

**PRUEBAS DE BACILLUS THURINGIENSIS VAR.  
ISRAELENIS (H-14) PARA EL CONTROL DE  
LARVAS DE ANOPHELES ALBIMANUS  
WIEDEMANN, EN EL DEPARTAMENTO DE  
LEON, NICARAGUA, 1982.**

Por Sean L. SWEZEY\* & Martha L. SALAMANCA\*.

**Resumen.**

Con el presente ensayo se dá a conocer los efectos que tiene *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, serotipo H-14, (BTI), en el control de larvas del mosquito *Anopheles albimanus*, vector de la malaria, en Nicaragua.

-----  
\* Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua.

En el Departamento de León se hicieron aplicaciones de BTI en lugares urbanos y rurales exponiendo el bacilo a diferentes condiciones ambientales y usándose dosis variables. Se logró demostrar que BTI a una dosis de 10 g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie (dosis normal) en agua limpia tiene un efecto de control de larvas de *Anopheles albimanus* durante un rango de 4 a 8 días. BTI, es un insecticida microbioal no tóxico para humanos y animales de sangre caliente, y no ejerce contaminantes al ambiente. Por ser fácil el método de aplicación de BTI, éste no presenta peligro al manipularse o al aplicar la solución del polvo.

### Abstract.

This report presents the results of preliminary evaluations of the controlling effect of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (H-14) (BTI) on larvae of the malaria vector *Anopheles albimanus* in Nicaragua.

In the department of León, BTI was applied in urban and rural environments under varying conditions at different doses. At a dose of 10 g. per 100 m<sup>2</sup> of surface area in clear water, BTI (BactimosRWP) has a controlling effect on *Anopheles albimanus* larvae of between 4 to 8 days. BTI is a non-toxic microbial insecticide for warm-blooded animals (including humans) and does not contaminate the environment. BTI is easily applied and does not present health risks to applicators.

### Introducción.

La malaria, por ser una enfermedad que tiene efectos desastrosos en la sociedad, especialmente en el sector del pueblo más sufrido, explotado y desnutrido, ha motivado respuesta para controlar los vectores y tratar de eliminar en nuestro país la enfermedad.

En Nicaragua, en el año de 1956 se fundó el Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), que basó su control en el uso intradomiciliar de productos químicos como dieldrin (1957), DDT (1958), organofosforados (1965), propoxur (1970), clorforxin (1978) para suprimir los vectores de la malaria, *Anopheles albimanus* y *Anopheles pseudopunctipennis*. Pero el uso de plaguicidas de manera indiscriminada, en la agricultura ha tenido el efecto de seleccionar a los ejemplares de *Anopheles spp.*, más resistentes a estos mismos insecticidas. Se han encontrado poblaciones de individuos resistentes a los plaguicidas tradicionales en la zona occidental del país, como producto del uso frecuente y despreocupado de insecticidas en cultivo de algodón. (ICAITI, 1977; OMS, 1980).

El desarrollo del programa de aplicación interdomiliar de químicos fue interrumpido por la inestabilidad política del país, ya que las actividades del control de la malaria fueron abandonadas después de la insurrección de septiembre 1978, influenciados por el uso y abuso de recursos humanos y equipos del SNEM, así como en la confinación y uso de vehículos de dicha institución utilizados para reprimir al pueblo.

A partir del triunfo de la revolución el 19 de julio de 1979, el gobierno revolucionario reorganiza las estructuras del SNEM y funda el Area de Control y Erradicación de la Malaria (ACEM) y se plantea para los años siguientes la implementación del control integrado, que no cuenta unilateralmente con control químico de adultos de *Anopheles spp.* para romper el ciclo de transmisión de la malaria.

El control integrado es una combinación de las mejores técnicas del control cultural, control químico y control biológico. Como parte del control integrado se pueden realizar jornadas populares de limpieza y control físico de fuentes de crianza (control cultural). Además, el uso de enemigos naturales y enfermedades microbiales (control biológico), larvicidas químicos (control químico), pueden ser integrados a un nivel masivo y popular ahorrando divisas y promoviendo la participación de toda la sociedad en las tareas de salud pública.

Las diferentes técnicas y armas utilizadas en el control integrado que implementa ACEM, han dado como resultado un descenso de los casos de malaria a nivel nacional, a través de tres años. Por ejemplo, en el año 1979 se reportaron 18,418 muestras positivas de la enfermedad, en el año de 1980 un aumento de 25,465 casos de malaria, en el año de 1981 baja la incidencia de malaria a 17,434 casos, y en 1982 se tienen reportados 15,568 casos; estas cifras nos indican que el control integrado utilizado por ACEM ha sido capaz de mantener y bajar la incidencia de casos evitando que estos aumenten de manera significativa. Pero es importante hacer notar que la incidencia de casos de malaria desde el año 1973 (4,200) hasta el año 1982 (15,568) ha aumentado en un 370 por ciento. (OMS, 1973-1981). Este aumento indica que siempre existe necesidad de mejorar las tácticas integradas del control de la malaria.

En el campo del control biológico de *Anopheles*, un descubrimiento sobresaliente en los últimos años ha sido el de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (BTI), y el *Bacillus sphaericus*. Estos son insecticidas microbiales de alta selectividad para *Anopheles*, *Culex* y *Aedes* en sus estadíos larvales.

El *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* fue descubierto en el año de 1976, y su formulación comercial se logró en 1979. El producto comercial de la endotoxina es un polvo soluble en agua, significando un avance mundial para el control biológico de la larva del mosquito. La endotoxina de esta bacteria ataca específicamente a la larva del mosquito por medio de ingestión y parálisis rápida del aparato digestivo. No tiene efectos nocivos sobre los enemigos naturales del vector (García et. al. 1981).

Otra de las ventajas de éste insecticida microbial, es que solo requiere pequeñas cantidades para su efectividad, su aplicación es muy fácil, además no es dañino para la salud humana ni para animales de sangre caliente. (WHO, 1982).

La mayor parte de los comentarios hechos acerca de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, serotipo H-14, se aplica también a la cepa 1593 de *Bacillus sphaericus* aislada en 1974. Esta bacteria se diferencia principalmente en que la endotoxina bacteriana de *Bacillus sphaericus* es de acción más lenta y tiene mejor efectividad en aguas sucias o contaminadas que la endotoxina bacteriana del *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (OMS, 1976).

Con el propósito de liberar a las comunidades campesinas, obreras y a nuestro pueblo en general de la malaria que les ha causado tanto daño y muerte por décadas, se plantearon los siguientes objetivos:

- 1) implementar alternativas para controlar la malaria con métodos y materiales que no sean dañinos a los trabajadores ni alteren las características y condiciones del medio y que a largo plazo ahorre divisas al país;
- 2) determinar la efectividad que tiene el BTI sobre el control de larvas de *Anopheles albimanus* en diferentes condiciones ambientales y a dosis : media, normal y doble;
- 3) sugerir, basado en los resultados, al ACEM que utilice el bacilo como control biológico del *Anopheles* y *Culex* en Nicaragua.

## MATERIALES Y METODOS.

En la aplicación de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*(\*) en los diferentes ensayos se utilizó en la mayoría de los casos una dosis de 10g. del polvo por 100 m<sup>2</sup> de superficie (lo que llamamos "dosis normal") en la pila #2-Desmotadora Gurdíán se uso 5g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie ("media dosis") y 20g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie ("doble dosis") en charcos del Río Chiquito. Para la aplicación urbana se ocupó la bomba manual "Hudson" de 10 litros a 20 psl., para las aplicaciones rurales, se ocupó la bomba de mochila "SIPI" 3.5. h.p., de capacidad de 15 litros. La mezcla final fue siempre 5 litros de agua para cada 10 gramos de BTI.

A nivel urbano del Departamento de León se presentan condiciones propicias para que *Anopheles albimanus* desarrollan su ciclo biológico tales como: charcos, ríos contaminados, pilas. A nivel rural *Anopheles albimanus* desarrolla su ciclo biológico principalmente en ríos, canales de flujo lento y cultivos de arroz por inundación. En el período comprendido entre Agosto y Noviembre de 1982, se seleccionaron dos sitios experimentales que presentaron positividad de larvas de *Anopheles albimanus*(\*\*). Criaderos urbanos en la ciudad de León : pilas de la desmotadora Gurdíán, río Chiquito, pila de cemento de la localidad Las Chacras y cultivos comerciales de arroz : La Lechuza y UPE Dos Montes. Ambos son lugares de reproducción de *Anopheles albimanus* en la región y actualmente presentan problemas de detección y control químico.

### 1 - Pilas de la desmotadora Gurdíán.

Un sitio experimental, muy característico de los criaderos urbanos que se encuentran en León. Eran dos pilas de cemento (aproximadamente 10 m<sup>2</sup> de área para cada una), que se localizaron en la desmotadora Gurdíán. Estas pilas se usan para prevenir incendios durante la temporada de desmote (diciembre a marzo). El resto del tiempo son usadas como fuente de agua potable y mantienen un nivel de 30 a 40 cm. de agua.

La pila #2 está situada bajo un techo de tejas, y siempre se encontró positiva con *Anopheles albimanus*. Esta pila era un lugar experimental previo (Essayan et. al, 1982). La otra pila (#3) siempre se encontró positiva con *Culex* sp.

-----  
\* *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, serotipo H-14, 3500 unidades tóxicas internacionales por mg. de *Aedes aegypti*. Bactimos (2), Batch LRB No. 676, Junio 1980. Biochem Products, Montchanin, Delaware.

\*\* Identificación de larvas de 4o. estadio fue conforme la clave de FERMAN & CATTS (1970).

Antes de aplicar BTI, se hicieron pesquias en las dos pilas, usando el método de cucharonadas de ACEM. El pesquisador es de lata galvanizada que mide 8 por 18 cm. y 3 cm. de profundidad. En cada muestra, se registraron todos los estadios larvales.

Después de la pesquisa preliminar (una cucharonada cada cinco pasos desde la orilla) se aplicó a la pila #2 en el mes de septiembre de 1982 el BTI, a una dosis equivalente de 10g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie. En la pila #3 se aplicó la mitad de la dosis (equivalente a 5g. por 100 m<sup>2</sup>). Ambas aplicaciones fueron hechas con la bomba "Hudson". En la misma pila #2, en el mes de Noviembre de 1982, se aplicó la mitad de la dosis equivalente a 5g. por 100 m<sup>2</sup>.

#### 2 - Río Chiquito.

Este es un lugar ideal para el desarrollo del vector por presentar charcos que se formaron en los huecos que dejaron las raíces de los árboles que fueron arrancados durante la inundación de Mayo de 1982, y el agua en ellos se mantiene con bastante materia orgánica en suspensión, como algas, madera, hojas, materia orgánica en descomposición y desechos de productos químicos procedentes de jabonerías y curtiembres que existen en las riberas. El grado de contaminación de las aguas en que se encontraron larvas de *Anopheles albimanus*, reafirma el carácter cosmopolita de éste vector. Se aplicó una doble dosis de BTI en un charco experimental que medía 10 m<sup>2</sup> de superficie. Antes de aplicar el polvo se hicieron pesquias usando el método de cucharonadas de ACEM. La aplicación se hizo con bomba "Hudson".

#### 3 - Pila de cemento de la localidad de Las Chacras.

En esta pila que contenía agua limpia se encontró positividad de *Anopheles albimanus* y *Culex sp.* y se aplicó una dosis normal de 10 g. por 100 m<sup>2</sup>. El método de la aplicación del BTI y la pesquisa fueron los acostumbrados.

#### 4 - La Lechuza.

Esta es una finca privada ubicada a 45 km. de León sobre la carretera a San Isidro, en donde las parcelas del cultivo de arroz presentaban positividad en larvas de *Anopheles albimanus*. Se escogió para la realización del tratamiento una parcela que medía aproximadamente 525 m<sup>2</sup> y tenía arroz de una edad de sesenta y cinco días con una altura promedio de 45 cm. La dosis de BTI que se aplicó en esta parcela fue una dosis normal (10 gramos por 100 m<sup>2</sup> de superficie) y se utilizó para su aspersión la bomba de mano "Hudson".

## 5 - UPE Dos Montes EAP, Carlos Agüero Echeverría.

El lote está ubicado a 50 km. de León sobre la carretera a San Isidro, en la cual se cultiva arroz en parcelas por inundación. En esta UPE, se escogió una parcela que presenta positividad en larvas de *Anopheles albimanus* que medía 1350 m<sup>2</sup>. En esta parcela las plantas de arroz tenían una edad de setenta días y una altura promedio de 45 cm. Esta parcela se dividió en tres subparcelas con 10 metros de separación entre sí, una de las cuales fue tratada con BTI y una segunda subparcela tratada con fenthión (Baytex) (2% polvo flotable), utilizando una tercera subparcela como testigo (no tratado). Antes de hacer el tratamiento en las tres subparcelas se hicieron pesquias usando el método de cucharonadas de ACEM, se hizo la aplicación de BTI y fenthión (Baytex), utilizando la bomba de mochila "SIPi" con capacidad de 15 litros.

En la parcela tratada con fenthión (Baytex) se utilizó una dosis de media libra por 100 m<sup>2</sup> de superficie. En la subparcela tratada con BTI se aplicó una dosis de 10g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie. Además de hacer las pesquias de control para larvas de *Anopheles albimanus*, se recogieron datos para detectar algún posible cambio en las poblaciones de los enemigos naturales del mosquito (náyades del orden Odonata) que se encontraban en esta parcela.

En todos los casos en las diferentes localidades se hicieron pesquias antes de la aplicación, 24 horas (2 días), 96 horas (4 días) y 192 horas (8 días) después de la aplicación.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

Las gráficas a las que se hace referencia para ilustrar los resultados de las diferentes aplicaciones, expresan el número promedio de los diferentes estadios larvales por el número dado de cucharonadas.

### 1 - Pilas de la desmotadora Gurdíán.

La gráfica 1, demuestra el efecto de BTI en la pila #2. Aunque todas las fases estaban presentes el día de la aplicación, hasta aproximadamente una semana después, no se encontraron larvas del primer estadio.

Estos resultados son idénticos a los resultados previos (Essayan, et. al. 1982) y su replicación indica que BTI sirve como larvicida microbial contra *Anopheles albimanus* de efectividad entre cuatro y ocho días en agua limpia y que actúa en contra de todas las fases larvales.

La gráfica 2, demuestra el hecho de que se pudo obtener los mismos efectos contra larvas de *Culex sp.* con la mitad de la dosis utilizada para *Anopheles albimanus*. Esta pila contenía exclusivamente larvas de *Culex sp.* y no se presentó positividad hasta aproximadamente una semana después de la aplicación de la dosis media. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos en los Estados Unidos (García, et. al. 1981), que indican que *Culex sp.*, es más susceptible a BTI que *Anopheles spp.*

La gráfica 3, muestra el efecto del BTI en la desmotadora Gurdíán (pila #2), donde se usó la mitad de la "dosis normal" equivalente a 5g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie contra *Anopheles albimanus*. Puede observarse que cuando se hizo la pesquisa correspondiente a las 48 horas hubo un aumento de larvas de todos los estadios. (En esta pila sólo se hicieron 8 cucharonadas a diferencia del ensayo anterior en el que se hicieron 10).

La pesquisa que debió corresponder a las 192 horas, no se pudo realizar por que la pila en estudio fue secada, asunto que estuvo fuera de nuestro control. Aún faltando los datos de esta fecha, se pudo observar que la mitad de la dosis normal de BTI no causa efectos tóxicos sobre larvas de *Anopheles albimanus*.

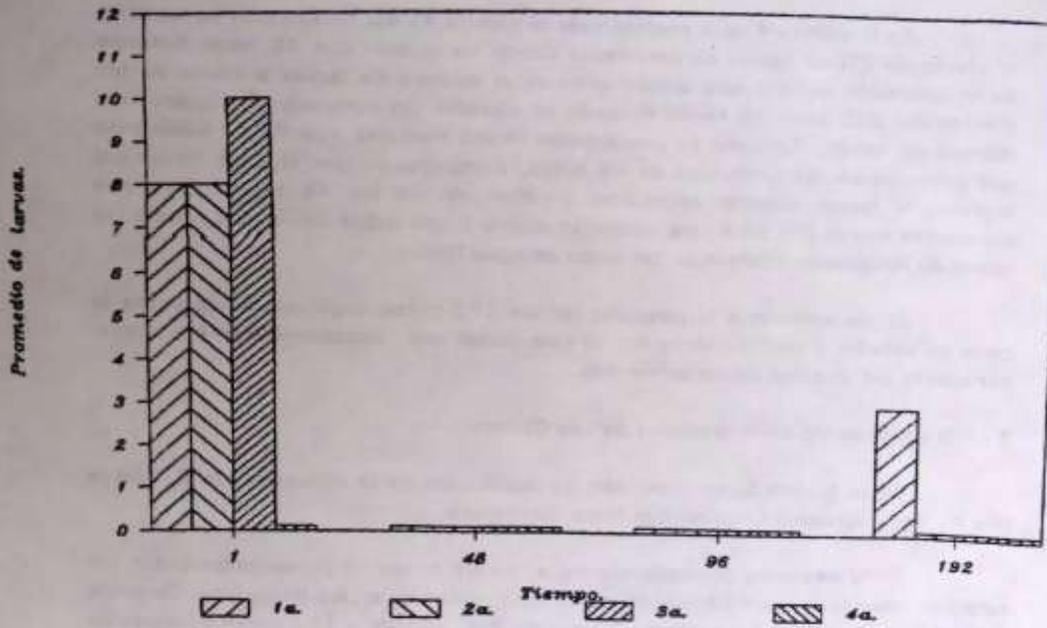
## 2 - Río Chiquito.

Las dosis de las aplicaciones de BTI que se hicieron en los charcos fueron el doble de la normal (20 g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie) porque las larvas se encontraban en aguas contaminadas.

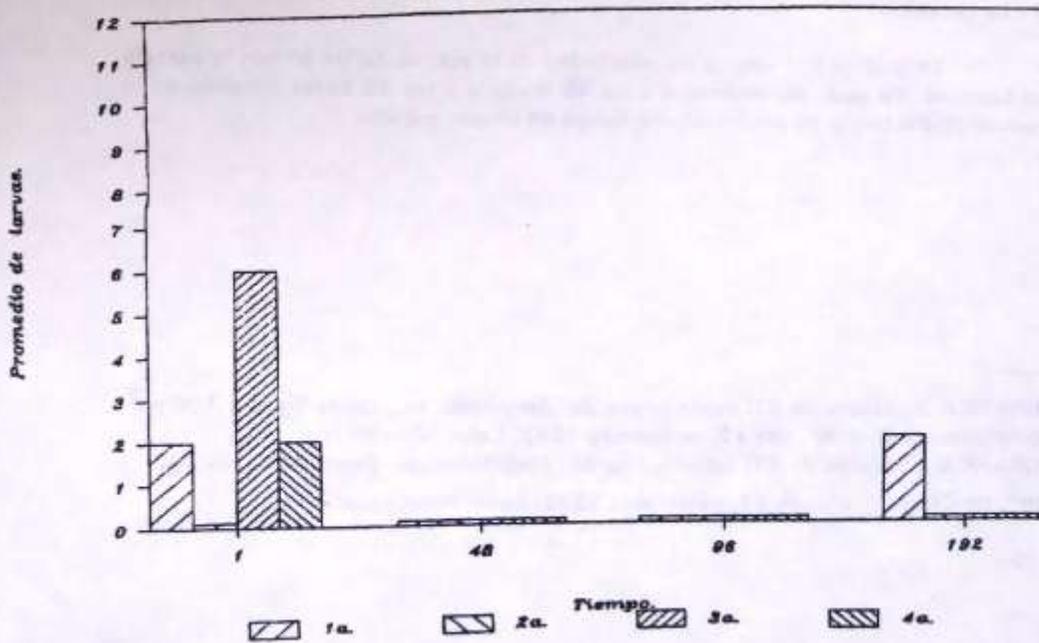
-----  
**GRAFICA 1** : Efecto de BTI sobre larvas de *Anopheles sp.* Dosis 10 g. por 100 m<sup>2</sup>, desmotadora Gurdíán pila #2, septiembre 1982, León, Nicaragua.

**GRAFICA 2** : Efecto de BTI sobre larvas de *Anopheles sp.* Dosis 5 g. por 100 m<sup>2</sup>, desmotadora Gurdíán pila #3, septiembre 1982, León, Nicaragua.

GRAFICA 1.



GRAFICA 2.



En la gráfica 4, que corresponde al charco #1 del río Chiquito se muestra el efecto de BTI en aguas contaminadas donde se aprecia que 48 horas después de la aplicación ocurrió una disminución en el número de larvas a causa de los efectos del BTI, pero 96 horas después se observó un aumento significativo del número de larvas. También se presentaron larvas maduras cuando no había más que primeras en las pesquisas de 48 horas, demostrando que algunas larvas del segundo y tercer estadio escaparon a detección de las 48 horas. Esto nos demuestra que el BTI en aguas contaminadas y a una doble dosis no controla las larvas de *Anopheles albimanus* tal como en agua limpia.

El día anterior a la pesquisa de las 192 horas cayó una lluvia sobre la zona en estudio y posiblemente fue lo que causó que desaparecieran las larvas, por efecto del arrastre de las corrientes.

### 3 - Pila de cemento en la localidad de Las Chacras.

En la gráfica 5, se muestran los resultados de la aplicación de BTI en la pila #1 de la comarca Las Charcas finca Guadalupe.

En la pesquisa correspondiente a la cero horas se presentaron todos los estadios larvales, a las 48 horas no se detectaron larvas en las pesquisas. Después de 96 horas se observó solamente 1 larva de 2do. estadio y 192 horas después de aplicar BTI se observaron larvas de 1er. estadio otra vez, se demuestra aquí la efectividad que tiene el BTI sobre las larvas de *Anopheles albimanus*, utilizando una dosis equivalente a 10g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie.

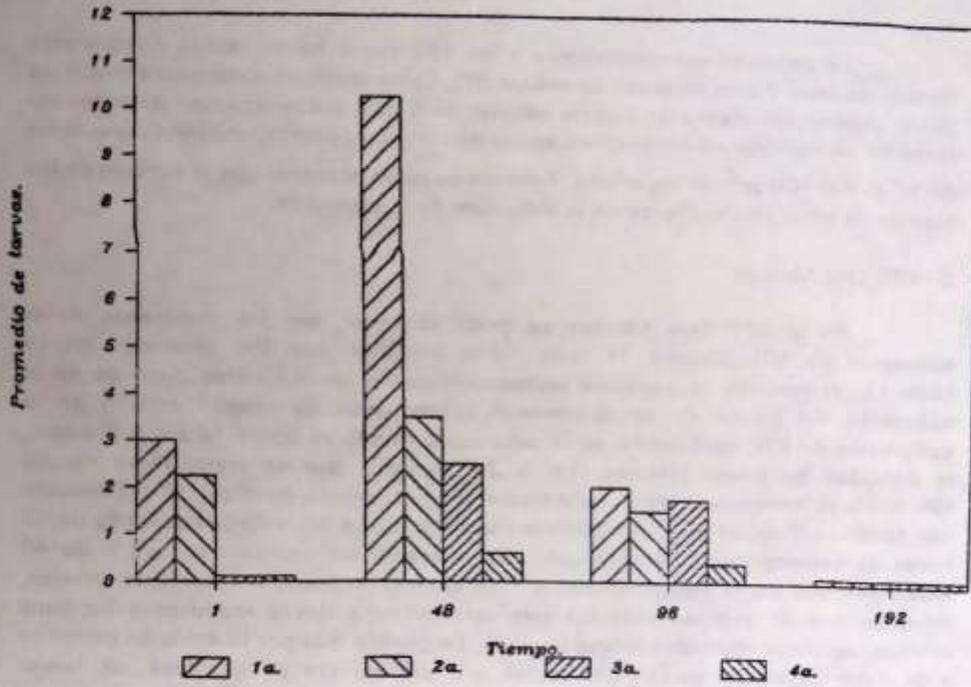
### 4 - La Lechuza.

La gráfica 6, muestra los resultados de la aplicación de BTI en la parcela La Lechuza. Se pudo observar que a las 48 horas y a las 96 horas después de la aplicación del bacilo no se detectaron larvas de ningún estadio.

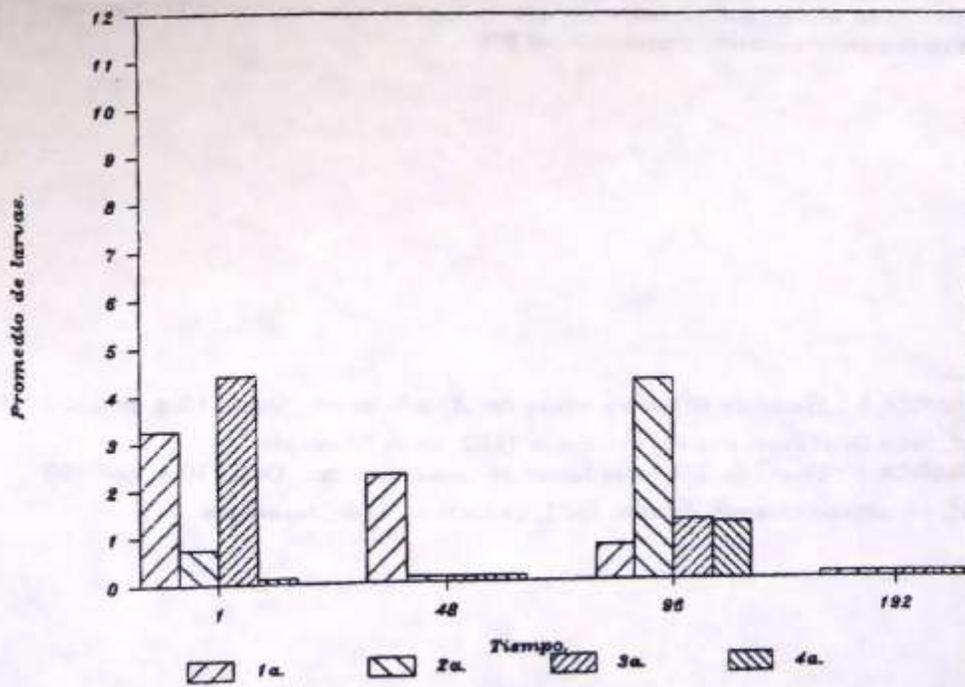
-----  
**GRAFICA 3** : Efecto de BTI sobre larvas de *Anopheles sp.* Dosis 5g. por 100 m<sup>2</sup>, desmotadora Gurdían, pila #2, noviembre 1982, León, Nicaragua.

**GRAFICA 4** : Efecto de BTI sobre larvas de *Anopheles sp.* Dosis 20 g. por 100 m<sup>2</sup>, río Chiquito, charco #1, noviembre 1982, León, Nicaragua.

GRAFICA 3.



GRAFICA 4.



La pesquisa correspondiente a las 192 horas no se realizó porque esta parcela se secó 7 días después de aplicar BTI. Estos resultados demuestran que se puede obtener un efecto de control mínimo de 4 días por mortalidad de todas las fases de *Anopheles albimanus*, en aguas de cultivos de arroz, utilizando una dosis de 10 g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie. Además se pudo observar que el tamaño de las plantas de arroz no interfieren en la cobertura de la aspersión.

## 2 - UPE Dos Montes.

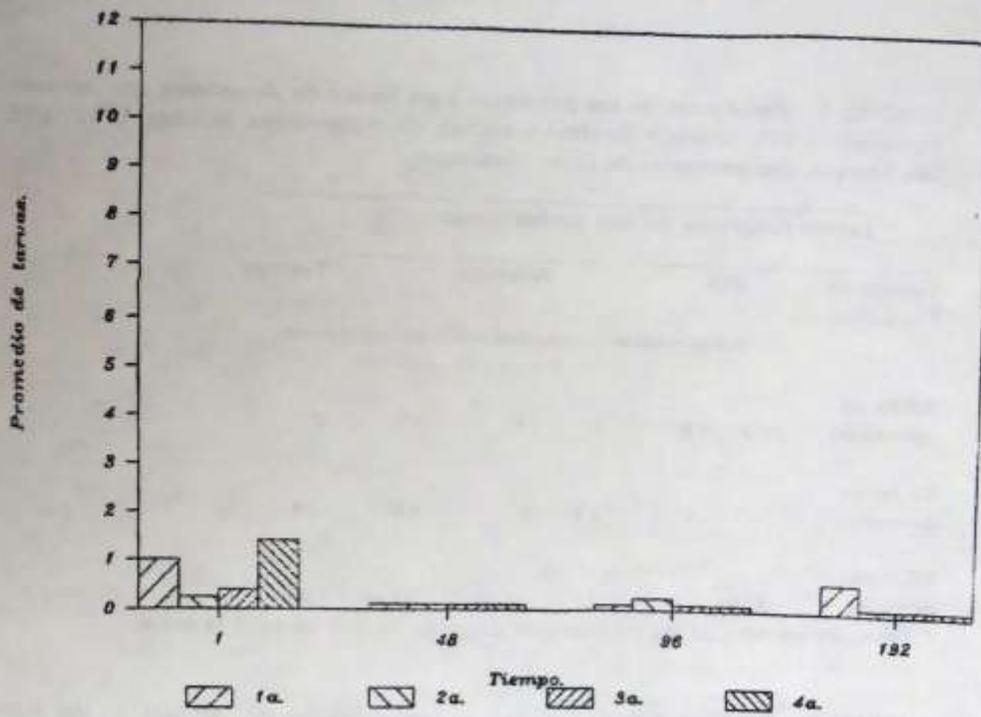
En la UPE Dos Montes se pudo observar que los resultados de la aplicación de BTI (Cuadro 1) tiene cierta similitud, con los obtenidos en La Lechuza. Al hacerse la pesquisa correspondiente a las 48 horas después de la aplicación del bacilo no se observaron larvas vivas de ningún estadio en la subparcela de BTI; en cambio, en la subparcela donde se aplicó fenthión (Baytex), la densidad de larvas jóvenes (1o. a 2o. estadio) que se encontraron resultó idéntico a la encontrada en la subparcela sin tratamiento (testigo). El tratamiento con fenthión (Baytex) mató a las larvas maduras (3o. a 4o. estadio) después de 48 horas de haberse hecho la aplicación. Estos resultados demuestran que a las 48 horas después de la aplicación del BTI se eliminaron todos los estadios larvales, mientras que el fenthión (Baytex) solamente elimina larvas maduras y no tiene efectos significativos sobre larvas jóvenes. Es posible que por la eclosión posterior a la duración de la acción de Baytex y/o por no ser susceptibles las larvas pequeñas se presenta éste fenómeno.

En el tratamiento de BTI a las 96 horas se encontraron las larvas jóvenes, en pesquisas más adentro en la parcela. Esto indica que la residualidad del producto no es más que 48 horas y/o que los lugares más adentro en las parcelas no recibieron una cobertura adecuada del BTI.

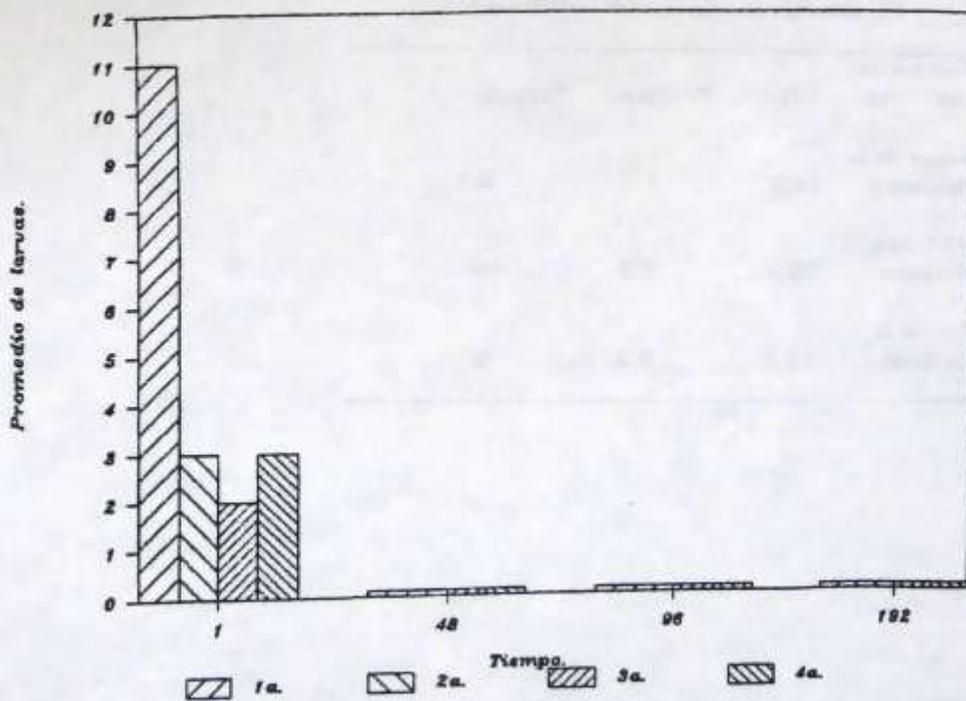
-----  
**GRAFICA 5** : Efecto de BTI sobre larvas de *Anopheles sp.* Dosis 10 g. por 100 m<sup>2</sup>, finca Guadalupe, pila #1, noviembre 1982, León, Nicaragua.

**GRAFICA 6** : Efecto de BTI sobre larvas de *Anopheles sp.* Dosis 10 g. por 100 m<sup>2</sup>, en cultivos de arroz, octubre 1982, La Lechuza, León, Nicaragua.

GRAFICA 5.



GRAFICA 6.



**CUADRO 1 : Resultados de las pesquisas para larvas de *Anopheles sp.* en sub-tratamientos BTI, fenthión (Baytex) y testigo sin tratamiento, octubre 1982, UPE Dos Montes, Departamento de León, Nicaragua.**

Larvas (Promedio de diez cucharonadas).						
Tiempo de Pesquisas.	BTI		Fenthión		Testigo	
	jóvenes	maduras	jóvenes	maduras	jóvenes	maduras
Antes de aplicación	10.3	2.5	7	1.5	7.5	2
48 horas después	0	0	4.2	0	4.5	0.8
96 horas después	11.8*	0	11.45	1.25	11.45	4.5

\* Pesquisa adentro de las subparcelas después de que se secó la orilla.

**CUADRO 2 : Resultados de las pesquisas para náyades de Odonata en los sub-tratamientos BTI, fenthión (Baytex) y testigo sin tratamiento, octubre 1982, UPE Dos Montes, departamento de León, Nicaragua.**

Náyades (Promedio de diez cucharonadas).			
Tiempo de pesquisas	BTI	Fenthión	Testigo.
Antes de la aplicación	14.5	7	6.5
48 horas después	20.9	8.8	10
96 horas después	12.7	8.3	6

En las subparcelas de la UPE Dos Montes, también medimos la presencia de depredadores (náyades de Odonata) para investigar los efectos de los tratamientos sobre la fauna benéfica. El Cuadro 2, demuestra que 48 horas después de los tratamientos, no se observó ninguna disminución en las náyades; más bien, cada lote registró un aumento de depredadores. A las 96 horas, las subparcelas BTI y testigo registraron un descenso casi idéntico (40%), mientras la subparcela fenthión (Baytex) mantenía constante la densidad del depredador. Ninguno de los tratamientos tuvo efecto negativo sobre odonatas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En ensayos realizados en el departamento de León, Nicaragua en 1982 se han obtenidos resultados muy positivos y se ha demostrado en que condiciones es más efectivo el BTI contra *Anopheles albimanus* y *Culex sp.*

El BTI aplicado en sitios urbanos y en agua limpia usando una "dosis normal" de 10 g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie, tiene el efecto de suprimir totalmente las larvas de *Anopheles albimanus* durante un tiempo máximo de cuatro a ocho días, en cambio la aplicación de BTI para el control de *Culex sp.*, requiere la mitad de la dosis (5 g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie). La aplicación de la "media dosis" en agua limpia no demostró resultados satisfactorios en el control de larvas de *Anopheles albimanus*.

La literatura indica que la residualidad de BTI no es más que 48 horas, y el control después de éste tiempo puede ser asignado a los 2 a 3 días requeridos para eclosión de nuevos puestos después de éste período y/o acción más eficiente de enemigos naturales (WHO, 1982).

Las pruebas realizadas con BTI en agua sucia, demuestran que la aplicación de una doble dosis (20 g. por 100 m<sup>2</sup> de superficie) no ejerce un control tan eficaz como en agua limpia sobre los diferentes estadios larvales de *Anopheles albimanus*. Los efectos negativos que ejerce el agua sucia, posiblemente se deba a que ésta bloquea la acción de la endotoxina bacteriana impidiendo que el BTI penetre en el medio de la larva del mosquito. En ciertas condiciones como en el charco del río Chiquito se observó que el agua mantenía una capa superficial de suciedad y materia orgánica tan espesa que posiblemente impidió que BTI se esparciera uniformemente quedando la mayor parte de la solución concentrada en la suciedad del agua.

En las pruebas que se realizaron en cultivos de arroz, cuyas aguas estancadas representan un problema mayor para el control de *Anopheles albimanus*, se logró un efecto de 2-4 días sobre todas las fases larvales.

En el ensayo, el tratamiento químico con fenthión 29 ° (Baytex) no actuó sobre larvas jóvenes, como en el caso de BTI. La base biológica de esta resistencia se debe investigar debido al uso común de fenthión como larvicida en el departamento de León.

Con respecto a los efectos colaterales que pueda presentar el BTI, no se ha demostrado que dañe a las náyades de Odonata, que son representativos de los enemigos naturales del zancudo.

Para tener un mejor conocimiento acerca de los efectos de BTI, es recomendable que se hagan más ensayos exponiendo el bacilo a diferentes condiciones ambientales y calidades de agua variables. Es posible que BTI por su fácil solubilidad en agua, pueda ser aplicado de forma más sencilla como por ejemplo, verter la solución directamente sobre el agua de lugares que presentan positividad de larvas, o bien esparcir el polvo directamente sobre el agua. Por las características antes mencionadas y agregándole su propiedad no tóxica para el hombre, BTI puede ser incorporado para su aplicación a nivel regional o nacional, en Jornadas Populares de Salud o bien por medio de brigadas voluntarias, ya que es fácil de aplicar y no requiere de las estrictas medidas de protección que son indispensables cuando se aplican o manipulan insecticidas de origen no biológico.

Para el caso de aguas contaminadas y sucias en donde no actúa el BTI, recomendamos conseguir e investigar una cepa del *Bacillus sphaericus*, enfermedad microbial que se caracteriza por su acción lenta y de mayor efectividad en aguas contaminadas.

Recomendamos al Ministerio de Salud (MINSAL) y al Area de Control y Erradicación de la Malaria (ACEM), el uso del BTI por su gran efectividad en el control de *Anopheles albimanus* en agua limpia. Se sugiere a estas instituciones que soliciten en forma de donación a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras organizaciones internacionales una cantidad de BTI suficiente para continuar investigando e implementando su uso en aplicaciones de control de larvas de *Anopheles spp.* y *Culex spp.* bajo estas condiciones.

El uso de control biológico de larvas de *Anopheles albimanus* responderá de una manera progresiva a las tareas de la Revolución Popular Sandinista, de coayudar al control de la malaria en Nicaragua.

### AGRADECIMIENTO.

Agradecemos la atenta colaboración de :

Róger Cisneros, responsable del sector de León, ACEM.  
Reynaldo Hernández, encargado regional de ACEM, León.  
Mario Parrales, Róger Parajón, Bayardo Silva, ACEM, León.  
Jaime Buitrago Gil, Aura Elisa Castellón, Rigoberto Gallo Sáenz, Luvy Lindo Barberena, Mercedes Berrios, Ernesto Genie y Patricia Lazo, Escuela de Biología, UNAN, León.

### BIBLIOGRAFIA.

- ACEM. (1980) Departamento de Entomología. Reseña histórica del uso de insecticidas en el programa de lucha antimalárica en Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- AHMED W., FARVAR M. & GARCIA R. (1978) Malaria : the remerging environmental problem of the 20 th century. United Nations Environmental Programs, Nairobi, Kenya, 36pp.
- CHAPIN G. & WASSERSTROM R. (1981) Agricultural production and malaria resurgence in Central America and India. *Nature*, 293(5829):181-185.
- ESSAYAN P., ESSAYAN V. & SWEZEY S.L. (1982) Informe sobre el uso de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* para el control de larva de *Anopheles* en Nicaragua. Informe a la Regional ACEM, León, Nicaragua, 8 pp.
- FERMAN D.P. & CATTS E.P. (1970) Manual of medical entomology. Ed.3. Mayfield Publ. Co., Palo Alto, California, USA.
- FLINT M.L. & VAN DEN BOSCH (1981) Introduction to integrated pest management. Plenum Press, New York, USA, 240 pp.

- GARCIA E., DESROCHERS B. & TOSLER B.** (1981) Investigación sobre el *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, contra las larvas de mosquito y otros organismos. Mosquito Control Research, Annual Reports 1980, University of California, pp.54-57.
- ICAITI.** (1977) Investigación ecológica y económica de las consecuencias del uso de plaguicidas en el cultivo del algodón en Centro América. (Informe Final). Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, Guatemala.
- MORRIS, FISHBEIN & otros** (1964) Enciclopedia familiar de la medicina y la salud. 2:453-454.
- OMS.** (1976) Resistencia de vectores de enfermedades a los plaguicidas. Informe Técnico de la OMS, 585:88 pp.
- OMS.** (1980) Resistencia de vectores de enfermedades a los plaguicidas. Quinto informe de la Comisión sobre la biología y control de vectores de la OMS. Informe Técnico, 655.
- ROZEBOOM L.E.** (1936) Re life cycle of laboratory - bred *Anopheles albimanus* Wiedeman. Ann. Ent. Soc. Amer., 29:480-489.
- SNEM.** (1975) Departamento de Epidemiología. Informe Epidemiológico de malaria. Managua, Nicaragua.
- WHO.** (1973-1981) World health statistics and yearly updates. World Health Organization, Gêneva.
- WHO.** (1982) Data sheet on the biological control agent, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, Serotipo H-14 (de Barjac, 1978). World Health Organization, Gêneva.