

IMPACTO LARVICIDA
DE DOS FORMULACIONES
DE *BACILLUS SPHAERICUS*
(VECTOLEX C.G, SPHERIMOS
Y GRISELESF LIQUIDOS)
SOBRE *ANOPHELES ALBIMANUS*
EN CRIADEROS NATURALES
DE NICARAGUA, 1996.

Por Pedro RIVERA*, M.M. LOPEZ*, S. VALLE*, D.
LOPEZ* & P. ESPINOZA.*

ABSTRACT

A study of the effectivity of the larvicide *Bacillus sphaericus* (Vectolex C.G. Spherimos y Griselesf líquidos) was done in Nicaragua in 1996.

15 breeding sites of *Anopheles albimanus*, permanent and semipermanent were selected into a large malaric area in Managua. Three products, Vectolex C.G., Spherimos from ABBOTT and Griselesf from LABIOFAM, Cuba, were applied.

Results indicate that both Spherimos and Vectolex reduce the larval density of *Anopheles albimanus* between 95.3 and 100% after 72 hours after application. Griselesf has a weaker impact than Spherimos and Vectolex.

Conclusions are that the impact on larval density of Spherimos and Vectolex, is stronger than this of Griselesf on *Anopheles albimanus* in natural breeding sites.

* Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia, Ministerio de Salud, Tel. 2897723 / 2894604, FAX 2897723, Managua, NICARAGUA

RESUMEN

Un estudio para evaluar el impacto de larvicida de *B. sphericus* (Vectolex C.G. Spherimos y Griselesf líquidos) fue llevado a cabo en Nicaragua en 1996.

Quince (15) criaderos de *Anopheles albimanus* permanentes y semipermanentes fueron seleccionados en una extensa zona malárica de Managua cercana al Aeropuerto Internacional y paralelos a la Costa del Lago Xolotlán. Tanto Spherimos de ABBOTT como Griselesf de Labiofam, Cuba, fueron aplicados con aspersor Hoodson X-Pert boquilla 8002, en dosis máxima y mínima.

Vectolex se aplicó de manera manual en cada uno de los criaderos tratados con este producto.

Los resultados indican que tanto Spherimos como Vectolex reducen la densidad larvaria de *An. albimanus* entre 95.3-100% en sus dosis máxima y mínima al cabo de 72 horas después de su aplicación, no existiendo diferencias significativas en ambas dosis y formulaciones, en tanto que Griselesf ejerce un impacto larvicida más débil frente a Spherimos y Vectolex, ya que de manera global, solo reduce la densidad larvaria anofelina entre 68.1 (53.6-75%) en ambas dosis frente a Vectolex y en 59.8% (46.6-75%) frente a Spherimos.

Se concluye que el impacto larvicida de Spherimos y Vectolex, es más fuerte que el de Griselesf sobre larvas de *Anopheles albimanus* en criaderos naturales permanentes y semipermanentes, manteniendo su efecto de control aún a los 90 días posteriores a su aplicación.

INTRODUCCION

El uso indiscriminado de compuestos químicos organoclorados y organofosforados y otros, casi en todos los países donde se han utilizado en el control de vectores han creado otros problemas tales como la resistencia de unas 300 especies de vectores a los mismos (Montero 1986). La acumulación constante de estos productos en la naturaleza, lo cual acarrea graves problemas como contaminantes a los depósitos de agua, alimentos vegetales, animales, destrucción de hidrobiontes y alteraciones a los ecosistemas. Por esta razón, en las últimas décadas, la OMS ha prestado especial atención al uso de métodos de control biológico sobre todo contra el vector de la malaria.

Dos especies de bacilos se han destacado en este tipo de control *Bacillus sphaericus* (2362) y *B. thuringiensis* var. *israeliensis* (H-14).

Ambos bacilos han demostrado ser muy efectivos contra larvas de mosquitos *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* y *Psorophora*.

B. sphaericus es altamente insecticida sobre todo contra larvas de *Culex quinquefasciatus* (Ragoonanansingh et al 1992, Xu et al 1992, Ludwig et al 1994).

La alta efectividad de *B. sphaericus* y *B. thuringiensis* en diversas formulaciones en estudios de campo y laboratorio comparativos con BTI llevados a cabo en varios países del mundo como Madagascar, Zaire, India, Cuba, Colombia, Perú, Ecuador y Nicaragua ha sido demostrada en diversos tipos de criaderos, diques, arroceras, pantanos, estanques de agua poluidas y aguas corrientes (Romi, 1993; Karch 1992, 1991; Davidson et al 1981; Lacey y Singer 1982, Mulla et al 1984, 1986). En estos países la mortalidad de mosquitos alcanzada por *B. sphaericus* y *B. thuringiensis* fue entre 98-100% a las 48 horas posteriores a su aplicación. En algunos casos la efectividad de *B. sphaericus* fue superior a la de BTI. Sin embargo, la efectividad de ambos compuestos puede ser afectada por factores ambientales (Zgomba et al 1992 de Barajac 1990, Becker et al 1992, Davidson 1984, Davidson y Yousten 1990, Lacey 1990).

Una nueva formulación de BTI en tableta dio muy buenos resultados en Colombia alcanzando mortalidad de 100% a los 30 días posteriores a su aplicación (Kroeger et al 1995). No obstante la bondad de ambos productos, esta no se ha cotejado contra el comportamiento de la epidemiología de la malaria.

Poco o nada se ha estudiado sobre *B. sphaericus* y BTI contra larvas de *Anopheles albimanus* principal vector de la malaria en Centro América.

En Nicaragua en 1995 se hizo una aplicación de *B. sphaericus* (Griselesf) formulación líquida a gran escala en la Costa del Lago de Managua, León, Chinandega y Estelí, obteniéndose resultados aceptables (Rivera et al., 1997), por lo que el presente trabajo consistió en realizar un estudio más completo sobre la efectividad real de *B. sphaericus* (2362) y contra *Anopheles albimanus*. El trabajo fue realizado para: Evaluar la eficacia y efecto de control de *B. sphaericus* (2362) en dos formulaciones diferentes: líquida (Griselesf) y granulado (Vextolex) de Abbott en condiciones naturales sobre poblaciones de *An. albimanus*. Evaluar el impacto y efecto de control de dos formulaciones líquidas de *B. sphaericus* (Spherimos de Abbott y Griselesf de Labiofam) en condiciones de campo contra larvas de *An. albimanus*.

| COMPONENTES | UNIDAD | CELADRIKOS | | | | |
|---------------------|--------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| | | TAB DELICTAS | TOS SAVALOS | ZOB ACETONOS | LA CHIRIPA-1 | LA-CHIRIPA (CONTROL) |
| Temperatura | oC | 28 | 28 | 28 | 32 | 33 |
| pH | - | 7.5 | 8.2 | 8.4 | 8.5 | 8.5 |
| Alcalinidad total | mg/l | 330 | 416 | 578 | 990 | 1,170 |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 6.4 | 5 | 7.6 | 5.2 | 8 |
| Nitrógeno Amoniacal | mg/l | 1.42 | 0.27 | 0.41 | 1.72 | 1.37 |
| Nitratos | mg/l | 4.43 | 3 | 3 | 26 | 26 |
| Nitritos | mg/l | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.13 |
| Cloruros | mg/l | 60 | 48 | 55 | 124 | 161 |
| Calcio | mg/l | 26 | 50 | 50 | 70 | 66 |

METODOLOGIA

Selección del Area de Estudio

Para la ejecución del presente trabajo, se seleccionaron 15 criaderos de *An. albimanus* permanentes, semipermanentes, temporales breves. De estos criaderos, tres fueron utilizados como control y doce de los mismos para recibir unos Spherimos (líquido) y Griselesf (líquido) y otros Vectoflex (C.G) y Griselesf (líquido).

La mayoría de estos criaderos posee entre 5,000 y 20,000 litros de agua.

El criterio de selección de estos criaderos fue que nunca hubiesen sido tratados con Griselesf o que por lo menos no se hubiesen tratado en los últimos seis meses. Todos los criaderos están ubicados en una extensa zona malárica entre 10-15km. sobre la carretera norte de Managua y a unos 4km. de la Costa del Lago Xolotlán.

El primer grupo de criaderos está ubicado a 200 m de la última línea de casas de la Colonia Unidad de Propósitos hasta la Hacienda La Chiripa que sita a 500m del Barrio Monte Fresco y el Asentamiento El Pantanal.

Como control para este grupo de criaderos se seleccionó un estanque natural frente a la Hacienda Lechera La Chiripa y se identifica como La Chiripa-2.

El segundo grupo se encuentra situado entre La Hacienda La Chiripa y La Hacienda Astro Rey en el Km. 14 sobre la Carretera Norte y tienen como control un estanque semipermanente en frente de la misma Hacienda La Chiripa. Un criadero de este grupo se ubica en el Km. 14 sobre la carretera vieja a Tipitapa frente a los corrales de Cofradia, teniendo como control un charco permanente frente a La Hacienda El Paraíso.

Un tercer grupo de criaderos se encuentran ubicados entre el Km. 14½ (Hacienda El Paraíso y La Hacienda Los Robles (km. 16) y corresponden al sector de Tipitapa.

El control para estos criaderos fue ubicado frente a la Hacienda Los Robles.

TABLA 1 : Componentes físico-químicos del agua de criaderos naturales de mosquitos tratados con Spherimos y Griselesf en Nicaragua, 1996.

| COMPONENTES | UNIDAD | CRATEROS | | | | |
|-------------------|--------|-----------|------------|------------|---------|-----------------------------------|
| | | CHIRIPA-3 | ASTROPHY-1 | ALYADOCY-2 | COFREDE | CONTROL CHIRIPA-3 PARAISO-3 |
| Temperature | °C | 27 | 29 | 29 | 30 | 30 |
| pH | - | 5 | 9.6 | 9.6 | 7.9 | 7.9 |
| Alcalinidad total | mg/l | - | - | - | - | - |
| Oxigeno total | mg/l | 5.2 | 8 | 8 | 4.4 | 4.4 |
| Oxigeno disuelto | mg/l | 1.34 | 3.9 | 3.91 | 0.46 | 0.46 |
| Nitretos | mg/l | 2.6 | 13.5 | 13.5 | 0.66 | 0.66 |
| Nitritos | mg/l | 0.31 | 0.11 | 0.11 | 0.05 | 0.05 |
| Cloruros | mg/l | 40 | 83 | 83 | 45 | 45 |
| Calcio | mg/l | - | - | - | - | - |

Descripción de criaderos

Criaderos del primer grupo

Criadero Las Delicias (Junto a la presa del mismo nombre). Es un criadero tipo estanque natural permanente con una superficie de 123 m². Su densidad larvaria previa a las aplicaciones fue de 47 larvas/m². Está totalmente sombreado por árboles hasta de unos 6m de altura, entre los que se destacan meleros (*Thouinidium decandrum*), almendros, chilamates (*Ficus sp*) y otros. No posee vegetación emergente, pero sí mucho material orgánico como trocitos de rama en descomposición.

Su temperatura normal es 28°C y un pH de 7.5. El resto de sus componentes físico-químicos pueden leerse en la tabla 1.

Criadero Los Savalos. Este criadero es del tipo permanente y está junto a la represa Los Savalos, tiene una superficie de 100m² y su densidad larvaria previo al tratamiento fue de de 100 larvas/m². Está parcialmente cubierto por palmeras (coyol, *Acrocomia mexicana*), Coyolillo (*Cyperus rotundus*) y gramíneas de diversas especies circundan al estanque y su área productiva tiene densa vegetación. Su temperatura normal es de 28°C y un pH de 8. Sus componentes físico-químicos restantes, léanse en la tabla 1.

Criadero Los Acetunos. Está situado sobre el camino que conduce a la presa Los Acetunos a unos 500m del poblado El Rodeo, es un criadero permanente natural que se forma de un riachuelo que interrumpe el levantamiento de una alcantarilla del camino. Su superficie es de 140m² y su densidad larvaria previa a la aplicación fue de 182 larvas/m². Está parcialmente sombreado por árboles como Genízaro (*Samanea saman*), guásimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), acetunos (*Simaruba glauca*), melero (*Thouinidium decandrum*) y gramíneas circundan su orilla y su área productiva está cubierta por materia orgánica. Su temperatura es de 28°C y un pH de 8.4

Los demás componentes físico-químicos obsérvense en la tabla 1.

Tabla 2. Componentes físico-químicos del agua de criaderos naturales de *Anopheles albimanus* con Vectolex y Griselesf en Nicaragua, 1996.

| COMPONENTES | UNIDAD | CRIADEROS | | | | |
|-------------------|--------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------------------|
| | | PARAISO-1 | LOS TERCIOS-1 | LOS TERCIOS-2 | LOS COCOS | LOS COCOS PARAISO-2 |
| Temperatura | °C | 29 | 27 | 27 | 29 | 29 |
| pH | - | 7 | 8.0 | 7.9 | 9 | 7 |
| Alcalinidad total | mg/l | 320 | 416 | 410 | - | 320 |
| Oxígeno total | mg/l | 6.4 | 5 | 5 | 8 | 6.4 |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 1.4 | 0.26 | 0.2 | 3.0 | 1.3 |
| Nitratos | mg/l | 6.0 | 5 | 5 | 13.5 | 6 |
| Nitritos | mg/l | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.11 | 0.05 |
| Cloruros | mg/l | 60 | 900 | 850 | 83 | 65 |
| Calcio | mg/l | 25 | 70 | 69 | - | - |

Criadero La Chiripa-1. Es un criadero natural semipermanente situado frente a la Finca La Chiripa ó Lechería El Pantanal a 600m del Barrio Monte Fresco y al Asentamiento El Pantanal. Cuenta con una superficie de 185m² y su densidad larvaria previa a la aplicación de Spherimos fue de 103 larvas/m². Como plantas emergentes se destacan juncos (*Typha latifolia*) y gramínea circundantes. Un solo árbol espino de playa (*Pithecolobium dulce*) suministra algo de sombra en horas de la mañana. Es totalmente soleado. Su temperatura es de 32°C y un pH de 8.5. Sus componentes fisico-químicos restantes se indican en la tabla 1.

Criadero Control (Chiripa-2). Es de igual descripción que el anterior, con superficie de 392m² y su densidad larvaria fue de 240 larvas/m². Está situado paralelo al criadero anterior y se identifica como Chiripa-2. La temperatura del agua es de 33°C y un pH de 8.5, el resto de componentes fisico-químicos véanse en la tabla 1.

Criaderos del segundo grupo

Criadero La Chiripa-3. Está situado detrás de la Casa Finca La Chiripa, es un estanque permanente natural a un 600m de Monte Fresco y el Asentamiento El Pantanal, desemboca en el riachuelo que pasa detrás de la Casa Finca La Chiripa. Tiene un área de 135m² y su densidad larvaria previa al tratamiento fue de 56 larvas/m². Su área productiva está cubierta por plantas emergentes sobresalen lirios acuáticos (*Eschornia crassipes*), lechuga acuática (*Pistia stratiotes*), diversas gramíneas circundantes y grandes árboles como matapolo (*Ficus sp.*), Ceiba (*Ceiba pentandra*) sombrean parcialmente al criadero. Su temperatura es de 27°C y un pH de 8.

El resto de los componentes fisico-químicos se presentan la tabla 2.

Criadero Astrorey-1. Está situado sobre la carretera norte a unos 700m de Monte Fresco, es un algibe natural cuya área es de unos 35m². Su densidad larvaria previa al tratamiento fue de 100 larvas/m². Está totalmente sombreado con árboles y arbustos ornamentales. Como plantas emergentes se destacan Elodeas, algas y gramíneas y otras que cubren su área productiva. Su temperatura fue de 29°C y un pH de 9.6. Los otros componentes físicos-químicos pueden observarse en la tabla 2.

Tabla 3. Componentes fisico-químicos del agua de criaderos naturales de *Anopheles albimanus* con Spherimos en Nicaragua, 1996.

Criadero Astrorey-2. Está situado a 10m de Astrorey 1. Es una pila aparentemente en abandono con forma cuadrada y profundidad de 1m. Su superficie es de 100m² cubierto por algas y una densidad larvaria anofelina de 196 larvas/m² previo al tratamiento. La temperatura de este criaderos fue de 29°C y pH de 9.8. Otros componentes analicen en la tabla 2.

Criadero Cofradía. Este criadero es un estanque natural permanente de 170m² de superficie y una densidad larvaria previa a la aplicación de 116 larvas/m². El estanque está parcialmente sombreado con árboles como vainillo (*Cassia imarginata*), espino de playa (*P. dulce*), plantas emergentes como lechuga acuática (*P. stratiotes*), juncos (*T. latifolia*) gramíneas circundantes. La temperatura de este criadero fue de 30°C y el pH del agua es de 7.9. El resto de componentes físico-químicos pueden verse en la tabla 2.

Control. Como control para el criadero de La Chiripa, se usó el criadero Chiripa-2 y para el criadero de Cofradía se usó el criadero Paraiso-2. Es un pequeño charco permanente cuya superficie de 30m² circundado por escoba lisa, (*Sida spinosa*) y gramíneas diversas y su densidad larvaria fue de 86 larvas/m². La temperatura de este criadero permanente es de 30°C y pH del agua 7.9. Los demás componentes físico-químicos obsérvense en la tabla 2.

Criaderos del tercer grupo

Criadero Paraiso-1. Es un criadero permanentes formado por un riachuelo cubierto casi en su totalidad por lechugas acuáticas (*P. stratiotes*) y junco (*T. latifolia*) tiene una superficie de 120m² y su densidad larvaria previa a la aplicación fue de 88 larvas/m². Está parcialmente sombreado por árboles como chilamate (*Ficus sp.*), elequeme (*Erytrina costaricensis*), espino de playa (*P. dulce*). Sus componentes químicos pueden leerse en la tabla 3.

Criadero Los Tercios-1. Es un criadero temporal breve que en época de lluvia acumula gran cantidad de agua. Tiene una superficie de 320m² y su densidad larvaria precedente al tratamiento fue de 248 larvas/m². La vegetación dominante en este criadero, es gramíneas diversas y uno que otro manojo de junco (*T. latifolia*). Está parcialmente sombrado por grandes árboles de genizaro (*S. saman*). Su temperatura es de 27°C y su pH de 8.0. El resto de sus componentes físico-químicos se pueden apreciar en la tabla 3.

Criadero Los Tercios-2. También se ubica en los predios de la Hacienda Los Tercios. Está rodeado por gramíneas diversas y chang (*Hyptis suaveolens*). Es de características similares al anterior, siendo los principales árboles hoja tostada (*Licania arborea*), genizaro (*S. saman*). Su superficie es de 90m² y su densidad larvaria antes del tratamiento fue de 180 larvas/m². Su temperatura es de 27°C y su pH 7.9. El resto de componentes físico-químicos véanse en la tabla 3.

Criadero Los Cocos. Este pequeño charco temporal breve frente a la Hacienda Los Cocos casi en frente del criadero anterior separados únicamente por la carretera. Su superficie es 165m² y su densidad larvaria inicial fue de 136 larvas/m². Posee poca vegetación, gramíneas circundantes, árboles poca altura, guásimo de ternero (*G. ulmifolia*), arbustos, cerito (*Casearia banquitana*), cocos (*Cocus nucifera*). La temperatura de estos criaderos fue de 29°C y su pH 9. El resto de componentes véanse en la tabla 3.

Criadero Los Robles. Como control para los criaderos anteriores se usó un criadero frente a la Hacienda Los Robles, cuya superficie es de 165m² y su densidad larvaria previa fue de 86 larvas/m². Plantas gramíneas hasta de 1m. de alto rodean su orilla cerito (*C. banquitana*), chan (*H. suaveolens*) jaragua, (*Hyparrhenia rufa*), es parcialmente soleado. Es un estanque temporal breve que se seca cuando la evaporación es fuerte. Sus componentes físico-químicos se pueden leer en la tabla 3.

Aplicaciones

Una vez tipificados los criaderos, se realizaron las encuestas entomológicas para determinar las densidades larvarias e inmediatamente se llevó a cabo el tratamiento de cada criadero con Spherimos, Vectolex y Griselesf.

En cada uno de los criaderos seleccionados en el primer grupo, se aplicó Spherimos (líquido) en sus dosis máximas y mínimas (0.6ml/m² y 0.3ml/m² respectivamente) y Griselesf también en sus dosis máximas y mínima (10ml/m² y 2.5ml/m²). Ambos productos fueron aspersados usando bomba Hoodson X-Pert boquilla 8002 (una bomba para cada producto para evitar la contaminación).

Al criadero Las Delicias, se le aplicó Griselesf en dosis de 2.5ml/m². El criadero Los Savalos recibió el mismo producto, pero en su dosis máxima (10ml/m²).

El criadero Los Acetunos fue tratado con Spherimos en su dosis máxima (0.6ml/m²).

Así mismo, el criadero La Chiripa-1, se roció con Spherimos pero en su dosis mínima (0.3ml/m²).

El criadero control La Chiripa-2, no recibió ningún tipo de tratamiento.

Los criaderos del segundo grupo, fueron tratados con Vectolex (C.G.) y Griselesf (líquido). Vectolex fue aplicado cuidadosamente de manera manual por ser los criaderos pequeños y poca la cantidad de producto a usar y Griselesf con aspesor Hoodson.

El criadero La Chiripa-3, fue tratado con Griselesf (2.5ml/m²) mientras que Astrorey-1 recibió Griselesf (10 ml/m²).

Los criaderos Astrorey-2 y Cofradía se trataron con Vectolex (0.5gr/m² y 2gr/m² respectivamente).

Los criaderos que fueron tratados con dosis máxima se debió a que su área productiva tenía mucha vegetación y materia orgánica abundante.

Para los criaderos de este grupo, se usaron como control el criadero La Chiripa-2 y Paraiso-2 y no recibieron tratamiento alguno.

Tanto Spherimos como Vectolex, fueron aplicados en las condiciones más adversas de los criaderos, la más alta densidad larvaria y mayor vegetación emergente.

Para efectos de estandarización de las aplicaciones y ver el comportamiento individual de Spherimos, se le aplicó la dosis mínima doble (0.6ml/m²) a los criaderos El Paraíso-1 y al criadero Los Cocos.

Tabla 4. Impacto larvicida y efecto de control de Spherimos y Griselesf sobre *Anopheles albimanus* en criaderos naturales en Nicaragua, 1996.

() : Entre paréntesis porcentaje de reducción de larvas maduras.

Fuera del paréntesis, porcentaje de reducción de larvas jóvenes.

* : Los datos del control son larvas / m².

- : Criadero se secó.

Por su parte, el criadero Los Tercios-1 y Los Tercios-2 recibieron la dosis máxima doble (1.2 ml/m²). El control fue el criadero Los Robles, el cual no recibió ningún tipo de aplicación.

Evaluación Entomológica

Después de las aplicaciones, se hicieron evaluaciones entomológicas periódicas 24, 48 y 72 horas posteriores a las mismas para determinar el impacto larvicida de dichos compuestos; continuaron las observaciones cada 15 días hasta los 90 días después del tratamiento para conocer el efecto de control de los productos referidos.

Análisis fisico-químico

Previo a las aplicaciones, se tomaron muestras del agua de cada sitio para determinar los componentes fisico-químicos de la misma. Estos análisis fueron realizados por técnicos de la Dirección de Química Sanitaria del laboratorio central (C.N.D.R.) del Ministerio de Salud.

Análisis bacteriológico

Previo a las aplicaciones, a los 10, 30 y 90 días después de las mismas, fueron analizadas muestras de agua y larvas para determinar la presencia de *B. sphaericus* en los criaderos. Estos análisis fueron realizados por especialistas de la Dirección de Microbiología del laboratorio central (C.N.D.R.) del Ministerio de Salud. El método usado fue la técnica Platocoum y la tinción de Gram.

Tabla 5. Impacto larvicida y efecto de control de Vectolex y Griselesf sobre *Anopheles albimanus* en criaderos naturales en Nicaragua, 1996.

() : Entre paréntesis porcentaje de reducción de larvas maduras.

Fuera del paréntesis, porcentaje de reducción de larvas jóvenes.

* : Los datos del control son larvas / m².

- : El criadero se secó.

| CRIADERO | DOSIS (mg/m ²) | DIAS POSTRATAMIENTO (% DE REDUCCION) | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 |
| El Paraiso-1 | 0.6 | 56 (32) | 100 (100) | 100 (100) | 88 (100) | 86 (100) | 91 (94) | 79 (100) | 79 (100) | 100 (100) | 96 (100) |
| Los Tercios-1 | 1.2 | 196 (62) | 97 (82) | 100 (94) | 100 (100) | - | 76 (71)* | - | - | - | - |
| Los Tercios-2 | 1.2 | 120 (80) | 100 (100) | 100 (100) | 69 (100) | - | 75 (96)* | - | - | - | - |
| Los Coos | 0.6 | 113 (23) | 100 (100) | 100 (100) | 74 (100) | - | 66 (26)* | - | - | - | - |
| Control** Los Robles | - | 76 (10) | 70 (10) | 73 (30) | 121 (18) | 124 (6) | 30 (3)* | 42 (21) | 40 (10) | 10 (21) | 58 (42) |

Expresión de los resultados

Los resultados se presentan en términos de porcentaje de reducción de la densidad larvaria a partir de la densidad registrada en la fase de pretratamiento, mediante la fórmula:

$$Pr = 100 - (n/N \times 100).$$

donde :

Pr = Porcentaje de reducción

N = Larvas/m² antes de las aplicaciones

n = Larvas/m² después de las aplicaciones

Clasificación Taxonómica de la vegetación

La identificación Taxonómica de la vegetación emergente y circundante de los criaderos se realizó con la clave dicotómica presentada por Salas (1976).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 4, se pueden observar los resultados obtenidos de los criaderos tratados tanto con Spherimos como con Griselesf. Tal como puede verse Spherimos (*B. shpaericus* 2362, formulación líquida) tanto en su dosis mínima como máxima, reduce la población larval de *An. albimanus* en sus estadios maduros en 100% y entre 95.3%-97.3% los estadios inmaduros de la misma especie a las 72 horas posteriores a la aplicación.

Tabla 6. Impacto larvicida y efecto de control de Spherimos sobre *Anopheles albimanus* en criaderos naturales en Nicaragua, 1996.

() : Entre paréntesis el porcentaje de reducción de larvas maduras.

Fuera del paréntesis, porcentaje de reducción de larvas jóvenes.

- : El criadero se secó.

* : Después de la tormenta tropical Marcos.

** : Los datos del control son larvas / m².

De manera global, la reducción de la densidad larvaria en los criaderos tratados con este producto fue casi completa en el período indicado (95.9%), en tanto que Griselesf en el mismo período solo controla en 64% los estadios jóvenes y 75% los estadios maduros en su dosis mínima y en 46.6% los estadios jóvenes y 53% los estadios maduros en su dosis máxima.

Estos datos de Griselesf contrastan con lo esperado, ya que a dosis menor hay una mayor reducción de la población anofelina en relación a la dosis mayor cuyo control fue de 46.6% de los estadios jóvenes y 53.6% en los estadios maduros. La causa de esta aparente contradicción no está clara; pero podría deberse a tres motivos: La densa vegetación que cubre el área productiva del criadero tratado, la dilución del producto por la corriente lenta de los criaderos o por alguna debilidad biológica del mismo, ya que esta misma contradicción aparente de Griselesf, se observó también en bioensayos realizados por especialistas de laboratorios ABBOTT en North Chicago y por el equipo del C.N.D.R. y del SILAIS (Sistema Local de Atención Integral en Salud) en Abril de 1996 notándose que ocasionalmente las dosis menores controlan mejor que las dosis mayores. Esta tendencia no se refleja en los resultados de Spherimos.

De manera global, Griselesf solo controla el 59.8% la densidad larvaria anofelina en los criaderos donde fue aplicado. El efecto de control de Spherimos se nota aún a los 30 días después de la aplicación en 82% en larvas maduras, en tanto que Griselesf solo lo mantiene en 71.2%.

Los datos obtenidos después de los 30 días de observaciones, indican que Griselesf es ligeramente superior a Spherimos en dosis mínima, pero Spherimos lo es en dosis máxima sin existir diferencia en ambos productos de manera global, ya que tanto Griselesf como Spherimos mantienen un control de la población larval joven en promedio relativo de 76% (22-100%) para Griselesf hasta los 90 días posteriores al tratamiento y de 76% (55-100%) para Spherimos hasta 60 días posteriores al tratamiento, ya que por haberse secado el criadero Los Acetunos, no se continuaron las observaciones después de los 60 días referidos.

Sin embargo a partir de los 45 días posteriores al tratamiento, Griselesf en ambas dosis manifiesta un incremento en su efecto de control sobre larvas anofelinas de 88.0% de manera global, no superando a Spherimos que mantiene una reducción global de 95.5% a la población larvaria anofelina a los 60 días posteriores a su aplicación.

En cuanto al control de larvas maduras, la superioridad de Spherimos sobre Griselesf es evidente, tanto en dosis máxima como mínima. De manera global, el control de larvas maduras, por Spherimos alcanzó un promedio relativo de 94% (70-100%) a los 60 días de observaciones, en tanto que Griselesf solo alcanzó el 73% (33-100%) a los 90 días.

En el criadero de control, la presencia de larvas de todos los estadios se mantuvo permanente durante los 3 meses de estudios.

En relación al impacto larvicida de Vectolex (*B. sphaericus* H5a-5b) comparado con Griselesf, los datos pueden notarse en la tabla 5, donde puede verse que a las 72 horas posteriores al tratamiento, Vectolex en dosis mínima reduce la población larval anofelina joven en 85% y en 100% la población madura respectivamente. En la dosis máxima, el porcentaje de reducción de la población joven es de 98% y 100% en la población madura. En este mismo período, en las mismas condiciones (dosis mínima y máxima) Griselesf reduce la población joven de larvas en 56% y 100% en las larvas maduras. Mientras que en dosis máxima, la reducción de la población larval fue de 22.3% y 100% en larvas jóvenes y maduras respectivamente. El efecto de control de Vectolex aún se nota 30 días después de las aplicaciones, en tanto que Griselesf en las mismas condiciones de dosis (mínima-máxima) reduce la población joven en 50.3-22.3% y en 100-94%. Nuevamente se refleja la contradicción anteriormente señalada en el sentido que controla mejor la dosis mínima que la máxima, las razones podrían ser las mismas.

Observaciones posteriores a los 30 días de las aplicaciones, indican que Vectolex (a dosis de 0.5gr/m²) mantiene el control de manera absoluta (100%), tanto en larvas jóvenes como adultas en el criadero Astrorey-2 que es un estanque sin salida de agua.

Una reducción en la población larvaria joven y madura de 86.4% (46-100%) se nota en dosis máxima (2gr/m²) en el criadero Cofradía que es un criadero de corriente lenta, la cual explicaría la causa de la menor reducción en la población larval anofelina con respecto a la dosis mínima. Hacia las 90 días después de la aplicación, en este criadero se nota cierta anomalía en la reducción de la población larval adulta (46.0%) fenómeno que también se observó a los 15 días posteriores al tratamiento.

La causa de este fenómeno no está clara, no obstante el control de la población anofelina larvaria, se mantiene en un alto porcentaje por lo menos 90 días posteriores a las aplicaciones. Griselesf mientras tanto, a dosis mínima (2.5ml/m^2) a los 45 días posteriores a las aplicaciones pareciera ya no tener efecto, ya que la población larvaria superó a la población inicial joven y madura.

No se notó ninguna influencia de este producto sobre la población larvaria joven desde los 15 días posteriores a la aplicación, sin embargo, las observaciones se continuaron hasta las 60 días después del tratamiento, observándose una abrupta reducción de la población larvaria en todas sus instares, la cual tampoco queda clara, pero podría deberse a los cambios climáticas del inicio de la estación seca que en Managua la temperatura ambiental alcanza hasta 40°C en esta época del año.

Lamentablemente, resultados con la dosis máxima de Griselesf (10ml/m^2) no pueden compararse con la dosis máxima de vectolex (2gr/m^2), ya que el criadero en el que se aplicó Griselesf se secó a partir de los 15 días posteriores al tratamiento, sin embargo, con los datos de los primeros 3 días de ambos productos, puede afirmarse que vectolex supera a Griselesf en su impacto larvicida.

Los resultados anteriormente apuntados con Vectolex son concordantes con los obtenidos por otros autores en otras partes del mundo (Romi, 1993; Karch, 1991; 1996).

En el criadero control, la presencia de larvas jóvenes y maduras se mantuvo permanente.

Finalmente en la tabla 6, se notan los datos obtenidos de las observación en cada uno de los criaderos tratados y el control solo con Spherimos a dosis mínima y máxima. Como puede verse el impacto larvicida de este compuesto es de reducción total de la población larval anofelina 72 horas posteriores al tratamiento en estadios maduros en 98.8% (95.3-100%) a la dosis máxima doble (1.2 ml/m^2) con ligera diferencia respecto a los resultados con dosis mínima doble (0.6 ml/m^2). Se aclara que se dobló la dosis debido a la densa vegetación en el área productiva de cada criadero. El efecto de control se manifiesta aún a los 30 días posteriores a las aplicaciones donde aún se nota una reducción de la densidad poblacional de larvas jóvenes en 75.5% (76-75%) y en 83% (71-96%) en larvas maduras en dosis mayor y en una reducción de la densidad larvaria joven de 78.5% (66-91%) y larvas maduras en 60% (26-94%) en dosis menores.

Observaciones a los 90 días solo fueron realizados en un criadero de este grupo, ya que el resto de ellos se secó, sin embargo puede verse que Spherimos mantiene la regulación de las larvas en 96%, manteniendo una reducción global de 98%.

Los análisis microbiológicos en muestras de agua de los criaderos experimentados previo a las aplicaciones, no revelaron la presencia de *B. sphaericus*, ni tampoco se notó en la tinción de gram, pero si se notó la presencia de la misma, en análisis bacteriológicos posteriores a las aplicaciones, en agua y larvas de los criaderos en estudios, condición que se notó aun a los 90 días posteriores al tratamiento, escasas esporas en criaderos de corriente lenta y abundante en criaderos cerrados (Las Delicias y Astrorey-2).

Los componentes físico-químicos del agua de los criaderos parecen ejercer poca influencia sobre el efecto de los productos en prueba en las condiciones observadas. No se notó mayor efecto de estos factores en aquellos criaderos donde los mismos fueron ligeramente superior a los rangos tolerables por el bacillo indicados en la literatura.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del estudio, se puede concluir que el impacto larvicida de manera global de Spherimos y Vectolex, tanto en sus dosis mínima como máxima, es completo sobre *An. albimanus* al cabo de 72 horas posteriores a su aplicación, no existiendo diferencias significativas entre el porcentaje de reducción de la densidad larvaria a dosis mínima y máxima de ambas formulaciones (granulada y líquida respectivamente), manteniendo su efecto de control en un alto porcentaje a los 90 días después de las aplicaciones.

El impacto larvicida de Griselesf sobre la misma especie en el mismo período, se manifiesta más débil con respecto a Spherimos y Vectolex.

La presencia de esporas de *B. sphaericus*, es notoria en larvas y agua de los mismos criaderos, 30 días después de los tratamientos lo que garantiza su efecto en el control de larvas a un tiempo mayor.

RECOMENDACIONES

Por lo anteriormente indicado, se recomienda el uso de Spherimos y Vectolex en dosis menor, ya que en el mismo tiempo se obtienen iguales resultados y a un menor costo por hectárea, comparando por supuesto, el costo beneficio de ambas formulaciones con los costos de Griselesf.

Aunque se nota un efecto de control de Vectolex hasta los 60 días, es loable que la frecuencia de aplicaciones se haga cada 30 días para garantizar una mejor efectividad en el control de la población larvaria, sin incluir mayores costos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. Martha Reyes y Lic. Francis Larios por su apoyo y sugerencias en la selección de criaderos tratados. Al Sr. Bismark Sánchez por habernos indicado los criaderos que no habían sido tratados con la misma cepa de bacterias y otros larvicidas. A los rociadores del SILAIS que aplicaron el producto.

REFERENCIAS

- Becker N., M. Ludwig, M. Beck and M. Zgomba**, 1992. The impact of Environmental factors on the efficacy of *Bacillus sphaericus* against *Culex pipiens*. Bull. Soc. Vector. Entol. 18(1):61-66.
- Becker N., M. Zgomba M., Ludwig D. Petric and F. Rettich**, 1992. Factors influencing the activity of *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* treatments. J. Am. Mosq. Control Assoc. 8(3):285-289.
- Davidson E.W.**, 1984. Microbial pathology and genetics of *Bacillus sphaericus*: Biological aspects which are important to field use. Mosq. News. 44:147-152.
- Davidson E.W., A.W. Sweency and R. Cooper**, 1981. Comparative field trials of *Bacillus sphaericus* strain 1593 and *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* commercial powders. J. Econ. Entomol. 74:350-354.
- Davidson W. and A. Yousten**, 1990. The mosquito larval toxin of *Bacillus sphaericus*. pp. 237-255 in Bacterial control of mosquitoes and Black flies (H. de Barjac and D.J. Sutherland, eds). Rutgers University Press. 349pp.
- de Barjac H.**, 1990. Classification of *Bacillus sphaericus* strains and comparative toxicity to mosquitoes and black flies (H. de Barjac and D. J. Sutherland, eds) Rutgers University Press. 349pp.

- Karch S., N. Asidi, Z.M. Mazambi and J.J. Salaun**, 1991. Field Trials With Vectolex (*Bacillus sphaericus*) and Vectobac (*Bacillus thuringiensis* H-14) against *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* breeding in Zaire. J. Amer. Mosq. Control Assoc. 7(2):176-179.
- Karch S., N. Asidi, Z.M. Mazambi and J.J. Salaun**, 1992. Efficacy of *Bacillus sphaericus* against the malaria vector *Anopheles gambiae* and other mosquitos in swamps and rice fields in Zaire. J. Amer. Mosq. Control Assoc. 8(4):376-380.
- Kroeger A., U. Dehlinger, G. Burkhardt, W. Atehortna, H. Anaya, N. Becker**, 1995. Community based dengue control in Columbia: People's Knowledge and practice and the potential contribution of biological larvicide Bti (*Bacillus thuringiensis israeliensis*) Trop. Med. Parasitol. 46:241-246.
- Lacey L.**, 1990. Persistence and formulation of *Bacillus sphaericus*. pp. 284-294 in bacterial control of mosquitoes and black flies (H. de Barjac and D.J. Sutherland, eds). Rutgers University Press. 349pp.
- Lacey L. A. and S. Singer**, 1982. Larvicidae activity of New isolates of *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* against mosquito larvae. Mos. News. 42:537-543.
- Ludwig M., M. Beck, M. Zgomba and N. Becker**, 1994. The Impact of water quality on the persistence of *Bacillus sphaericus*. Bull. Soc. Vector Ecol. 19:43-48.
- Montero G., R. Espino, I. García y M. Díaz**, 1986. Efectividad del *Bacillus thuringiensis* variedad *israeliensis* SH-14 en criaderos de *Anopheles albimanus* Wiedeman en las condiciones naturales de Cuba. Hig. Epid. 24(2):165-171.
- Mulla M. S., H. A. Darwazeh, E. W. Davidson and H. T. Dulmage**, 1984. Efficacy and persistence of the microbial agent *Bacillus sphaericus* against mosquito larvae in organically enriched habitats. Mosq. News. 44:166-173.
- 1986. Laboratory and field studies on new formulation of two microbial control agents against mosquitoes. Bull. Soc. Vector Ecol. 11:255-263.
- 1988. Efficacy of *Bacillus sphaericus* 2362 formulations against floodwater mosquitoes. J. Am. Mosq. Control Assoc. 4:172-174.
- Ragoonansingh R.N., K.J., Njunwa, C.F. Curtis. and N. Becker**, 1992. A field study of *Bacillus sphaericus* for the Control of Culicine and Anopheline mosquito larvae in Tanzania. Bull. Soc. Vector Ecol. 17(1):45-50.
- Rivera P., E. Lugo, M.M. López, S. Valle, M. Delgado, D. Lopez y F. Larios**, 1997. Evaluación de la efectividad biolarvicida y residualidad de *Bacillus sphaericus* (cepa 2362) para el control de *Anopheles albimanus* en la Costa del Lago de Managua, Nicaragua. Rev. Nica. Entomol., 42:7-14.
- Romi R., B. Ravoniharimelina, M. Ramiakajato and G. Mojori**, 1993. Field trials of *Bacillus sphaericus* (strain 2362) formulations against *Anopheles arabiensis* in The Central Highlands of Madagascar J. Amer. Mosq. Control Ass. 9(3):325-329.

Salas, J.B., 1976. Curso de Flora Nacional. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (Mimeogr) 167pp.

Xu, B.Z., N. Becker, X. Xiang and H.W. Ludwig, 1992. Microbial control of malaria vectors in Hubei province, peoples Republic of China Bull. Soc. Vector Ecol. 17:140-149.