

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Efecto de concentraciones subletales de *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14 Vectobac® AS en parámetros biológicos de *Aedes aegypti*. L.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA

GUSTAVO PONCE GARCIA

1999

TM

RA644

.D4

P6

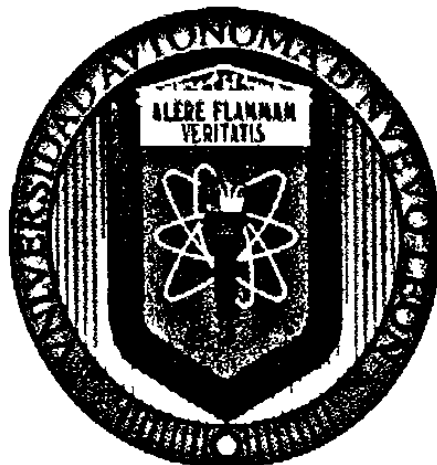
1999

c.1



1080124417

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Efecto de concentraciones subletales de *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14 Vectobac® AS en parámetros biológicos de *Aedes aegypti*. L.

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

GUSTAVO PONCE GARCÍA

1999

TM
RA644
.D4
P6
1999



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Efecto de concentraciones subletales de *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14 Vectobac® AS en parámetros biológicos de *Aedes aegypti*. L.

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

GUSTAVO PONCE GARCÍA

1999

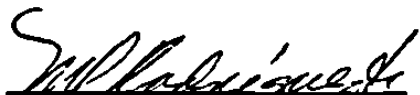
COMITE DE TESIS



Dra. Adriana E. Flores Suarez
Director



Dr. M. H. Badii
Secretario
(Co Director)



M. C. Ma. Luisa Rodriguez T.
Vocal



Dr. Idefonso Fernandez
Vocal



Dr. Humberto Quiroz
Vocal

El Equilibrio

Voy en camino al estado original
Cuando el venado baila alrededor del fuego
Y logra cruzar el cielo
Suele purificarse un alma raptada
Dentro del maldito vientre de la miserable rata
Cuando el núcleo escupe a los ciegos
Cayeron meses de horribles especies
Plagando la tierra de demonios
Gestando falsas caras de inocentes víctimas
El equilibrio empieza a darse luz
Cuando arriba en la montaña
Baila un guerrero noches enteras
Las falsas víctimas lloran por regresar al infierno
Me olvido del odio, me olvido del mandril
Me lamo las heridas y duermo por días
Me acuesto en el centro del punto de partida
Y miro yo, y miro el espacio
No quiero perder el instinto
Que me lleve a recuperar
El estado original.
El poder no es tenerlo todo
El poder es unirse con el mundo invisible
El ser uno con los espíritus
Y nosotros uno con ellos
Su corazón es el corazón de ellos
Desnudo ante el río de la vida
Quiero unirme a los que nunca se fueron
A los que están entre nosotros, pero no los vemos
A los que solo la mente humana recuerda
A los que entre sus huesos
Existen partículas fosforescentes de otras vidas
Hay un río y es muy grande
Que es el nos lleva de regreso
Hay que comprender y unirse
A todas las cosas que son de la tierra
Y empezar a comprender el equilibrio
Que esta alrededor de nosotros
Y aprender a ver....
El movimiento no cambia tu forma de ser
Porque al fin de cuentas
Nunca te has movido.

S. H.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo para poder llevar a cabo mis estudios de postgrado, No de Becario 117227

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Para la Dra. Adriana E. Flores Suarez, quien acepto dirigir esta investigación, por su apoyo tanto dentro como fuera de la Universidad, sus consejos y por motivarme a seguir adelante; gracias por todo.

Al Dr. M. H. Badii, por su confianza, sus consejos, por ser un ejemplo para mi y por darme la oportunidad de ser su colaborador, gracias por todo.

A la M. C. Ma. Luisa Rodríguez, por sus consejos, apoyo durante mi estancia como estudiante y por haber aceptado ser parte del comité de tesis, gracias.

Al Dr. Ildefonso Fernández, gracias por sus consejos, por su apoyo durante mi etapa de estudiante de postgrado y por aceptar ser parte del comité de tesis.

Al Dr. Humberto Quiroz, gracias por sus consejos, apoyo y aceptar por segunda ocasión ser miembro de mi comité de tesis.

Al Dr. Roberto Mercado, por sus consejos y apoyo, gracias.

Para Eugenia Cisneros y el Dr. Francisco Iruegas, gracias por su amistad.

Para Irma González Rodríguez (Irmita) secretaria del Lab. de Entomología Medica.

Para los Biólogos Juan de Dios, Armando y J. Alberto Valadez gracias por su ayuda, sus consejos y sobre todo por su amistad.

Para la Bióloga Isela Ramos L. gracias por todo tu apoyo, tu tiempo y tu amistad; suerte en todos los retos a los que te enfrentes y a tu familia mil gracias.

No importa que estén al ultimo, saben ustedes que son la causa por la cual estoy aquí y no puedo decir otra cosa, más que gracias por todo, por sus consejos, su apoyo y por guiarme por el buen camino. A mis hermanos gracias por todo, suerte.

A todos aquellos que de alguna u otra forma han colaboraron en mi formación como estudiante y profesionista, gracias.

INDICE GENERAL

Resumen

Introducción.....	1
Revisión de literatura.....	3
Distribución geográfica y clasificación sistemática.....	3
Ciclo de vida y bionomía de <i>Ae. aegypti</i>	3
Huevo.....	3
Larva.....	4
Pupa.....	5
Adulto.....	6
Uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> en control de mosquitos.....	7
Resistencia y efecto de concentraciones subletales de <i>B.thuringiensis</i> en mosquitos...16	
Metodología.....	20
Colecta de larvas y establecimiento de la colonia.....	20
Determinación de la línea concentración-mortalidad.....	22
Establecimiento de bioensayos.....	21
Efecto de concentraciones subletales.....	23
Resultados y discusiones.....	25
Línea concentración-mortalidad.....	25
Primer grupo de concentraciones.....	25
Segundo grupo de concentraciones.....	25
Tercer grupo de concentraciones.....	25
Cuarto grupo de concentraciones.....	25
Quinto grupo de concentraciones.....	26
Efecto de concentraciones subletales.....	28
Tiempo de desarrollo.....	28
Proporción de sexos.....	30
Parámetros reproductivos.....	31

Crecimiento.....	31
Oviposición.....	33
Tablas de vida.....	34
Supervivencia.....	34
Fecundidad.....	36
Esperanza de vida	41
Conclusiones.....	42
Literatura citada.....	42
Anexo	50

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Huevos de <i>Ae. aegypti</i>.....	4
Fig. 2 Larva de <i>Ae. aegypti</i>.....	5
Fig. 3 Pupa de <i>Ae. aegypti</i>.....	6
Fig. 4 Adulto emergiendo de <i>Ae. aegypti</i>.....	7
Fig. 5 Línea concentración-mortalidad para la población de larvas de <i>Ae. aegypti</i> después de 24 hrs. de exposición a diferentes concentraciones de <i>Bti</i> Vectobac® AS, (quinto grupo de concentraciones) método gráfico del análisis probit, método de máxima verosimilitud. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	26
Fig. 6 Curvas de sobrevivencia de <i>Ae. aegypti</i>, padres expuestos tratados a dosis subletales de <i>Bti</i> Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	34
Fig. 7 Curvas de sobrevivencia de <i>Ae. aegypti</i>, provenientes de padres expuestos tratados a dosis subletales de <i>Bti</i> Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	35
Fig. 8 Comparación de la fecundidad media diaria (m_x) en <i>Ae. aegypti</i>, padres expuestos tratados a dosis subletales de <i>Bti</i> Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	38
Fig. 9 Comparación de la fecundidad media diaria (m_x) en <i>Ae. aegypti</i>, provenientes de padres expuestos tratados a dosis subletales de <i>Bti</i> Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro # 1 descripción de los bioensayos para determinar las concentraciones letales de Vectobac® AS, aplicadas a larvas de 2º y 3 er. estadio de <i>Ae. aegypti</i> . San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	22
Cuadro # 2. Definición y fórmulas para parámetros de tablas de vida (Birch,1948) para <i>Aedes aegypti</i>	24
Cuadro # 3. Valores de CL ₃₀ , CL ₅₀ , CL ₇₀ (ppm) y sus límites de confianza, de Vectobac® AS sobre larvas de 2º y 3º. estadio de <i>Aedes aegypti</i> a las 24 hrs de exposición. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.	27
Cuadro # 4. Determinación de la CL ₅₀ de <i>Bti</i> Vectobac® 12 AS, sobre larvas de <i>Ae. aegypti</i> en algunas localidades de México.....	27
Cuadro # 5. Comparación de la duración del ciclo de desarrollo de larvas de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, mediante ANOVA y comparación de medias por Tukey. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	29
Cuadro # 6. Comparación de la duración del ciclo de desarrollo de larvas de <i>Aedes aegypti</i> hijas de padres expuestos a dosis subletales de Vectobac® AS, mediante ANOVA y comparación de medias por Tukey. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	30
Cuadro # 7. Proporción de sexos en adultos de <i>Aedes aegypti</i> en padres expuestos a dosis subletales de Vectobac® AS y su F1, San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	33
Cuadro # 8. Valores de parámetros reproductivos en <i>Ae. aegypti</i> , padres expuestos a diferentes dosis subletales de Vectobac® AS y su F1, incluyendo el testigo. San Nicolás de los Garza, N. L., 1999.....	33
Cuadro # 9. Comparación de los tiempos de oviposición y longevidad en hembras de <i>Ae. aegypti</i> tratadas con diferentes concentraciones letales de Vectobac® AS y su F1. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	34
Cuadro # 10. Comparación de las curvas de supervivencia de <i>Ae. aegypti</i> , padres expuestos a diferentes dosis de Vectobac® AS, analizadas por medio de "Log Rank"	35
Cuadro # 11. Comparación de las curvas de supervivencia en <i>Ae. aegypti</i> , F1 de padres expuestos a diferentes dosis de Vectobac® AS, analizadas por medio de "Log Rank"	36
Cuadro # 12. Comparación de la fecundidad media diaria en hembras de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, mediante ANOVA y comparación de medias por Tukey. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	37

Cuadro # 13. Comparación de la fecundidad media diaria en hembras de <i>Aedes aegypti</i> hijas de padres expuestos a dosis subletales de Vectobac® AS, mediante ANOVA y comparación de medias por Tukey. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	38
Cuadro # 14. Comparación de la fecundidad total diaria en hembras de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, mediante ANOVA y comparación de medias por Tukey. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	38
Cuadro # 15. Comparación de la fecundidad total diaria en hembras de <i>Aedes aegypti</i> hijas de padres expuestos a dosis subletales de Vectobac® AS, mediante ANOVA y comparación de medias por Tukey. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	38
Cuadro # 16. Numero de huevos puestos por hembra considerando el peso de las hembras de <i>Ae. aegypti</i>. (Roy, 1936. mencionado por Chistophers en 1960).....	39
Cuadro # 17. Número estimado de huevos puestos por hembras de <i>Ae. aegypti</i> en una puesta, según varios autores (Christopher, 1960).....	39
Cuadro # 18. Numero de huevos puestos por hembras de <i>Ae. aegypti</i> alimentadas con diferente cantidad de sangre. (Roy 1936, mencionado por Chirstopher 1960).....	40
Cuadro # 19. Numero de huevos puestos por hembra de <i>Ae. aegypti</i> considerando el peso y longitud alar (Roy 1936, mencionado por Chistopher 1960).....	40
Cuadro # 20. Porcentaje de mortalidad promedio de larvas de <i>Ae. aegypti</i> por concentración de Vectobas® AS, a las 24 hrs de exposición primer grupo de concentración. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	50
Cuadro # 21. Porcentaje de mortalidad promedio de larvas de <i>Ae. aegypti</i> por concentración de Vectobas® AS, a las 24 hrs. de exposición segundo grupo de concentración. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	50
Cuadro # 22. Porcentaje de mortalidad promedio de larvas de <i>Ae. aegypti</i> por concentración de Vectobas® AS, a las 24 hrs. de exposición tercer grupo de concentración. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	51
Cuadro # 23. Porcentaje de mortalidad promedio de larvas de <i>Ae. aegypti</i> por concentración de Vectobac® AS, a las 24 hrs de exposición cuarto grupo de concentración. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	51
Cuadro # 24. Porcentaje de mortalidad promedio de larvas de <i>Ae. aegypti</i> por concentración de Vectobac® AS, a las 24 hrs de exposición quinto grupo de concentración. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	51

Cuadro # 25. Valores promedio en los ciclos de desarrollo de larvas de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	51
Cuadro # 26. Valores promedio en los ciclos de desarrollo de larvas de <i>Aedes aegypti</i> hijas de padres expuestos a dosis subletales de Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	52
Cuadro # 27. Valores promedio de la fecundidad media diaria (m_x) en hembras de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	52
Cuadro # 28. Valores promedio de la fecundidad media diaria (m_x) en hembras hijas de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N.L.	52
Cuadro # 29. Valores promedio de la fecundidad total diaria en hembras de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS, San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	52
Cuadro # 30. Valores promedio de la fecundidad total diaria en hembras hijas de <i>Aedes aegypti</i> expuestas a dosis subletales de Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	53
Cuadro # 31. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; padres expuestos a CL₃₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.	54
Cuadro # 32. Tabla de fecundidad de <i>Aedes aegypti</i>; padres expuestos a CL₃₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	57
Cuadro # 33. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; padres expuestos a CL₅₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	60
Cuadro # 34. Tabla de fecundidad de <i>Aedes aegypti</i>; padres expuestos a CL₅₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	63
Cuadro # 35. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; padres expuestos a CL₇₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	66
Cuadro # 36. Tabla de fecundidad de <i>Aedes aegypti</i>; padres expuestos a CL₇₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.	69
Cuadro # 37. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; testigo. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	71
Cuadro # 38. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; testigo. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	74

Cuadro # 39. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; F1 de padres expuestos a CL₃₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	76
Cuadro # 40. Tabla de fecundidad de <i>Aedes aegypti</i>; F1 de padres expuestos a CL₃₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	78
Cuadro # 41. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; F1 de padres expuestos a CL₃₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	82
Cuadro # 42. Tabla de fecundidad de <i>Aedes aegypti</i>; F1 de padres expuestos a CL₃₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N. L. 1999.....	85
Cuadro # 43. Tabla de supervivencia de <i>Aedes aegypti</i>; F1 de padres expuestos a CL₇₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	88
Cuadro # 44. Tabla de fecundidad de <i>Aedes aegypti</i>; F1 de padres expuestos a CL₇₀ de <i>Bti</i>, Vectobac® AS. San Nicolás de los Garza, N.L. 1999.....	91

Resumen

Ae. aegypti es uno de los vectores más importantes del virus de dengue y en México es el único. Para su control se han utilizado diferentes productos químicos, los cuales han provocado que los mosquitos generen resistencia, además de que son residuales, dañan el medio ambiente y eliminan enemigos naturales, entre otras cosas. La bacteria *Bacillus thuringiensis var israelensis* ha resultado ser altamente tóxica para las larvas de mosquitos, lo cual presenta la ventaja de que no ataca a organismos no blanco dentro del sistema acuático y presenta además poca residualidad. Existen pocos trabajos relacionados con los efectos que produce el *Bti* sobre los mosquitos adultos por, lo que el objetivo general de esta investigación fue el de determinar el efecto de dosis subletales (LC_{30} , LC_{50} y LC_{70}) en la biología de *Ae. aegypti*. Se utilizó la técnica propuesta por Mulla (1982) para establecer la línea dosis-mortalidad de *Bti* sobre *Ae. aegypti*. Se utilizó la formulación comercial de *Bti* (Vectobac® AS), de la cual se preparó una solución stock que se utilizó para realizar una serie de diluciones para obtener el rango de concentraciones apropiado para los bioensayos. Los bioensayos se repitieron en 3 ocasiones y cada uno se constituyó de 5-6 concentraciones y tres repeticiones, además un testigo por concentración. Los bioensayos se realizaron bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y luz. La mortalidad se registró a las 24 hrs post exposición. Los resultados de mortalidad se sometieron a un análisis de regresión log-Probit método máxima verosimilitud (Finney, 1977) para establecer la línea dosis-mortalidad.

Los resultados obtenidos al aplicar el análisis probit fueron: para la CL_{30} de 0.41 ppm con límites de confianza superior e inferior de 0.32 y 0.51, respectivamente; para la CL_{50} de 1.04 ppm con límites superior e inferior de 0.89 y 1.20 respectivamente y la CL_{70} fue de 2.60 ppm con 2.22 y 3.13 como límite superior e inferior respectivamente, en todos los casos con un nivel de confiabilidad del 95%. En cuanto al efecto de concentraciones subletales de *Bti* en la biología de *Ae. aegypti* se encontró que para los padres la duración del ciclo de desarrollo difirió significativamente en los individuos tratados con las diferentes concentraciones entre las mismas y el testigo. En cuanto a la sobrevivencia se observó diferencia significativa entre el testigo con los individuos expuestos a la CL_{50} y CL_{70} no siendo así para la CL_{30} . En lo que respecta a la fecundidad media diaria, ésta

disminuyó conforme aumentó la concentración, no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos.

La proporción de sexos en este caso favoreció a los machos, ya que a excepción del testigo, en el resto de los tratamientos la proporción de machos fue mayor.

En la F1, se determinó que la duración del ciclo de desarrollo de las hijas de padres expuestos a las concentraciones mencionadas no registraron diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, lo mismo se obtuvo para la sobrevivencia.

En lo que respecta a la fecundidad media diaria ésta obtuvo su valor mínimo en la CL₅₀, siendo mayor en la CL₃₀, aunque la diferencia no fue significativa; al igual que con los padres la proporción de sexos fue a favor de los machos en todos los tratamientos con excepción del testigo

Los resultados obtenidos para los parámetros de crecimiento, se determinaron basándose en las tablas de supervivencia y longevidad, además de utilizar la metodología de tablas de vida propuestas por Birch (1948).

La tasa reproductiva bruta (TRB), disminuyó conforme aumento la concentración, es decir que tanto en padres así como en la F1 se presentaron valores mayores en la CL₃₀ (364.5: 409) padres: F1 respectivamente, comparado con la CL₇₀ (281.1: 430) padres: F1 respectivamente. Los valores de la TRB de la F1 en todos los tratamientos fue mayor que la de los padres, así como, los valores de la TRB tanto de padres como de la F1 fueron mayores a los del testigo quien tuvo un valor de 239.1. En la duración del tiempo generacional los resultados obtenidos indicaron que tanto en padres expuestos como en la F1, el valor menor se presentó en la CL₅₀ con un tiempo de 30.40: 43.61 días padres: F1, encontrándose valores mayores en ambos casos a la CL₃₀ donde se determinaron tiempos de 42.53: 54.45 días padres: F1 respectivamente, a su vez la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) fue mayor en la CL₅₀ tanto en padres como en la F1 con valores de 0.09: 0.051 respectivamente, al igual que la tasa neta reproductiva (R_0) con valores de 20.45: 9.30 padres: F1 respectivamente y por consiguiente presentó un menor tiempo de duplicación (6.98: 13.55 padres: F1) y el valor menor se presentó en la CL₃₀ con 0.03 en ambos casos, determinándose un valor de -0.01 para el testigo. En lo que respecta a la longevidad de hembras adultas se presentó un menor tiempo en los padres a la CL₇₀ (100 días) y en la F1 se registro un menor tiempo a la CL₃₀ (114 días).