitios para desarrollo de *Aedes aegypti* (Linn.), *Aedes albopictus* (Skuse), *Aedes triseriatus* (Say), *Culex nigripalpus* Theobald, and *Culex quinquefasciatus* Say (Focks et.al. 1981, Schreiber 1992, Shreiber et.al. 1992, Shreiber and Cuda 1994). Los adulticidas terrestres que son los que mas se utilizan, son solo parcialmente efectivos contra la actividad diurna de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*.

Para muchas especies de mosquitos urbanos, especialmente *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, la reducción de la fuente y la labor extensiva puede reducir significativamente los sitios de desarrollo potencial y subsecuentemente las poblaciones de adultos.

La reducción de la fuente, es llevada a cabo durante inspecciones residenciales por personal controladores de mosquito, o por los residentes después de haberles dado la información a veces mediante panfletos.

Para controlar ese problema en el caso de las instituciones oficiales de Salud en el Estado Nuevo León, México; mantienen un Programa de Control de Dengue, el cual incluye básicamente la aplicación de insecticidas en presentaciones comerciales de larvicidas y adulticidas (Gómez-Dantes 1991)..

La situación se torna compleja al incrementarse los recipientes con agua como los floreros, llantas, latas y cacharros con agua de lluvia principalmente en los meses de Mayo y Septiembre (Reyes-Villanueva 1990). Especialmente cuando no se toman las precauciones necesarias para cubrir estos recipientes adecuadamente (Chambers et al. 1986).

Gubler y Casta-Valez (1991), Hablan que recientemente la prevención de la epidemia del dengue y el dengue hemorrágico pueden depender de un control efectivo de mosquitos a largo plazo. Y para que sea costeable y sostenible, tal control deberá obtenerse a través de de la acción basada de la integración comunitaria.

Un ejemplo de la participación comunitaria en Puerto Rico, depende de la comunicación efectiva con el público que es diversa en términos de origen socioeconómico y etnocultural (Gubler 1989).



El mismo autor menciona que para desarrollar una participación comunitaria efectiva, el programa busca informar a la gente de Puerto Rico y las Islas Virgenes de EUA acerca del dengue hemorrágico, el daño potencial y las consecuencias de la epidemia, el hecho de que esa gran epidemia puede ser prevenida y que es su responsabilidad observar que las medidas de prevención sean efectivas.

Específicamente el mensaje que debe ser comunicado a todos los ciudadanos de esos lugares es que:

- 1) El dengue hemorrágico ahora es endémico en Puerto Rico y las Islas Virgenes
- 2) las Islas están en alto riesgo de la epidemia del dengue hemorrágico debido a las altas densidades de *Ae. aegypti* en todas las principales ciudades
- 3) La mayoría de la transmisión del dengue ocurre en y alrededor de las casas
- 4) Ese problema sucede debido a que la gente acumula basura alrededor de sus casas, de tal forma que crea sitios de criaderos de mosquitos
- 5) el dengue puede ser prevenido controlando esos hábitat larvales domésticos, pero solo la gente involucrada puede limpiar las áreas alrededor de sus casas para prevenir criaderos de mosquitos
- 6) el control debe ser un esfuerzo comunitario debido a que los mosquitos pueden volar de casa en casa
- 7) La aplicación de insecticidas es caro, es inefectivo para rutinas de control de mosquitos y en su mayoría debe ser empleado solo en situaciones de emergencia y
- 8) es responsabilidad de la gente, no del gobierno, prevenir la epidemia del dengue hemorrágico en esos lugares de EUA.

Se ha hecho un gran esfuerzo para desarrollar nuevos materiales educativos innovadores que puedan efectivamente comunicar este mensaje a un grupo de población específica. Ese esfuerzo ha sido basado sobre el conocimiento, actitud y estudios prácticos llevados a cabo por antropólogos, sociólogos y promotores de salud quienes se han unido a ese proyecto desde 1986, Gubler y Casta-valez, (1991).

Barrera et.al. (1993), sugiere en su hipótesis que la deficiencia del suministro de agua en una pequeña ciudad de Venezuela es el causante del alto empleo de recipientes para almacenar agua y por lo tanto hábitat ideal para el desarrollo del mosquito *Aedes aegypti*. Considerando que el Índice de Breteau y las casas fueron considerablemente



elevados en positividad y hubo una correlación positiva con la interrupción del suministro de agua.

Menciona además que existen dos alternativas para controlar *Ae. aegypti* en reservorios de agua domésticos: Uno emplear una forma segura de almacenar agua de tal manera que el mosquito no pueda colonizar el recipiente y dos utilizar agentes de control para matar los inmaduros en recipientes abiertos (ejemplo Insecticidas, Control Biológico, limpieza); mencionando que cualquiera de los métodos que se empleen, requerirán de la participación comunitaria y de mayor educación en salud pública.

Mazine et al. (1996), establecieron en Marília, Brasil un proyecto piloto para emplear un boletín comunitario basado en el control de *Aedes aegypti*, mencionando que el volante es una excelente forma de promover la comunicación entre los miembros de la comunidad y el personal del proyecto.

También mencionaron que mientras las personas no pudieran haber asistido a la reunión del dengue, no podrían conocer el plan a seguir. Menciona además que durante esa reunión del proyecto, el equipo obtuvo información acerca de la comunidad que fue crucial para la planeación del proyecto retroalimentado por ellos mismos hacia los hábitat larvales de *Ae. aegypti*.

Finalmente concluyen que los volantes no son el canal apropiado para transmitir información acerca del control de mosquitos y la prevención del dengue.

Brightmer y Fantato (1998), hablan en su artículo que debido al incremento de los casos de dengue para Venezuela así como de otros lugares, urge el papel de la comunidad en cuanto a su participación como un efectivo control de *Ae. aegypti* y por consecuencia los casos de Dengue.

Hacen mención en el artículo, que el principal medio para limitación del hábitat para *Ae. aegypti*, debería ser la eliminación de cuerpos de agua en el ambiente urbano.

En Caracas, la capital de este país, el problema de ha incrementado debido a la inconsistencia aportación de agua a la ciudad además de los cambios climáticos globales, lo que provoca que los residentes de esa ciudad almacenen agua provocando este problema.

Hablan de que la participación comunitaria en los programas de control de Dengue pudieran requerir de información adicional de la enfermedad, actitud y prácticas de la



población que esta en riesgo, sugiriendo de la participación de los sociólogos para llevar a cabo este programa.

Tun-Lin et al. (2000), llevaron a cabo un estudio sobre los diversos factores que afectan el desarrollo y sobrevivencia de *Aedes aegypti* en el norte de Queensland, Australia. Encontraron que en condiciones de campo en dos poblados de esa región, la duración de los estados inmaduros (larvas), varió de acuerdo a la posición del contenedor (ej. Sombreado o expuesto).

También mencionan que la disponibilidad de la fuente de alimento estuvo inversamente proporcional a la temperatura. Los resultados indicaron que los recipientes con abundante materia orgánica o aquellos que estuvieron entre las hojas o bajo los árboles, tendían a producir adultos de *Ae. aegypti* más grandes y con un desarrollo mas rápido y mejor durante la fase inmadura; lo que ocasiona por consecuencia una relación de mayor riesgo con la transmisión del dengue.

### **Control Físico**

Este aspecto de manejo integrado de plagas utiliza métodos físicos de control en el que se incluye el trapeo, sustancias impermeables y otras vías de acceso menos complejas, como las mallas mosquiteras y las trampas electrónicas.

Crans (1996), menciona que virtualmente cada año aparecen nuevos productos en el mercado que hablan de ser la respuesta para la eliminación de los molestos mosquitos.

En cada caso, generalmente la promoción se acompaña de un gran anuncio pero casi siempre sin respaldo de prueba científica.

Menciona que el publico americano ha invertido billones de dólares en dispositivos electrónicos (insectronics) repelentes y plantas que según estos mantienen alejados a los mosquitos. Los productos y promociones para el control de mosquitos son un gran negocio desafortunadamente la mayoría de estos han limitado el valor en lo que se refiere a reducir la molestia de estos zancudos.

Eldridge (1998), menciona que la protección personal y el uso de repelentes puede ser utilizado para evitar las picaduras de mosquitos, sin embargo habla de que la mejor protección es evitar los sitios donde hay altas densidades de mosquitos y principalmente evitar las horas cuando la actividad de los zancudos es alta.



Recomienda que las personas expuestas a la picadura de mosquitos pueden vestirse con pantalones y camisa de manga larga, sombrero o un sombrero con malla y si la persona prefiere también puede aplicar un repelente que contiene DEET (N,N-dietil-meta-toluamida).

Habla que existen una gran variedad de productos en el mercado de los cuales la mayoría son inefectivos entre ellos se encuentran los brazaletes que contienen repelentes aromáticos, emisores de ultrasonido, parillas eléctricas, repelentes electrónicos, plantas aromáticas, espirales de incienso, vitaminas B1 y una mezcla de levadura y ajo.

Los investigadores han visto que la mayoría de esos productos o no tienen efectos o muy pocos resultados para repeler a los mosquitos.

## **Control Biológico**

### **Control Biológico de plagas**

El control Biológico es generalmente el uso de organismos vivos que utiliza el hombre para controlar una plaga en particular, el cual puede ser un depredador, un parásito o una enfermedad que ataca a insectos dañinos.

Es una forma de manipulación natural para incrementar el efecto deseado. Un programa de control biológico completo puede ir desde la selección de un insecticida que será el menos dañino a insectos benéficos hasta el establecimiento y liberación de insectos que ataquen a otros.

### **Algunas ventajas del Control Biológico de Plagas**

Los métodos de control biológico pueden ser utilizados como una parte complementaria de programas de MIP para reducir los problemas legales, ambientales y los riesgos de salud causados por los químicos. Logrando ser una alternativa económica contra algunos insecticidas.

Algunas medidas de control biológico pueden prevenir importantes daños económicos en agricultura, a diferencia de la mayoría de los insecticidas el control



biológico es en su mayoría muy específico, sin embargo no es dañino a otros insectos, animales o personas, no afecta o disturba y es menos dañino al ambiente, manteniendo la calidad del agua.

### **Algunas desventajas del Control Biológico de Plagas**

El control biológico implica una planeación y un manejo más intensiva lo cual requiere de más tiempo, mas registros, paciencia y algunas veces mas educación o entrenamiento.

El éxito en el control biológico requiere de conocimiento profundo sobre la plaga y sus depredadores.

Muchos enemigos naturales son muy susceptibles a los pesticidas y el utilizarlos en el manejo integrado requiere de gran cuidado y en algunos casos mas costoso que los insecticidas o en otro caso, el resultado utilizando este tipo de control no es tan rápido como lo obtenido empleando los químicos.

La mayoría de los enemigos naturales atacan a insectos específicos no así lo que sucede con los insecticidas de amplio espectro, el cual matan a una amplia variedad de insectos (incluyendo organismos no blanco), aunque a veces es una ventaja también lo es desventaja.

### **Tres formas de llevar a cabo el control biológico**

El control biológico utiliza depredadores, parásitos o enfermedades para controlar plagas, existiendo tres maneras de utilizarlos.

#### **Control Biológico clásico**

(Importación) involucra el viajar al país o área de donde proviene la plaga y obtener algunos enemigos naturales que atacan y mantienen controlada la población en el lugar nativo.

Constantemente nuevas plagas llegan accidentalmente o intencionadamente y algunas veces sobreviven y cuando esto sucede, no existen sus depredadores llegando a



establecerse como plagas, sin embargo al introducir los enemigos, estos suelen reducir las poblaciones de estos insectos disminuyendo el daño que se ocasiona.

### **Aumentación**

Método en donde se utiliza el incremento de población de los enemigos naturales que atacan plagas. Esto suele efectuarse mediante la producción en masa en laboratorio así como su liberación en campo en el tiempo adecuado.

Otro método de aumentación es el criar al mejor enemigo natural que pueda atacar o encontrar su presa en una forma efectiva. La cría en masa puede ser liberada a un tiempo específico cuando la plaga es mas susceptible y los depredadores no estén presentes aún, o pueden liberarse en grandes cantidades de tal forma que muy pocas plagas queden a salvo de sus enemigos.

El método de aumentación requiere un manejo continuo del hombre y no aporta una solución permanente como la importación o la conservación.

### **Conservación:**

La conservación de los enemigos naturales es una parte importante en cualquier esfuerzo de control biológico. Involucra la identificación de cualquier factor que limite la efectividad de un enemigo natural en particular y la modificación de los mismos para ayudar a las especies benéficas.

La conservación de los enemigos naturales implica reducir los factores que interfieren con ellos o proveer recursos necesarios que los ayuden.

El control biológico de plagas ha sido utilizado por muchas décadas, basándose principalmente en organismos que se alimentan de otros, sin embargo entre uno de los mas recientes esta el del uso de la bacteria para el control de larvas de mosquitos y orugas.

Una desventaja del control biológico es que muchas veces es específico a una plaga en particular y no tiene efecto sobre especies no blanco.





## **Depredadores:**

### **Larvas de Mosquitos:**

Algunas herramientas de control biológico como el depredador de mosquitos *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar y Knab) han sido evaluados para el manejo de *Ae. Aegypti* (Rawlins et al. 1991, Tikasingh, 1992). Sin embargo han tenido el mínimo de éxito debido a la falta del depredador de encontrar y colonizar el hábitat de su presa en ambientes urbanos donde existe *Ae. Aegypti*

Yasuda y Hagimori (1998), llevaron a cabo un estudio de respuesta funcional para ver el efecto de las presas sobre el depredador *Toxorhynchites towadensis* en Tokio, Japón. Las presas empleadas para la prueba, fueron larvas de *Aedes albopictus* que fueron obtenidas de llantas y de los huecos de los árboles de bambú.

En este estudio se demostró que la densidad de presas, el estadio larval y el área de prueba donde se llevó a cabo el experimento, afectó la sobrevivencia y el desarrollo de *T. towadensis*.

Mencionan que un contenedor de poca capacidad de volumen de agua, presas de diferentes estadios y en altas densidades; es lo más adecuado para el desarrollo del depredador.

### **Copéodos:**

Recientemente, se ha probado que algunos copéodos ciclopoidos son capaces de controlar *Aedes aegypti* en recipientes peridomésticos (Marten 1990, Marten et al. 1994).

Marten et al. (1992 ) reportó que una especie, *Mesocyclops longisetus* (Thiebaud), fue capaz de reducir poblaciones de *Ae. aegypti* por mas del 99.9%.

Rawlins et al. 1997, probaron la capacidad depredadora de 15 cepas de copéodos caribeños contra larvas de mosquitos, encontrando a *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclops aspericornis* , *Mesocyclops longisetus* como los mas efectivos contra *Aedes aegypti*; pero no contra *Culex quinquefasciatus*. *M. longisetus* y *M. Aspericornis*.

Previnieron la sobrevivencia de cualquier mosquito por cerca de 25 semanas a pesar de los desafíos semanales de *Ae. aegypti*. Los copéodos toleraron dosis del insecticida temephos que es usualmente tóxico para larvas de mosquito, indicando que los copéodos pudieran ser incorporados dentro de un sistema de control integrado.



Marten et al. 1993. mencionaron que a los copépodos larvivoros (*Macrocyclops*, *Mesocyclops* y *Acanthocyclops*) se les probó la sensibilidad con larvicidas y adulticidas comúnmente empleados contra mosquitos.

Estos copépodos no fueron afectados por *Bacillus thuringiensis* (H-14 ) (*B.t.i.*) o aceites larvicidas. El control de larvas de mosquitos en campo fue acelerada por la aplicación de *B.t.i.* y los copépodos

Las pruebas de campo demostraron que la permetrina no daña a los copépodos cuando se aplicada de acuerdo a especificaciones de la etiqueta.

Aunque el experimento fue hecho contra *Aedes albopictus*, mencionan que de los productos empleados como el metopreno es compatible con los copépodos siempre y cuando no sobrepase las dosis de la etiqueta.

Sin embargo, el Temephos es altamente tóxico contra los pequeños crustáceos y es completamente incompatible. De hecho el Temephos es empleado como agente de control para ciclopidos en áreas donde es hospedero alterno de gusanos de Guinea (CDC/WHO 1989, Muller 1992).

Manrique -Saide et al. (1998) evaluaron el efecto del copépodo entomófago *Mesocyclops longisetus* sobre larvas de *Aedes aegypti* utilizando neumáticos usados de carro en condiciones seminaturales para el estado de Mérida, Yucatán México.

Durante el estudio elaboraron tablas de vida para los estados inmaduros de *Ae. aegypti* en presencia y ausencia del depredador, encontrando que *M. Longisetus* es efectivo contra inmaduros de *Ae. aegypti* bajo esas condiciones, considerando que su efectividad a largo plazo debería ser evaluada social y ecológicamente en condiciones de campo en México.

#### **Insectos acuáticos:**

La búsqueda de alternativas ecológicas para el control de mosquitos, se ha incrementado en los últimos años principalmente por las restricciones al uso de larvicidas y adulticidas que han aparecido. Por tal razón la búsqueda de depredadores efectivos para el control biológico o bien el manejo integrado de las principales especies de mosquitos importantes en salud pública, ha sido motivo de estudio.



Las características requeridas de un buen entomófago son: alta capacidad de búsqueda, especificidad por la especie blanco de control, alta tasa de reproducción y tolerancia a los cambios del ambiente.

Varias familias de insectos acuáticos han sido observadas alimentándose de los estadios inmaduros de los mosquitos, entre las más prometedoras para usarse en programas de control esta la familia Notonectidae, hemípteros que son depredadores y resultan eficaces como agentes de control biológico para mosquitos (Polhemus, 1982).

De la familia Notonectidae, destacan los géneros *Notonecta* spp y *Buenoa* spp. (Peckarsky *et al.*, 1990); Su ciclo de vida consiste en 5 estadios ninfales, las cuales son muy similares a los adultos en términos de apariencia, hábitat y comportamiento, pero son pequeñas (Williams y Felmate, 1992).

Estos hemípteros han sido considerados como los agentes de control biológico de larvas de mosquitos más prometedores García (1983), García y Des Rochers (1984).

Desde la década de los 70, existen reportes sobre de las evaluaciones de la acción depredadora de varias especies de la familia Notonectidae, como lo menciona Ellis y Borden (1970), Toth y Chew (1972), Gittelman (1974), Fox y Murdoch (1978), Chesson (1984), Miura y Takahashi (1986).

Sin embargo la aplicación práctica de estos entomófagos en el control de mosquitos, se ha visto limitado por los costos de colonización y producción en masa; así como la distribución, manejo y tiempo de liberación de ellos en el sitio adecuado Legner (1995).

A pesar de eso, han existido algunos intentos de cría masiva de estos depredadores reportando limitantes como el contenido de oxígeno disuelto en el agua, la aparición de una película superficial de hongos con mayor viscosidad en el agua, el alimento disponible y el manejo de tales entomófagos Gallsuff *et al.*(1959), Rodríguez-Castro, (Comunicación Personal).

Pérez *et al.*, (1996) determinaron la selectividad de presas de *Buenoa antigone* Kirkaldy encontrando que el depredador tuvo preferencias por larvas de *Culex pipiens* (Linn.) y en condiciones de laboratorio mostró tener una capacidad de búsqueda de 0.0353.



De Abate (1960), observó como *N. ceres ceres* Kirkaldy en campo se alimentó de una gran variedad de formas animales como *Buena* y ostrácodos; en laboratorio los alimentaron con larvas de mosquitos.

Como alternativa al control biológico usando depredadores acuáticos, numerosas especies de insectos acuáticos han sido observados depredando larvas de mosquitos; entre estos entomófagos se encuentran los Odonatos y los Coleopteros que han sido reportados como buenos agentes de biocontrol Legner (1995); sin embargo se mencionan en artículos estos los buenos atributos de algunos estudios con éxito y otros sin este.

### Combinación Depredador-Bti

Barbosa et. al. (1997), evaluaron la eficiencia individual de *B.t.i.* (Bactimos® briquets) y *Notonecta irrorata* Uhler y la combinación de los dos para controlar larvas de mosquitos en contenedores plásticos en Monterrey, México.

Las especies de mosquitos encontrados fueron *Aedes aegypti*, *Culex pipiens*, *Cx. coronator*, y *Anopheles pseudopunctipennis* resultando la estrategia combinada la mas efectiva para control de estos mosquitos.

El uso de los insecticidas químicos de amplio espectro para controlar a los vectores de enfermedades transmitidas por artrópodos, a menudo, ha resultado en el desarrollo de resistencia por los mosquitos y problemas ambientales.

Esos problemas pueden ser encubiertos con el uso de agentes de control biológico (Kirschbaum 1985). La Bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) (Goldberg and Margalith 1977, de Barjac 1978) es considerado como uno de los mejores agentes encontrados hasta ahora (De Barjac and Suteherland 1990).

Su actividad larvicida es causada por un cristal proteínico con propiedades insecticidas que es producido durante la esporulación (Whiteley and Schnepf 1986). Después de que la larva del mosquito ingiere el cristal, este se digiere en el intestino medio ayudado por el pH alcalino presente en esta zona, liberando los polipéptidos de la protoxina, los cuales son después activados por enzimas proteolíticas.

El uso de *B.t.i.* es, sin embargo, limitado por la corta persistencia de las actuales preparaciones en condiciones de campo, porque no se reproduce eficientemente (Mulla 1985, Becker et.al. 1992).



Cuando *B.t.i.* se combinó con el pez larvivoro (*Gambusia affinis*), la combinación de estos dos agentes aportó un mejor control sobre poblaciones de *Culex tarsalis* Coq. que en forma individual (WHO, 1984), dando evidencia de que *B.t.i.* puede ser utilizado en combinación con insectos y otros organismos depredadores de larvas de mosquitos como lo menciona Neri-Barbosa et.al. (1977) utilizando Bactimos briquets y el nadador de dorso *Notonecta irrorata* Uhler.

Sin embargo, *B.t.i.* es altamente tóxico hacia algunos otros miembros cuyas larvas son depredadores de larvas de mosquitos como *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Coq.) (Lacey and Dame 1982).

Afortunadamente los depredadores acuáticos de otras familias de insectos no son afectadas por *B.t.i.* (García et.al. 1980, García, Sweeney, 1986). Estos agentes deberán ser utilizados en combinación con algunas especies depredadoras para eficientizar el control de mosquitos a buen costo y una forma ambiental segura contra larvas de mosquitos, tabánidos y moscas.

#### Peces:

Asimeng y Mutinga (1993), llevaron a cabo un conteo preliminar de peces larvivoros en un sistema de irrigación de arroz en Mwea, Kenya. En ese estudio determinaron la composición de especie de fauna de peces y evaluaron su potencial para el control de mosquitos. Los géneros de peces presentes en el sitio de estudio fueron: *Tilapia*, *Oreochromis*, *Clarias*, *Barbus* y *Gambusia*.

De estos los tres primeros géneros predominaron en prácticamente todos los cuerpos de agua. Se llevaron a cabo pruebas de depredación con *Tilapia* y *Oreochromis* sobre larvas de *Aedes aegypti* de los cuales mostraron un marcado interés como parte de su dieta aún con diferentes valores de temperatura y pH.

Goodsell y Kats (1999), mencionan que el pez larvivoro *Gambusia affinis* es distribuido por muchos programas de control de mosquitos debido a su amplia tolerancia de hábitat y que es considerado por algunos como un depredador efectivo de larvas de mosquitos.

Este pez se ha establecido en los arroyos perennes de las montañas de Santa Mónica, California USA desde los últimos 10-15 años. Mas sin embargo los autores



encontraron que *G. affinis* depreda fuertemente a los renacuajos de la rana arborícola del Pacífico *Hyla regilla* aún cuando existen altas densidades poblacionales de larvas de mosquitos como presas alternas.

Hacen mención en su discusión que si el pez mosquito fuera un medio efectivo de control biológico de mosquitos, estos deberían consumir larvas de estos dípteros como consumo primario mas que de otros organismos nativos.

Sugieren que la introducción continua del pez no nativo *G. affinis* dentro de áreas sin éste pez, puede afectar la población de anfibios de las montañas de Santa Mónica.

### **Otros Crustáceos:**

Fry et al. (1994), efectuaron un estudio para utilizar al camarón renacuajo *Triops longicaudatus* como agente de control biológico de mosquitos; el trabajo consistió en coleccionar huevecillos y desarrollarlos en laboratorio a temperatura y fotoperíodo constante.

Estos fueron llevados y liberados en charcas artificiales en campo para tratar de colonizarlos y lograr su establecimiento. Los resultados demuestran que los *Triops* se establecieron hasta un 94 % del total de los estanques utilizados en el estudio.

Las larvas de mosquitos fueron *Culex tarsalis* y larvas de quironomidos. Mencionan que para que lleve a cabo un control de mosquitos adecuado, son requeridas inoculaciones repetitivas este tipo de crustáceo.

Roberts (1995) Examinó el potencial depredador de dos crustáceos omnívoros del Reino Unido, *Gammarus dueboni* y *Palaeomonetes varians* en combinación con *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti.) sobre *Aedes detritus*, encontrando que no hubo efectos adversos del bioinsecticida sobre esos crustáceos. Incluso las heces fecales de esos depredadores con contenido de la bacteria, fueron tóxicos a las larvas de mosquitos.

### **Control Natural**

El control natural es una estrategia del manejo integrado en el cual el medioambiente es perturbado lo menos posible. La confianza radica en permitir a los depredadores y parásitos que aparecen en forma natural así como las enfermedades que controlan a los insectos y acaros plaga.



El control natural trabaja la mayoría del tiempo. Algunas veces las condiciones extremas o algunos otros factores que no son obvios le permiten a las plagas escapar de los controladores naturales permitiendo con esto que se dispersen y provoquen un gran daño.

### **Derivados de Plantas:**

Latha y Ammini (2000), efectuaron bioensayos con extractos de hojas y tallo de *Curcuma raktakanda* planta nativa de la India, como larvicida potencial para el control de mosquitos. Los extractos utilizados fueron probados contra larvas del cuarto estadio de *Culex quinquefasciatus*, *Culex sitiens*, *Aedes aegypti* y *Anopheles stephensi*.

Encontraron valores de la  $LC_{90}$  de los extractos de las hojas sin procesar para las especies arriba mencionadas de 46.77, 27.45, 58.75 y 45.81 mg/l respectivamente; se obtuvieron valores relativamente menores para los extractos del tallo de *C. Raktakanda*.

Los valores de  $LC_{90}$  de la fracción biológicamente activa fue de 18.50, 12.82, 19.95 y 18.19 mg/l respectivamente. Mencionan además que el extracto fue activo después de 1 año de almacenado.

Su y Mulla (1999), llevaron a cabo bioensayos para ver la respuesta de oviposición de *Culex tarsalis* y *Culex quinquefasciatus* hacia los productos del árbol Neem, el cual contiene Azadiractina.

Los productos comerciales empleados en el bioensayo fueron Azad WP 10 y un concentrado emulsificable Azad EC 4.5; encontrando que las hembras de *Cx. tarsalis* ovipositaron más barquillas en los tratados que en los controles. La concentración mínima efectiva para este producto fue de 0.5 ppm.

Se presentó una respuesta de oviposición negativa al producto emulsificable. Concluyen que los productos del Neem utilizados como larvicidas de mosquitos pueden presentar beneficios adicionales en programas de control de mosquitos.

### **Control Químico**

El uso de químicos para el control de plagas puede ser dividido en dos categorías:

La primera categoría incluye el uso de sustancias sintéticas pero biológicamente relacionadas incluyendo hormonas y feromonas. Los productos referidos como reguladores de crecimiento pueden ser exitosamente aplicados para prevenir plagas



Los insecticidas en general caen dentro de la segunda categoría y se encuentran los insecticidas, rodenticidas y herbicidas. En tiempos recientes se le ha dado mas énfasis a la investigación en los químicos en los cuales son de baja toxicidad hacia los mamíferos, pero son aun extremadamente efectivos contra las plagas en cuestión.

Las propiedades de esos insecticidas modernos han sido modificados en un intento para hacerlos menos persistentes de tal forma que puedan ser considerados ambientalmente aceptables.

El objetivo primario del manejo integrado de plagas es minimizar cualquier efecto dañino de los insecticidas en el ambiente, y asegurar que donde sea necesario el control químico este adjunto al otro procedimiento de control

El manejo integrado de plagas requiere de los siguientes pasos para ser implementado y asegurar que el éxito en un programa de control se obtenga.

A través de inspecciones completas de las premisas, identificar las plagas y definir la extensión de la infestación, las observaciones desde la inspección pueden identificar que puede ser de salud, estructural o de incomodidad.

1. Conocimiento de la ecología de las plagas habilitando las recomendaciones que debes ser hechas en relación a los procedimientos no químicos.
2. Un conocimiento completo de legislación, el equipo y constreñimiento permitirán la propuesta apropiada de medidas de control que pueden incluir tanto medidas de control químico y no-químico.
3. Seguir las inspecciones y si es necesario, las recomendaciones para tratar de mantener un programa de control exitoso.

### **Alternativas a los químicos en el control de plagas**

El humano empezó a contender con los insectos y ácaros desde los tiempos prehistóricos. Varios tipos de sustancias y esquemas han sido tratados para el control de los insectos con una eficacia que se ha ido incrementando ( y algunas veces con incremento de riesgo a los humanos y el medioambiente.

La revolución de los pesticidas inició en los 40's con el desarrollo de los hidrocarbonos clorados y órganofosforados. Los Insecticidas han estado siendo





desarrollados de tal forma que son activos a muy bajas dosis y tienden a tener un modo de acción específico.

Debido a su eficacia y relativamente bajo costo inicial (en comparación con algunos métodos alternos de control) Los químicos órganosintéticos son ampliamente utilizados como supresores rápidos de insectos y ácaros. Estos métodos no han aportado los resultados satisfactorios y sobre todo han sido poco aceptados por la comunidad. Además de los problemas de resistencia que se desarrollan entre estos dípteros, así como las alteraciones en las cadenas tróficas de los sistemas acuáticos y el efecto sobre los organismos que cohabitan (Klowden *et al.* 1983).

La dependencia sobre los químicos se ha utilizado como una medida de control exclusiva, sin embargo ha creado que la poblaciones de plaga se hayan adaptado o desarrollado resistencia a los efectos de algunos químicos.

Aún cuando los insecticidas son efectivos en el erradicado de la mayoría de las plagas en una población, algunos individuos puede que no sean afectados por un químico en particular.

Los repetidos usos de los químicos ha tenido el mismo modo de acción permitiendo que se incremente la población de los individuos no afectados. Pasado el tiempo un pesticida el cual es utilizado repetidamente puede llegar a ser ineficiente contra la población resistente de la plaga.

Aunque los insecticidas controlan plagas no deseadas, también incrementan el rango de mortalidad de organismos deseables o enemigos naturales entre el hábitat. Esos problemas aunados a los factores ambientales y de costo han estimulado a la búsqueda de estrategias alternativas para el control de insectos y ácaros plaga.

El control de mosquitos se ha dificultado principalmente por la resistencia fisiológica de algunas especies hacia muchos insecticidas convencionales (Organización Mundial de la Salud 1992) y a la demanda pública de disminuir la aplicación de los pesticidas en el ambiente.

Son necesarios emplear los métodos y materiales de control alternos ambos efectivos contra especies de mosquitos blanco y que posean los efectos mínimos al ambiente. Un método/material de control potencial alternativo es la aplicación de derivados botánicos selectos contra especies de mosquito blanco.



La fiebre amarilla, dengue y las formas severas de dengue hemorrágico transmitidas por *Ae. aegypti* (Lin.) ha llegado a ser un importante problema de salud pública a nivel mundial.

El dengue y el dengue hemorrágico se dispersan rápido en áreas nuevas donde millones de casos aparecen cada año (Gubler 1989). 2 billones de personas están en riesgo de infección (Tabachnick 1991).

Aunque la fuente de reducción donde los mosquitos pueden desarrollarse, tales como tanques de almacenamiento de agua, cisternas y llantas usada, pueden mantener poblaciones bajas del vector, el empleo de insecticidas es a veces necesario.

El insecticida primario utilizado en Venezuela son los organofosforados, tales como el Temefos para control larval, y malation aplicado como niebla y ULV para control del adulto.

Adicionalmente los piretroides son incorporados en el programa de control. Desafortunadamente, *Ae. aegypti* ha demostrado la habilidad de desarrollar resistencia hacia una amplia variedad de insecticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides (Georghiou and Lagunes-Tejeda 1991).

Durante las últimas décadas la preocupación pública sobre el riesgo potencial a la salud y al medioambiente resultado del uso de insecticidas del amplio-espectro empleados para controlar insectos plagas, incluyendo a los mosquitos, se ha incrementado día a día.

Aunado a esto, muchos grupos ambientalistas están demandando ambientes libres de pesticidas. En respuesta a estas quejas y demandas las agencias de protección al ambiente han tratado de promulgar una legislación o proponer la prohibición o establecimiento en el uso restringido sobre un incrementado numero de insecticidas.

El gran impacto de esta legislación ambiental sobre el control de mosquitos es que hay ahora menos aduicidas disponibles que en otros tiempos durante los pasados 20 años (Rathburn 1990).

Rathburn (1990) mas delante manifiesta que las compañías productoras de insecticidas y formuladores han retirado algunos insecticidas y formulaciones por dos razones principales: Primero el alto costo de reregistración debido a la investigación adicional requerida por la agencia de protección ambiental (EPA) para determinar el impacto ambiental de esos insecticidas sobre humanos u organismos no blanco. Segundo el



incremento en el costo de producción por un mercado limitado, comparado con el extensivo mercado de la agricultura.

La industria se muestra renuente para hacer las inversiones necesarias para descubrir, desarrollar y demostrar la seguridad de un nuevo insecticida debido al tiempo, riesgos y alto costo involucrado. Mientras tanto los mosquitos continúan produciendo descendencia que puede llegar a ser resistente a los insecticidas aprobados recientemente.

El desarrollo de resistencia podría mas adelante limitar la disponibilidad del insecticida conveniente. Por esas razones el personal operacional de control de mosquitos ha llegado a preocuparse sobre la posibilidad de que no existan insecticidas satisfactorios disponibles en un futuro cercano. Entonces la necesidad de perfeccionar estrategias alternativas en el control de mosquitos puede llegar a incrementarse urgentemente.

La ciencia del control de mosquitos esta entrando a un periodo de cambio donde los factores económicos y ambientales se han combinado para cambiar el énfasis que se tenia de la investigación y aplicación convencional de nuevos pesticidas químicos hacia métodos mas eficientes de aplicación de los compuestos existentes, el desarrollo de técnicas alternativas tales como el control biológico o las que se han incrementado (recientemente) la combinación de todos los métodos disponibles dentro de un efectivo programa de manejo integrado de plagas.

Nasci et.al. (1994) utilizaron formulaciones de liberación continua de tipo larvicida y reguladores de crecimiento de las cuales fueron bactimos® pelets (*B.t.i.* como ingrediente activo), Abate® pelets (ingrediente activo Themephos) y altosid® (metopreno como ingrediente activo) para controlar larvas de *aedes albopictus* en Louisiana EUA, encontrando que el bactimos disminuyó su efectividad después de 60 días, mientras que el abate y el altosid mantuvieron el 100% del control larval por 150 días. Sugiriendo que estos dos últimos productos pueden resultar mas económicos con una sola aplicación para control de *Ae. albopictus* en recipientes.

#### **Ovitrampas:**

Zeichner y Perich (1999), llevaron a cabo unas pruebas de laboratorio para determinar la factibilidad de utilizar ovitrampas con productos químicos para *Aedes aegypti* al momento de la ovipostura.



Para llevar a cabo el experimento, los autores impregnaron tiras de terciopelo con diferentes insecticidas como Bendiocarb 76% y cuatro piretroides : Permetrina 25%, Deltametrina 4.75%, Cypermctrina 40% y Cyflutrina 20%. Los resultados obtenidos fue que encontraron la mayor mortalidad entre el 98-100% en los ultimos tres productos de los piretroides, mientras que para el Bendiocarb y la Permetrina entre el 45 y 47% respectivamente.

Mencionan que esas trampas pueden ser útiles para larvas y adultos y se están utilizando actualmente en Brasil, con el objetivo de abatir los costos de control con este tipo de implementos contra *Ae. aegypti*.

Las aplicaciones de insecticida a ultra bajo volumen (ULV ), es ahora un método establecido de control de vectores (Amstrong 1970; Mount et al. 1968, 1970).

En Malasia y otros paises del sureste de Asia, las aplicaciones con ULV y malación es de uso común en el control de vectores del dengue (Lam y Tham 1988) y es ahora el estándar de supresión de los vectores del dengue especialmente durante el rompimiento de la enfermedad transmitida por el vector.

Se sabe que el malation aplicado mediante ULV no muestra eficacia larvicida, por lo que es necesario encontrar un agente larvicida capaz de dispersarse a través de aplicación.

También esos nuevos agentes de control deben de amigables con el medio ambiente y tener impactos ambientales mínimos . Actualmente dos agentes de control de mosquitos que tienen esas características son los agentes de control microbial *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis*. (*B.t.i.*) y *Bacillus sphaericus*. Esos agentes son altamente eficaces y efectivos contra larvas de mosquitos y simulidos. A veces los métodos convencionales de aplicación mediante mochilas aspersoras son empleadas para dispersar la bacteria en áreas blanco (World Health Organization 1982). Sin embargo las limitaciones de este método de cobertura y velocidad de aplicación han reducido su efectividad.



### **Bioinsecticida:**

Un buen número de formulados están disponibles en el mercado para el control de diferentes especies de mosquitos de importancia en Salud Pública; uno de ellos es el Vectobac<sup>®</sup>, formulado en presentación granular, concentrado y flotable. Bactimos<sup>®</sup>, presentación en polvo o sólidos llamados briquetas, los cuales han sido aplicados con gran éxito en las campañas antivectoras (Romi *et al.* 1993, Wilmot *et al.* 1993, Nasci *et al.* 1994).

Lee *et al.* (1996), Evaluaron la efectividad de *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* (*B.t.i.*) aplicado por ultra bajo volumen contra larvas de mosquitos en condiciones simuladas en campo, la efectividad fue medida utilizando tres indicadores diferentes: Mortalidad larval, Enumeración de unidades formadoras de colonias y análisis del tamaño de gota.

Concluyen que el mejor flujo de salida del producto fue de 0.3 litros/minuto para controlar *Aedes aegypti*, mencionando que las aplicaciones de ULV con *B.t.i.* en un método efectivo para controlar mosquitos que se desarrollan en contenedores artificiales y que la efectividad en cuanto al área tratada y la penetración del producto, se le atribuye al tamaño de la gota asperjada.

*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* de Barjac (*B.t.i.*) es un larvicida efectivo contra mosquitos. Su alta especificidad y su nula toxicidad hacia organismos no blanco lo hacen una atractiva alternativa de los componentes químicos para control de mosquitos y es empleado en todo el mundo en programas de control de mosquitos y de simúlidos.

Sin embargo la duración de la toxicidad adecuada para el control del mosquito es un poco corta, permaneciendo de pocos días hasta 1 semana (Mulligan *et al.* 1980, Mulla 1985), necesitando aplicaciones repetitivas cuando se esta controlando la larva en hábitat acuáticos semipermanentes y permanentes.

Esta disminución en la eficiencia puede ser atribuible a la variedad de factores abióticos y bióticos incluyendo el comportamiento alimenticio y la fisiología del mosquito. (Aly *et al.* 1988, Rashad and Mulla 1989), densidad larvaria (Mulla *et al.* 1990, Becker *et al.* 1992), temperatura (Mulla *et al.* 1990, Becker *et al.* 1992), presencia de partículas suspendidas y cantidad de asentamiento de esporas (Sheeran and Fisher 1992, Yousten *et*



al. 1992), contaminación (Mulla et al. 1982, Ali et al. 1989), así como los efectos de la fauna coexistente (Blaustein and Margalit 1991).

Un factor que puede limitar la efectividad de *B.t.i.* en el campo es la efectividad del cuerpo paraesporal tóxico en la zona de alimentación de la larva del mosquito en la columna de agua.

Fry-O' Brien and Mulla (1996), llevaron a cabo bioensayos de laboratorio utilizando larvas de *Culex quinquefasciatus* evaluando el efecto del camarón renacuajo *Triops longicaudatus* y la persistencia de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*B.t.i.*) sobre la superficie de la columna de agua, se probó el tratamiento con presencia o ausencia de suelo y del camarón renacuajo para ver la persistencia de *B.t.i.* en la superficie del agua en una profundidad de 15-30 cm.

La presencia del camarón renacuajo aumento la efectividad del producto pero este efecto se disminuyo con presencia de tierra. La explicación es de que este crustáceo mantiene las partículas suspendidas que precipitan en forma natural por el efecto de sus hábitos alimenticios.

Mogi et al (1999), llevaron a cabo un estudio sobre hábitat acuáticos, mosquitos y depredadores larvivoros que colonizaron pequeñas charcas en áreas deforestadas por maquinaria pesada como proyecto para desarrollo de campos de arroz en Sulawesi Central, Indonesia. Los mosquitos dominantes fueron *Anopheles vagus*, *Culex vishnui*, *Culex tritaeniorhynchus* y *Culex gelidus*.

Entre los otros invertebrados dominantes estuvieron pequeños crustáceos, efemerópteros y quironomidos, mencionan también que los depredadores acuáticos dominantes estuvieron las ninfas de anisopteros y zygopteros, así como dytiscidos y notonectidos; reportando que para este ultimo grupo, se registro como subestimado al momento de tomar la muestras debido a la velocidad y agilidad de estos hemípteros para capturarlos .

El uso extensivo y amplio de los insecticidas sintéticos durante la mitad del siglo pasado desde el descubrimiento del DDT durante la segunda guerra mundial para el uso casero, agrícola y mascotas así como para vectores de enfermedades al humano ha causado ciertas quejas en relación a la toxicidad y el impacto ambiental de algunos de esos productos.



Algunos rasgos inherentes y patrones de uso de los insecticidas sintéticos convencionales que provocan esas quejas en lo que respecta a toxicidad a mamíferos que incluye al ganado, peces, aves y organismos benéficos; envenenamiento al humano, especialmente a países del tercer mundo.

### ***Bti* en Organismos Blanco y No Blanco**

Boisvert y Boisvert (2000), efectuaron una revisión de los resultados de 75 estudios sobre los efectos de *Bacillus thuringiensis israelensis* en organismos blanco y no blanco. Esta revisión incluyó aproximadamente 125 familias, 300 géneros y 400 especies; Mencionan que diferentes factores como lo son las especies, estadios, comportamiento alimenticio y parámetros ambientales (densidad larval, temperatura del agua, materia suspendida, etc.) pueden afectar drásticamente la eficiencia de los productos de *Bti*.

El análisis muestra que bajo diferentes condiciones de aplicación, el efecto de *Bti* sobre organismos blanco y no blanco puede ser difícil de predecir. Aunque *Bti* ha sido proclamado por ser altamente específico, algunos estudios muestran que algunos organismos no blanco son afectados por una o repetidas aplicaciones del bioinsecticida.

### **Herramientas Administrativas de Control adaptadas en programas de Control de mosquitos**

Las siete herramientas de control de calidad comprenden a: Hojas de control, Diagrama de Flujo, Histogramas, Diagrama de Control, Diagramas de Pareto, Diagramas de Causa-Efecto y Diagramas de Dispersión (Ishikawa, 1982; Walton, 1986; Gutierrez, 1995).

Estas herramientas son empleadas en metodologías particulares en las cuales implica la reducción de la variabilidad del proceso o la identificación de los problemas en el mismo. Estas herramientas deben incluir análisis, improvisación, Monitoreo, implementación y Verificación. Algunas de estas herramientas pueden implementarse en programas aplicados en Entomología Médica.

Las encuestas entomológicas son esenciales para la planeación y ejecución de cualquier programa efectivo en el control de mosquitos, desarrollado para prevenir



enfermedades tales como el dengue, malaria o encefalitis, así como reducir la densidad poblacional a niveles que permitan llevar a cabo las actividades normales de las personas molestias excesivas.

Las encuestas entomológicas y epidemiológicas incluyen puntos que permiten definir el perfil de la población, el conocimiento de la enfermedad, el vector, medidas de control y su aceptación hacia otras alternativas que pueden ser valiosas en el combate de mosquitos; la información generada en esas encuestas puede ser adaptada e interpretada por algunas herramientas de control de calidad antes mencionadas.





## MATERIAL Y MÉTODO:

### Localización del Área de Estudio:

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental del ITESM, Área metropolitana de Monterrey N.L. y el Laboratorio de Entomología y Artrópodos de la Fac. de Ciencias Biológicas, UANL.

Se determinó la preferencia de oviposición del hemíptero *Notonecta irrorata* hacia diferentes substratos artificiales de oviposición así como el nivel de profundidad como un método para obtener huevos de estos depredadores sin que sufra modificaciones en la conducta de oviposición..

El estudio fue llevado a cabo de Mayo a Diciembre de 1996 en tres estanques artificiales localizados en el campo experimental del ITESM ubicado en Apodaca, Nuevo León, México.

Las características individuales de cada estanque fueron de 8x8 m y una profundidad máxima de un metro, c/u revestido en su totalidad de concreto, con suministro continuo de agua.

Los estanques estuvieron siempre expuestos a la luz solar. Además en Laboratorio se implementaron cuatro depósitos plásticos con medidas de 1.15 x 1.15 metros de largo por ancho y de 50 Cm de alto, en donde se le agregaron un promedio de 200 litros de agua a cada uno, con el propósito de mantener a los hemípteros durante el periodo de cautiverio en laboratorio.

Como substratos artificiales para oviposición de *N. irrorata* fueron utilizados tiras de 30 cm de longitud de hilo de algodón (fibra natural procesada como cordel), ixtle (fibras de *Agave* sp.), nylon (fibra sintética) y ramas secas de árboles adyacentes que sirvieron como testigo. Cada uno de los substratos fueron sujetos a un flotador de forma cuadrada de 5 x 5 cm. de poliestireno (Hielo Seco) y una plomada para que el flotador se mantuviera en posición vertical.

Para determinar la preferencia de oviposición del notonéctido por los niveles de profundidad, las tiras de todos los substratos de 30 cm fueron divididas en tres segmentos de 10 cm cada una, registrándose el número de huevos por cada uno de las secciones.



Los substratos fueron colocados con cuatro replicas de cada uno de los tipos en los estanques artificiales. Quincenalmente, nuevos substratos fueron remplazados y los colectados fueron llevados al laboratorio para colocarlos en los depósitos con agua antes mencionados.

Los substratos fueron revisados bajo un microscopio estereoscópico en laboratorio con aumento del objetivo 4X, registrando: número de huevos totales, número de huevos por substrato y número de huevos por nivel de profundidad sin importar el tipo de substrato.

Para el análisis de los datos obtenidos se empleó un Análisis de Varianza factorial con los factores tipo de sustrato y nivel para cada fecha. Como datos complementarios se registró la temperatura, pH y conductividad del agua.

La siguiente fase, fue tratar de establecer el pie de cría de dos especies de notonéctidos *Buenoa scimitra* Bare y *Notonecta irrorata* Uhler bajo condiciones de laboratorio así como el desarrollo de tablas de vida de para al menos un depredador.

Para esto se colectaron los huevos, y así iniciar el pié de cría de los notonéctidos. Una vez obtenidas las ninfas, estas fueron alimentadas con larvas de mosquitos y quironómidos; registrándose el número de individuos (hemípteros) diariamente. Se elaboraron tablas de Mortalidad y Sobrevivencia (Andrewarta & Birch 1974), así como de Fertilidad y Fecundidad; los resultados fueron analizados mediante los modelos de Slobodkin (1962) y el modelo de Deveey (1947).

Los especímenes adultos de *B. scimitra* y *N. irrorata* fueron obtenidos de los estanques artificiales del Campo Agrícola mediante redes entomológicas y cucharones durante el mes de abril de 1996. Una vez capturados los depredadores, fueron trasladados al laboratorio y se colocaron en tambos y contenedores descritos en el punto anterior, con aproximadamente 200 litros de agua en cada recipiente a una temperatura que fluctuó entre los 14 - 22°C con un pH de 7.2-7.8. El alimento proporcionado diariamente para cada especie de hemipteros consistió en larvas de mosquitos, quironómidos y efemerópteros principalmente.

Durante el período que los depredadores se mantuvieron en laboratorio, se observó copula entre ellos; de tal forma que se procedió a colocar los substratos con el propósito de obtener huevos de los depredadores.



Cada 7 días, fueron reemplazados todos los sustratos, registrándose diariamente el número de huevos por sustratos. Estos huevos fueron colocados en peceras esféricas tipo acuario con 750 ml. de agua con el objetivo de que continuaran su desarrollo y que emergieran las ninfas de los depredadores. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron : el número de ninfas eclosionadas, el promedio de huevos por sustrato, el número de huevos por hembra y número de huevos/hembra ovipuestos.

En lo que respecta al punto de liberaciones simples y múltiples, los depredadores seleccionados para estas pruebas fueron: *Mesocyclops longisetus* Thiebaud (Copepoda: Cyclopidae), *Pantala hymenae* (Odonata: Libellulidae), *Buenoa scimitra* Bare (Hemiptera: Notonectidae), *Ranatra fusca* P. B. (Hemiptera: Nepidae) y *Laccophilus fasciatus* Aube (Coleoptera: Dytiscidae).

Cabe hacer mención que la especie de mosquito presente en los contenedores artificiales en campo fue *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae). El área donde se desarrolló la prueba en el campo del ITESM.

Se evaluó la capacidad depredadora empleando *Mesocyclops longisetus* - *Buenoa scimitra*, una segunda prueba con *Laccophilus fasciatus* - *Pantala hymenae*, la interacción de *Buenoa scimitra* - *Pantala hymenae* como tercera prueba y finalmente el ensayo con *Buenoa scimitra* - *Ranatra fusca* mediante liberaciones simples y múltiples contra larvas de mosquitos.

Los sistemas de prueba utilizados consistieron en contenedores (Barriles de plástico) de 200 litros de capacidad los cuales fueron cortados longitudinalmente y colocados en posición horizontal a los que se les agregó agua hasta su máxima capacidad.(100) litros, exponiéndose por un período de 15 días para que las especies nativas de mosquitos ovipositaran.

Posteriormente fueron liberados los depredadores en los contenedores mediante una liberación simple, una especie en cada sistema y su liberación múltiple, ambas especies en el mismo contenedor de acuerdo a las interacciones mencionadas, cada prueba con su correspondiente testigo.

Con el uso de una calador de 350mL fueron tomadas cinco muestras por contenedor; las densidades larvianas de cada sistema fueron registradas y evaluadas bajo un



análisis completamente al azar para determinar la diferencia entre los tratamientos aplicados.

En la primer prueba fueron liberados 300 copéodos y 5 notonectidos

En la segunda prueba fueron liberados 5 nayades de la libélula mas cinco juveniles de ditiscidos.

En la prueba 3 fueron liberados 5 adultos de los notonectidos y 5 nayades de la libélula

En la prueba 4 fueron liberados 5 adultos tanto de los notonectidos, como de népidos.

Posteriormente se efectuarán evaluaciones de liberaciones simples y/o múltiples de los depredadores acuáticos *Buenoa scimitra*, *Notonecta irrorata*, *Ranatra fusca* y *Mesocyclops longisetus* contra *Aedes aegypti* con sus testigos correspondientes.

Semanalmente se llevó a cabo la toma de las muestras de los diferentes depósitos para registrar la densidad larvaria para cada tratamiento; los datos obtenidos fueron analizados mediante un Diseño experimental de Bloques al Azar.

El estudio fue llevado a cabo de Mayo-Agosto 1997. Se emplearon ocho contenedores plásticos, los cuales fueron llenados con 90 litros de agua y se mantuvieron expuestos durante 15 días antes de los tratamientos para que ocurriera oviposición natural de poblaciones de mosquitos. Los contenedores fueron colocados horizontalmente en áreas sombreadas rodeados por la vegetación del área con una temperatura de 20-39°C y un pH 7.5-8.1.

Los agentes de control utilizados fueron Bactimos briquetas (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 10% IA), adultos de *L. fasciatus* colectados de las lagunas artificiales del mismo campo, y la oviposición natural, crecimiento y establecimiento de náyades de *Archilestes californica* que ocurrieron durante el estudio.

Se empleó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos; en donde a 2 contenedores se les agregó el equivalente de una briqueta por cada 9.29 m<sup>2</sup> por recipiente. En el segundo contenedor se agregó la bacteria mas 5 adultos ditiscidos, el tercer tratamiento se le agregó 5 adultos de ditiscido y al ultimo no se le agregó nada sirviendo como control.



La oviposición natural de *A. californica* apareció en los contenedores reemplazando la actividad del ditiscido porque este escarabajo solo fue liberado una sola vez sin sustitución, mientras que en el control los depredadores fueron removidos.

La densidad poblacional de larvas fue tomada semanalmente mediante 10 muestreos para cada tratamiento utilizando un cucharón entomológico, las larvas de mosquitos fueron identificados mediante las claves de Darsie y Ward (1981).

Se registró el número de mosquitos colectados para cada especie. Se utilizó un análisis de varianza para determinar diferencias entre los tratamientos en las densidades larvales (Zar, 1974).

Los tres tratamientos y el testigo fueron evaluados bajo un diseño de bloques al azar; el primero de ellos fue Bactimos® Briquets (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) aplicando a la dosis comercial; el segundo fue la liberación de cinco depredadores acuáticos.

En el año de 1994 se emplearon adultos del notonéctido *Notonecta irrorata* y durante el año de 1997, fueron adultos de *Laccophilus fasciatus* mas la colonización natural de *Archilestes californica*.

Posteriormente en la zona urbana fueron liberadas cinco ninfas de *N. irrorata* por contenedor; el tercer tratamiento consistió en la aplicación conjunta de Bactimos® más los cinco depredadores acuáticos mencionados anteriormente, y por último el testigo. Cabe hacer mención que los tratamientos fueron reaplicados de acuerdo al desarrollo de la evaluación, tomando como criterio la presencia de cinco larvas por calada.

Por último se adaptaron herramientas administrativas de control a programas encaminados al control de mosquitos empleando básicamente el Diagrama de Ishikawa, también conocido como Causa-Efecto cuyo propósito para el caso en particular, es expresar en forma gráfica el conjunto de factores o fallas causales que intervienen en programas de control de mosquitos como una estrategia empleada para el combate de estos dípteros.

Para llevar a cabo este diagrama, se realizaron encuestas dirigidas, cuyo objetivo fue la obtención de datos sobre el conocimiento que tienen las personas acerca de la enfermedad del dengue, del vector, forma de control; así como la opinión sobre las alternativas ecológicas de combate en diferentes colonias de la zona metropolitana de Monterrey N. L.



## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Substratos artificiales de oviposición

Durante los ocho meses del estudio, fueron detectados dos picos máximos de oviposturas para *Notonecta irrorata*, estos ocurrieron a finales de Primavera y principios de Verano; fechas en que son reportados para estas temporadas la presencia y desarrollo de ninfas.

En los estanques del campo experimental, se detectó la presencia de vegetación acuática sumergida, correspondiendo a *Chara* sp. como la planta dominante. La temperatura osciló entre 20 a 39 °C y un pH dentro de un rango de 7.5 a 8.1, tales estanques estuvieron siempre expuestos a la luz solar.

Los substratos obtenidos y transportados al laboratorio fueron revisados bajo el microscopio encontrando lo siguiente:

En la Fig.3, podemos observar que el primer pico de oviposturas aparece con una producción de 117 huevos para el 22 de Mayo, una segunda oviposición ocurrió el día 26 de Junio con un total de 125 huevos; no obstante observaciones de la cría de este entomófago en laboratorio demuestran que las hembras pueden ovipositar la mayor parte de año, siendo una condición determinante para la producción de huevos la disponibilidad de alimento (Rodríguez-Castro, Observaciones Personales).

Según los datos obtenidos con el número de huevos ovipositados por *N. Irrorata*, en los cuatro tipos de substratos utilizados durante este experimento, encontramos diferencia significativa en cuanto a la preferencia de substratos Ver tabla 1

El nadador de dorso mostró una preferencia por el substrato de hilo ixtle sobre los tres restantes (algodón, nylon y madera) colocando la mayor cantidad de huevos en éste con una F de 14.957,  $P=0.000$ ). Tabla 2

En la Fig.4 se aprecia el número de oviposturas por substrato, reportando para el substrato ixtle 310 oviposturas, seguido del tipo nylon con 61 huevos, en tercer lugar lo obtuvo la rama con un registro de 31 y finalmente el substrato de algodón con 6 huevos.

Consideramos que la textura del substrato es un factor determinante para que las hembras puedan seleccionarlo debido a que en forma natural estos hemípteros los depositan en tejido vegetal. Se decidió utilizar como substrato al ixtle por ser una fibra obtenida del



*Agave* sp. conocido comúnmente como lechuguilla. Este representa lo mas cercano al sitio natural de oviposición.

Al analizar el número de oviposturas por nivel de profundidad encontramos que existe diferencia estadística Tabla 2.

En la Fig. 5 se puede apreciar numéricamente la cantidad de huevos para cada nivel, donde en el primer nivel fueron registrados 49 huevos, el 2 con 145 y por último el nivel 3 con 214 oviposturas. Apreciamos que a mayor profundidad se incrementó el número de oviposturas.

Los factores que probablemente intervinieron para que las hembras no ovipositaran en el nivel 1, fueron quizá la cantidad de luz a las que estuvieron expuestas, lo que ocasionó que los entomófagos seleccionaran sitios seguros para ovipositar siendo éstos los niveles de mayor profundidad.

Con respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, podríamos considerar el emplear substratos artificiales para la obtención de huevos de enemigos naturales. Tal es el caso del notonectido y a su vez trasladarlos a sitios donde las poblaciones de larvas de mosquito sean abundantes y utilizarlos dentro de un Programa de Control Biológico de larvas de mosquitos de importancia en Salud Pública.

Con esta estrategia de control, fácilmente se pueden remover los substratos con los huevos de estos depredadores, liberándolos en los criaderos y con esto evitar el exceso de manipulación y estrés de los mismos. Esto permitiría su futuro establecimiento como lo hemos observado, considerando además las aplicaciones de larvicidas y disminuyendo los costos de las campaña de control de vectores.

Una vez que determinamos que el substrato de ixtle fue el que tuvo mayor aceptación para oviposición por los depredadores acuáticos, se procedió a utilizarlos para implementar la cría de dos especies de notonéctidos *Buena scimitra* Bare y *Notonecta irrorata* Uhler bajo condiciones de laboratorio donde se obtuvo lo siguiente:

#### *Notonecta irrorata*

Un total de 84 substratos fueron utilizados durante el estudio para *Notonecta irrorata*, las hembras prefirieron ovipositar en las fibras del ixtle, concordando con las



evaluaciones que se efectuaron en campo ; los huevos fueron ovipuestos en las fibras del ixtle y presentaron forma elongada,

Estos presentaron una coloración amarillo-pálida a crema y al ser observados en el microscopio estereoscópico (4X), se pudo apreciar que la superficie era rugosa y con una longitud aproximada de 1.5 mm aproximadamente.

El desarrollo embrionario se completó en un periodo de 12 a 13 días, la clave para considerar esta etapa completa fue la presencia de dos pequeñas manchas rojas, las cuales corresponden a los ojos compuestos de las ninfas de primer estadio que están próximas a emerger.

Estudios posteriores realizados en el laboratorio nos mostraron un alto porcentaje de eclosión una vez que fueron aislados aquellos huevos que presentaban dichas características.

La eclosión de las ninfas de primer estadio se caracterizó porque en el corion del huevo de este notonéctido presentaba una ligera tapa o ruptura circular a manera de un opérculo, pero no completamente definido como otros insectos superiores.

Cuando las ninfas eclosionaron, fue necesario aislarlas y colocarlas en peceras individualmente, debido a que existía ataque entre ellas aun cuando tuvieran suficiente alimento. El tamaño de las presas fue proporcional al tamaño de las ninfas, sin embargo estos entomófagos presentaron una gran voracidad ya que las ninfas de segundo estadio podían consumir larvas de tercer estadio y atacar a las de cuarto.

Un total de 1,799 huevos fueron ovipuestos por 27 hembras de *Notonecta irrorata*, los cuales estuvieron distribuidos a lo largo del periodo de estudio a pesar de que en la literatura se reporta que existen dos picos de reproducción.

En la presente investigación logramos apreciar cuatro picos, el primero de ellos el 18 de Junio de 1997 con 266 huevos, el segundo pico fue en 23 de Julio de 1997 con 214, el tercero el 11 de Noviembre de 1997 con 187 y el cuarto se manifestó un pico de 143 huevos el 11 de Noviembre de 1996. Fig. 6

En relación al nivel de profundidad en los substratos, se aprecia en la que mayor atracción para las oviposturas fue el nivel medio, con un total de 690 huevos los que las hembras de *N. irrorata* dejaron en ese nivel; seguido por el nivel inferior con 584 y finalmente el nivel superior con 525 huevos. Fig. 7





En estos datos, concuerda el número máximo de eclosiones con los picos máximos de producción de huevos, de acuerdo a la Fig. 6, donde el pico del 11 de noviembre, 21 de marzo y 18 de junio están muy cercanos al 100 % de eclosión, existiendo una diferencia en el pico del 23 de julio.

En términos numéricos se obtuvo un promedio de 21.93 huevos por substrato, 962 ninfas eclosionadas que representa un 53.47 %, el promedio de huevos por hembra fue de 66.62 y 0.39 de huevos por hembra al día durante los 173 días en que se llevo a cabo el estudio. Tabla 3.

### ***Buenoa scimitra***

Para *B. scimitra* se utilizaron un total de 131 substratos durante el estudio. Las hembras ovipositaron en la superficie inferior del cuadro de polipropileno insertando los huevos. a diferencia de *N. irrorata* que los colocaron sobre las fibras de ixtle. Morfológicamente tuvieron forma elongada muy similar a los de la otra especie, de color amarillo y cerca de 1 mm. de longitud; al ser observados en el microscopio estereoscópico (4X), no se observó la superficie rugosa.

En *B. scimitra* el desarrollo embrionario tuvo una duración promedio de 10 a 12 días, un poco menor al tiempo que requirió el otro notonéctido; los huevos presentaron igual que para la primera especie, las típicas manchas rojas referentes a los ojos compuestos.

Durante la eclosión fue posible observar como las contracciones del abdomen ayudaban a romper el corion mediante una línea de fragilidad longitudinal al huevo.

Un total de 5,398 huevos fueron ovipuestos por 42 hembras de *Buenoa scimitra*, también estuvieron distribuidos a lo largo del período de estudio a pesar de que en la literatura se reporta que existen dos picos de reproducción, en el presente estudio logramos apreciar tres, el primero de ellos en orden de magnitud el 23 de julio de 1997 con 762 huevos, el segundo pico fue el 11 de junio de 1997 con 515 y el tercero el 2 de mayo de 1997 con 493. Fig. 8

Se obtuvo un promedio de 41.20 huevos por substrato, 4,256 ninfas eclosionadas que representa un 78.84 %, el promedio de huevos por hembra fue de 128.52 y 0.4888 de huevos por hembra al día durante los 263 días en que se llevo a cabo el estudio. Tabla 4, Fig. 10.



Los porcentajes de eclosión son muy similares con la cantidad de oviposturas, básicamente en la segunda parte del estudio, las líneas que forman la gráfica son casi idénticas tanto para el número de huevos como el número de oviposturas Fig. 9

A diferencia de lo reportado en la literatura por Polhemmus (1984), Merrit y Cummins (1996), quienes mencionan que los notonéctidos tienen dos periodos de reproducción, los cuales ocurren particularmente a fines de primavera y principio de verano; en el presente estudio se logró apreciar que las oviposturas ocurrieron en todo el año, estas más que nada dependen de la disposición de alimento, entre más alimento consuman mayor es la cantidad de huevos que colocan.

En insectos acuáticos existe un complejo set de elementos que interactúan a favor de permitir la eclosión de los juveniles de los huevos ovipuestos; entre estos un factor que influyó en la eclosión de las ninfas de los notonéctidos fue la adición de agua de un cultivo de protozoarios, que según Edgerly y Marvier (1992), concluyeron que la presencia de estos invertebrados influyen en el intercambio gaseosos de los embriones y el medio ambiente, estudios realizados con huevecillos del mosquito *Aedes triseriatus* determinaron este efecto.

Los factores que han sido mencionados como limitantes en el desarrollo de las crías de estos insectos, tales como concentración de oxígeno disuelto en el agua y la formación de una película de hongos en la superficie; el primero de ellos, así como es reportado no es una limitante real ya que los notonéctidos nadan a la superficie del agua para realizar la respiración, de ahí que no sea determinante; el segundo bien es resuelto con cambios continuos de agua directamente de la llave, lo que reduce los costos de la cría, ya que de esa manera no hay necesidad de tener una infraestructura costosa.

Otro logro de esta investigación que se observó, si no estadísticamente, si de una manera operacional y práctica que los nadadores de dorso con los que se trabajó en este estudio toleraron el agua clorada obtenida directamente de las tomas de agua, que en términos de la cría significa que se alarga el tiempo de aparición de la película de hongos en la superficie y en términos de control biológico de larvas de mosquitos, que estos depredadores acuáticos pueden ser liberados en aquellos depósitos de agua de uso doméstico, tal y como ocurre en Malasia, donde la gente introduce peces, una tradición originada en China y usada para el control de *Aedes aegypti*, Legner (1995).



Finalmente, podemos concluir de acuerdo a las condiciones en que se llevo a cabo este estudio, es posible implementar la cria de las especies de notonéctidos *Buenoa scimitra* Bare y *Notonecta irrorata* Uhler (Hemiptera: Notonectidae), bajo condiciones de laboratorio; las limitantes que han sido consideradas de la producción masiva no interfirieron en el desarrollo.

#### Tablas de vida para *Buenoa scimitra*

Un total de 16 adultos de *B. scimitra*; 9 hembras y 7 machos, fueron colectados en los estanques artificiales del Campo Experimental del I. T. E. S. M

El período que comprendió el experimento fue de cinco meses, tiempo que se mantuvo vivo el cohorte.

#### Tablas de Mortalidad y Sobrevivencia:

La esperanza de vida máxima (ex) obtenida para el depredador *Buenoa scimitra* de acuerdo con el modelo de Slobodkin (1962) fue de 68.83 días y una edad pivotal de 12 días  
Tabla 5

Mientras que el análisis de acuerdo al modelo de Krebs (1985) se obtuvo una esperanza de vida de 68 dias Con una edad pivotal de 12 dias.Tabla 6

Los cohortes obtenidos al inicio del estudio de los depredadores acuáticos vivieron mas que los teóricos esperados con 143 días para *B. scimitra*.

#### Tablas de Fertilidad y Fecundidad:

Los parámetros del ciclo biológico obtenido para *B. scimitra* de acuerdo al modelo de Andrewartha y Birch (1974) fue de una Tasa neta reproductiva ( $R_0$ ) de 107.18 Huevos /hembra. Tabla 7

Una capacidad de crecimiento ( $R_c$ ) de 0.10563 y una Tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) de 0.10558.

Un tiempo de generación ( $T_g$ ) de 44.25 por huevo (Tabla 7)



En el caso de las ninfas existe una gran mortalidad antes de llegar al cuarto estadio, entre algunas de las posibles causas que provocan mortalidad en ninfas, evitando que lleguen al estado adulto tenemos el:

- a) Estrés por manipuleo.
- b) Necesidad de un substrato adecuado para llevar a cabo el proceso de muda
- c) Alimento inadecuado para el tamaño de las ninfas.

Podemos considerar que el mejorar las técnicas de la reproducción masiva de éstos depredadores acuáticos se puede obtener una supervivencia adecuada en las ninfas y adultos.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el uso de las Tablas de Fertilidad y Fecundidad, se obtuvo información para completar el set de elementos necesarios y de esta manera proponer al nadador de dorso *Buenoa scimitra*, como un buen agente de biocontrol y así pueda ser empleado como alternativa mas en el combate de larvas de mosquito.

En lo que respecta a la eficiencia de una presentación sólida de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* llamada Bactimos® y los insectos acuáticos depredadores *Archilestes californica* MacLachlan (Odonata: Lestidae), el nadador de dorso *Notonecta irrorata* Uhler (Hemiptera: Notonectidae), *Laccophilus fasciatus* Aube (Coleoptera: Dytiscidae) en condiciones suburbanas y urbanas del área Metropolitana de Monterrey, N. L. Obtuvimos los siguientes resultados:

El estudio se llevo a cabo en diferentes periodos de los años de 1995 y 1997 en el área suburbana y urbana de Monterrey, Nuevo León

Las especies de mosquitos presentes en la zona suburbana fueron *Aedes aegypti*, *Culex pipiens*, *Culex coronator* y *Anopheles pseudopunctipennis*, las densidades larvarias obtenidas para 1995 son mostradas en la Tabla 8; mientras que para 1997 están escritas en la Tabla 9

Por otro lado, en la zona urbana de Monterrey solo fueron colectadas las primeras dos especies y que corresponden a las densidades larvarias de la Tabla 10.

Usando la densidad larvaria total para los datos de 1994, la eficiencia obtenida con la aplicación del Bactimos fue muy buena, por 42 días postratamiento. Las densidades



larvarias promediaron 3.7 larvas por calada comparada con 11.4 para el testigo y solamente fue aplicado *Bti* una vez mas, aunque solo fue por precaución ya que la densidad registrada fue muy cercana a 5 larvas por calada.

La combinación de la bacteria y *N. irrorata* en este estudio mostró densidades larvarias muy bajas resultando el mejor de los tratamientos aplicados, mientras que el control dado por *N. irrorata* como única alternativa brindo buenos resultados y solo en una ocasión fue rebasado el umbral. Finalmente en el testigo fue registradas las mayores densidades, encontrándose diferencia entre los tratamientos y esta ultima provocada por el testigo Tabla 11.

En el estudio realizado en 1997 en la zona suburbana de Monterrey, con excepción de la acción conjunta, es decir cuando fue aplicada la bacteria mas la liberación del ditiscido, todos los tratamientos registraron densidades larvarias bajas, este caso se debió a que durante la prueba adultos del *A. californica* ovipositaron en los depósitos de agua y durante el desarrollo de las náyades de este odonato, las larvas de mosquitos fueron parte esencial de su dieta. Estadísticamente no existió diferencia entre los tratamientos Tabla 11.

La tercera prueba se llevo a cabo en la zona urbana de Monterrey, consistió en la aplicación de los tratamientos antes mencionados, donde el depredador fueron ninfas de primer estadio del notonéctido *N. irrorata*; las especies de mosquitos presentes en estos muestreos fueron *Ae. aegypti* y *Cx. pipiens*, al observar las densidades larvarias en la Tabla 10, podemos apreciar que los tratamientos con bajas densidades larvarias fueron donde se aplico el Bactimos® y la acción conjunta; por otro lado los de mayor densidad fueron el testigo y donde se liberaron únicamente los depredadores, estadísticamente existió diferencia entre los tratamientos Tabla 11.

Cabe hacer mención que bajo las condiciones en que se llevo a cabo este estudio, las altas densidades larvarias obtenidas en los muestreos donde fue aplicado el control biológico mediante los depredadores se debió a las condiciones de manejo del recurso agua, ya que los habitantes hicieron uso de ella de acuerdo a sus necesidades, al igual que las actividades de limpieza y llenado, no existiendo un periodo o Calendarización para estas tareas. Este continuo movimiento del agua provoco una confusión en los depredadores por lo cual su efectividad de ataque se vio afectada y consecuentemente se manifestaran los muestreos con altas densidades.



Finalmente, de acuerdo a las condiciones en que se llevaron a cabo estas pruebas, podemos concluir que tanto el control microbial mediante la aplicación de formulados de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Bactimos® Briquets y el método biológico son dos buenas alternativas ecológicas para el control de mosquitos; el modo de uso operacional, ya sea de forma individual o en conjunto, estará de acuerdo a las características propias de manejo de los depósitos artificiales de agua que sirven como criaderos de mosquitos

En una segunda evaluación se utilizó la capacidad depredadora de *Mesocyclops longisetus* - *Buenoa scimitra*, una segunda prueba con *Laccophilus fasciatus* - *Pantala hymenae*, la interacción de *Buenoa scimitra* - *Pantala hymenae* como tercera prueba y finalmente el ensayo con *Buenoa scimitra* - *Pantala hymanae* mediante liberaciones simples y múltiples.

Los depredadores empleados fueron *Mesocyclops longisetus* Thiebaud (Copepoda: Cyclopidae), *Pantala hymenae* (Odonata: Libellulidae), *Buenoa scimitra* Bare (Hemiptera: Notonectidae), *Ranatra fusca* P. B. (Hemiptera: Nepidae), *Laccophilus fasciatus* Aube (Coleoptera: Dytiscidae); cabe hacer mención que la especie de mosquito presente en los contenedores artificiales fue *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae).

El área donde se desarrolló el presente estudio fue el Campo Experimental Agrícola del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Los sistemas de prueba utilizados fueron contenedores de plástico de 200L cortados longitudinalmente y colocados en posición horizontal a los que se les agregó agua hasta su máxima capacidad, exponiéndose por un período de 15 días para que las especies nativas de mosquitos ovipositaran. Posteriormente fueron liberados los depredadores en los contenedores mediante una liberación simple, una especie en cada sistema y su liberación múltiple, ambas especies en el mismo contenedor de acuerdo a las interacciones mencionadas, cada prueba con su correspondiente testigo.

Con el uso de una calador de 350mL fueron tomadas cinco muestras por contenedor; las densidades larvianas de cada sistema fueron registradas y evaluadas bajo un análisis completamente al azar para determinar la diferencia entre los tratamientos aplicados.

En la primer prueba fueron liberados 300 copéodos y 5 notonectidos; hay diferencia significativa entre los tratamientos. La liberación simple de *Buenoa scimitra*



mantuvo una densidad larvaria por debajo de las cinco larvas por calada al igual que la liberación múltiple con *Mesocyclops longisetus* y *Buenoa scimitra*

En la segunda prueba fueron liberados 5 nayades tanto de la libélula como de ditiscidos; no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Las densidades larvarias fueron muy bajas para los tratamientos presentándose un máximo de 2.5 larvas por calada, esto debido a que durante los meses en que se desarrollo esta prueba hubo un descenso en la temperatura lo cual impacto en el desarrollo de los mosquitos.

En la prueba 3 fueron liberados 5 adultos de los notonectidos y 5 nayades de la libélula; no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. *B. scimitra* mantuvo una densidad larvaria por debajo del umbral económico considerado, es apartir del quinto muestreo cuando la densidad larvaria se incrementa, lo cual creemos debido a que el depredador entra en etapa reproductiva. La liberación simple de *P. hymenae* mantuvo la densidad larvaria por debajo de las 5 larvas por calada hasta el cuarto muestreo, creemos que es a partir de aquí que comienzan los cambios metamórficos del odonato, se recomienda en caso de querer utilizarse como alternativa de biocontrol practicar liberaciones continuas. En la liberación múltiple se incrementa la densidad larvaria por una interferencia mutua entre los depredadores. Tabla 12.

En la prueba 4 fueron liberados 5 adultos tanto de los notonectidos, como de nepidos; no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos. Tanto liberaciones simples como testigo presentan bajas densidades larvarias, creemos debido a que los sistemas no contaban con las condiciones optimas para la oviposición. La densidad larvaria se incrementó en la liberación múltiple debido a la interferencia mutua.

La mejor liberación simple fue *Buenoa scimitra* la cual puede ser considerada como una estrategia preventiva a mediano y largo plazo; la mejor liberación múltiple fue la interacción con *B. scimitra* y *Me. longisetus* la cuales pueden ser consideradas como una estrategia para una regulación a corto plazo Tabla 12. El fenómeno de interferencia mutua entre los depredadores se presenta en las liberaciones múltiples, este puede desaparecer si el sistema a tratar es debidamente caracterizado además de escoger adecuadamente a los agentes de biocontrol.

El estudio fue llevado a cabo en el campo experimental del ITESM localizado cerca del aeropuerto Internacional de Monterrey de Mayo-Agosto 1997. 8 contenedores plásticos



fueron llenados con 90 litros de agua y expuestos durante 15 días antes de los tratamientos para que ocurriera oviposición natural de poblaciones de mosquitos. Los contenedores fueron colocados horizontalmente en áreas sombreadas rodeados por zacate con una temperatura de 20-39 C y un pH 7.5-8.1.

Los agentes de control utilizados fueron Bactimos briquetas (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 10% IA), adultos de *L. fasciatus* colectados de las lagunas artificiales del mismo campo, y oviposición natural, crecimiento y establecimiento de náyades de *Archilestes californica* que ocurrieron durante el estudio.

Un diseño al azar de 4 tratamientos se utilizó. En donde 2 contenedores se les agregó el equivalente de una briqueta por cada 9.29 m<sup>2</sup> por contenedor. En el segundo contenedor se agregó la bacteria mas 5 adultos de los ditiscidos, el tercer tratamiento se le agregó 5 adultos de ditiscido y al ultimo no se le agregó nada sirviendo como control. La oviposición natural de *A. californica* apareció en los contenedores reemplazando la actividad del ditiscido porque este escarabajo solo fue liberado una sola vez sin sustitución, mientras que en el control los depredadores fueron removidos.

La densidad poblacional de larvas fue tomada semanalmente mediante 10 muestreos para cada tratamiento utilizando un cucharón entomológico, las larvas de mosquitos fueron identificados mediante las claves de Darsie y Ward (1981).

Se registró el número de mosquitos colectados para cada especie. Se utilizó un análisis de varianza para determinar diferencias entre los tratamientos en las densidades larvales (Zar, 1974).

Las especies de mosquitos colectados fueron *Culex pipiens* Linn., *Cx. coronator* Dyar y Knab y *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald. Los datos de muestreo fueron analizados de acuerdo al siguiente esquema: los datos de las tres especies de mosquitos fueron agrupados como *Cx. Pipiens* y *Cx. Coronator* en el grupo *Culex* spp y *An. pseudopunctipennis* individualmente.

De acuerdo a este arreglo encontramos que Bactimos resultó bastante eficaz. A 28 días del postratamiento las densidades larvales en el tratamiento Bactimos promediaron 6.1





El control con *L. fasciatus* no fue tan bueno como Bactimos, debido a que gradualmente disminuyó la densidad larvaria, hasta que los escarabajos murieron, repentinamente aparecieron náyades de *A. californica* alimentándose de larvas de mosquitos hasta el día 70 del postratamiento.

La combinación de la bacteria y los depredadores acuáticos aportan un buen control, reportándose en algunos muestreos densidades larvales altas, pero nunca como en los controles, hubo diferencia significativa de las densidades larvales cuando los diferentes tratamientos fueron comparados con el control.

Finalmente de acuerdo a las condiciones en que se llevó el experimento podemos concluir que el mejor tratamiento correspondió a la bacteria y la combinación con los depredadores cuando se comparó contra el grupo larvas de *Culex* spp., mientras que para las larvas de *Anopheles pseudopunctipennis* no existió diferencia significativa, Tabla 12.

#### Herramientas administrativas de control

Una vez obtenidos los mejores sustratos de oviposición, la cría de los entomófagos, tablas de vida y la selección del mejor candidato depredador de larvas de mosquito, se procedió integrarlo como alternativas de control en la zona metropolitana.

Primeramente se llevaron a cabo encuestas para la obtención de datos sobre el conocimiento de las personas acerca de la enfermedad del dengue, en diferentes colonias de la zona metropolitana de Monterrey N. L.

Estas encuestas estuvieron dirigidas para determinar el grado del conocimiento del dengue, del vector, forma de control; así como la opinión o conocimiento sobre las alternativas ecológicas de combate, con resultados muy variables como sigue:

Como respuesta a la enfermedad Dengue el 94 % de la población contestó positivo al conocimiento de la enfermedad, solo el 6 % desconoce de que malestar se está hablando. Del total de personas que conocen la enfermedad el 88 % de ellos no la ha padecido y solo el 12 % se ha contagiado.



## Encuestas

Se realizaron encuestas para obtener información del conocimiento que tienen las personas acerca de la enfermedad dengue ; se obtuvieron los siguientes resultados:

Al cuestionar a las personas, si es que conocían la enfermedad dengue, el 6% de los encuestados contestó no conocer la enfermedad, mientras que el 94% respondió que sí.

Fig. 15

Al cuestionar a las personas si han padecido la enfermedad dengue, se obtuvieron los siguientes resultados: el 88% de los encuestados nunca ha tenido esta enfermedad y sólo el 12% contestó si haberla padecido. Fig. 16

Algunos de los síntomas mencionados que presentaron las personas que han padecido la enfermedad fueron los siguientes: Dolor en articulaciones con 39% y temperatura con 38% son los más representativos al tener mayor número de menciones, le siguen otros síntomas con el 11% de respuestas; por último diarrea y ronchas con el 6% respectivamente.

Las respuestas del modo de transmisión de la enfermedad dengue fueron las siguientes: la mas representativa con el 88% de las contestaciones fue piquetes de zancudo, le sigue alimentos con el 8% , de persona a persona con 3% y por ultimo agua con el 1%.

Las respuestas obtenidas acerca del mosquito como transmisor el 92% de los encuestados contestaron afirmativamente y solo el 8% contestó que no.

Las respuestas obtenidas acerca de los criaderos de los mosquitos fueron las siguientes: el 71% respondió que en el agua, el 15% dijo que en la basura, el 11% no sabía y sólo el 3% mencionó que en las plantas.

Al cuestionar a las personas si sabían que de los maromeros nacen zancudos, los resultados fueron los siguientes: el 57% contestó que sí sabía y el 43% que no

Las respuestas obtenidas acerca de los depósitos de agua que utilizan los encuestados fueron: tinaco con 38% siendo este el mas utilizado, le siguen los tambos con el 18%, ningún deposito utilizado contesto el 12%, la pileta con 11%, otros depósitos utilizados con el 10%, la cisterna con el 9%, la cubeta con 2% .

Al cuestionar a los encuestados acerca de la frecuencia con que hacen limpieza a sus depósitos de agua las respuestas fueron las siguientes: semestralmente y nunca, obtuvieron



el mismo porcentaje de 34%, el 15% fue para semanalmente, el 13% contestó que mensualmente y solo el 2% para quincenal y diario respectivamente

Al cuestionárseles acerca de la presencia de maromeros en sus depósitos de agua: el 51% contestó *no*, mientras que el 49% respondió *afirmativamente*

Los métodos que utilizan los encuestados para eliminar los maromeros de sus depósitos de agua fueron los siguientes: Tirar el agua del depósito, el 68%; utilización de cloro, el 11%; no hace nada, también obtuvo un 11%; manualmente, el 6% y uso de insecticidas sólo el 4%.

La frecuencia con que son lavados los depósitos de agua, según los encuestados, son los siguientes: el 88% respondió que “semanalmente” realizaba esta actividad y tanto para la respuesta “anualmente”, como para “cada que hay presencia de maromeros” se obtuvo el 6% respectivamente.

A pesar de la utilización de algunos métodos de limpieza, el porcentaje de encuestados que respondió aun haber visto mosquitos adultos en sus hogares fue de 68%.

Al cuestionárseles acerca de la eficiencia de sus métodos de control el 72% de los encuestados cree que si es efectivo; mientras que el otro 28% responde que no

Las razones por las que los encuestados utilizan estos métodos de control fueron las siguientes: el 82% responde que no sabe; el 13% dice que lo recomienda la S.S.A. y el 5% contesta que lo utiliza por que es el mas común.

El 76% de los encuestados piensa que si hay otras alternativas para eliminar maromeros de sus depósitos de agua, mientras que el 24% responde que no.

La mayoría de los encuestados, el 91%, responde que si aplicaría otras alternativas para métodos de control de los mosquitos; y solo el 9% no lo aplicaría.

Algunas alternativas que conocen los encuestados, para el método de control son las siguientes: el 40% responde que no conoce ninguno, el 27% menciona a los insecticidas; el 12%, las feromonas; el 9%, los repelentes; el 6%, el control biológico y químicos respectivamente.

Al cuestionárseles si permitirían la liberación de insectos en sus depósitos de agua como método de control de mosquitos, se obtuvo un 72% para si y el 28% restante contestó que no.



Al cuestionárseles el porque permitirían la liberación de insectos como método de control el 51% responde que porque lo considera bueno; el 42%, no sabe y solo el 7% piensa que es malo.

Para el uso de bacterias como método de control de mosquitos, el 61% de los encuestados contestó que si permitiría su uso, mientras que el 39% restante respondió negativamente.

El 53% de los encuestados utilizaría bacterias como método de control porque lo considera bueno; el 28% no sabe, y el 19% piensa que es malo.

El porcentaje de encuestados dispuestos a utilizar reguladores como método de control es de 62%, mientras que el 38% responde negativamente.

El 48% de los encuestados considera que el uso de reguladores es bueno, el 29% piensa que es malo y el 23% no sabe.

Las preferencias que mostraron los encuestados al preguntárseles que método de control permitiría que se utilizara en sus hogares, fueron los siguientes: el 30% contestó que bacterias, el 29% eligió a los depredadores, el 22% optó por los reguladores, el 7% utilizaría las tres opciones, el 6% solo emplearía depredadores y bacterias como método de control y el 6% restante de los encuestados mostró rechazo por cualquier opción.

Algunos de los síntomas mencionados que presentaron las personas que han padecido la enfermedad fueron los siguientes: Dolor de coyunturas con 39% y temperatura con 38% son los más representativos al tener mayor número de menciones, le siguen otros síntomas con el 11% de respuestas; por último diarrea y ronchas con el 6% respectivamente. Fig 17

Las respuestas del modo de transmisión de la enfermedad dengue fueron las siguientes: la mas representativa con el 88% de las contestaciones fue piquetes de zancudo, le sigue alimentos con el 8% , de persona a persona con 3% y por ultimo agua con el 1%. Fig. 18

Las respuestas obtenidas acerca del mosquito como transmisor el 92% de los encuestados contestaron afirmativamente y solo el 8% contestó que no. Fig. 19



Las respuestas obtenidas acerca de los criaderos de los mosquitos fueron las siguientes: el 71% respondió que en el agua, el 15% dijo que en la basura, el 11% no sabía y sólo el 3% mencionó que en las plantas. Fig. 20

Al cuestionar a las personas si sabían que de los maromeros nacen zancudos, los resultados fueron los siguientes: el 57% contestó que sí sabía y el 43% que no. Fig. 21

Las respuestas obtenidas acerca de los depósitos de agua que utilizan los encuestados fueron: tinaco con 38% siendo este el mas utilizado, le siguen los tambos con el 18%, ningún deposito utilizado contesto el 12%, la pileta con 11%, otros depósitos utilizados con el 10%, la cisterna con el 9%, la cubeta con 2% .Fig. 22

Al cuestionar a los encuestados acerca de la frecuencia con que hacen limpieza a sus depósitos de agua las respuestas fueron las siguientes: semestralmente y nunca, obtuvieron el mismo porcentaje de 34%, el 15% fue para semanalmente, el 13% contesto que mensualmente y solo el 2% para quincenal y diario respectivamente. Fig. 23

Al cuestionárseles acerca de la presencia de maromeros en sus depósitos de agua: el 51% contestó no, mientras que el 49% respondió afirmativamente. Fig. 24

Los métodos que utilizan los encuestados para eliminar los maromeros de sus depósitos de agua fueron los siguientes: Tirar el agua del depósito, el 68%; utilización de cloro, el 11%; no hace nada, también obtuvo un 11%; manualmente, el 6% y uso de insecticidas sólo el 4%.Fig. 25

La frecuencia con que son lavados los depósitos de agua, según los encuestados, son los siguientes: el 88% respondió que "semanalmente" realizaba esta actividad y tanto para la respuesta "anualmente" , como para "cada que hay presencia de maromeros" se obtuvo el 6% respectivamente. Fig. 26

A pesar de la utilización de algunos métodos de limpieza, el porcentaje de encuestados que respondió aun haber visto mosquitos adultos en sus hogares fue de 68%. Fig. 27

Al cuestionárseles acerca de la eficiencia de sus métodos de control el 72% de los encuestados cree que si es efectivo; mientras que el otro 28% responde que no .Fig. 28

Las razones por las que los encuestados utilizan estos métodos de control fueron las siguientes: el 82% responde que no sabe; el 13% dice que lo recomienda la S.S.A. y el 5% contesta que lo utiliza por que es el mas común. Fig. 29



El 76% de los encuestados piensa que si hay otras alternativas para eliminar maromeros de sus depósitos de agua, mientras que el 24% responde que no. Fig. 30

Los mayoría de los encuestados, el 91%, responde que si aplicaría otras alternativas para métodos de control de los mosquitos; y solo el 9% no lo aplicaría. Fig. 31

Algunas alternativas que conocen los encuestados, para el método de control son las siguientes: el 40% responde que no conoce ninguno, el 27% menciona a los insecticidas; el 12%, las feromonas; el 9%, los repelentes; el 6%, el control biológico y químicos respectivamente. Fig. 32

Al cuestionárseles si permitirían la liberación de insectos en sus depósitos de agua como método de control de mosquitos, se obtuvo un 72% para si y el 28% restante contesto que no. Fig. 33

Al cuestionarseles el porque permitirían la liberación de insectos como método de control el 51% responde que porque lo considera bueno; el 42%, no sabe y solo el 7% piensa que es malo. Fig. 34

Para el uso de bacterias como método de control de mosquitos, el 61% de los encuestados contestó que si permitiría su uso, mientras que el 39% restante respondió negativamente. Fig. 35

El 53% de los encuestados utilizaría bacterias como método de control porque lo considera bueno; el 28% no sabe, y el 19% piensa que es malo. Fig. 36

El porcentaje de encuestados dispuestos a utilizar reguladores como método de control es de 62%, mientras que el 38% responde negativamente. Fig. 37

El 48% de los encuestados considera que el uso de reguladores es bueno, el 29% piensa que es malo y el 23% no sabe. Fig. 38

Las preferencias que mostraron los encuestados al preguntárseles que método de control permitiría que se utilizara en sus hogares, fueron los siguientes: el 30% contestó que bacterias, el 29% eligió a los depredadores, el 22% optó por los reguladores, el 7% utilizaría las tres opciones, el 6% solo emplearía depredadores y bacterias como método de control y el 6% restante de los encuestados mostró rechazo por cualquier opción. Fig. 39

Mediante encuestas llevadas a cabo en los diferentes puntos del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México; los resultados fueron muy variables para cada uno de los puntos de acuerdo a los datos obtenidos. Según el diagrama de Pareto, lo más relevante fue



en lo referente al método de control, donde el 82% de las personas cuestionadas desconocen el porque aplican este método químico recomendado por la SSA.

De acuerdo a Ishikawa, entre los principales problemas que afectan al programa de control de mosquitos son expuestos en detalle mediante el diagrama con diferentes porcentajes Fig. 40 .



## CONCLUSIONES:

-El nadador de dorso *Notonecta irrorata* mostró una marcada preferencia para ovipositar sobre el sustrato de hilo ixtle colocando la mayor cantidad de huevos de acuerdo a los datos de laboratorio y campo.

-El encontrar un sustrato adecuado nos permitió iniciar la cría de notonéctidos encontrando algunas ventajas para desarrollarlos en laboratorio como lo es: obtención de huevecillos en cualquier época del año, adultos longevos, reproducción sencilla y fácil de establecer, tolerancia de los huevos, ninfas y adultos al agua clorinada de uso doméstico y la posibilidad de liberarlos en las diferentes etapas de desarrollo para controlar larvas de mosquitos.

- Sin embargo existen ciertas desventajas como lo es: alta mortalidad en los primeros estadios, discontinuidad en el ciclo de vida, oviposición aislada, ciclo de vida largo, estrés al manipuleo y canibalismo (en *N. irrorata*) e infertilidad. A pesar de eso es posible implementar la cría de *B. scimitra* y *N. irrorata* en condiciones de laboratorio.

-Las causas que ocasionan la mortalidad de los notonectidos en estado ninfa son el estrés por la manipulación, tipo de sustrato, alimento inadecuado y el mejorar las técnicas de reproducción masiva optimiza la sobrevivencia.

-La esperanza de vida máxima obtenida para *B. scimitra* fue de 68.83.días El estado adulto del depredador a diferencia de sus estadios inmaduros no presentan estrés al manipuleo, lo cual les confiere una ventaja en el manejo y traslado de un área a otra.

-De acuerdo a los resultados de los ensayos, la combinación del bioinsecticida *B.t.i.* y el depredador *N. irrorata* resulta ser la mejor opción para el control de larvas de mosquitos.

-De acuerdo a las condiciones en que se llevaron a cabo estas pruebas, podemos concluir que tanto el control microbial mediante la aplicación de formulados de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Bactimos® Briquets y el uso de depredadores, son dos buenas alternativas ecológicas para el control de mosquitos.

-El modo de uso operacional, ya sea de forma individual o en conjunto, estará de acuerdo a las características propias de manejo de los depósitos artificiales de agua que sirven como criaderos de mosquitos





-El utilizar encuestas dirigidas para utilizar el diagrama de Pareto nos proporcionó resultados muy variables en la población con respecto al conocimiento de la enfermedad del dengue ya que el 82% de las personas encuestadas desconocen el porque se hace el control de *Aedes aegypti*. Además el Diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto nos indica los principales problemas que interfirieron en el control de mosquitos en las áreas encuestadas.

-Finalmente podemos concluir que el utilizar las diferentes estrategias de control biológico y control microbial además de las herramientas administrativas adaptados a los programas de control de mosquitos podrían reforzar el combate de estos vectores.



Tabla.-1. Análisis de Varianza Factorial del número medio de huevos ovipuestos por *N. irrorata* para los diferentes substratos artificiales y los diferentes niveles empleados en el campo Experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey durante el periodo Enero-Diciembre 1996.

FECHAS	SUBSTRATO	NIVEL	INTERACCIÓN Substrato/ Nivel
1	77.789 **	35.924 **	20.164 **
2	27.000 **	9.000 *	9.000 **
3	21.449 **	11.532 **	9.422 **
4	26.718 **	3.415 *	2.826 *
5	43.200 **	35.550 **	15.750 **
6	0.000	0.000	0.000
7	1.000 N.S.	1.000 N.S.	1.000 N.S.
8	4.000 *	4.667 *	2.000 N.S.
9	0.000	0.000	0.000
10	3.377 *	1.528 N.S.	6.208 **
11	1.462 N.S.	1.615 N.S.	1.000 N.S.
12	1.571 N.S.	3.857 *	1.571 N.S.
13	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000
16	2.000 N.S.	0.500 N.S.	0.500 N.S.

\* Diferencia Significativa ( $p < 0.05$ )

\*\* Diferencia Altamente Significativa ( $p < 0.01$ )

N.S. No Significativa



Tabla 2. Estadística Descriptiva, Análisis de Varianza y comparación Múltiple de medias de Tukey para el Número promedio de huevos ovipositados por *Notonecta irrorata* en los diferentes substratos en el Campo Agrícola Experimental del ITESM

Fecha	F	P	SUBSTRATOS *			
			1	2	3	4
1	14.957	0.000	0.008±0.290 a	8.170±6.530 b	1.750±1.600 a	0.420±0.670 a
2	11	0.000	0.000±0.000 a	0.000±0.000 a	0.000±0.000 a	0.500±0.520 b
3	8.164	0.000	0.170±0.390 a	6.330±6.880 b	0.750±1.060 a	2.020±4.230 a
4	19.662	0.000	0.008±0.290 a	8.500±5.850 b	1.580±1.930 a	0.330±0.650 a
5	9.429	0.000	0.000±0.000 a	1.500±1.380 b	0.500±0.800 a	0.000±0.000 a
6			0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
7	1	0.402	0.000±0.000 a	0.000±0.000 a	0.008±0.290 a	0.000±0.000 a
8	3.070	0.370	0.000±0.000 a	0.420±0.510 a	0.250±0.620 a	0.000±0.000 a
9			0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
10	1.948	0.136	0.000±0.000 a	0.750±0.870 a	0.580±1.000 a	0.420±0.900 a
11	1.422	0.249	0.000±0.000 a	0.008±0.290 a	0.250±0.450 a	0.008±0.290 a
12	1.301	0.286	0.000±0.000 a	0.008±0.290 a	0.250±0.450 a	0.008±0.290 a
13			0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
14			0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
15			0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
16	2.200	0.101	0.000±0.000 a	0.000±0.000 a	0.170±0.390 a	0.000±0.000 a

\*En cada hilera, los números seguidos por las mismas letras no son diferentes significativamente



Tabla 3. Resultados sobre cría masiva de *Notonecta irrorata* bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997

Adultos	54	27 Hembras 27 Machos
Substratos	82	
Oviposturas	1,799	
Eclosiones	962	53.47 %
Promedio de huevecillos por substrato	21.93	
Promedio de huevecillos por hembra	66.62	
Promedio de huevecillos por hembra al día	0.3851	



Tabla 4. Resultados sobre cría masiva de *Buena scimitra* bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997

Adultos	83	42 Hembras 41 Machos
Substratos	131	
Oviposturas	5,398	
Eclosiones	4,256	78.84 %
Promedio de huevecillos por substrato	41.20	
Promedio de huevecillos por hembra	128.52	
Promedio de huevecillos por hembra al día	0.4888	



Tabla 5. Resultados de la Esperanza de vida máxima para el depredador de acuerdo al modelo Slobodkin (1962).

Especie	Ex(días)	Edad Pivotal (días)
<i>Buenoa scimitra</i>	68.83	12

Tabla 6. Resultados de la Esperanza de vida máxima para el depredador de acuerdo al modelo de Krebs (1985)

Especie	Ex(días)	Edad Pivotal (días)
<i>Buenoa scimitra</i>	68.00	12

Tabla7. Parámetros del ciclo de vida de *Buenoa scimitra* de acuerdo al modelo de Andrewartha y Birch. (1974)

Parámetros	Huevos
Tiempo de Generación (Tg)	44.25
Tasa neta reproductiva (Ro)	107.18
Tasa Intrínseca de crecimiento (rm)	0.10558
Capacidad de crecimiento (Rc)	0.10563
( $\lambda$ ) Tasa finita de crecimiento	1.111



Tabla 8 Promedio de larvas por calada para cuatro especies de mosquitos presentes en depósitos artificiales tratados con *Bti*, notonéctidos y ambos agentes en el Campo Agrícola Experimental del ITESM de Septiembre a Diciembre de 1995.

DIAS POSTAPLICACION	Testigo	BACTIMOS®	<i>Notonecta Irrorata</i>	Integrado
7	4.2	0.8	3.9	3.4
14	2.7	0.6	0.0	0.5
21	7.3	0.3	0.3	4.9
28	2.5	0.0	0.1	1.6
35	2.2	0.4	0.0	1.8
42	11.4	3.7	0.0	5.8
49	5.4	0.2	0.0	0.9
56	9.4	1.4	0.0	0.1
63	12.5	0.2	0.0	0.1
70	15.6	17.2	0.0	2.1

Tabla 9. Promedio de larvas por calada para tres especies de mosquitos presentes en depósitos artificiales tratados con *Bti*, depredadores y ambos agentes en el Campo Agrícola Experimental del ITESM de Mayo a Agosto de 1997.

DIAS POSTAPLICACION	Testigo	BACTIMOS®	Depredadores	Integrado
7	6.9	0.0	14.2	12.5
14	0.2	0.5	5.8	0.9
21	1.6	0.0	5.9	1.3
28	6.1	2.1	5.7	12.9
35	3.6	1.1	1.6	0.75
42	2.0	6.4	1.1	0.4
49	4.0	0.0	1.0	2.9
56	2.2	0.2	1.4	11.2
63	8.2	0.0	5.7	7.2
70	13.2	0.0	10.2	6.5



Tabla 10. Promedio de larvas por calada para dos especies de mosquitos presentes en depósitos artificiales tratados con *Bti*, notonéctidos y ambos agentes en la zona Metropolitana de Monterrey, N. L de Septiembre a Diciembre de 1997.

DIAS POSTAPLICACION	Testigo	BACTIMOS®	<i>Notonecta Irrorata</i>	Integrado
7	2.4	0.0	3	0.6
14	2.1	0.5	6.3	3.7
21	2.4	0.0	4.2	8
28	2.6	2.1	3.5	4.9
35	13.2	1.1	51.2	0.0
42	9.2	6.4	30.8	0.0
49	11.7	0.0	35.3	0.0
56	5	0.2	3.2	0.0
63	2.8	0.0	3.4	0.0
70	7.2	0.0	28.8	0.0





Tabla 11. Estadística descriptiva para las evaluaciones de la bacteria *B.t.i.* Depredadores y la combinación de ambos efectuadas en el área suburbana y urbana durante el período 1995-1997

<i>Bti-Notonecta-integrado-95</i>		MEDIA	DESV. ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
CONTROL		7.320	4.720	1.492
BACTIMOS		2.480	5.284	1.671
DEPREDADORES		0.430	1.223	0.386
INTEGRADO		2.120	1.987	0.628
<i>Bti-Depredadores-integrado 97</i>		MEDIA	DESV. ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
CONTROL		4.800	3.891	1.230
BACTIMOS		1.030	2.007	0.634
DEPREDADORES		5.260	4.335	1.371
INTEGRADO		5.655	5.099	1.612
<i>Bti-Notonecta-integrado 97</i>		MEDIA	DESV. ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
CONTROL		5.860	4.213	1.332
BACTIMOS		1.030	2.007	0.634
DEPREDADORES		16.970	17.845	5.643
INTEGRADO		1.720	2.837	0.897



Tabla 12. Estadística descriptiva para las evaluaciones de la bacteria *B.t.i.* Depredadores y la combinación de ambos efectuadas en el área suburbana y urbana durante el período 1995-1997

Todos géneros		MEDIA	DESV. ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
CONTROL		18.544	11.979	3.788
BACTIMOS		4.000	3.937	1.245
DEPREDADORES		5.08	3.942	1.246
INTEGRADO		5.655	5.099	1.612
<i>Culex</i>		MEDIA	DESV. ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
CONTROL		19.39	10.713	3.387
BACTIMOS		3.510	3.269	1.033
DEPREDADORES		3.870	3.733	1.180
INTEGRADO		4.470	4.350	1.375
<i>Anopheles</i>		MEDIA	DESV. ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
CONTROL		0.190	0.172	0.006
BACTIMOS		1.520	1.210	0.382
DEPREDADORES		1.210	0.615	0.194
INTEGRADO		1.620	1.403	0.443

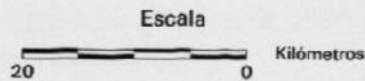


Imagen de satélite Landsat-TM  
del 9 de abril de 1993.  
Composición R=4, V=5, A=3



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.



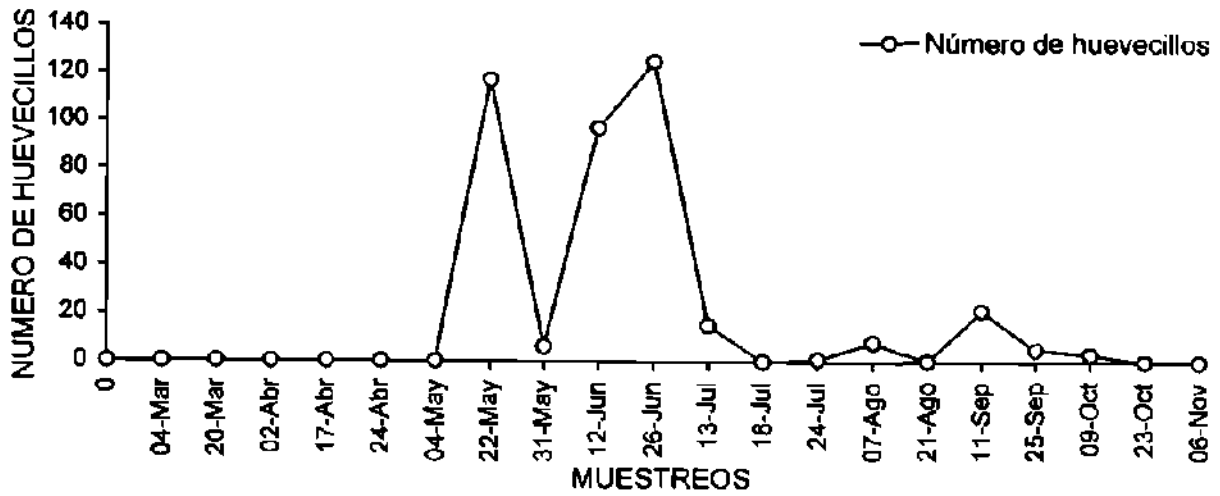


Fig. 3. Fluctuación del total de oviposiciones de *Notonecta irrorata* durante el período de Marzo a Noviembre de 1996 en estanques del Campo Agrícola Experimental de ITESM., Apodaca, N. L.

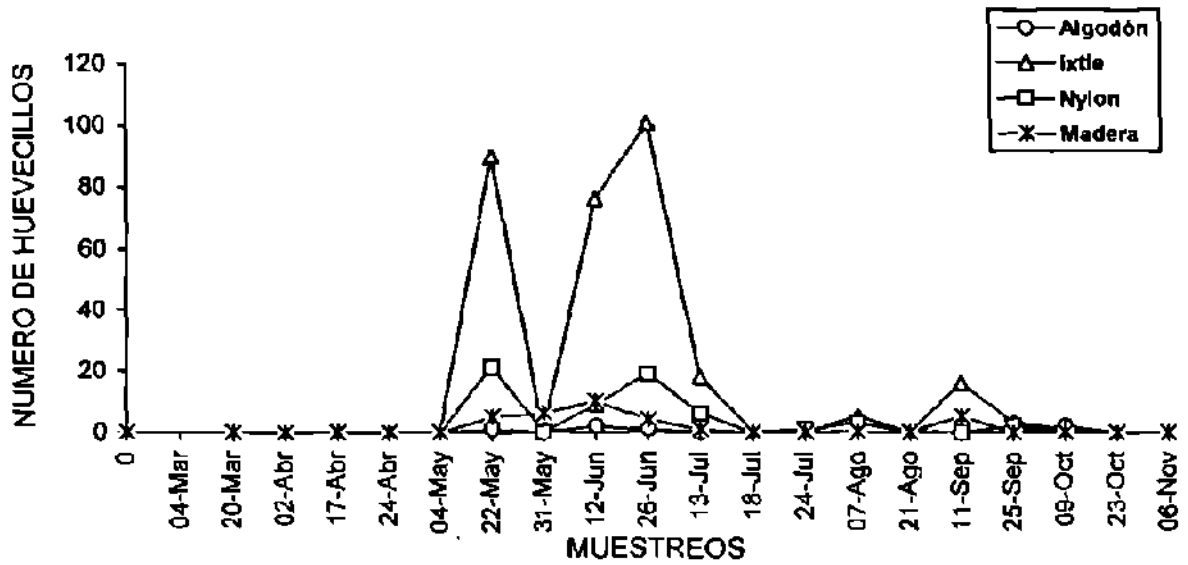


Fig. 4. Preferencia de sustratos artificiales para oviposición de *Notonecta irrorata* durante el periodo de Marzo a Noviembre de 1996 en estanques del Campo Agrícola Experimental de ITESM., Apodaca, N. L.

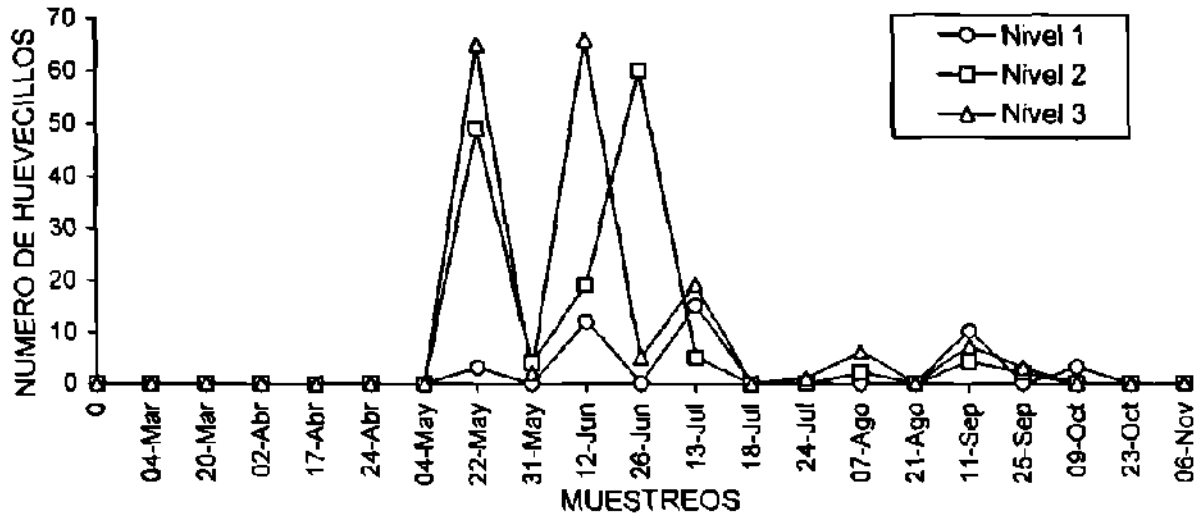


Fig. 5. Preferencia de oviposición por niveles en todos los tipos de sustratos artificiales para *Notonecta irrorata* durante el periodo de Marzo a Noviembre de 1996 en estanques del Campo Agrícola Experimental de ITESM., Apodaca, N. L.

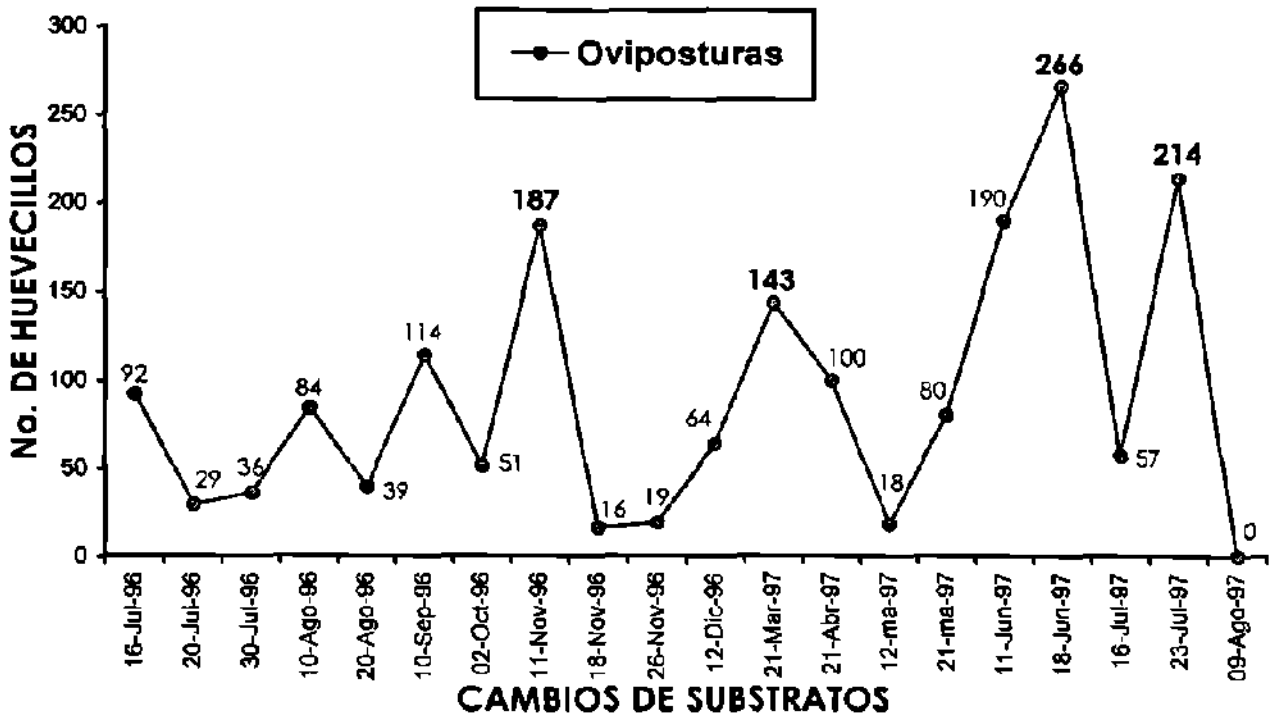


Fig. 6. Oviposiciones de *Notonecta irrorata* Uhler en substratos artificiales bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997.

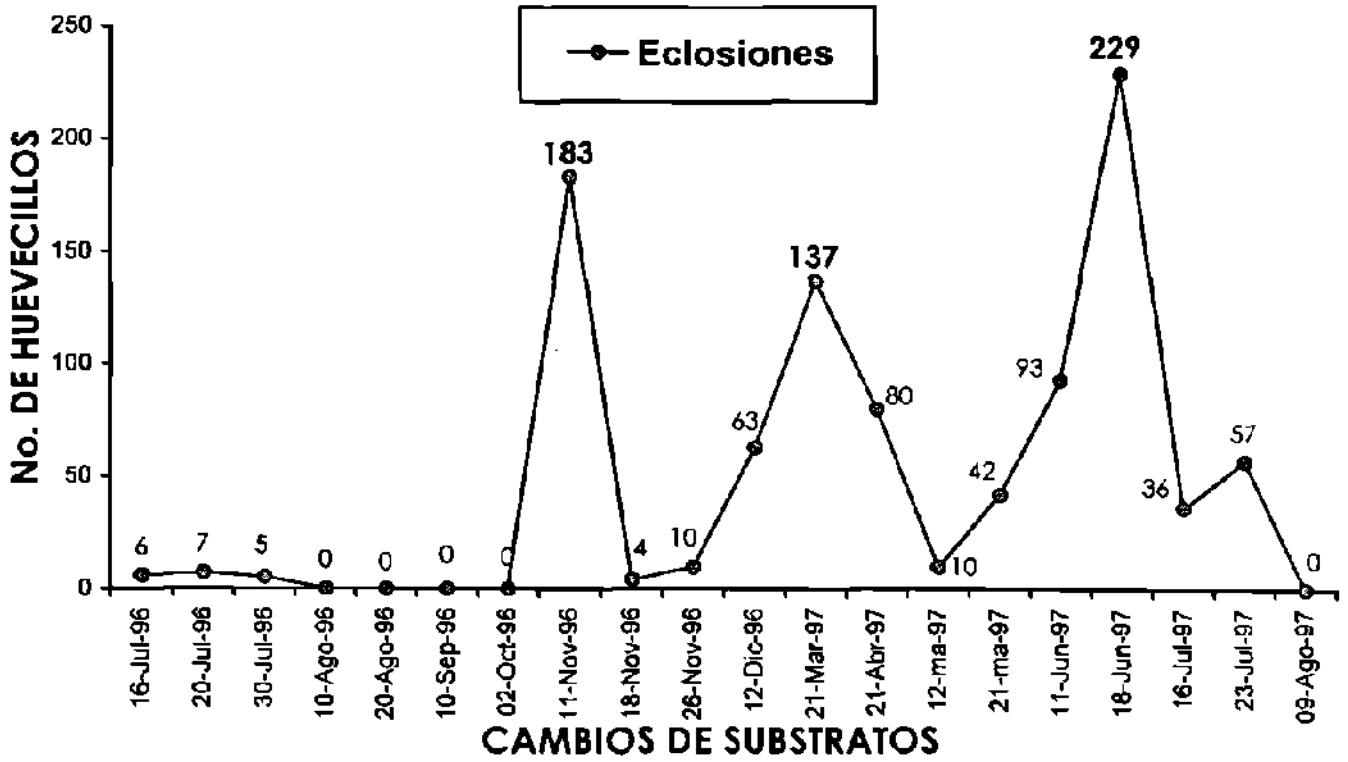


Fig.7. Eclosiones de *Notonecta irrorata* Uhler bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997

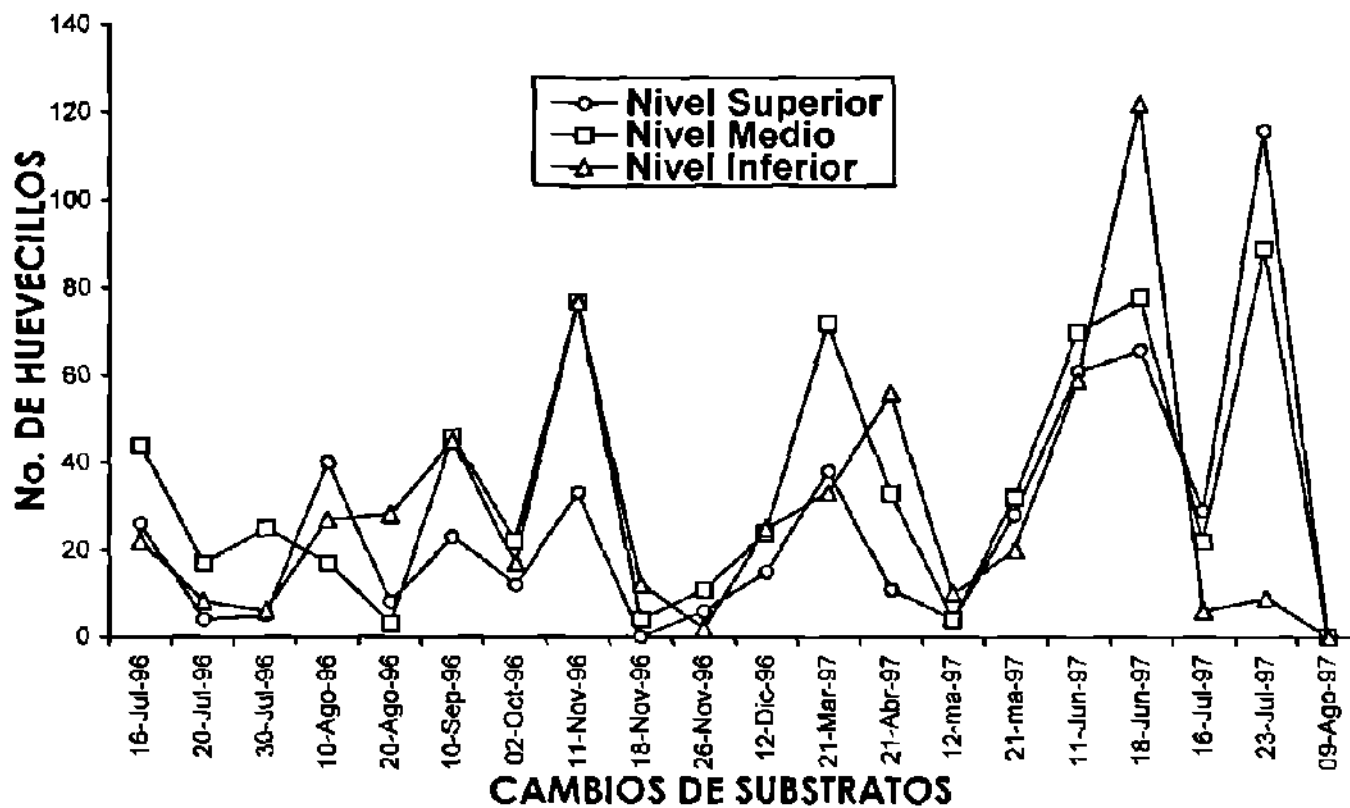


Fig. 8. Numero de oviposiciones por nivel de *Notonecta irrorata* Uhler bajo condiciones de laboratorio del 16 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997



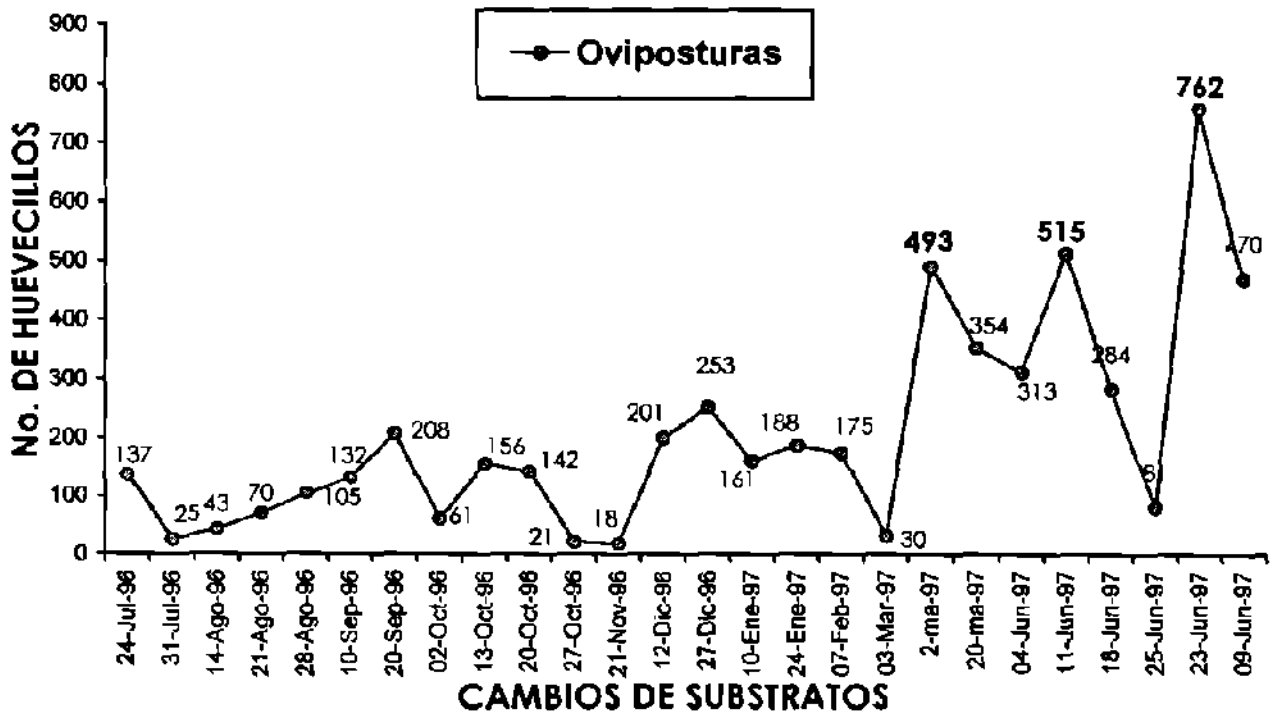


Fig. 9. Oviposiciones de *Buena scimitra* Bare en substratos artificiales bajo condiciones de laboratorio del 24 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997.

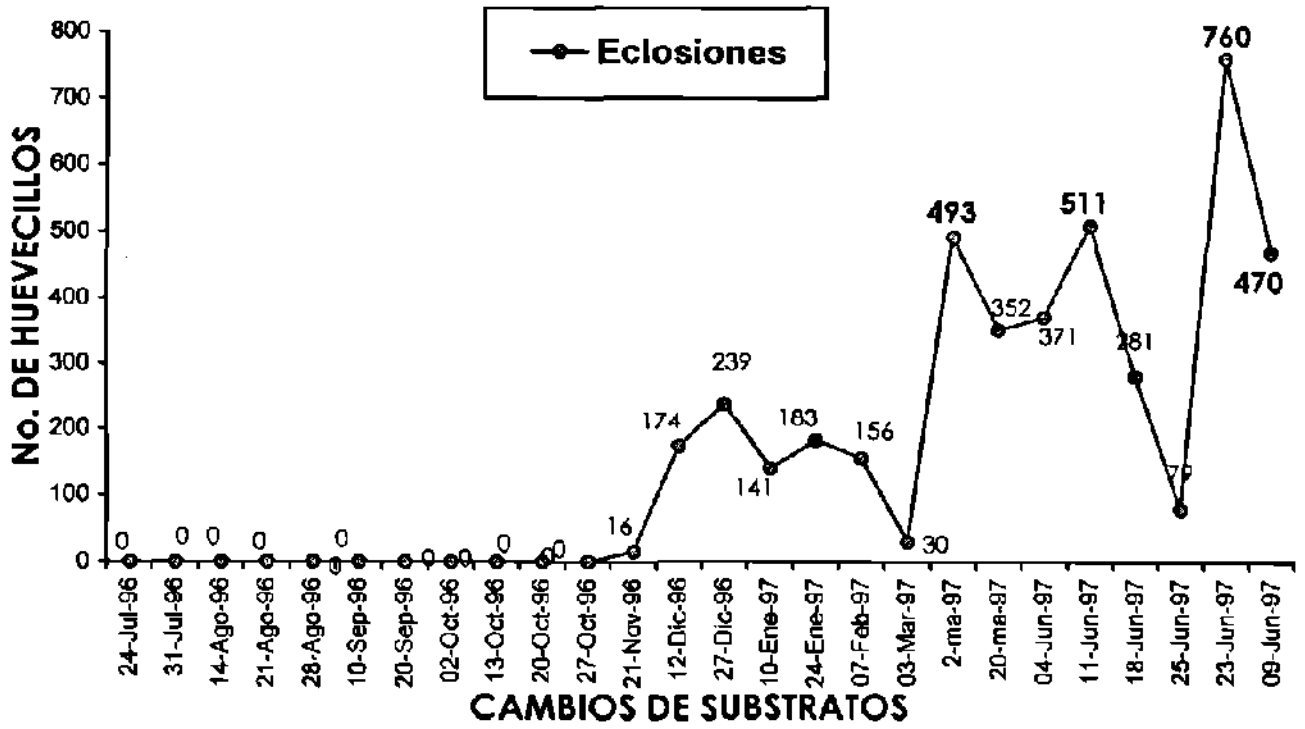


Fig. 10. Eclosiones de *Buena scimitra* Bare en substratos artificiales bajo condiciones de laboratorio del 24 de Julio de 1996 al 09 de Agosto de 1997.

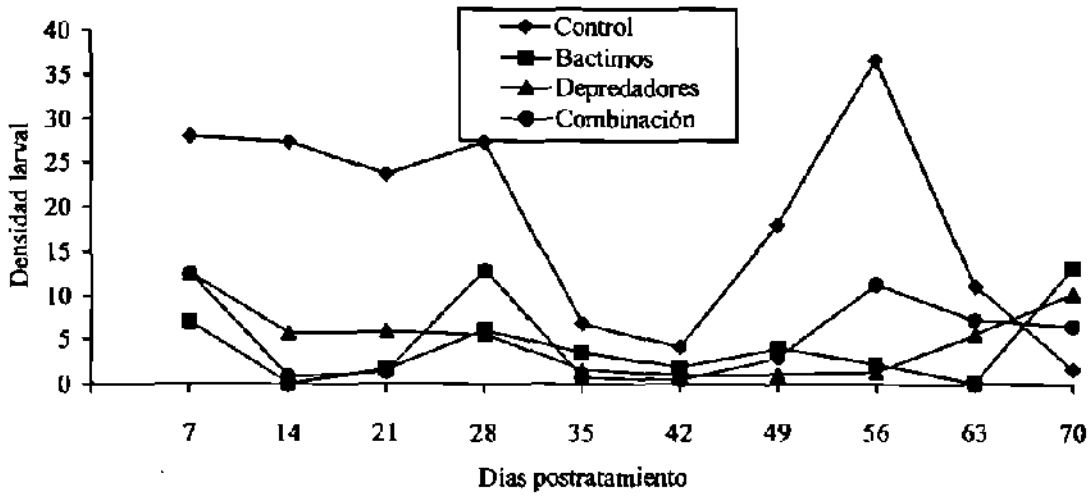


Fig.11.- Combinación de datos mostrando el número promedio de larvas por calada por tratamiento para 3 especies de mosquitos presentes en contenedores tratados con Bactimos, Depredadores y la combinación de estos en el campo experimental del ITESM período Mayo-Agosto 1997.

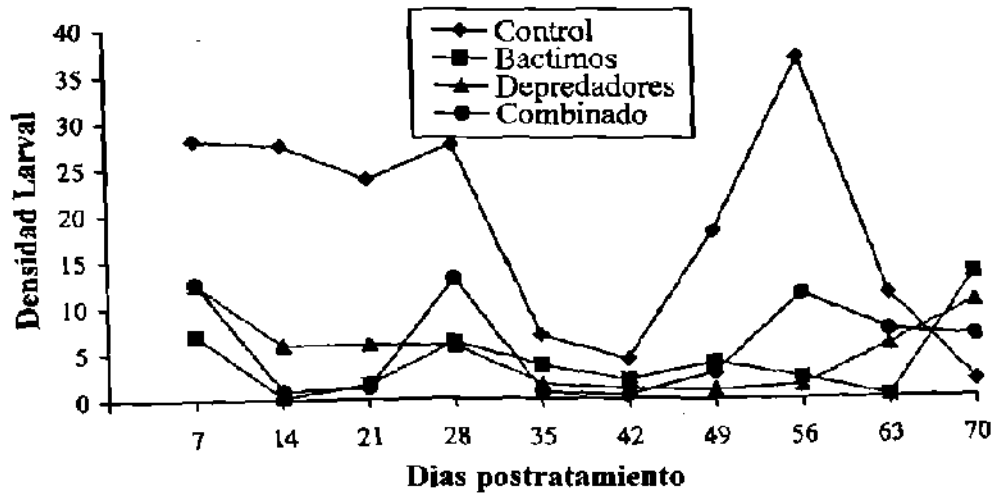


Fig. 12 Datos en conjunto mostrando el numero promedio de larvas de mosquitos por calada por tratamiento para 3 especies de mosquitos presentes en contenedores tratados con Bactimos, Depredadores y ambos agentes en la el campo experimental del ITESM de Mayo-Agosto de 1997.

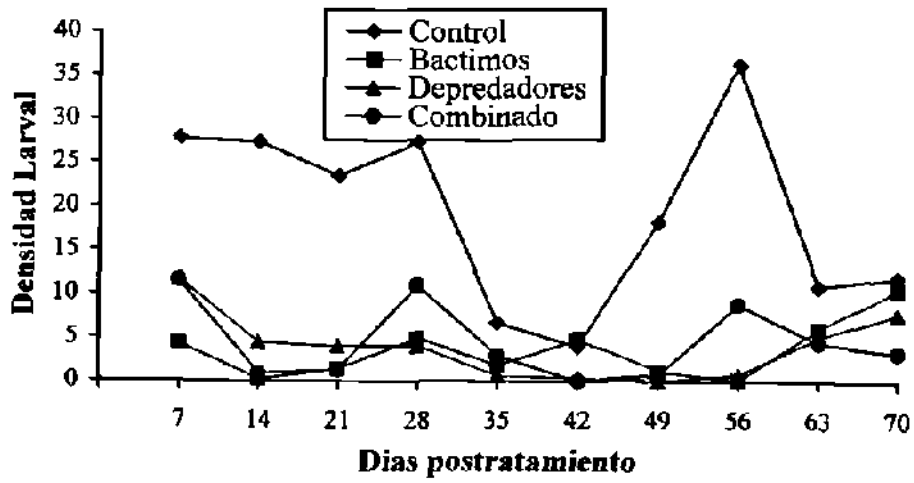


Fig. 13 Datos mezclados mostrando el número promedio de larvas de mosquitos por calada por tratamiento para *Culex spp* presente en contenedores tratados con Bactimos, depredadores y ambos agentes en el campo experimental del ITESM de Mayo-Agosto de 1997.

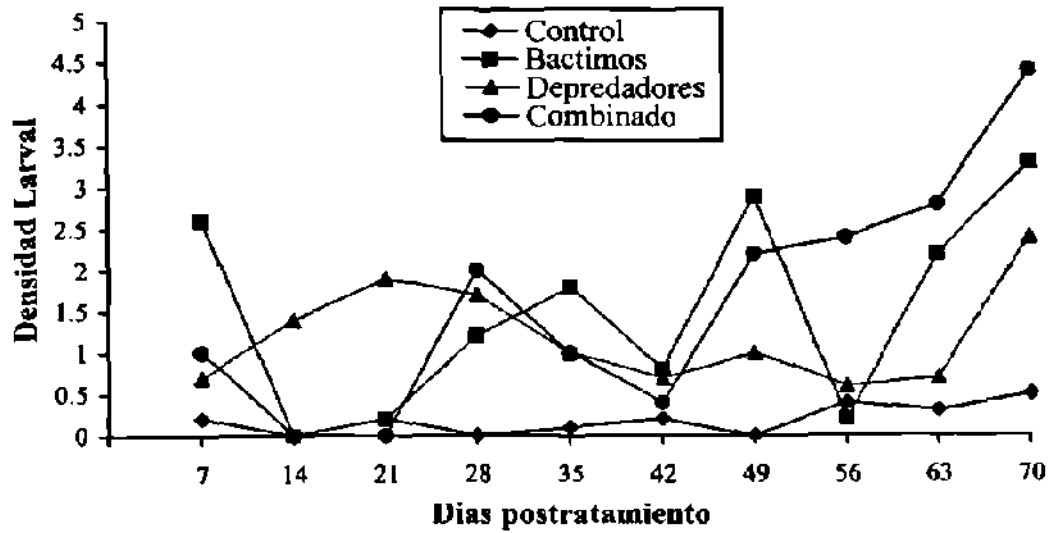


Figura 14.. Datos mezclados mostrando el número promedio de larvas de mosquitos por calada por tratamiento para *Anopheles pseudopunctipennis* presente en contenedores tratados con Bactimos, depredadores y ambos agentes en el campo experimental del ITESM de Mayo-Agosto de 1997.

## CONOCE LA ENFERMEDAD?

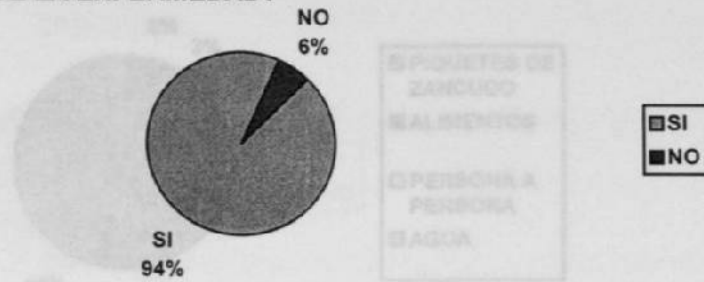


Fig. 15(Encuestas). Muestra el porcentaje de personas encuestadas que conocen la enfermedad dengue

## HA PADECIDO

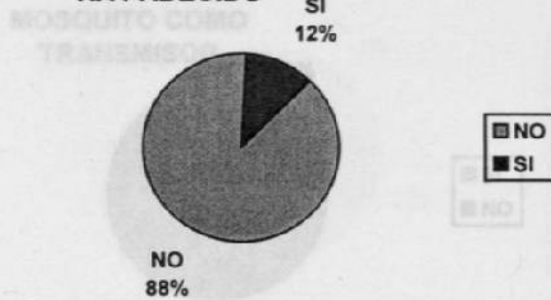


Fig. 16 (Encuestas). Muestra el porcentaje de personas que han padecido la enfermedad dengue.

## SINTOMAS

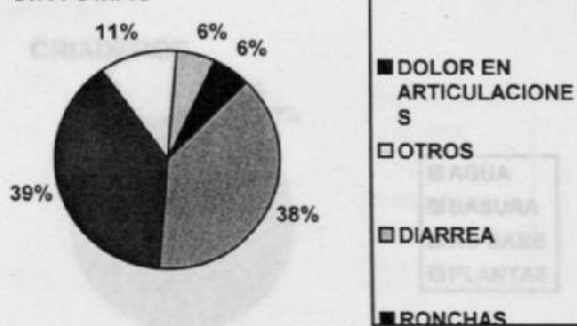


Fig. 17 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas de los síntomas padecidos por personas que han contraído la enfermedad dengue.

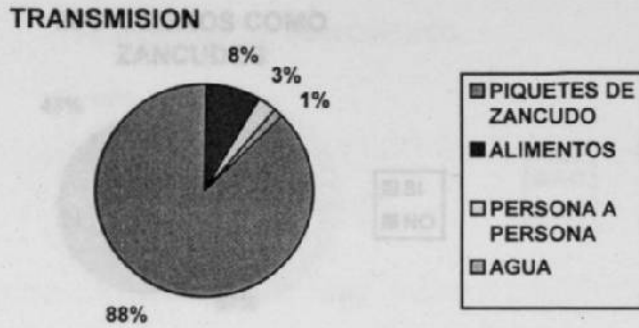


Fig. 18 (encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas acerca del modo de transmisi3n de la enfermedad dengue.

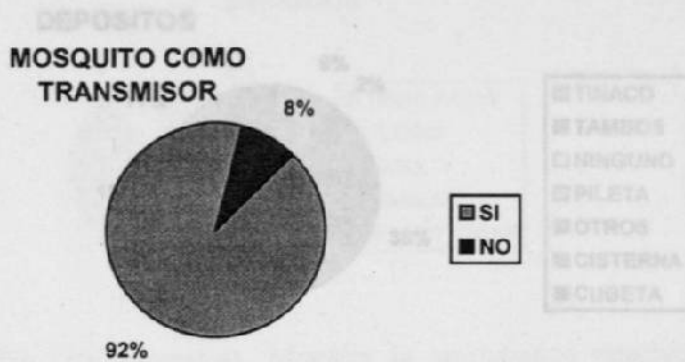


Fig. 19 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca del mosquito como transmisor.

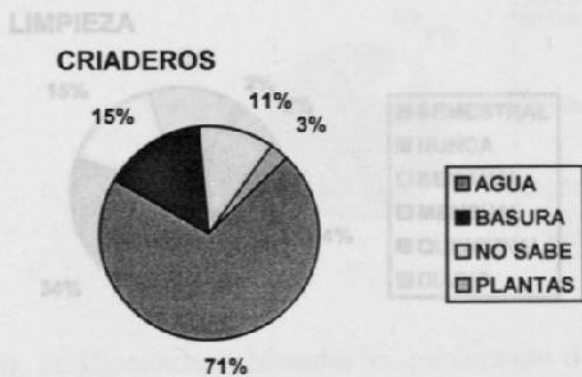


Fig. 20 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca de criaderos de mosquitos.



**MAROMEROS COMO ZANCUDOS**

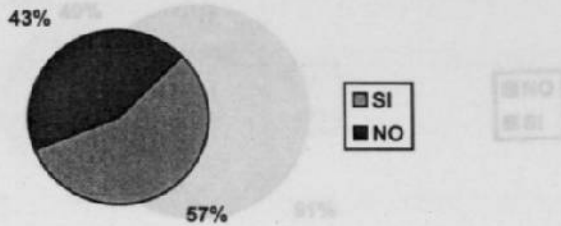


Fig. 21 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca del conocimiento de maromeros como larvas de zancudos.

**DEPOSITOS**

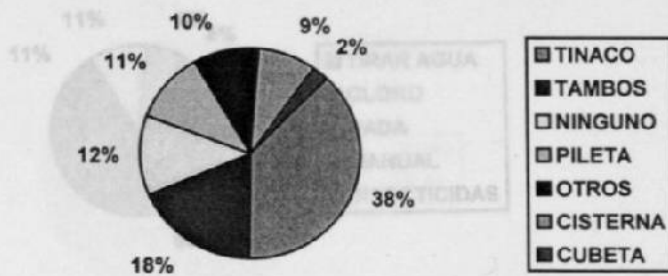


Fig. 22 (Encuestas). Muestra el porcentaje de respuestas obtenidas acerca de los depósitos de agua utilizados.

**LIMPIEZA**

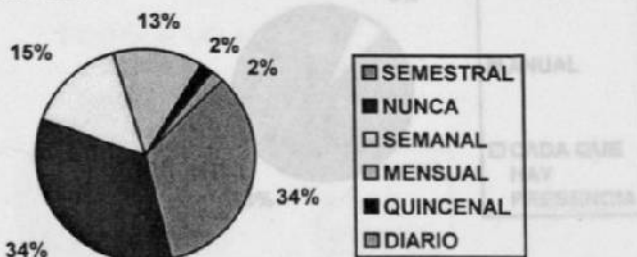


Fig. 23 (Encuestas). Muestra el porcentaje de la frecuencia con que se hace la limpieza a los depósitos.

## PRESENCIA DE MAROMEROS

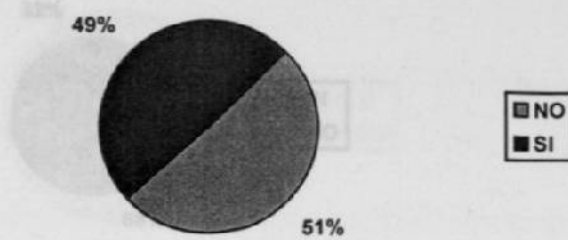


Fig.-24 (Encuestas) Porcentaje de respuestas obtenidas acerca de la presencia de maromeros en depósitos de agua.

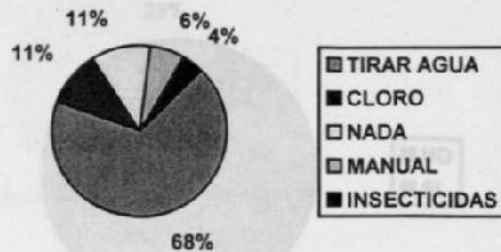
EFICIENCIA DEL CONTROL  
METODOS

Fig. 25(Encuestas). Muestra la abundancia relativa de los métodos de eliminación de maromeros en los depósitos de agua.

Fig. 28 (Encuestas). Porcentaje que se obtuvo de las respuestas de la eficiencia de los métodos de control.

## FRECUENCIA DE LIMPIEZA

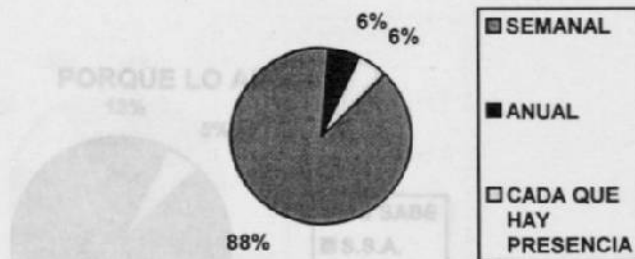


Fig. 26 (Encuestas). Muestra los porcentajes de las frecuencias de limpieza de los depósitos de agua.

Fig. 29 (Encuestas). Muestra el porcentaje de las razones por las que aplica el método de control.

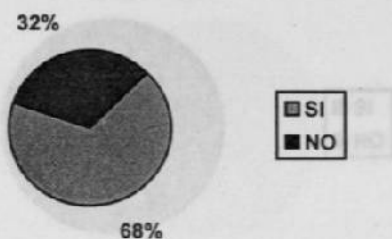
**MOSQUITOS ADULTOS**

Fig. 27 (Encuestas). Muestra el porcentaje de las respuestas obtenidas acerca de la presencia de mosquitos adultos.

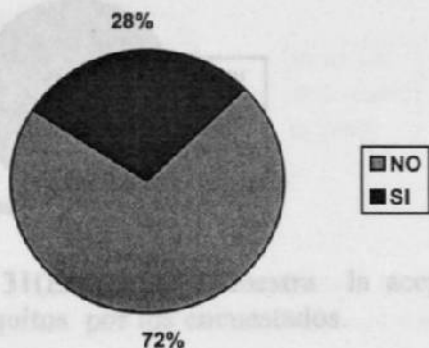
**EFICIENCIA DEL CONTROL**

Fig. 28 (Encuestas). Porcentaje que se obtuvo de las respuestas de la eficiencia de los métodos de control.

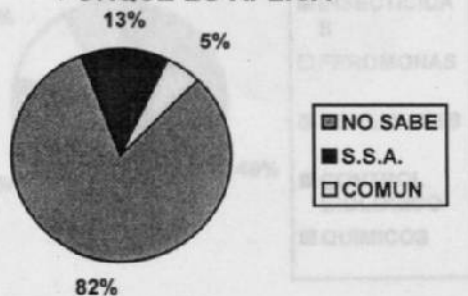
**PORQUE LO APLICA**

Fig. 29 (Encuestas). Muestra el porcentaje de las razones por las que aplica el método de control.



**OTRA ALTERNATIVA**

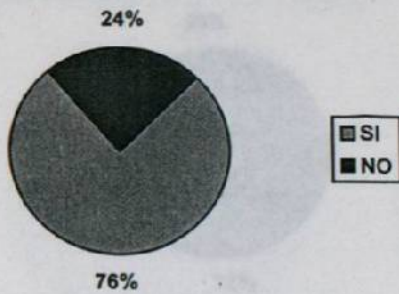


Fig. 30 (Encuestas). Muestra el porcentaje obtenido de las respuestas acerca de otras alternativas como método de control.

**LA APLICARIA**

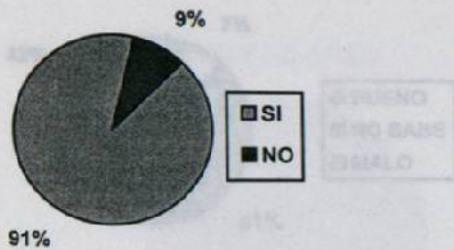


Fig. 31(Encuestas). Muestra la aceptación de alternativas en el método de control de mosquitos por los encuestados.

**CUALES CONOCE**

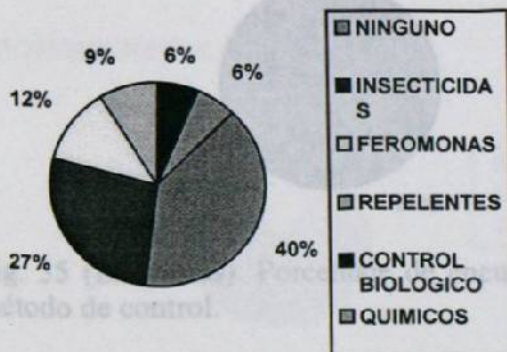


Fig. 32 (Encuestas). Muestra el porcentaje de algunas de las alternativas en el método de control de mosquitos mas conocidas por los encuestados.

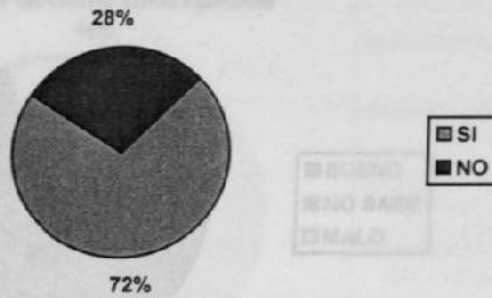
**INSECTOS**

Fig. 33 (Encuestas). Porcentaje de encuestados que permitirían la utilización de insectos como método de control.

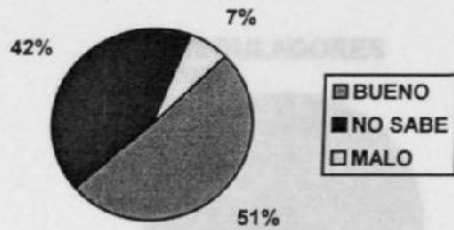
**PORQUE INSECTOS**

Fig. 34 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca de la razón por la que utilizaría insectos como método de control.

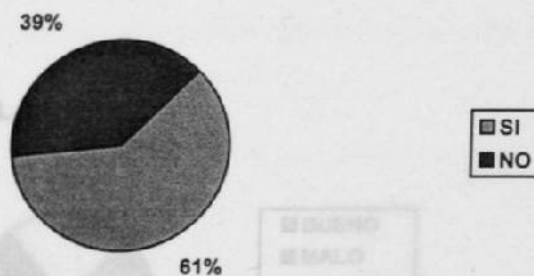
**BACTERIAS**

Fig. 35 (Encuestas). Porcentaje de encuestados que permitirían el uso de bacterias como método de control.

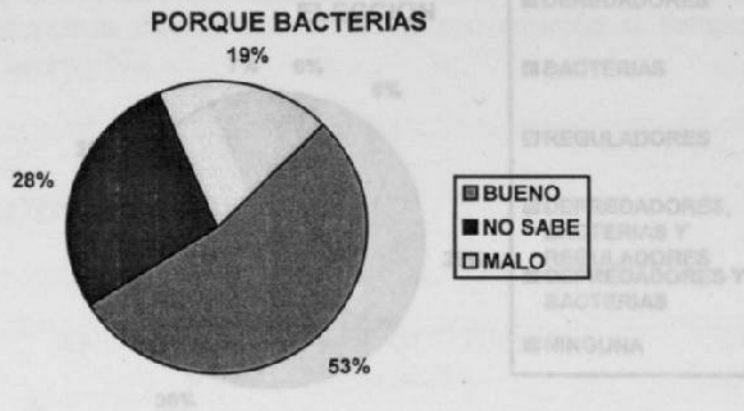


Fig 36 (encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca de la razón por la que utilizarían bacterias como método de control.

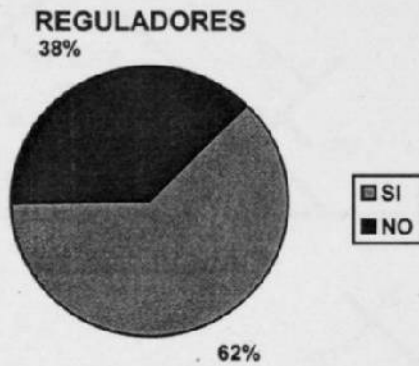


Fig. 37 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca del uso de reguladores como método de control.



Fig. 38 (Encuestas). Porcentaje obtenido de respuestas acerca de la razón por la que utilizaría reguladores como métodos de control.



Fig.40.-Modelo de Ishikawa... porcentajes principales que se presentaron durante las encuestas con relación al dengue en el área metropolitana de Monterrey N.L.

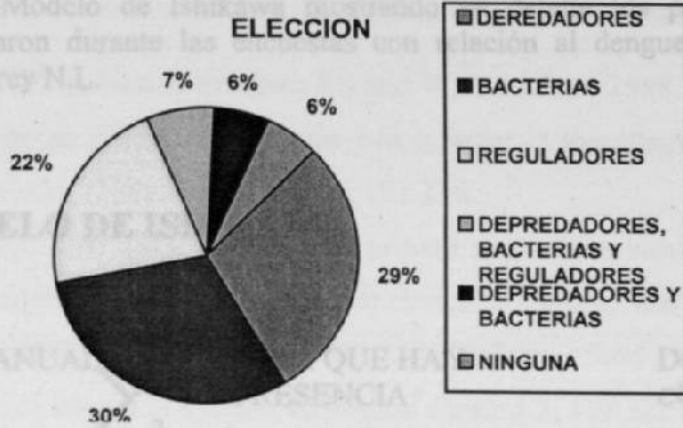


Fig. 39 (Encuestas). Muestra el porcentaje de preferencias de métodos de control de mosquitos, por parte de los encuestados.

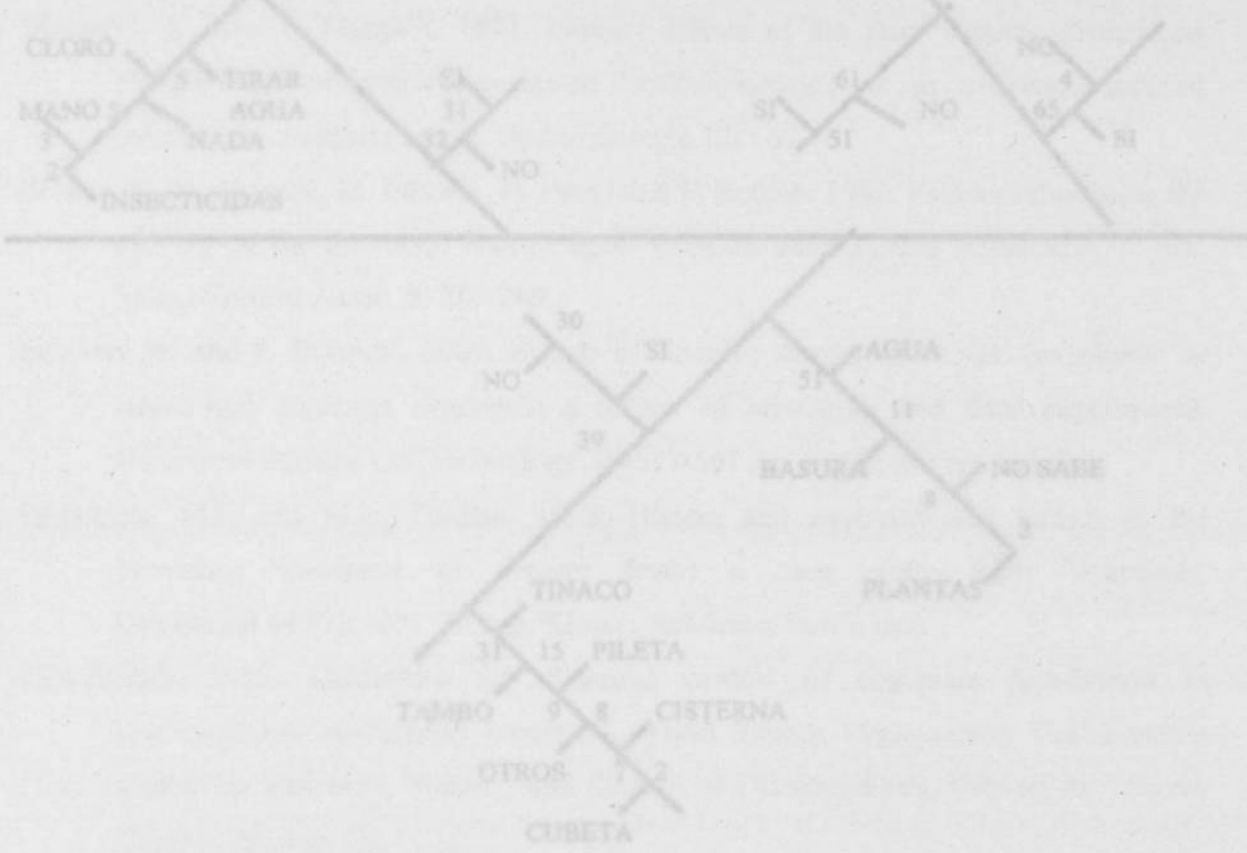
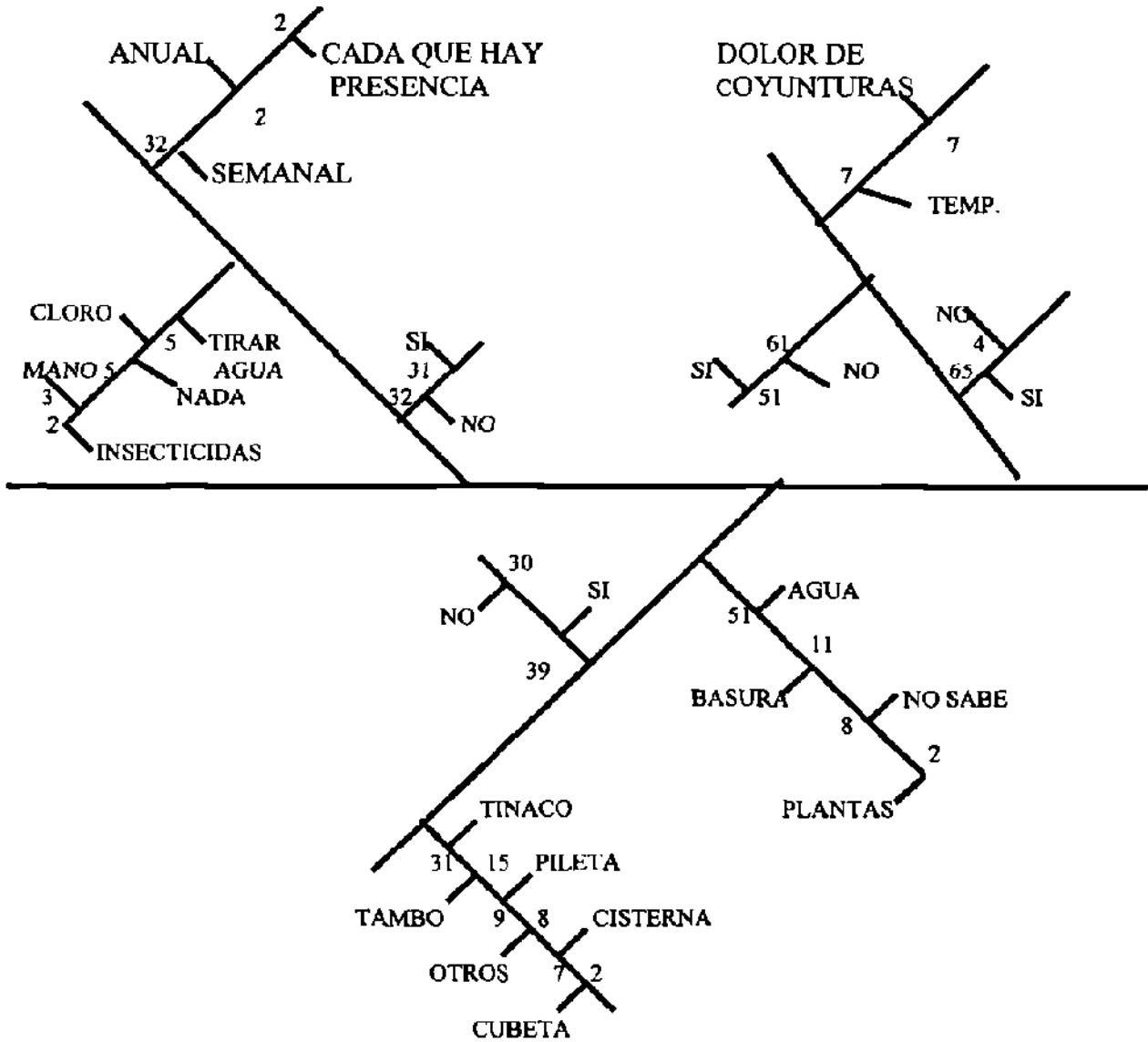




Fig.40.-Modelo de Ishikawa mostrando en detalle los porcentajes principales que se presentaron durante las encuestas con relación al dengue en el área metropolitana de Monterrey N.L.

MODELO DE ISHIKAWA







## Literatura Consultada

- Aly, C., M. S. Mulla, Bo-zhao Xu and W. Schnetter. 1988. Rate of ingestion by mosquito larvae (Diptera: Culicidae ) as a factor in the effectiveness of a bacterial stomach toxin. *J. Med. Entomol.* 25: 191-196.
- Amstrong, J.A. 1970. Trials with ground application equipment using ultra-low-volume application of insecticides for mosquito control, *Mosq. News* 30:16-20.
- Asimeng, E.J., M.J. Mutinga. 1993. A preliminary account of larvivorous fish in the Mwea rice irrigation system. *Biological Control* 3, 319-322 pp. Academic Press Inc.
- Barrera R., J. Avila and S Gonzalez-Tellez 1993. Unreliable Supply of potable water and elevated *Aedes aegypti* larval indices: A Causal relationship? . *J. Am. Mosq. Control Assoc* 9 (2): 189-195
- Blaustein, L. And J. Margalit. 1991. Indirect effects of the fairy shrimp, *Branchipus shaefferi* and two ostracod species on *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*-induced mortality in mosquito larvae. *Hydro-biologia* 121: 67-76.
- Becker, N.,M. Zgomba, M. Ludwig, D. Petric and F. Rettich. 1992. Factors influencing the efficacy of the microbial control agent *Bacillus thuringiensis israelensis*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 8: 285-289.
- Boisvert M. and J. Boisvert. 2000. Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* on target and nontarget organism: a review of laboratory and field experiments. *Biocontrol Science and Technology.* 10:517-561 pp. Taylor & Francis Ltd.
- Brightmer, M.I. and M.G. Fantato. 1998. Human and environmental factors in the increasing incidence of dengue fever: a case study from Venezuela. *Geojournal* 44 (2): 103- 109 pp. Kluwer Academic Publishers.
- CDC/WHO. 1989. Guidelines for chemical control of copepods populations in dracunculiasis eradication programs. World Health Organization Collaborating Center for Research, Training and Control of Dracunculiasis, Centers for Disease Control, Atlanta, Ga.
- Crans W. J. 1996. Products and Promotions that have limited value for mosquito control. NJAES Publication No. H-40101-01-96. Rutgers Cooperative Extension, N.J. Agricultural Experiment Station, Rutgers, The State University of New Jersey, New Brunswick 1-2 pg.



- Chambers, D. M.; L. F. Young and H. S. Hill. 1986. Backyard mosquito larval habitat availability and use as influenced by census and determined income levels. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 2:539-544
- Chesson, J. 1984. Effects of notonectids (Hemiptera: Notonectidae) on mosquitoes (Diptera: Culicidae): Predation or selective oviposition. *Environ. Entomol.* 13(2):531-538.
- Darsie, R. F., Jr. and R. A. Ward. 1981. Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North Mexico. *Mosq. Syst. Suppl.* 1:1-313
- De Abate J. L. 1960. Studies on the backswimmers of Costa Rica (Hemiptera: Notonectidae). *Tulane Studies in Zoology.* 8:28
- De Barjac, H. 1978. A new subspecies of *Bacillus thuringiensis* very toxic for mosquitoes: *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* serotype 14. *C.R. Acad. Sci.* 286D: 797-800.
- De Barjac, H. And D.J. Sutherland (editors). 1990. Part 1, pp. 3-1-217. In: Bacterial control of mosquitoes and black flies. Rutgers Univ. Press, New Brunswick, N.J.
- Eldridge B. 1998. Pest Notes: Mosquitoes. Univ. Calif. Agric and Nat. Resources Publication 7451. IPM Education and Publications, Statewide IPM Project, University of California Davis..
- Ellis, R. A. and J. H. Borden. 1970. Predation by *Notonecta undulata* (Heteroptera: Notonectidae) on larvae of yellow fever mosquito. *Ann. Entomol. Soc. of Am.* 63(4):963-972.
- Christopher, S.R. 1960. *Aedes aegypti*, The yellow fever mosquito: its life history, bionomics and structure. Cambridge Univ. Press.
- Fry-O' Brien L. L. and Mir S. Mulla 1996. Effect of tadpole shrimp, *Triops longicaudatus*, (Notostraca: Triopsidae), on the efficacy of the microbial control agent *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in experimental microcosm. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 12(1): 33-38.
- Fry, L.L., M.S. Mulla and C.W. Adams. 1994. Field introductions and establishment of the tadpole shrimp *Triops longicaudatus* (Notostraca: Triopsidae) a biological control agent of mosquitoes. *Biological Control*, 4: 113-124 pp. Academic Press Inc.
- Focks, D.A., S.R. Sackett, D.L. Bailey and D.A. Dame 1981. Observation on container-breeding mosquitoes in New Orleans, Louisiana with an estimate of population density of *Aedes aegypti* (L.) *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 30:1324-1335.



- Fox, L. R. and W. W. Murdoch. 1978. Effects of feeding history on short-term and long-term functional response in *Notonecta hoffmanni*. *J. Anim. Ecol.* 47: 945-949.
- Gallsuff, P. S.; F. E. Lutz, P. S., Welch and J. G. Needman. 1959. Culture methods for invertebrate animals. Dover publications. 590 pp.
- García, R., B. A. Frederici, I. M. Hall, M. S. Mulla and H. Schaefer. 1980. BTI—a potent new biological weapon. *Calif. Agric.* 34(3):18-19. García, R.; B. A. Frederici, I. M. Hall, M. S. Mulla and Schaefer. 1980. BTI-a potent new biological weapon. *California Agriculture* . 34:18-19
- García, R. 1983. Mosquito Management: Ecological Approaches. *Environmental Management*. 7(1):73-78
- García, R. and A. W. Sweeney. 1986. The use of microbial pathogens for the control of mosquitoes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 15:201-228
- García, R. and B. Des Rochers. 1984. Studies of the development of an integrated mosquito control strategy for the Fall River Mills Area. Special Funds for the Mosquito Research in California. 57-62 pp.
- Gittelman, S. H. 1974. *Martarega hondurensis* and *Buena antigone* as predator of mosquito larvae in Costa Rica (Hemiptera: Notonectidae). *Pan-Pac Entomol.* 50:84-85.
- Georghiou and A. Lagunes-Tejeda. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. An index of cases reported through 1989. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Goldberg, L.J. and J. Margalit. 1977. A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against *Anopheles sergentii*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex univitattus*, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *Mosq. News* 37: 355-358.
- Gómez-Dantes, H. 1991. El programa de control del dengue en México y perspectivas para el futuro. Simposio del Control y Biología de Mosquitos Vectores en Latinoamérica. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7:644-645
- Goodsell J.A. and Lee B. Kats. 1999. Effect of introduced mosquitofish on Pacific Treefrog and the role of alternative prey. *Conservation Biology*, Vol 13, No. 4: 921-924.



- Gubler D.J. 1989. Dengue. In: The arboviruses: Epidemiology and ecology. T.P. Monath (Ed.). Volume 2. 223-260 pp. CRC . Press Boca Raton, FL.
- Gubler, J.D. 1989. *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti*-borne disease control in the 1990s: top down or bottom up. Am. J. Trop. Med. Hyg. 40: 571-578.
- Gubler D.J. & A. Casta-Valez. 1991. A program for prevention and control of epidemic Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Bulletin of PHAO 25(3), 237 pg.
- Gutierrez M. 1995.- Administrar para la Calidad: Conceptos administrativos del control total de calidad. Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores 297 pp.
- Ishikawa, Kaoru. 1982.- Guide to Quality Control. Kraus International Publications, White Plains, New York.
- Kirschbaum, J.B. 1985. Potential implication of genetic engineering and other biotechnologies to insect control. Annu. Rev. Entomol. 30:51-70.
- Kimble, D.L. IE460 Course Notes.
- Klowden, M. J.; G. A. Held and L. A. Bulla. 1983. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to adult of *Aedes aegypti* mosquitoes. Appl. Environ. Micro. 46:312-315
- Lacey, L. A. and D. A. Dame. 1982. The effect of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* on *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Diptera: Culicidae) in presence and absence of prey. J. Med. Entomol. 19(5):593-596.
- Lacey, L. A. and C. M. Lacey. 1990. the medical importance of riceland mosquitoes and their control using alternatives to chemical insecticides. J. Am. Mosq. Control Assoc. 6:1-93
- Legner, E. F. 1995. Biological control of Diptera of Medical and Veterinary Importance. J. of Vector Ecol. 20(1):59-120.
- Lam, W.K. and A.S. Tham. 1988. A field evaluation of the effectiveness of ULV application of malathion 96% technical grade and sumithion L-405 against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Ipoh Municipality, Perak, Malaysia. Trop. Biomed. 2: 133-137.
- Latha C. And J. Ammini 2000. *Curcuma raktakanda* is a potential larvicide for mosquito control. Pharmaceutical Biology. 38(3): 167-170 pp.



- Lee, H.L., E.R. Gregorio, Jr. M. S. Khadri and P. Seleena 1996. Ultralow volume application of *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* for the control of mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 12(4): 651-655.
- Legner, E. F. 1995. Biological control of Diptera of medical and veterinary importance. *J. Vector Ecology* 20(1):59-120.
- Manrique-Saide P., S. Ibañes Bernal, H. Delfin González and Victor Parra Tabla. 1998. *Mesocyclops longisetus* on survivorship of *Aedes aegypti* immature stages in car tyres. *Medical and Veterinary Entomology* 12: 386-390. Blackwell Science Ltd.
- Marten, G.G. 1990. Elimination of *Aedes albopictus* from tire piles by introducing *Macrocyclops albidus*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 6: @689-702
- Marten, G.G., G. Borjas, M. Cush, E. Fernandez and J.W. Reid. 1994. Control of larval *Aedes aegypti* by cyclopoid copepods in peridomestic breeding containers. *J. Med. Entomol.* 31:36-43.
- Marten, G., M. Cush, E. Fernandez, G. Borjas, and H. Portillo 1992. *Mesocyclops longisetus* and others forms of biological control for *Aedes aegypti* larvae in the integrated dengue control project, El Progreso, Honduras, pp. 133-137. In: S.B. Halsted and H. Gomez-Dantes (eds.). *Dengue: a worldwide problem, a common strategy*. Ministry of Health, México, DF.
- Marten G.G., Wenyan Che and Edgar S. Bordes 1993.- Compatibility of cyclopoid copepods with mosquito insecticides Vol., 9, No. 2:150-154
- Mazine, C.A.B., S. Yasumaro, M.L.G. Macoris, M.T.M. Andrigethi, V.P. Da Costa and P.J. Winch 1996. Newsletters as a channel for communication in a community-based *Aedes aegypti* control program in Marilia, Brazil. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 12(4): 732-735.
- Miura, T. and R. M. Takahashi. 1986. Augmentation of *Notonecta unifasciata* egg suppressing *Culex tarsalis* larval population densities in rice fields. 45-49
- Mogi M., T. Sunahara and Makmur Selomo 1999. Mosquito and aquatic predator communities in ground pools on lands deforested for rice field development in central sulawesi, Indonesia. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 15(2): 92-97.
- Monath, T.P. 1989. Yellow fever In, *The arboviruses: Epidemiology and ecology*, T.P. Monath (Ed.) Volume 2. 139-251 pp..CRC . Press Boca Raton, FL.



- Mount, G.A., C.S. Lofgren, N.W. Pierce and C.N. Husman. 1968. Ultra-low-volume non-thermal aerosol of malathion and naled for adult mosquito control. *Mosq. News* 28:99-102.
- Mount, G.A., N.W. Pierce C.S. Lofgren, and J.B. Gahan . 1970. A new ultra-low-volume cold aerosol nozzle for dispersal insecticides against adult mosquito. *Mosq. News* 30:56-59.
- Mulla, M.S., L. S. Mian, B. A. Federici and H.A. Darwazeh. 1982. Larvicidal efficacy of *Bacillus thuringiensis* ser. H-14 against stagnant-water mosquitoes and its effects on nontarget organisms. *Environ. Entomol.* 11:788-795
- Mulla, M.S. 1985. Field evaluation and efficacy of bacterial agents and their formulations against mosquito larvae, pp. 227-250. *In:* M. Laird and J. Miles (eds.) *Integrated mosquito control methodologies, Volume 2.* Academic Press, San Diego, CA.
- Mulla, M.S., H.A. Darwazeh and M. Zgomba. 1990. Effect of some environmental factors on the efficacy of *Bacillus spahericus* 2362 and *Bacillus thuringiensis*(H-14) against mosquitoes. *Bull. Soc. Vector Ecol.* 15: 166-176.
- Muller, R. 1992. Guinea worm eradication: Four more years to go. *Parasitology Today* 8:387-390.
- Mulligan, F.S., C.H. Schaefer and W.H. Wilder. 1980. Efficacy and persistence of *Bacillus spahericus* and *Bacillus thuringiensis* H-14 against mosquitoes under laboratory and field conditions. *J. Econ. Entomol.* 73: 684-688.
- Nasci, R. S.; G. B. Wright and F. Scott Willis. 1994. Control of *Aedes aegypti* larvae using time-release larvicide formulation in Louisiana. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 10:1-6
- Nasci R. S., Geraldine B. Wright, and F. Scott Willis. 1994. Control of *Aedes albopictus* larvae using time-release larvicide formulation in Louisiana. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 10(1) : 1-6
- Neri-Barbosa J.F., H. Quiroz-Martinez, M.L. Rodriguez-Tovar, L.O.Tejada and M.H. Badii 1997. Use of bactimo® briquets (*B.t.i.* formulation) combined with the backswimmer *Notonecta irrorata* (Hemiptera: Notonectidae) for control of msoquito larvae. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 13(1):87-89.



- Peckarsky, B. L., P. R. Fraissinet, M. A. Penton and J. Conklin. 1990. *Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America*. Cornell University Press. U. S. A. 442 p.
- Pérez, S. M., H. Quiroz-Martínez, N. Ornelas-Nava, M. H. Badii, M. F. Suárez y M. L. Rodríguez-Tovar. 1996. Selectividad de presas de tres depredadores acuáticos de larvas de mosquitos. *Southwestern Entomologist*. 21:471-475.
- Polhemus, J. T. 1982. Hemiptera 288-327. In S. H. Hurlbat and A. Villalobos-Figueroa (Eds). *Acuatic Biota of México, Centro América and the West Indies*. San Diego State University. California. U. S. A.
- Rathburn, C. B., Jr. 1990. Adulticides in the '90s: the changing picture. *Wing Beats* 1:12:13.
- Rawlins, S.C. R. Martinez, S. Wiltshire, D. Clarke, P. Prabhakar and M. Spinks . 1997. Evaluation of caribbean stains of *Macrocyclops* and *Mesocyclops* (Cyclopoida: Cyclopidae) as biological control tools for the dengue vector *Aedes aegypti*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 13(1):18-23
- Reyes-Villanueva, F. 1990. El Dengue. *Biología del vector, información para su control en México*. *Ciencia* 41:45-55.
- Rashad, S.S. and M.S. Mulla. 1989. Factors influencing ingestion of particulate materials by mosquito larvae (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 26: 210-216.
- Roberts G.M. 1995. Salt-Marsh crustaceans, *Gammarus duebeni* and *Palaeomonetes varians* as predators of mosquito larvae and their reaction to *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Biocontrol Science and Technology*, 5: 379-385 pp. Journals Oxford Ltd.
- Romi, R.; B. Ravoniharimelina, M. Ramiakajato and G. Majori. 1993. Field trials of *Bacillus thuringiensis* H-24 and *Bacillus sphaericus* (strain 2362) formulations against *Anopheles arabiensis* in Central Highland of Madagascar. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 9:325-329
- Rawlins, S.C. ,G.G. Clark and R. Martinez. 1991. Efect of single introduction of *Toxorhynchites moctezuma* upon *Aedes aegypti* on a caribbean Island. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7:7-10.



- Sheeran, W. And Fisher 1992. The effects of agitation, sediment, and competition on the persistence and efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) *Ecotoxicol. Environ. Safety* 24: 338-346.
- Schreiber, E.T. 1992. Surveys on artificial container inhabiting mosquitoes in Sarasota and Tallahassee, Florida. II. Evaluation of public information packets and their utility as a cultural control device. *J. Fla. Mosq. Control Assoc.* 63:16-21
- Schreiber, E.T., S Chamberla, R. Thomas, R. Parson and G. Baker. 1992. Surveys on artificial container inhabiting-mosquitoes in Sarasota and Tallahaassee, Florida. I. Characterizations of larval habitats. *J. Fla. Mosq. Control Assoc.* 63: 7-15.
- Schreiber, E.T. and J.P. Cuda. 1994. Evaluation of public information packets for source reduction in three socioeconomic areas of Tampa, Florida. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 10: 154-162.
- Su, T. & S. Mulla. 1999. Oviposition bioassay responses of *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus* to neem products containing azadirachtin. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 91: 337-345 pp. Kluwer Academic Publishers.
- Tabachnick, W. J. 1991. The yellow fever mosquito. *Am. Entomol.* 37:14-24
- Tikasingh, E.S. 1992. Effects of *Toxorhynchites moctezuma* larval predation on *Aedes aegypti* population: experimental evaluation. *Med. Vet. Entomol.* 6:266-271.
- Toth, R. S. and R. W. Chew. 1972. Development and energetic of *Notonecta undulata* during predation on *Culex tarsalis*. *Ann. Entomol. Soc. of Am.* 65(4):963-972.
- Tung-Lin, W, T.R. Burkot and B.H. Kay. 2000. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the Dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology* 14: 31-37 pp. Blackwell Science Ltd.
- Walton, Mary. 1986.- *The Deming Management Method.* The Putnam Publishing Group, New York, New York.
- Williams, D. D. and B. W. Felmate. 1992. *Aquatic Insects.* CAB International 358 pp.
- Whiteley, H. R. And H.E. Schnepf. 1986. The molecular biology of parasporal crystal body formation *Bacillus thuringiensis*. *Annu. Rev. Microbiol.* 40:549-576.





- World Health Organization. 1984. Report of the 7<sup>th</sup> Meeting of Science Working Group Biological Control .Programmer for Research and Training in Tropical Diseases. UNDP/World Bank, Geneva, Switzerland.
- WHO. 1991.- Tropical Diseases-Progress in Resaearch 1989-1990: Tenth Programme Report of the ULDP. World Bank WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases.135 pp
- World Health Organization. 1982. The role of biological agents in integrated vector control and the formulation of protocol for field testing of biological agents: report of 6<sup>th</sup> Meeting Science Workshop Group for Control of Vectors, W.H.O. mimeographed document TAR/VCSAG 6: Geneva.
- World Health Organization. 1992. Vector resistance for pesticides. W.H.O. Tech. Rep. Ser. 818.
- Wilmot, T. R.; D. W. Allen and B. A. Harkanson. 1993. Field trials of two *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* formulations for control of *Aedes* species mosquitoes in Michigan Woodlands. J. Am. Mosq. Control Assoc. 9:344-345
- Wornack, M. 1993. The yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. Wing Beats, J. Am. Mosq. Control Assoc. Vol. 5(4):4
- Yasuda H. & Kyoko Hagimori. (1998). Effects of prey density, prey instar and patch size on the development of the predatory mosquito, *Toxorhynchites towadensis*. Entomologia Experimentalis et Applicata 86: 189-195 pp. Kluwer Academic Publisher
- Yousten, A. A., F. J. Genthner and E. F. Benfield. 1992. Fate of *Bacillus spahericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar. *israelensis* in the aquatic environment. J. Am. Mosq. Control Assoc. 8: 143-148.
- Zeichner B.C. and M.J. Perich, 1999. Laboratory testing of a lethal ovitrap for *Aedes aegypti*. Medical and Veterinary Entomology. 13: 234-238 pp. Blackwell Science Ltd.
- Zar, J, R. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. NJ. pp.



