

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/301302848>

Guia para Operadores Malaria

Book · April 2000

CITATIONS

0

READS

157

3 authors, including:



Falguni Guharay

World Cocoa Foundation

34 PUBLICATIONS 1,145 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Digital interface of tools for decision making by cocoa growers [View project](#)

Estrategias sostenibles para el control de la Malaria

Guía para operadores sanitarios



Coordinación general del trabajo: Dr. Lucio Rossini

Autores principales: **Falguni Guharay, Entomólogo**
 Naxalia Zamora, Médico
 Lucio Rossini, Médico

* Incluimos además entre los autores principales, todos aquellos operadores sanitarios, sea con rol dirigencial sea con rol operativo, que en los diferentes países centroamericanos, laboran para llevar adelante los programas ETV. Mencionamos particularmente el aporte brindado por la **Dirección ETV** y por el **Programa ETV** y **Centro Entomológico del Silais Managua y León.**

Diagramación y diseño: Nazario Esposito

Fotografías: La mayoría de las fotografías reportadas en los primeros capítulos de esta guía, fueron tomadas de las **páginas Web's**, durante el transcurso del año 2000. Agradecemos a los autores de estas fotos y los sitios Internet que las publicaron; su divulgación permite enriquecer los conocimientos de quien, cada día, opera en el territorio para salvaguardia de nuestra salud.

PREFACIO

El impacto a nivel mundial y regional provocado en la salud de las personas, familias y comunidades por las enfermedades de transmisión vectorial es en términos humanos y económicos de una magnitud incalculable.

Para enfermedades como el dengue y la malaria, existen en el mundo más de 3000 millones de personas en riesgo, generando en el caso de la malaria alrededor de 500 millones de casos y tres millones de muertes anuales. Más de cien países, particularmente aquellos en vías de desarrollo, destinan importantes recursos para el abordaje de estos problemas lo que constituye un desafío creciente para la salud pública.

Todas las enfermedades de transmisión vectorial tienen como característica su estrecho vínculo con el deterioro ambiental y la creciente pobreza. De los ochocientos millones de habitantes de la Región de las Américas, más del 40% sobrevive en condiciones que favorecen las enfermedades transmisibles en general y las ETV en particular. Esta situación requiere grandes inversiones de recursos en los programas de prevención y control. Dadas las características del entorno ambiental y social de nuestras comunidades, el diseño de las intervenciones y la elección de estrategias específicas debe ser cuidadosa e integral.

Al lanzar esta Guía para Operadores Sanitarios sobre Estrategias Sostenibles para el Control de la Malaria, esperamos que ella contribuya a consolidar estrategias eficaces y sostenibles en la lucha contra la malaria, disminuyendo así la pesada carga que esta enfermedad impone en numerosas comunidades y, de este modo, a mejorar la calidad de vida de las mismas. El esfuerzo de sistematizar cinco años de trabajo conjunto entre la comunidad, los organismos de gobierno y la cooperación internacional habrá entonces rendido sus frutos.



*Dr. Patricio Rojas Lara
Representante de OPS/OMS
en Nicaragua*

PROLOGO

Los primeros datos sobre malaria en Nicaragua se originan hace 100 años, ya que desde el año de 1900, se conocen trabajos realizados por el **Dr. Daniel M. Molloy**, quién inicia las experiencias con peces larvívoros y participa en el control de un brote de malaria en Masaya, igualmente para 1930, ya existía la "**Campaña Antipalúdica**", que fue el primer grupo organizado para controlar la malaria en el país y para 1950 se conformó la "**8a. División Sanitaria**", cuyo principal objetivo era el "**Control de Insectos y Enfermedades Metaxénicas**", utilizando informalmente DDT en rociados domiciliarios.

En 1956 se aprobó la "**Ley de Erradicación de la Malaria**". Creándose el "**Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria de Nicaragua**", iniciando el ataque el 11 de Noviembre de 1957, con Dieldrin, que fue aplicado por 8 meses y se suspendió por la resistencia del vector, y ya en 1959 se uso el **DDT** en aplicaciones semestrales. Los primeros registros de la Campaña de Erradicación, datan de 1959 y reportan 1,907 casos de malaria, una **IPA** de 1.5 x 1000 hab., no hay registro de fallecidos y rociaron 425,575 viviendas, en 1960 los registros mejoraron y se notificaron 7,528 casos, con una IPA de 5.34 x 1000 habitantes, 731 fallecidos y 460,554 viviendas rociadas

Desde esos primeros momentos, era evidente que la malaria era un complicado problema de salud y que la solución al mismo, debía adaptarse a esa situación compleja y cambiante. Uno de los graves contratiempos surgidos desde el inicio de las acciones de control, ha sido la resistencia creciente del *Anopheles albimanus* a los diferentes tipos de plaguicidas. Después de los Organoclorados se utilizaron desde 1962 los Organofosforados, en 1970 los Carbamatos y para 1979 se incorporan los Piretroides. Además se utilizó verde Paris como larvicida y después el Organofosforado Fenthion el cual se dejó de utilizar en 1996.

La situación de la resistencia más problemas de tipo financiero han obligado a los Programas de Control de las ETV, a buscar mayor precisión, a reducir los costos de operaciones y a realizar acciones considerando los impactos en el medio ambiente. Se aplicó a gran escala, desde 1996 larvicidas biológicos: **Bacillus sphaericus** y **Bacillus thuringiensis**, y se inició en 1999 el uso de mosquiteros impregnados con insecticidas, en las zonas donde ocurría transmisión por *Plasmodium falciparum*.

Paralelo a estos cambios efectuados en los productos y en la mecánica de aplicación de los mismos, se ha tenido que vencer la resistencia del personal a modificar lo ya establecido e incrementar la capacidad de los mismos en el sentido del uso y evaluación de los insumos utilizados.

En la actualidad el problema de la malaria persiste con mucha intensidad en algunos territorios, y la transmisión se intensifica o disminuye en dependencia de la cantidad y calidad de las acciones que se ejecutan. Uno de los principales problemas para mejorar la calidad de las medidas antivectoriales es la deficiente preparación del personal que ejecuta las acciones y la falta de supervisión que corrija las fallas en forma oportuna.

El presente documento es un gran aporte al enfrentamiento de la malaria, ya que recoge los elementos que participan en el proceso de la transmisión desde el parásito, pasando por el vector, la enfermedad y lo más importante las actividades de control.

Espero que este gran esfuerzo realizado por el personal de MOVIMONDO, tenga una buena acogida por el personal que labora en los Programas de Control de Vectores, y confío aún más en que se convertirá en un documento de consulta obligatoria.



Dr. Francisco José Acevedo Bolaños
Director Nacional Programa ETV
Ministerio de Salud, Nicaragua

Introducción

El **Ministerio de Salud** de Nicaragua, desde 1995 introdujo en su plan de acción para controlar los vectores transmisores de enfermedades, el uso de productos biológicos; fueron intentos esporádicos, alimentados más por el entusiasmo que por los recursos que siempre son necesarios para iniciar y sostener la aplicación de una nueva metodología. La convicción, de parte de la Dirección de ETV (Enfermedades Transmitidas por Vectores) y de los operadores sanitarios, de haber encontrado un camino prometedor y sostenible para enfrentar enfermedades como la Malaria, el Dengue, la Leishmaniasis, el Chagas, etc..., facilitó el conseguimiento de recursos necesarios por parte de la Cooperación Internacional.

En esta óptica, la Oficina de Ayuda Humanitaria de la **Unión Europea** (ECHO), con sus planes globales llevados a cabo en la Región Centroamericana desde 1996, se encargó de apoyar las iniciativas y acciones nacionales de control de focos epidémicos y desarrollar a nivel de las estructuras locales de salud, la capacidad de respuesta y de prevención frente a situaciones de emergencia sanitaria.

Como partner de ECHO, **MOVIMONDO**, durante estos últimos 5 años, apoyó al SILAIS Managua y al SILAIS León, enfocando el problema del control y/o reducción de las enfermedades epidémicas, en el control y/o reducción de los vectores transmisores de las mismas, mediante el uso sistemático y racional de productos biológicos y privilegiando en las intervenciones acciones dirigidas más a la prevención que a la atención, a la autosostenibilidad más que a la resolución conjuntural de problemas.

Conjuntamente con los **operadores sanitarios** locales se trabajó en la elaboración de protocolos operativos, en el manejo de criaderos utilizando exclusivamente productos biológicos, en el perfeccionamiento de la recolección y sistematización de datos entomológicos, en asegurar el monitoreo constante y la evaluación periódica de los resultados, en la profesionalización y coscientización del personal operativo de campo, en la promoción de la participación ciudadana.

Este proceso además del resultado concreto de una disminución constante de los casos de **Malaria**, permitió el abandono, casi total, del uso de productos químicos para el control de los criaderos, asegurando un resultado todavía más importante como es la protección de nuestro medio ambiente.

La sistematización de este proceso, desarrollado y madurado a lo largo de los últimos cinco años, se refleja en la presente guía, la cual no quiere ser un manual rigurosamente científico, más bien pretende divulgar y compartir una experiencia concreta de trabajo llevada a cabo, con resultados alentadores, por los operadores sanitarios del Ministerio de Salud en el ámbito de sus programas de prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores.

Este es nuestro propósito: poder contribuir a la identificación y consolidación de estrategias eficaces y sostenibles en la lucha contra la Malaria.

A todos los operadores ETV de los Silais mencionados, los cuales con su trabajo dieron un aporte fundamental para llenar de contenido a este documento, les reconocemos el mérito de haber sabido recorrer un camino nuevo, con confianza y tenacidad y les dirigimos un agradecimiento sincero por el apoyo brindado; a todos los otros operadores sanitarios que se aprestan a leer esta guía, les sugerimos de leerla y aplicarla críticamente para que se puedan mejorar y enriquecer los programas que los Ministerios de Salud predisponen para combatir la Malaria.



Los Autores

CONTENIDO

Cap 1

¿Qué es la malaria y como se transmite?

- ¿Qué es la malaria?
- ¿Cómo se transmite la malaria?
- ¿Cuáles son los síntomas de malaria?
- ¿Cómo se desarrollan los parásitos en el cuerpo humano?
- ¿Cómo se desarrollan los parásitos en el mosquito?
- ¿Cuáles son los vectores más comunes en Centroamérica?

Cap 2

¿Cómo es la vida de los vectores de malaria?

- ¿Dónde se crían los vectores de la malaria?
- ¿Cómo se multiplican los vectores?
- ¿Qué comen los vectores de la malaria?
- ¿Qué daños hacen y como?

Cap 3

¿Cómo es el control biológico de los vectores de la malaria?

- ¿Qué es el Control Natural?
- ¿Cómo controla la naturaleza los vectores?
- ¿Qué es el control biológico?
- ¿Qué organismos son útiles para el control biológico?
- ¿En qué países se han utilizado estos organismos?

Cap 4

¿Cómo utilizar *Bacillus thuringiensis israelensis* para el control de los vectores de malaria?

- ¿Qué es el *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)?
- o ¿Cómo afecta la bacteria Bti a los vectores de la malaria?
- o ¿El Bti afecta a otros animales?
- o ¿El Bti afecta a la salud humana?
- o ¿Cuándo utilizar el Bti en un programa de control de vectores de la malaria?
- o ¿Qué condiciones ambientales afectan las acciones del Bti?

Cap 5

¿Cómo se puede utilizar el *Bacillus sphaericus* para el control de vectores de la malaria?

- ¿Qué es el *Bacillus sphaericus*?
- ¿Cómo afecta el *Bacillus sphaericus* a los vectores de malaria?
- ¿Cómo afecta el *Bacillus sphaericus* a otros animales?
- ¿Cómo afecta el *Bacillus sphaericus* a la salud humana?
- ¿Cómo las condiciones ambientales afectan las acciones del *Bacillus sphaericus*?
- ¿Cuándo y dónde aplicar el *Bacillus sphaericus*?

Cap 6

¿Cómo aplicar los biolarvicidas para controlar los vectores de la malaria?

- ¿Cómo se almacenan los productos?
- ¿Qué hacer antes de usar los productos?
- ¿Cómo tomar la decisión correcta?
- ¿Cómo se aplican los biolarvicidas?
- ¿Cómo podemos evaluar la efectividad de los productos?

Cap 7

¿Cómo evaluamos si las aplicaciones de biolarvicidas está dando buenos resultados en el control de vectores de malaria?

- ¿Porqué evaluar las acciones?
- ¿Cómo evaluar las acciones de control biológico?
- ¿Cómo monitorear las poblaciones de larvas en un criadero?
- ¿Cómo monitorear las poblaciones de vectores adultos en las casas?
- ¿Cómo monitorear o vigilar sobre la incidencia de casos de malaria?
- ¿Cómo procesar la información?
- ¿Cómo evaluar si el control biológico ayuda a la conservación de la fauna benéfica?
- ¿Cómo evaluar los costos de las aplicaciones?
- ¿Cómo evaluar si el control biológico reduce el daño a los humanos?

Cap 8

¿Cómo llevar a cabo un trabajo sistemático de control de vectores de malaria utilizando larvicidas biológicos?

- ¿Porqué es necesario un trabajo sistemático?
 - ¿Qué queremos lograr con este trabajo?
 - ¿Quiénes están involucrados en este trabajo y cómo se realiza?
 - ¿Qué recursos necesitamos?
 - ¿Cuáles son las etapas necesarias para un programa de control biológico de los vectores de malaria?
-
- *Planificación estratégica*
 - *Planificación operativa*
 - *Formación de recursos humanos*
 - *Gestión y distribución del producto*
 - *Observaciones sistemáticas de las poblaciones de vectores y de los casos de malaria*
 - *Toma de desiciones para las aplicaciones*
 - *Monitoreo y evaluación de los resultados*
 - *Documentación y divulgación de las experiencias*

Anexos

- a. Hoja-formato utilizada para la caracterización de criaderos.
- b. Hoja-formato utilizada para la recolección de los datos de pesquisa larvaria.
- c. Protocolo utilizado en el Silais Managua para la aplicación de biolarvicidas.
- d. Ejemplos de cuadros con información consolidada de un específico territorio.
- e. Marco para la formulación de una posible estrategia de evaluación.
- f. Funciones y procedimientos del laboratorio entomológico del Silais Managua.

¿Qué es la malaria y cómo se transmite?

¿Qué es la malaria y como se transmite?

¿Que es la malaria?

¿Cómo se transmite la malaria?

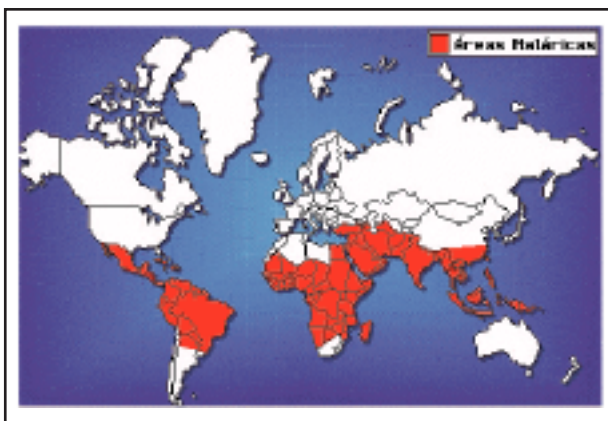
¿Cuáles son las síntomas de la malaria?

¿Cómo se desarrollan los parásitos en el cuerpo humano?

¿Cómo se desarrollan los parásitos en el mosquito?

¿Cuáles son los vectores más comunes en Centroamérica?

La malaria es una enfermedad que amenaza aproximadamente el 40 por ciento de las personas que viven en este mundo. Se estima que a escala mundial, entre 1.5 a 2.7 millones de personas mueren anualmente a causa de la malaria. Alrededor de un millón de estos muertos son niños y niñas menores de cinco años. Esta enfermedad se registra principalmente en zonas tropicales, es decir, en lugares donde el clima es caliente y cae bastante lluvia.



Distribución de la malaria en el mundo

La malaria es un tipo de fiebre causada por un parásito que se multiplica en la sangre

La malaria es un tipo de fiebre causada por un parásito que se multiplica en la sangre y afecta varios órganos del cuerpo humano. El parásito llega al cuerpo del hombre a través del piquete de los mosquitos. Al picar a una persona, los mosquitos inyectan en la sangre humana el parásito que causa la enfermedad.

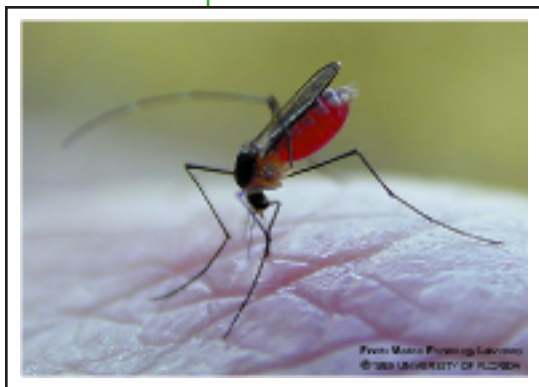
El parásito que causa la malaria es un protozoo del género *Plasmodium*.

El parásito que genera la malaria es un protozoo del género *Plasmodium*. Existen principalmente cuatro especies de *Plasmodium* que pueden causar la fiebre de la malaria: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae*. De los cuatro tipos mencionados, el vivax y el falciparum son los más ampliamente distribuidos en el mundo y este último es el más peligroso.



Plasmodium falciparum

La transmisión se da a través de la picadura de los zancudos del género *Anopheles*.



El zancudo pica para chupar la sangre

La transmisión se da a través de la picadura de los zancudos del género *Anopheles*. Como en todos los seres vivos, en los zancudos *Anopheles* también existen los machos y las hembras.

El *Anopheles* hembra es el único que pica al hombre para conseguir una ración de sangre que le permite desarrollar los huevos. Por lo tanto, son las hembras de los zancudos *Anopheles* las que transmiten la enfermedad de la

malaria; su rol es lo de 'vector', quiere decir transportador biológico de plasmodios de una persona a otra.

Cuando la hembra de *Anopheles* pica a una persona enferma de malaria chupa su sangre. Los parásitos, contenidos en esta, se desarrollan en el estómago del mosquito y se reproducen sexualmente, es decir por la unión de gametos machos y hembras (los gametos son las células sexuales encargadas de la reproducción). Los plasmodium que resultan de la reproducción son llamados esporozoitos y pasan a diferentes órganos del zancudo infectándolos; algunos llegan hasta las glándulas salivales. Esto ocurre en un período

de ocho a treinta y cinco días, según la especie del parásito y la temperatura a que está expuesto el zancudo. Cuando la hembra del zancudo vuelve a picar a otra persona para conseguir su alimento de la sangre, introduce, con su saliva, en la sangre de la persona los *esporozoitos* presentes en las glándulas salivales.

Para el parásito, la puerta de entrada en el hombre es la piel, a través de la picadura del zancudo *Anopheles*.

Una vez infectado el zancudo puede transmitir la enfermedad durante toda su vida.

El período en el cual el zancudo puede infectarse alimentándose de la sangre de una persona, ocurre mientras en la misma existan parásitos en etapa de *gametocitos*. Las personas infectadas no tratadas o tratadas insuficientemente pueden actuar como fuente de infección para los zancudos por más de tres años en el caso de la malaria por *Plasmodium malariae*, de uno a dos años en el caso de *Plasmodium vivax* y por lo general no más de un año en el caso de la malaria por *Plasmodium falciparum*. Una vez infectado el zancudo puede transmitir la enfermedad durante toda su vida

Las formas clínicas de la malaria se dividen en leve, moderada, grave y de urgencia. Esta clasificación depende de varios factores: la intensidad y duración de la fiebre y síntomas generales, el tipo y número de parásitos en la sangre, la intensidad de la anemia y el grado de compromiso de órganos importantes.

Antes de que se presenten los síntomas, el desarrollo de la enfermedad pasa por algunas etapas que es importante conocer:

- **período de incubación:** se inicia cuando el mosquito infectado inocular los parásitos directamente en la sangre del huésped humano y termina cuando este manifiesta síntomas clínicos de la enfermedad.
- **Cuadro sub-clínico:** antes de que se establezca el cuadro clínico aparecen síntomas como dolor en los músculos, decaimiento, cansancio, ganas de vomitar y fiebre baja.
- **El cuadro agudo:** inicia con frío y escalofríos, la piel se ve pálida, los labios y las uñas de color morado. La temperatura sube de 39 a 41 grados centígrados. La persona se siente caliente. A medida que disminuye la temperatura se inicia una sudoración exagerada, el individuo se siente fatigado, débil y a menudo se duerme. A veces hay dolor de cabeza y vómito. En ocasiones el hígado y el bazo aumentan de tamaño.

Normalmente estos síntomas se presentan cada tercer día, pero pueden variar según el tipo de malaria y de parásito causante. Por ejemplo el *Plasmodium vivax* produce síntomas cada 48 horas y el *Plasmodium malariae* cada 72 horas. Al principio del desarrollo de la enfermedad los síntomas pueden presentarse diariamente. Algunas veces la fiebre se presenta de forma irregular, sobre todo en personas que han padecido antes de malaria o en niños pequeños. Por eso es muy importante que toda persona que sufra de calenturas altas con escalofríos busque ayuda para examinar la sangre y así confirmar si tiene malaria o no.

Fiebre
Escalofrío
Sudoración

Es muy importante que toda persona que sufra de calenturas altas con escalofríos acuda a un puesto de salud

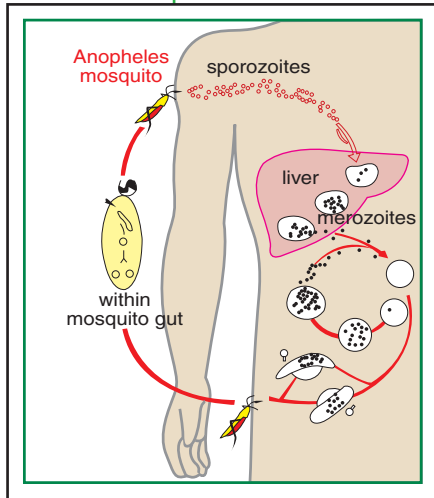
¿Cómo se desarrollan los parásitos en el cuerpo humano?

Cap.1

El ciclo de vida del parásito se desarrolla en las células del hígado y en los glóbulos rojos de la sangre,

Los parásitos de la malaria tienen dos estadios: el primero se desarrolla en el mosquito, el segundo en el hombre.

El ciclo de vida del parásito se desarrolla en las células del hígado y en los glóbulos rojos de la sangre, ya que el plasmodium desarrolla mecanismos muy específicos para invadir precisamente estas células.



Ciclo vital del parásito en el hombre

Los esporozoitos del parásito inyectados en la persona por la picadura del zancudo, llegan a través de la sangre al hígado, donde crecen y se desarrollan con el nombre de merozoitos hepáticos. Estos al madurar rompen la célula hepática y salen de nuevo a la sangre en forma de merozoitos. Los merozoitos del parásito invaden los glóbulos rojos para crecer y multiplicarse cíclicamente. Es en este momento que la enfermedad se hace evidente tanto para el paciente como para el laboratorista clínico, quien la detecta por medio de pruebas específicas.

Una vez que el glóbulo rojo de la persona infectada es invadido, una parte de los merozoitos se transforma y se desarrolla en las formas sexuales o gametocitos que, ingeridos por otro zancudo hembra, continúan el ciclo.

Los esporozoitos del parásito llegan a través de la sangre al hígado, donde crecen y se desarrollan con el nombre de merozoitos hepáticos.

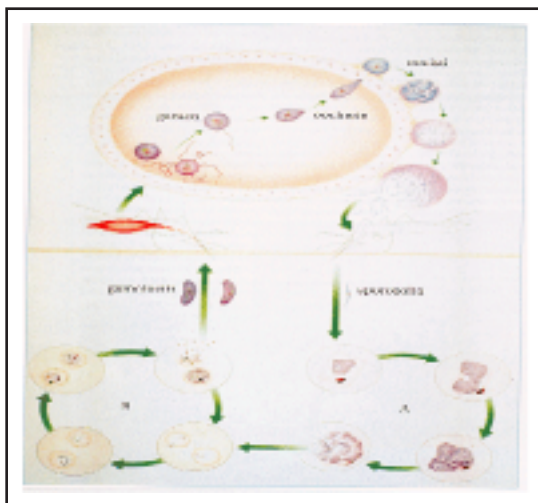
El período, entre la picadura y la aparición del parásito en la sangre, varía de seis a nueve días en los casos que la malaria sea causada por el parásito *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax* o *Plasmodium ovale*; en los casos en que la malaria es causada por el parásito *Plasmodium malariae* es de 12 a 16 días.

El tiempo entre la picadura del zancudo infectante y la aparición del cuadro clínico varía también según la especie de parásito que esta causando la malaria. En el caso de *Plasmodium falciparum* este período es de unos doce días, para el *Plasmodium vivax* y *P. ovale* es de unos catorce días y para el *Plasmodium malariae* es de unos 30 días.

Cuando la infección se debe a una transfusión de sangre infectada, los períodos de incubación dependen del número de parásitos que penetraron; suelen ser breves, pero pueden llegar hasta unos dos meses.

¿Cómo se desarrollan los parásitos en el mosquito?

Cap.1



Ciclo vital del parásito en el mosquito

El mosquito hembra chupa en la sangre del hombre los gametocitos, éstos se unen en su estómago y se convierten en **cigoto**, éste se desarrolla y se transforma en **ooquíneto** que significa estado móvil del huevo, atraviesa la pared del estómago y se convierte en **ooquiste**; cuando el **ooquiste** está maduro, se revienta y deja salir **esporozoítos** los que migran hacia las glándulas salivales del zancudo hembra. Cuando esta pica a una persona le inyecta la saliva y con la misma los **esporozoítos** del parásito, iniciándose un nuevo ciclo en el hombre.

¿Cuáles son los vectores de la malaria más comunes en Centroamérica?

Un vector es un organismo o ser viviente que lleva, acarrea o transmite una enfermedad. Un ejemplo de vector es el zancudo *Anopheles*, quien transmite la enfermedad de la malaria.

Los vectores de la malaria se clasifican como vectores primarios o principales y secundarios o menores:

- Los vectores primarios: son aquellas especies de zancudos con una distribución amplia y son responsables de la transmisión endémica en grandes áreas.
- Los vectores secundarios: son especies de zancudos de menor importancia, transmiten la enfermedad en forma irregular o tienen una distribución limitada en el lugar donde se encuentran. Sin embargo, en determinadas circunstancias, un vector secundario puede resultar más importante que un vector principal o ser el único vector presente.

Existen 380 especies de zancudos del género *Anopheles*, pero solamente 60 de estos son capaces de transmitir el parásito de la malaria.

De 380 especies de zancudos del género *Anopheles* solo 60 son capaces de transmitir el parásito de la malaria

Tipos de Anopheles de la malaria de mayor importancia a nivel mundial



Anopheles gambiae



Anopheles darlingi



Anopheles albimanus



Anopheles punctipennis



Anopheles freeborni

El zancudo de la especie *Anopheles albimanus* es el vector primario de la malaria y el más común en México, América Central y gran parte del Caribe.

¿Cómo se desarrolla la vida de los vectores de la malaria?

¿Dónde se crían los vectores de la malaria?

¿Cómo se multiplican los vectores?

¿Qué comen los vectores de la malaria?

¿Qué daños hacen y cómo?

Los zancudos *Anopheles* se crían en el agua después que la hembra pone sus huevos, estos sitios son conocidos como criaderos o reservorios.

Los *Anopheles* se crían en el agua

Los criaderos son lugares que contienen agua y pueden ser muy pequeños como un charco o muy grandes como un pantano, una laguna o lago. Son aguas acumuladas y estancadas, pero limpias con acceso a la luz solar. La presencia de plantas acuáticas en los criaderos favorece la crianza de los zancudos, ya que las larvas se alimentan de material orgánico y pueden tener refugios en las plantas, escondiéndose de los depredadores como los peces.

La cantidad de zancudos que existen en una área está íntimamente relacionada con la cantidad de criaderos que hay en ese lugar: mientras más criaderos hay, mayor será el número de zancudos. Esto es lo que ocurre en invierno o en época lluviosa. Las inundaciones aumentan el número de criaderos, durante el período lluvioso se crían más zancudos y se presentan mayores casos de malaria.

En la época seca o de verano, se reduce la cantidad de criaderos. Pero en lugares pantanosos o en las orillas de lagos o ríos, siempre quedan algunos criaderos que no llegan a secarse. En estos criaderos permanentes los zancudos se reproducen durante todo el año manteniendo en las comunidades cercanas, un alto riesgo de enfermarse de malaria.

El zancudo *Anopheles* macho permanece en las áreas con matorrales alrededor de las casas o de los criaderos, porque en estos lugares encuentra su alimento de origen vegetal. En la vegetación como jardines, árboles frondosos o cualquier lugar montoso, hay presencia de grandes cantidades de zancudos machos. Un criadero con mucha vegetación o monte a su alrededor es lugar perfecto para el mantenimiento de los zancudos, ya que el *Anopheles* hembra se encuentra en el agua del criadero y el *Anopheles* macho en la vegetación. Dependiendo de la permanencia y la naturaleza de los depósitos de agua, se pueden identificar cuatro tipos de criaderos.



Criadero

La cantidad de zancudos está relacionada con la cantidad de criaderos

Un criadero con mucha vegetación es lugar perfecto para el mantenimiento de los zancudos

Criaderos naturales permanentes son aquellos que normalmente no se secan durante el año y cuyas aguas permanecen todo el tiempo. Este tipo de criaderos se encuentra en lugares como los remansos de ríos y cañadas, las lagunas, arroyos, manglares, depósitos en cuevas.



Criadero permanente

Criaderos temporales son acumulación de agua en huecos en las piedras, en los árboles, cocos partidos o charcos.

Criaderos artificiales permanentes son depósitos de aguas contruidos por el hombre con fines industriales, agrícolas, sanitarios, ornamentales o como reserva de agua potable. Entre ellos podemos encontrar las represas, canales, zanjas, fuentes, tanques, cisternas y pozos.

Criaderos artificiales temporales son aquellos criaderos que se forman con las aguas de lluvia en las obras hechas por el hombre, por ejemplo en los arrozales, pisadas de animales de tracción, surcos en los campos.

La eliminación de los criaderos es muy importante en la lucha contra la malaria, es una de las principales medidas para combatir al zancudo. Si se destruyen los criaderos se evitará que el zancudo se reproduzca. Esto se hace: eliminando charcas alrededor de las casas, tapando hoyos, botando latas viejas y ollas quebradas que acumulan agua, tapar los recipientes donde se guarda líquido, hacer canales de desagüe para evitar la retención (en arrozales, surcos, etc.), eliminar objetos inservibles que acumulan agua en patios y techos de las casas, eliminar monte y maleza alrededor de viviendas, en los patios, etc.



Las llantas son potenciales criaderos

La reproducción de los zancudos transmisores de la malaria es sexual. Para estar lista para la reproducción, la hembra del zancudo debe experimentar un período de desarrollo de sus ovarios. Dicho ciclo comienza con una alimentación de sangre adecuada. En las regiones tropicales el tiempo necesario para completar este ciclo es de dos a cinco días, dependiendo de la especie y la temperatura ambiente. Cuando las temperaturas son más bajas el desarrollo de los ovarios puede prolongarse.

La unión del zancudo *Anopheles* hembra con el zancudo *Anopheles* macho generalmente ocurre durante el vuelo. Al anochecer, los machos forman grupos o enjambres sobre algún objeto como un árbol pequeño y las hembras vuelan hacia el lugar donde están los machos. La unión sexual o copulación dura aproximadamente un minuto y luego la hembra es liberada.

Los individuos de ambos sexos pueden aparearse varias veces durante su vida, pero los huevos puestos por las hembras son generalmente fecundados por el esperma del primer macho. Casi todas las hembras se aparean con un macho antes de su primera alimentación sanguínea y ésta sangre es necesaria para el desarrollo de sus huevos.

Los huevos son puestos sobre la vegetación, en la superficie del agua o simplemente dejándolos caer mientras revolotean sobre el criadero. Los huevos se mantienen a flote por medio de cámaras de aire llamadas flotadores. La hembra pone, en cada ocasión, entre 75 y 150 huevos. Los huevos del zancudo *Anopheles* eclosionan o brotan en dos o tres días a temperatura de 25 a 30 grados centígrados, pero esto puede tomar más tiempo en algunas especies y a temperaturas inferiores.



Huevos de zancudo en la superficie de un criadero

Del huevo brota la larva; el período de desarrollo de la larva generalmente es de siete a diez días, variando según la especie, temperatura o disponibilidad de alimento, entre 5 días o varias semanas. Al igual que todas las larvas de *Anopheles* pasa por cuatro estadios. Las larvas de zancudos utilizan una amplia variedad de lugares o hábitat, pero las de América tropical se encuentran comúnmente en aguas no contaminadas tales como las riberas de los lagos, lagunas, arroyos, zanjas y lugares similares.

La unión del zancudo *Anopheles* hembra con el macho ocurre durante el vuelo.

Los huevos son puestos sobre la vegetación, en la superficie del agua o simplemente el zancudo hembra los deja caer mientras revolotea sobre el criadero.

También pueden encontrarse larvas en vegetación flotante como algas, etc.

La posición que la larva adopta en los criaderos es paralela a la superficie del agua, en contraste con la de los mosquitos *Culex* que reposan en un ángulo de 45 a 90 grados.

La larva se transforma en pupa. Las pupas generalmente son inactivas, pero si algo las molesta pueden nadar vigorosamente. Las pupas flotan en la superficie cuando están en reposo y respiran por medio de un

par de estructuras llamadas trompetillas. Esta fase se prolonga de dos a tres días, período durante el cual no se alimentan. Las pupas del sexo masculino son un poco más pequeñas y emergen primero que las femeninas.



Larvas juvenes



Estadio de pupa

De pupa pasan a la última fase que es la adulta. En todos los zancudos adultos, los machos pueden diferenciarse de las hembras por tener pelos más largos en las antenas. Las hembras del zancudo anopheles puede distinguirse de otros géneros de zancudos por los palpos maxilares, que son especies de antenas, casi tan largos como la trompa o proboscis. Generalmente de la pupa emerge una proporción de adultos machos y hembras de uno a uno. Cuando los adultos salen de la pupa no pueden volar y deben reposar en un sitio durante varias horas para permitir el endurecimiento de su exoesqueleto y de las alas.



Fase inicial del estadio adulto

En los **zancudos machos** de *Anopheles*, las partes bucales no están adaptadas para perforar y chupar sangre, pero sí para alimentarse de néctar, jugo de frutas y de otros líquidos de origen vegetal. Debido a esto, los zancudos machos se llaman **fitófagos**.

Los zancudos machos se llaman **fitófagos**

La **hembra de zancudo *Anopheles***, se alimenta fundamentalmente de sangre, pero también pueden alimentarse de diferentes líquidos de origen vegetal. Necesita alimentarse de sangre, para el desarrollo de sus huevos, algunas hembras requieren al menos de una ración, ya sea de sangre humana o de un animal de sangre caliente. Por eso se les llaman **hematófagos**.

La hembra de zancudo *Anopheles* que transmite la malaria, se alimenta generalmente durante la noche y en las horas del amanecer, debido a esto durante este período hay mayores probabilidades que las personas sean picadas dentro o cerca de sus casas. En las zonas tropicales del mundo el zancudo *Anopheles* pica más fuera de las casas que dentro de las mismas.



Hembra de zancudo chupando sangre

Los zancudos hembras son **hematófagos**

La hembra de *Anopheles* puede conseguir su dieta de sangre tanto de los animales domésticos grandes como ganado, caballo, cerdo, ovejas, cabras, como del hombre. Algunos tipos de zancudos prefieren alimentarse de los animales, mientras que otros prefieren a los humanos. Aunque existen estas preferencias, en la mayoría de los casos, en ausencia de los hospederos preferidos, las hembras de zancudos pueden alimentarse de otros.

La hembra de *Anopheles* consigue su dieta tanto de los animales como del hombre

Es fácil entender que los zancudos que suelen alimentarse con la sangre del hombre actúan como mejores transmisores de malaria, pero afortunadamente de todos los zancudos que existen en las Américas la mayor parte prefieren alimentarse de la sangre de los animales que del hombre.

El *Anopheles* transmite el *Plasmodium falciparum* el cual es el más agresivo y produce la mayoría de las muertes por malaria

La malaria incide negativamente en la productividad de una sociedad

Los niños son un grupo particularmente vulnerable

Cuando hablamos de los daños causados por los zancudos es muy importante hacer referencia a enfermedades como la **Malaria**.

En las Américas, como en todo el mundo, los humanos pueden ser infectados por las cuatro especies de plasmodium que transmite el zancudo. El *falciparum* es el más agresivo y es el que produce la mayoría de las muertes: más de un millón de personas al año.

La mayoría de estas muertes ocurren en niños y niñas menores de cinco años y también en mujeres embarazadas.

Los parásitos de la malaria son transmitidos de una persona a otra a través de la picadura de los zancudos. El zancudo que se infectó del parásito es portador de éste *durante toda su vida*, de manera que cada vez que pica a una persona, le transmitirá dicho parásito. Considerando que un zancudo generalmente pica a varias personas en la misma casa o vecindario, la transmisión de la enfermedad se da en cadena, de manera que al presentarse un caso lo más probable es que aparecerán otros, hasta llegar a niveles de epidemia.

Afectando a la persona adulta e incapacitándolas para realizar sus actividades normales, la malaria incide negativamente en la productividad y, por ende, en el desarrollo de una sociedad.

Los niños son un grupo particularmente vulnerable, pues la malaria es una de las principales causas de mortalidad infantil. En África causa la muerte a uno de cada 20 niños de cero a cinco años.

En ellos la enfermedad provoca anemia obligándolos a recurrir a un tratamiento rápido: actualmente la transfusión de sangre es el único método de urgencia para salvar la vida de los enfermos graves. También puede provocar deshidratación causada por abundante sudoración que ocurre en una de las fases de la malaria, durante la cual el niño pierde cantidades grandes de líquidos.

La desnutrición infantil es otra posible consecuencia de la malaria, dado que la enfermedad expone al niño a largos períodos de falta de apetito. Los infantes una vez que padecen malaria son más vulnerables a contagiarse de cualquier otra enfermedad.

Las embarazadas son también un grupo vulnerable a esta enfermedad. La inmunidad antipalúdica disminuye claramente durante el embarazo y sobre todo, al parecer, después del primer embarazo; en este momento el riesgo de contraer malaria grave es elevado.

A partir de los seis meses de vida hasta los dos años, el niño no tiene inmunidad y no está protegido por los anticuerpos de su madre. Es el período de riesgo máximo de malaria. De dos a cinco años, la inmunidad se mantiene más o menos débil según la importancia y la frecuencia de la transmisión del parásito.

El parásito que transmite el zancudo *Anopheles* al hombre, en los casos más graves puede provocar la muerte. Cuando la malaria es causada por el parásito *Plasmodium Falciparum* y no se cura con el tratamiento correcto, se puede presentar lo que se conoce como malaria cerebral. En este caso se presenta un cuadro clínico que puede ir desde confusión ligera hasta un estado de enfermedad convulsiva y coma profundo. A menudo la evolución de este cuadro es muy rápida: los primeros signos podrían ser convulsiones, en estos casos a veces aún recibiendo los mejores tratamientos posibles, la tasa de mortalidad es de un 15 a 50 por ciento.

Las personas en coma deben ser atendidas en lugares donde se les pueda administrar tratamiento antipalúdico por vía intravenosa, intramuscular o subcutánea; en los casos en que los pacientes se recuperan, la mayoría logra una recuperación total, aunque algunos enfermos pueden registrar secuelas neurológicas en un 10 o 20 por ciento.

Un daño indirecto que ocasiona el zancudo *Anopheles* es que en la búsqueda de su erradicación se provoca la contaminación del medio ambiente, debido a que durante muchos años este zancudo fue combatido de manera muy efectiva con insecticidas químicos de efecto residual como el DDT y otros. El uso indiscriminado de éstos, dejó como consecuencia su acumulación en el medio ambiente, afectando al hombre, animales, fuentes de agua, etc. Así mismo, el zancudo *Anopheles* desarrolló resistencia a estos insecticidas.

Las embarazadas**Malaria cerebral****La contaminación
del ambiente**

¿Qué es el control biológico de los vectores de la malaria?

¿Qué es el control natural?

¿Cómo controla la naturaleza los vectores?

¿Qué es el control biológico?

¿Qué organismos son útiles para el control biológico?

¿En qué países se han utilizado estos organismos?

En la naturaleza existe una gran cantidad y diversidad de seres vivos. Todos ellos se relacionan entre sí para formar una cadena basada en su fuente de alimentación. Las plantas son elementos básicos de esta cadena, por ser capaces de producir su propio alimento. Le siguen los animales que se alimentan de estas, los herbívoros, como las larvas y los adultos machos de los zancudos y por último los animales que se alimentan de otros animales, como la hembra de los zancudos.

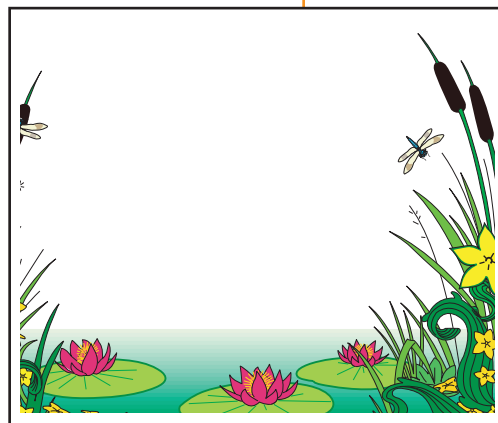
El control natural, se puede definir como el balance o equilibrio que se da en la naturaleza entre los seres vivos.

A través de estas relaciones que existen entre diferentes seres vivos, la naturaleza ejerce regulaciones que permiten que la competencia entre las diferentes especies no llegue a eliminar una de ellas. Es a éstas fuerzas reguladoras que se les llama Control Natural.

El control natural, por lo tanto, se puede definir como el balance o equilibrio que se da en la naturaleza para mantener el número de individuos de una especie dentro de ciertos límites máximos y mínimos para que no causen severos daños al resto de seres vivos con quienes comparten un espacio determinado o para que no corran el peligro de extinguirse. En el caso del zancudo, el control natural entonces se refiere a la regulación de su población por la acción de factores naturales.

La acción del control natural puede ocurrir por factores físicos o abióticos como el clima, la lluvia, el calor, los vientos o por las acciones de los enemigos naturales como son los depredadores, parasitoides y los agentes que causan enfermedades como algunos virus, hongos o bacterias, conocidos como factores bióticos.

Cuando la acción de esos factores naturales viene alterada por algunas razones, se rompe el control sobre las especies y se puede provocar un aumento exagerado en algunas poblaciones. En muchos casos las acciones equivocadas por parte del hombre, también pueden causar el rompimiento del control natural. Por ejemplo, las aplicaciones continuas de insecticidas químicos para controlar los zancudos en los criaderos, han causado la eliminación total de la fauna benéfica acuática, incluyendo los peces y las ranas que son importantes para ejercer el control natural sobre las poblaciones de zancudos. Peces y ranas se alimentan de zancudos, eliminándolos se altera el control que de forma natural ejercen.



Las acciones equivocadas por parte del hombre pueden causar el rompimiento del control natural.



Planta larvívora

En la naturaleza existen muchos factores que tienden a disminuir la supervivencia de los vectores de la malaria. Todos esos factores que con su acción natural logran disminuir las cantidades de zancudos, son un freno natural para el aumento de las poblaciones de éstos.

De forma natural existen varios grupos de peces que conviven con los zancudos en los criaderos y que se alimentan de ellos. Si las condiciones de los criaderos son favorables para los peces, ellos se multiplican en grandes cantidades y ejercen un buen control natural sobre las larvas de los zancudos.

Desgraciadamente, por el empleo de insecticidas químicos en forma continua por muchos años, los peces han sido eliminados en la mayoría de los criaderos de la región. Por eso en

algunos países se recurre a reproducir esos peces en cautiverio para luego introducirlos en los criaderos y así mantener el control natural.



Pez larvívoro



Rana

También existen varias especies de **ranas** en los criaderos que consuman grandes cantidades de larvas o adultos de zancudos, manteniendo un control sobre ellos.

Los factores abióticos tienen mucha influencia sobre la supervivencia de los zancudos. Para cada uno de los factores abióticos, como la temperatura, la luz o la humedad existe un límite dentro del cual los zancudos pueden sobrevivir, desarrollarse y multiplicarse. Cuando las condiciones están fuera de estos límites, inciden negativamente sobre la vida del zancudo, afectando su desarrollo y reproducción.

La temperatura constituye frecuentemente un factor decisivo en el desarrollo y supervivencia de los zancudos. Las temperaturas bajas congelan los tejidos de los zancudos y esto tiene como consecuencia la ruptura de sus membranas celulares, la interrupción de la circulación y su sucesiva muerte. A temperaturas muy altas, las larvas se paralizan y sufren un trauma irreversible. La temperatura de 15 a 30° C., favorece la eclosión de los huevos. La posibilidad y magnitud de transmisión de la malaria es mayor cuando la temperatura ambiental es alta pero no superior de 35° C.

Por **humedad** se entiende la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire. Cierta humedad es siempre indispensable para los animales terrestres. Un animal en estado normal de vida no puede vivir durante mucho tiempo en un aire absolutamente seco porque sufre siempre pérdidas de agua, debido a la transpiración y a la excreción. La humedad es indispensable para la vida de los zancudos, pues ellos se reproducen en lugares húmedos: la falta de humedad impide su reproducción.

La luz es un factor menos importante que la temperatura y la humedad para la vida de los animales. En condiciones de laboratorio numerosas especies han sido criadas durante varias generaciones en una oscuridad total sin sufrir por eso. En condiciones naturales la luz es indispensable para todos los seres vivos, ya que es la fuente de toda la energía.

El zancudo se alimenta generalmente durante la noche y prefiere lugares oscuros para reposar. Sin embargo los zancudos, como otros insectos nocturnos, son atraídos fuertemente hacia la luz.

El viento es otro factor importante que influye en la vida de los zancudos. Estos insectos son fácilmente arrastrados por vientos fuertes, generalmente son destruidos por vientos muy fuertes debido a que sus alas y toda la estructura de su cuerpo son muy débiles para soportarlos.

Las características del **suelo** también influyen sobre la vida de los zancudos. En los terrenos con cierta pendiente el agua fluye más fácilmente y no se acumula. En suelo arcilloso, el agua no drena bien y fácilmente se forman charcos, donde se crían los zancudos. En los suelos secos y en los suelos húmedos no crece la misma flora.

La flora, además de ser importante para la alimentación del zancudo, le ofrece también refugio y reposo. Muchas veces la flora lo protege de los insecticidas y de otros factores que en la naturaleza lo pueden afectar.

El agua es uno de los elementos más abundantes en la superficie del globo terrestre y sirve de medio de vida a un inmenso número de especies, la reproducción de casi todos los seres vivos, incluyendo la de los zancudos tiene que realizarse en un medio acuático. La ausencia de agua produciría la falta de una condición necesaria para su reproducción. Además puede repercutir negativamente en el ciclo de vida de estos insectos, la misma composición física y química del agua.

El control biológico es parte del control natural.

El control biológico no contamina el ambiente ni representa un riesgo para el hombre y los animales.

Entre los organismos más empleados para el control biológico están las bacterias que causan enfermedades a los zancudos.

El control biológico es parte del control natural y es el control que seres biológicos ejercen, de forma directa, sobre las plagas. Estos seres vivos normalmente se encuentran realizando una acción de control en forma natural, pero el hombre, lo que hace es aumentar su magnitud.

La manipulación racional de estos organismos biológicos como los parásitos, los depredadores (insectos que atacan y devoran otros insectos) y agentes patógenos, puede mantener la población de zancudos a niveles más bajos o por lo menos controlados.

El control biológico además de ser un método de control alternativo que combate efectivamente a los vectores transmisores de enfermedades, no contamina el ambiente ni representa un riesgo para el hombre y los animales.

En este sentido el control biológico juega un papel determinante en la lucha a los vectores, porque los controla sin riesgos ecológicos y con costo relativamente más económicos que el control con productos químicos.

El control biológico está basado en el principio que el agente biológico que se emplee, tenga capacidad de provocar enfermedades en los organismos a combatir, conduciendo a su destrucción.

El uso de productos biológicos puede mantener controlada la población de zancudos. La ventaja de estos productos es que persisten mucho tiempo en el medio donde se aplican, necesitando así un menor número de aplicaciones para controlar una plaga.

Para lograr éxitos en el control biológico se deben hacer una serie de estudios sobre genética, biología, ecología, comportamiento, nutrición y otros aspectos tanto de los zancudos como de los parásitos, predadores, patógenos, que se vayan a usar como agentes de control biológico.

Entre los organismos más empleados para el control biológico están las bacterias que causan enfermedades a los zancudos, algunos hongos, diversas especies de nemátodos o gusanos que atacan insectos y otros.



Bacteria tipo *bacillus*

En diferentes partes del mundo, para el control biológico de zancudos, se están empleando numerosos organismos:

Microorganismos patógenos:

Bacterias, virus, hongos, microsporidios, nematodos.

Depredadores:

invertebrados, como diferentes tipo de insectos acuáticos (hemipteros, coleopteros, odonatas), microcrustaceos como los mesocyclopodes y diferentes larvas de mosquitos como las de Toxorhynchites.

vertebrados, principalmente peces larvivoros.

Los Hongos: muchos tipos de hongos son utilizados en la lucha antivectorial.



Larva muerta por Lagenidium

Los hongos producen zoosporas que invaden al huésped, provocando la muerte en unos días.

Los más empleados son los del género *Coelomomyces* que pueden causar mortalidad superior al 90% en poblaciones de larvas de mosquitos; prometedor está resultando también el *Lagenidium giganteum*, específico para las larvas de *Aedes* y *Culex*, contra las cuales ha demostrado una alta eficacia.

Los Microsporidios: son microorganismos protozoarios que producen esporas patógenas para larvas. Se conoce el uso de *Edhazardia Aedis*, específico para *Aedes aegypti*, de *Nosema algerae* y de *Parathelohania anofelis*. Pueden tener un interesante desarrollo futuro.

Los Nematodos: Hay varias especies de nematodos parásitos o gusanos cilíndricos, que atacan ciertas especies de zancudos en estado de larvas. Entre ellos los más empleados resultan *Romanomermis culicivorax*, *Romanomermis iyengari* y el *Octomyomermis muspratti*. Estos nematodos mermitidos son parásitos obligados que pasan parte de su crecimiento dentro de la larva; cuando sale de esta, atravesando su cutícula, la mata.



Larvas parasitadas por Romanomermis

Depredadores

Entre los depredadores invertebrados, recordamos:

- los insectos acuáticos como las cucarachas de agua, las libélulas, los chinches de agua;
- algunos tipos de mosquitos de tamaño grande, cuyas larvas devoran a las larvas de otras especies de zancudos. Este tipo de depredador, como la larva de *Toxorhynchites*, puede resultar muy eficaz para reducir la reproducción de zancudos dañinos, en los agujeros de los árboles y otros recipientes como llantas, latas, envases caseros para agua y floreros.
- algunos microcrustaceos del género cyclopode copepode como el mesocyclopode albidus, fueron ampliamente utilizados para el control de la población larvaria de algunos tipos de zancudos (particularmente *Aedes*)

Depredadores



Insecto acuático género *Dragón*



Insecto acuático comiendo huevos



Larva de *toxorrhynchites* devorando larva de *anopheles*



Cyclopode copepode hembra

Entre los depredadores vertebrados, **los peces** son uno de los agentes naturales más importantes de regulación de los mosquitos vectores de enfermedades: son considerados enemigos naturales porque se alimentan de larvas de zancudos como parte de sus hábitos naturales de alimentación.

Los factores del medio físico influyen sobre la composición específica de las poblaciones de peces larvívoros, su cantidad, distribución y consumo de larvas de zancudos.

En el grupo de los peces que se emplean para el control biológico, los peces larvívoros, que son de tamaño pequeño, pueden mantener bajo control las crías y pupas de zancudos en los depósitos de agua donde se crían. A veces los peces se alimentan de larvas cuando son jóvenes y despejan la vegetación

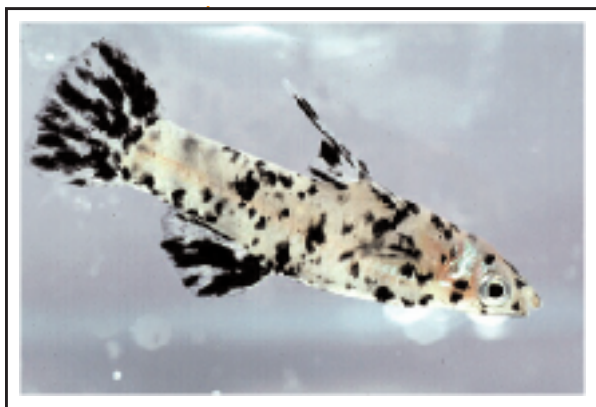


Poecilia reticulata macho

cuando son adultos, facilitando el control de las larvas por otros peces larvivoros o por otros depredadores. El empleo de peces puede resultar una medida sencilla y económica en un programa integrado de lucha. Los criterios principales para la selección de los peces como agentes larvivoros son: una marcada preferencia por las larvas de mosquitos en relación con otros posibles alimentos, pequeño tamaño cuando son adultos (menos de 6 centímetros de longitud), lo cual facilita la colonización y el acceso a aguas de poca profundidad, la maduración rápida y la fecundidad elevada, una gran tolerancia a la salinidad y a la contaminación y la inocuidad para la fauna que no es objeto de las medidas de lucha en el ecosistema acuático. Oryzias latipes presenta muchas de estas cualidades favorables.



Cichlasoma severum



Gambusia affinis

Otras especies de peces utilizadas frecuentemente y prometedoras pertenecen a géneros de diferentes familias: Tilapia, Poecilia, Dormitatus, Cichlasoma, Gambusia, etc. Sin embargo es necesario ser precavidos con *Gambusia affinis*, una de las especies de la familia Poeciliidae. *Gambusia* es perjudicial para las especies de peces indígenas, por lo que su introducción en nuevas zonas no debe intentarse sin hacer los estudios ecológicos pertinentes.

Otro tipo de control biológico, es el **control genético**, donde se usan organismos cuyos materiales genéticos han sido modificados.

Por ejemplo, cuando cepas de zancudos con alteraciones cromosómicas, o sea que tienen alguna anomalía, se unen sexualmente con zancudos normales, la reproducción resulta parcialmente impedida. Igualmente, la puesta en libertad de machos estériles que se unen sexualmente con hembras normales, se traduce en una reducción de las posibilidades de reproducción.

Por último **las bacterias**. Entre las bacterias más importantes usadas en el control biológico de los zancudos transmisores de malaria, se encuentran las bacterias productoras de esporas, como el *Bacillus thuringiensis israelensis* y el *Bacillus sphaericus*.

Estos afectan a las larvas de los zancudos en forma específica, sin afectar la salud humana, ni a otros organismos benéficos como los peces, es decir que el uso de estos bacillus no causa destrucción o muerte a otros animales que se alimentan también de larvas de zancudos. A partir de estas bacterias se elaboraron larvicidas muy efectivos y altamente específicos usados ampliamente en el control biológico.

¿En qué países se han utilizado estos organismos?

Cap.3

Dentro de los países que han utilizado algún método biológico para el control de larvas de zancudos que transmiten enfermedades, se menciona a Cuba donde se utilizaron, entre otros métodos, los peces larvívoros. Para una aplicación más efectiva hay que tener en cuenta no solamente las especies más adecuadas para cada criadero, sino también conocer una serie de factores del medio físico propios de los reservorios.

En estudios realizados en Cuba, fueron encontradas cinco especies de peces larvívoros: *Poecilia reticulata*, *Gambusia punctata*, *Gambusia puncticulata*, *Girardinus metallicus* y *Limia vittata*.

De estas, la *Poecilia reticulata* fue la más encontrada entre todas las otras especies presentes, lo que hace que juegue un papel efectivo en el control de las larvas. Los peces de la especie *Gambusia punctata*, y *Gambusia puncticulata* resultaron ser los más activos en el control de larvas, pero dado que se encontraban en bajas cantidades, los hace menos efectivos.

La especie *Limia vittata* no tiene particular eficacia en el control de larvas.

Estas especies encontradas en este estudio se alimentan de: algas, crustáceos, insectos terrestres y larvas de zancudos. *Gambusia punctata* y *Gambusia puncticulata* prefieren organismos vivos para su alimentación, mientras que las otras especies consumen gran cantidad de desechos o materiales no necesariamente vivos.

En un estudio realizado en León (Nicaragua), se realizó la valoración de la capacidad larvívora de 4 tipos de géneros de peces. Los bioensayos de semicampo demostraron que el género *dormitatus* presentó mayor capacidad larvívora llegando a consumir hasta 550 larvas por día, notando que a medida que aumenta de tamaño llegaron a consumir hasta 840 larvas por día.

En Cuba también se estudiaron en criaderos naturales los nemátodos mermíticos como candidatos potenciales para el control biológico de las larvas de zancudos. Los nemátodos parásitos de larvas de zancudos: *Romanomermis culicivorax* y *Romanomermis iyengari* son muy importantes, según este estudio, como agentes de control biológico para regular poblaciones de zancudos anopheles.

En Cuba y Nicaragua se utilizaron peces larvívoros

En Cuba, USA, Mexico, Colombia, El Salvador se experimentaron nemátodos para el control biológico de zancudos

Estos nemátodos son importantes debido a los altos índices de parasitismo que provocan en larvas de zancudo anopheles, sin perjuicio para otros organismos componentes de la fauna presente en los lugares donde viven.

Algunos estudios han demostrado la capacidad de reciclaje de los nemátodos después de su introducción en criaderos naturales. Para la inclusión de estos como agentes biológicos en el control de la malaria, hay que desarrollar la producción del parásito y tener en cuenta también el tiempo de almacenaje de los cultivos para su explotación.

En Estados Unidos, se demostró que el nemátodo *Romanomermis culicivorax* puede permanecer en los criaderos y producir altos índices de infestación en mosquitos del género anopheles, por un período indefinido.

En un estado de México, en 1996, previo estudio de profundidad, vegetación acuática, salinidad, pH, conductividad, temperatura y densidad larvaria de los criaderos, se liberaron con un fumigador por compresión de aire, parásitos de los nemátodos infectantes a razón de 2000 a 3000 por metro cuadrado, a los 5 días se notó una considerable reducción de la cantidad de larvas y persistió durante dos meses después.

En Colombia y El Salvador se hicieron estudios, usando los nemátodos *Romanomermis culicivorax* y se señaló que el anopheles albimanus era muy susceptible al parasitismo por este nemátodo.

Pruebas de campo en Panamá usando el microsporidio *Nosema algerae* causaron una elevada mortalidad en las poblaciones de zancudo *Anopheles albimanus*.

Desde hace más de tres años y con éxito, el Ministerio de Salud en Managua utiliza productos biológicos (principalmente *Bacillus sphaericus*) para el control de larvas.

En Panamá se
ensayaron los
microsporidios

En una provincia al norte de La Habana, mediante un estudio, se estableció que de los métodos biológicos utilizados para el control de especies transmisoras de enfermedades, las bacterias que producen esporas ocupan un lugar prioritario en la producción de biolarvicidas. En este estudio se comprobó la efectividad del biolarvicida *Bacillus sphaericus* en el control de zancudos transmisores de la malaria y su persistencia en el medio ambiente después de aplicado.

En 1998 se implementó con el Ministerio de Salud de Guatemala, en el Departamento de Escuintla, la introducción de un método biológico (*Bacillus sphaericus*) para el control de la población larvaria de *Anopheles*. Los resultados fueron altamente positivos (ref. bibliografica n. 13).

En Honduras se valoró en condiciones de laboratorio y de campo la efectividad del biolarvicida Griselesf[®]a base de *Bacillus sphaericus* y su impacto en el medio ambiente para la lucha de los vectores de la malaria y el Bactivec[®]a base de *Bacillus thuringiensis* para otras especies de vectores incluyendo el mosquito *Aedes aegypti*. En el período 1997-1999 se realizaron numerosas experiencias positivas en Danlí (Dep. del Paraíso) y en Yoro (Dep. del Progreso), por parte del Ministerio de Salud en sus programas de lucha antimalarica.

En ensayos de laboratorio se determinó la efectividad del *Bacillus sphaericus* en las especies de *Anopheles albimanus* y en otras especies de zancudos, pero la más susceptible fue el *Anopheles albimanus*. En condiciones naturales se demostró su efectividad en la reducción de las poblaciones de zancudos de la especie *Anopheles*, después de 72 horas de aplicado por aspersión manual.

En 1995 se comenzó a evaluar la efectividad de la bacteria *Bacillus sphaericus* en Nicaragua utilizando el producto comercial Griselesf[®] y las autoridades sanitarias concluyeron que este biolarvicida es eficaz en el control de *Anopheles albimanus* y su acción, en la mayoría de los casos, se prolonga más allá de 90 días después de la aplicación. En el mes de Marzo de 1996 se realizó sobre los criaderos de zancudos de la costa del Lago de Managua, una aplicación aérea, con el uso del helicóptero, de 24,000 litros de *Bacillus sphaericus*. La aplicación aérea fue complementada con aplicaciones manuales en las zonas inaccesibles para el vuelo del helicóptero.

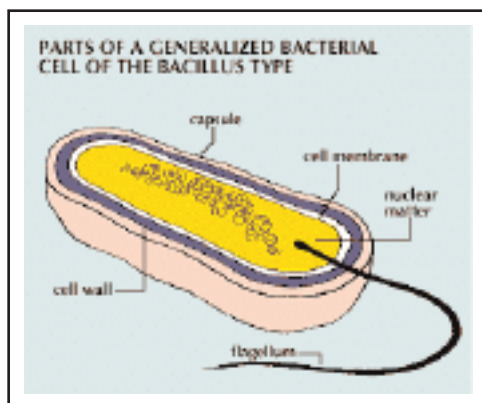
Hasta el momento los organismos usados para el control biológico han sido empleados y evaluados, para especies de *Anopheles albimanus*, en Cuba, Perú, Brasil, República Dominicana, Colombia, Nicaragua, Guatemala, Honduras.

El *Bacillus sphaericus* fué ampliamente utilizado en Nicaragua y Cuba

En Guatemala, Honduras, Colombia, Brasil, Perú y Republica Dominicana se ensayó el *Bacillus sphaericus*

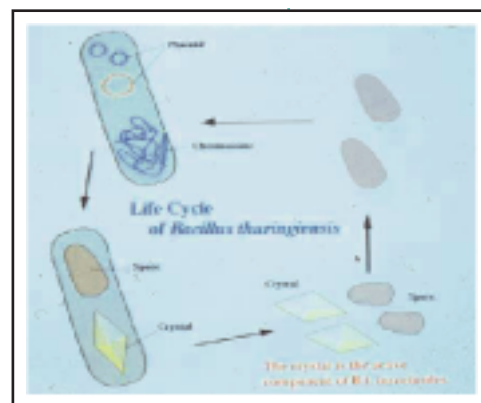
¿Cómo utilizar el Bacillus thuringiensis israelensis para el control de los vectores de malaria?

- ¿Qué es el Bacillus thuringiensis israelensis?**
- ¿Cómo afecta la bacteria Bti a los vectores de la malaria?**
- ¿El Bacillus thur. isr. afecta a otros animales?**
- ¿El Bacillus thur. isr. afecta a la salud humana?**
- ¿Cuándo utilizar el Bti en un programa de control de vectores de la malaria?**
- ¿Qué condiciones ambientales afectan las acciones del Bti?**



Estructura de la bacteria tipo Bacillus

El *Bacillus thuringiensis israelensis* es el nombre científico de una bacteria que se encuentra en la naturaleza, específicamente en el suelo en bajas cantidades.



Ciclo del *Bacillus Thuringiensis*

Esta bacteria forma esporas y produce sustancias altamente tóxicas para las larvas de los zancudos. La bacteria *Bacillus thuringiensis* fue descubierta por un científico japonés en 1900, pero fue investigada hasta 1911 por otro bacteriólogo llamado Berliner. El bacillus fue usado por primera vez para el control de insectos, a final de 1920.

Existen, a escala mundial, muchas diferentes variedades de esta bacteria, su selección y uso depende de la plaga que se quiere combatir. En 1977 Golberg y Margalit aislaron una cepa de *Bacillus thuringiensis* en Israel, que fue identificada por De Barjac en 1978 y clasificada con el serotipo H-14. Para el control de zancudos, se utiliza esta variedad israelensis, que debe su nombre al lugar de descubrimiento.

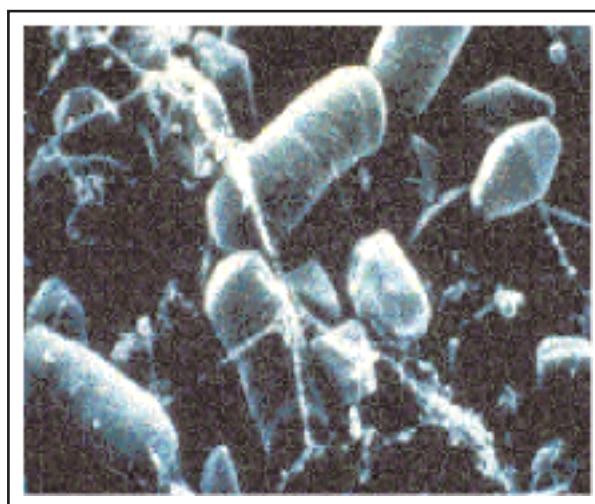
Afortunadamente estas toxinas y esporas que produce la bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) afectan en manera muy específica a las larvas de zancudos de las especies *Aedes aegypti*, *Anopheles albimanus* y *Culex quinquefasciatus*, que son los vectores de Dengue y Malaria. Por ser un poderoso patógeno que afecta específicamente las larvas de zancudos, es usada como ingrediente activo para elaborar biolarvicidas.

Este biolarvicida, específico en sus acciones contra los zancudos, no daña a la salud humana, ni afecta la fauna y flora del medio ambiente. Por lo tanto, es agente biológico muy útil para los programas de control de enfermedades transmitidas por estas especies de zancudos.

Esta bacteria forma esporas y produce sustancias altamente tóxicas para las larvas de los zancudos.

Existen muchas diferentes variedades de esta bacteria, su selección y uso depende de la plaga que se quiere combatir.

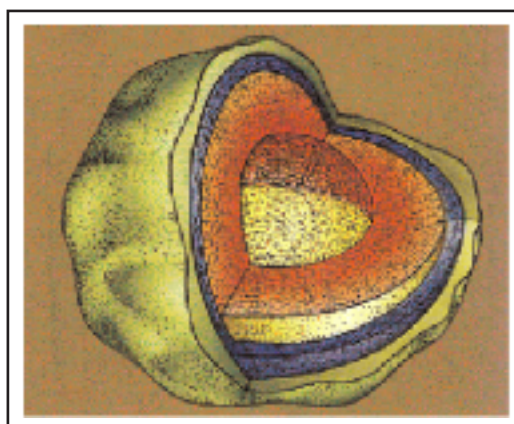
La bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* es muy fácil de producir en grandes cantidades en medios de cultivos artificiales. Los medios que han sido utilizados en diferentes partes del mundo para producir esta bacteria son muy variados, dependiendo de las disponibilidades de los materiales locales y sus precios: por ejemplo la levadura de tórula (un producto derivado del procesamiento de la caña de azúcar), el agua de coco y cocos enteros, granos y harinas de frijoles, maíz, melaza y soya. En los medios elaborados a base de estos materiales la bacteria crece muy bien, formando esporas y toxinas.



Esporas y cristales protéico del Bti



Estructura de la toxina



Estructura de la espora

¿Cómo afecta la bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) a los vectores de la malaria?

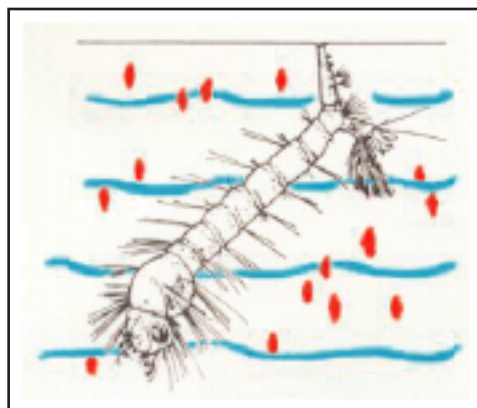
Cap.4

La bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) afecta solamente a las larvas y no tiene ninguna acción contra los zancudos adultos.

Las esporas al ser comidas por las larvas actúan en forma rápida, produciendo una alta mortalidad en ellas. Esta bacteria produce, con las esporas, un compuesto proteínico cristalino extraordinariamente tóxico.

La acción tóxica de las esporas y toxinas aumenta sustancialmente con el ambiente ácido del tubo digestivo de la larva. Al contrario, un ambiente de alcalinidad neutraliza dicha acción.

Esta bacteria afecta solamente a las larvas.

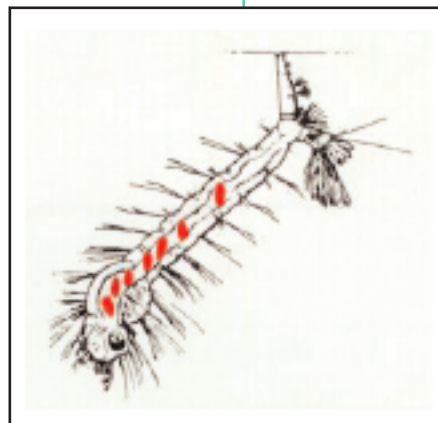


Una vez ingeridas, las esporas de la bacteria llegan a la pared intestinal donde ejercen su acción principal. El cristal de proteína se disuelve rápidamente en el jugo del intestino, y por la acción de enzimas presentes en este ambiente se liberan fragmentos tóxicos a partir de las toxinas.

Las esporas al ser comidas por las larvas actúan en forma rápida

Cuando las toxinas y las partículas tóxicas se alojan en las paredes intestinales de las larvas, las células epiteliales se hinchan y desintegran. Como consecuencia de esto, la muerte de las larvas ocurre rápidamente.

Cuando las larvas de zancudo ingieren el *Bacillus thuringiensis israelensis* y es infectada por éste, la larva deja de comer en parte después de algunos minutos, aunque la muerte demora algunos días.



Comparación entre larva muerta y viva

Las características de un estado avanzado de la enfermedad son una somnolencia general y una marcada disminución de la sensibilidad. Antes de la muerte se presenta una coloración parda a negro. Las larvas jóvenes son más susceptibles. Las bacterias del grupo del *Bacillus thuringiensis* no se pasan a las progenies a través de los huevos.

La utilización de esta bacteria como control biológico de zancudos no ha provocado casos de animales envenenados.

Mediante muchas pruebas realizadas en diferentes partes del mundo, se ha determinado que la bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* cepa H-14 tiene una acción tóxica y mortal en forma muy específica sobre las larvas de zancudos y es inocua para los demás organismos.

Desde la introducción del *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14 como agente de control biológico de zancudos no se ha reportado ni un solo caso de animales envenenados por este producto.

El efecto del *Bacillus thuringiensis israelensis* sobre la fauna de insectos acuáticos es tan pequeño que aún cuando se han aplicado en un criadero de zancudos concentraciones 10 veces mayores que las indicadas, no se han registrado efectos sobre dicha fauna. Donde se ha aplicado esta bacteria no se ha observado ningún efecto sobre otros animales benéficos como peces, ranas, y pájaros. Esto último es particularmente importante porque todos ellos ayudan a controlar de manera natural la crianza de zancudos en los criaderos.

Por lo antes mencionado se espera que con el uso de este bacillus, al mismo tiempo que se elimine las larvas de zancudos, se pueda recuperar la fauna acuática o la población de enemigos naturales de los zancudos. Esto permitirá un control natural más duradero y económico a largo plazo.

Para determinar si esta bacteria es tóxica para los animales, se le suministró alta dosis de esporas a varios animales. Los resultados de estas pruebas sugieren que *Bacillus thuringiensis israelensis* causa poco o ningún efecto sobre ellos.

En algunos animales se observó muy ligera irritación por inhalación. Se piensa que la irritación pudo haber sido causada por las propiedades físicas de otros ingredientes de la formulación (aceites) y no por la acción del bacillus.

El *Bacillus thuringiensis israelensis* es específicamente tóxico o venenoso para zancudos del género *Anopheles*, *Culex* y *Aedes*. Por lo que no constituye una amenaza para la salud humana, ya sea para los que aplican como para los pobladores que viven cerca de los criaderos.

En estudios conducidos para determinar si la bacteria es tóxica para los seres humanos, se ha observado que humanos con exposición oral de hasta un gramo por día de *Bacillus thuringiensis israelensis* no mostraron ningún efecto nocivo. No hubo problemas con ocho hombres que estuvieron continuamente expuestos por siete meses en una fábrica donde se elaboran productos comerciales de *Bacillus thuringiensis*.

En la actualidad el *Bacillus thuringiensis israelensis* se considera como un producto inocuo o que no causa daño a la salud humana. Sin embargo, el único efecto que se conoce sobre la salud humana es irritación en los ojos expuestos a los productos, lo que es considerado un efecto pasajero que fácilmente se soluciona lavando la cara con agua. Se considera que este efecto no es propiamente de la bacteria sino de los otros ingredientes, como el aceite que se utilizan para elaborar los productos formulados.

Aún siendo tan inocuo para el hombre, es necesario seguir estrictamente las normas de manipulación y aplicación de este producto como cualquier otro insecticida.

Esto incluye:

- **Leer** la etiqueta antes de usarlo, siguiendo las instrucciones y no exceder en las cantidades recomendadas.
- **Manipular** el producto en lugares abiertos, fuera de las casas.
- **No inhalar** producto en polvo o en líquido.
- **Mantener** el producto fuera del alcance de los niños
- **No fumar** ni comer mientras se manipula el producto.
- **Lavar** las manos con agua y jabón después de manipular el producto.
- **No reutilizar** el envase del veneno.
- **No almacenar** el producto en recipientes, que no sean los originales.
- **Desechar** los productos vencidos en forma adecuada, enterrando en fosas diseñadas para este propósito.

El *Bacillus thuringiensis israelensis* se considera un producto que no causa daño a la salud humana.

La bacteria actúa solo sobre las larvas, con mayor efecto en las larvas jóvenes.

La bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* es un producto promisorio para los programas de control biológico de los vectores de enfermedades. Sin embargo hay que recordar que:

- La bacteria actúa solamente sobre las larvas, y tiene mayor efecto sobre las larvas jóvenes.
- La bacteria actúa en forma rápida produciendo una alta mortalidad en las larvas. Su acción se produce dentro de 24 a 48 horas después de la aplicación.
- La persistencia de la bacteria en el medio es corta, solamente de quince a sesenta días ya que no es capaz de reproducirse en los criaderos.
- La bacteria no recicla en el medio en suficientes cantidades como para producir efectos residuales sobre las larvas por mucho tiempo. Por lo tanto es necesario realizar frecuentes aplicaciones para prevenir aumentos rápidos de las poblaciones larvarias.

Conocer la bacteria y los criaderos, nos ayuda a tomar decisiones sobre cuándo y cómo utilizar este recurso.

Los conocimientos sobre la bacteria y su accionar en conjunto con los conocimientos sobre las condiciones de los criaderos, nos ayuda a entender mejor la situación y tomar decisiones sobre cuándo y cómo utilizar este recurso en forma mas adecuada en los programas de control de vectores.

El Bti es más indicado durante la temporada de lluvia.

El momento del año, es un factor importante a tomar en cuenta para decidir sobre las aplicaciones de productos a base de *Bacillus thuringiensis israelensis*. Durante el invierno los criaderos se están llenando constantemente por el flujo de las aguas de lluvias. Esto hace que el agua acumulada en los criaderos cambie constantemente por las lluvias. Bajo estas condiciones será mejor aplicar *Bacillus thuringiensis israelensis*, ya que este tiene un efecto rápido pero de poca duración. El costo de los insecticidas a base de este bacillus es relativamente más bajo con relación a otros productos de mayor persistencia. Por lo tanto, durante el invierno tendrá más sentido utilizar productos a base de *Bacillus thuringiensis israelensis* que son menos permanentes y más económicos.

El **tipo de criadero** nos ayuda a tomar decisiones más oportunas sobre la aplicación de la bacteria para alcanzar buenos resultados.

Lo mejor es aplicar este bacillus en criaderos temporales, dada su breve permanencia en el medio. En los criaderos permanentes se necesitarían muchas aplicaciones durante el año para obtener un buen control de la población larvaria. Al contrario, en los criaderos temporales, la necesidad de control es breve en el tiempo y se logra utilizando este producto.

Las **características del agua** del criadero también tienen mucha influencia sobre el éxito de las acciones de control de larvas.

La temperatura, salinidad, pH, densidad de vegetación en el criadero, cantidad de microbios en el agua y el grado de contaminación afectan las acciones del bacillus. En los criaderos que tienen pH mayores de 8.5, las toxinas del bacillus disminuyen su poder de acción ya que los cristales y las toxinas de la bacteria no son compatibles con materiales alcalinos. Por lo tanto no será muy útil o prudente aplicar *Bacillus thuringiensis israelensis* en los criaderos que tienen pH mayor de 8.0, ya que no tendrá el impacto esperado.

Para poder determinar el momento más adecuado de utilizar *Bacillus thuringiensis israelensis* es importante conocer **la composición de las poblaciones de los vectores** en los criaderos. El *Bacillus thuringiensis israelensis* es efectivo para causar mortalidad solamente en la fase larval del zancudo. Su efectividad es mayor en las larvas jóvenes, decrece su actividad sobre larvas en estadio maduro y no es efectivo con pupas y estados adultos. Esto quiere decir que será óptima su aplicación en los criaderos donde existan poblaciones de vectores en estado de larvas jóvenes. Si se aplica en un momento cuando las poblaciones de larvas jóvenes son bajas o nula, se estará desperdiciando el producto, así como si se aplica el producto cuando las poblaciones están mayormente en la fase de larvas maduras o pupas.

Las **densidades de las larvas** en los criaderos es un factor muy importante para tomar la decisión sobre la aplicación de este biolarvívico. Cuando en los criaderos se encuentran grandes cantidades de larvas, con la amenaza de un rápido desarrollo de las poblaciones de zancudos, es necesario aplicar biolarvívicos efectivos y de acción rápida.

En criaderos temporales.....

....con un Ph del medio menos del 8.5....

....en presencia de larvas jóvenes de Aedes, Culex, Anopheles....

...en presencia de altas densidades de larvas.

Es importante
tomar en cuenta
la resistencia al
producto

El *Bacillus thuringiensis israelensis* se caracteriza por actuar muy rápido, dentro de 24 a 48 horas después de la aplicación. En estas situaciones de emergencia es indicado su uso.

Otro aspecto a considerar es la historia sobre los productos usados en esos criaderos. En el caso que se haya aplicado *Bacillus thuringiensis israelensis* muchas veces en un criadero durante un corto período, se debe contemplar la posibilidad de utilizar alternativas para evitar la posibilidad de que las larvas creen resistencia a esta bacteria. Afortunadamente hasta la fecha no se han reportado casos significativos de desarrollo de resistencia por parte de las larvas de zancudos contra *Bacillus thuringiensis israelensis*.

Se conoce que la bacteria *Bacillus thuringiensis israelensis* no recicla en los criaderos y sólo mantiene su efectividad en los criaderos por un período corto. Esto es debido que la acción de **la luz ultravioleta del sol** destruye muy rápidamente su poder de acción, ya que la bacteria no cuenta con una capa de proteína que la protege de la acción de estos rayos. En lugares donde hay mucho sol el efecto de la bacteria dura de tres a cuatro horas en el criadero, pero en lugares protegidos de la luz solar, su efectividad puede durar hasta dos meses.

La **densidad de la vegetación** en los criaderos es muy importante, pues mucha vegetación impedirá la penetración uniforme del producto a todos los rincones del criadero. Antes de aplicar el *Bacillus thuringiensis israelensis* se debe limpiar los criaderos de la vegetación, así el producto llegará en las cantidades necesarias a todas las áreas del criadero y su efectividad será mayor.

En criaderos con **aguas contaminadas** se degrada fácilmente la bacteria por la acción de los microbios y la vida del biolarvicida será muy corta sin que pueda alcanzar el efecto esperado.

La **temperatura, salinidad, pH del agua** de criadero afectan las acciones de la bacteria.

En las temperaturas entre 19 y 21 grados centígrados la toxicidad de la bacteria es baja mientras que a temperaturas más elevadas por encima de 29 grados centígrados, este larvicida se muestra altamente tóxico contra las larvas de zancudos.

La salinidad del agua es uno de los factores que se han evaluado en condiciones de laboratorio, comprobándose que hasta 20 gramos de sal por litro de agua no parece tener efectos negativos sobre la acción tóxica de la bacteria, pero concentraciones mayores de sal afecta la actividad de la bacteria sobre las larvas. En aguas con alto contenido ferroso la mortalidad de las larvas causada por la bacteria se reduce a cero por ciento. La presencia del cloro libre en el agua inhibe definitivamente la toxina o destruye las esporas, reduciendo la actividad de la bacteria.

¿Cómo utilizar el *Bacillus sphaericus* para el control de vectores de la malaria?

¿Qué es el *Bacillus sphaericus*?

¿Cómo afecta el *Bacillus sphaericus* a los vectores de malaria?

¿Cómo afecta el *Bacillus sphaericus* a otros animales?

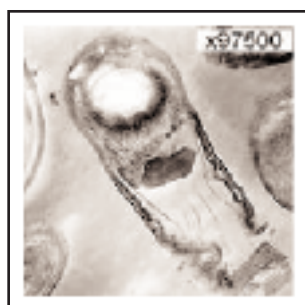
¿Cómo afecta el *Bacillus sphaericus* a la salud humana?

¿Cómo las condiciones ambientales afectan las acciones del *Bacillus sphaericus*?

¿Cuándo y dónde aplicar el *Bacillus sphaericus*?

En el año 1904, un científico, llamado Neide, descubrió una bacteria formadora de esporas, que por sus características llamó *Bacillus sphaericus*. Cincuenta años después, a partir de una larva enferma del zancudo *Culiseta* incicens, investigadores en California (EE.UU) lograron aislar la primera cepa de esta bacteria que causa enfermedad en los zancudos.

Desde entonces en diferentes partes del mundo se han aislado varias cepas de esta bacteria que son patogénicas para las larvas de zancudos. Actualmente la cepa que se utiliza mayormente en el mundo y en Centro América es '*Bacillus sphaericus* 2362' la cual fue aislada por J. Weiser en la década de los 80 en Nigeria, Africa.



Cristales tóxicos de *Bacillus sphaericus*

El *Bacillus sphaericus* es una bacteria de tipo *Gram variable*, estrictamente aeróbico, formador de esporas esféricas, que crece fácilmente tanto en medios de laboratorios como en el cadáver de un huésped apropiado, como larvas de zancudos. Debido a que la bacteria produce esporas y cristales de proteína tóxicas específicamente contra las larvas de zancudos *Anopheles* y *Culex*, esta bacteria es altamente efectiva para el control de vectores de enfermedades como

la malaria.

El *Bacillus sphaericus* es una bacteria que existe en la naturaleza. Las cepas naturales de esta bacteria son recolectadas, aisladas y reproducidas en medios de cultivos artificiales, para obtener de ellas productos comerciales o biolarvicidas, usados para combatir los zancudos transmisores de enfermedades como la malaria.

Existen varias formulaciones de esta bacteria en el mundo. Entre ellas GRISELESF® fabricado por la empresa Labiofam de Cuba y VECTOLEX® y SPHERIMOS®, fabricados por la empresa Abbot de Estados Unidos de América. A nivel de Centro América existe mayor experiencia de campo, en el uso del producto comercial *Griselesf*®. Es un biolarvicida de ingestión o sea que debe ser ingerido por la larva para ser efectivo; la formulación es una suspensión líquida que contiene esporas y cristales de la bacteria como ingrediente activo, esos cristales son tóxicos para las larvas de zancudos como *Anopheles* y *Culex*.

El *Bacillus sphaericus* es una bacteria que produce esporas y cristales proteicos, tóxicos específicamente para las larvas de zancudos *Anopheles* y *Culex*.

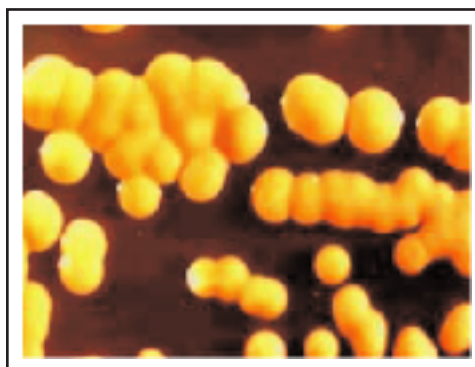
La afectación de la larva de zancudo ocurre cuando ésta ingiere la toxina.

La actividad larvicida del *Bacillus sphaericus*, se debe a una toxina que se forma durante el desarrollo y formación de esporas de la bacteria. La toxina se ubica en la pared celular de la bacteria y no se elimina fácilmente en el medio exterior. Esas toxinas son proteínas capaces de afectar a las larvas de zancudos *Anopheles* cuando éstas las ingieren. Al ser ingeridas las esporas y cristales tóxicos causan parálisis intestinal, envenenamiento y muerte.

La permanencia en el medio y una acción prolongada en el tiempo después de aplicada, es una de las características más importante de esta bacteria en lo que respecta a su efectividad. La bacteria sigue afectando a las larvas por muchos meses después de aplicada en el criadero. La capacidad de reciclaje de esta bacteria es el resultado de su crecimiento y reproducción en el intestino de la larva. Nuevas esporas son producidas y liberadas en grandes cantidades en el criadero cuando la larva muere y se desintegra. Las esporas y toxinas de esta bacteria están protegidas por una capa de proteína, que permite la sobrevivencia de las esporas y toxinas en el agua del criadero por un largo tiempo, haciendo posible la prolongación de la acción de esta bacteria muchos meses después de la aplicación.

Se conoce que las esporas, formadas por la bacteria, persisten por muchos meses en los criaderos y en cadáveres de larvas protegidas de la luz solar. El hecho de que las esporas sean capaces de crecer en las larvas muertas, aumenta el número de esporas en los criaderos donde ya ha sido aplicada y esas esporas destruyen o envenenan a las larvas sanas. Las esporas reproducidas en las larvas muertas funcionan como insecticidas para las larvas sanas. Es importante mencionar que el zancudo transmisor del Dengue *Aedes aegypti* no es susceptible a la bacteria *Bacillus sphaericus*, por lo que no se puede esperar ninguna acción de control sobre la incidencia del dengue con aplicaciones de biolarvicida a base del *Bacillus sphaericus*.

Las esporas reproducidas en las larvas muertas funcionan como insecticidas para las larvas sanas.



Esporas de *Bacillus sphaericus*

El *Bacillus sphaericus* es **muy seguro**, ya que es un medio de control biológico que no causa ningún daño a los animales. La seguridad en el uso de este bacillus radica en el hecho que su acción es altamente específica contra las larvas.

Se ha comprobado que el *Bacillus sphaericus* actúa específicamente sobre las larvas de algunas especies de zancudos que se alimentan de sangre.

Es inocuo o sea que no causa ningún daño a los animales vertebrados de sangre caliente, los anfibios o animales que viven en el agua como las ranas, los sapos, los peces u otros insectos acuáticos o de tierra.

El uso de esta bacteria permite un control de las poblaciones de las larvas de zancudos en los criaderos, sin destruir otros animales expuestos al biolarvicida.

Esto es importante sobretodo para los animales benéficos como los peces y otros que se encuentran en la naturaleza, en los mismos cuerpos de agua donde crecen y se reproducen las larvas de zancudo. Estos animales se alimentan de las larvas de zancudos realizando un control natural de los vectores. La conservación de esa fauna benéfica acuática asegura un medio de control permanente para los zancudos transmisores de la malaria.

No causa ningún daño a los animales vertebrados de sangre caliente que viven en el agua como las ranas, los sapos, los peces etc..

No tiene ningún efecto nocivo sobre la salud humana.

La acción de las toxinas que produce el *Bacillus sphaericus* es muy específica para las larvas de zancudos y por lo tanto no tiene ningún efecto nocivo sobre la salud humana.

Es muy importante el hecho de que los biolarvicidas a base de *Bacillus sphaericus* sean completamente inocuos al hombre. El hombre controla los vectores de las enfermedades para beneficiarse a sí mismo y lo que el hombre usa como medio de control de los vectores no debe ir en detrimento de su salud y no debe perjudicar su vida.

No se acumula en el medio ambiente en forma permanente y no contamina fuentes de agua u otros recursos naturales

El efecto del *Bacillus sphaericus* después de aplicado en los criaderos varía de acuerdo a las condiciones del criadero; su efecto puede durar en algunos casos hasta seis a ocho meses. Aunque la bacteria tiene capacidad de reciclar y mantenerse activa por un tiempo largo, después de ese tiempo desaparece su efecto; esto significa que no se acumula en el medio ambiente en forma permanente y no contamina fuentes de agua u otros recursos naturales que están estrechamente relacionados con el hombre.

El efecto del *Bacillus sphaericus* sobre las poblaciones larvarias de los criaderos, está influenciado sensiblemente por las condiciones ambientales. Existen ciertas condiciones ambientales en las cuales el *Bacillus sphaericus* es capaz de actuar de manera óptima, en cambio en otras condiciones ambientales, la capacidad del bacillus puede ser severamente afectada, al punto de no poder actuar o actuar muy por debajo de su capacidad real.

Se ha demostrado que la persistencia del *Bacillus sphaericus* en condiciones naturales principalmente depende de factores como la calidad del agua en los criaderos, la presencia de vegetación y materia orgánica y la incidencia de radiación solar. En la reducción de las poblaciones de las larvas, estos factores influyen tanto sobre la efectividad de la bacteria como sobre el tiempo que persistirá su acción después de ser aplicada en los criaderos.

Se conoce que **la alcalinidad del criadero** es una limitante para la efectividad y la permanencia del *Bacillus sphaericus*. La alcalinidad del agua en los criaderos con un valor de pH superior a 8.5- 9.0, influye negativamente sobre la actividad del bacillus. Las capas de proteínas que protegen las esporas y las toxinas, se disuelven fácilmente en medios alcalinos. También la toxina, en medios que tienen una alcalinidad mayor a pH 8.5, se inactiva. La efectividad y la permanencia del *Bacillus sphaericus* en los criaderos es entonces condicionada por la alcalinidad del agua.

Diferentes factores influyen sobre la efectividad de la bacteria y sobre el tiempo que persistirá su acción después de ser aplicada.

La alcalinidad del criadero es una limitante para la efectividad y la permanencia del *Bacillus sphaericus*.

La permanencia de la bacteria *Bacillus sphaericus* en los criaderos, también es influenciada por la cantidad de **materia orgánica y fauna acuática presentes**. Si la materia orgánica es abundante y hay una rica fauna de insectos huéspedes, la bacteria podría reciclar y permanecer por un largo período de tiempo en los criaderos.

Pero si el criadero es caracterizado por poca presencia de materia orgánica y sin poblaciones de huéspedes de la bacteria, la permanencia de la bacteria será por un tiempo menor.

Por otro lado se conoce que la **abundancia de vegetación** acuática existente en los criaderos así como la vegetación que rodea al criadero, es muy importante para que el zancudo prolifere. La vegetación protege el zancudo de la acción de los biolarvicidas y le brinda, por otro lado, el medio de supervivencia al zancudo macho, cuya alimentación es basada en frutas y productos vegetales.



La vegetación que rodea al criadero, es muy importante para que el zancudo prolifere

La incidencia de la **radiación solar en el medio**, es otro factor importante que influye en la persistencia o duración de la actividad del bacillus en los criaderos.

Los rayos ultravioletas provenientes de la luz solar, afectan la capa proteínica que protege las esporas y las toxinas. Por lo tanto, las esporas persisten por un período largo en los criaderos sombreados con menor incidencia de la luz solar, mientras que en los criaderos abiertos con mucha incidencia de la radiación solar, la bacteria se degrada con mayor facilidad y permanece por poco tiempo.

Temperatura del agua. En un estudio realizado en diferentes criaderos, se observó la permanencia de *Bacillus sphaericus* por más de tres meses con temperaturas entre 20.1 y 32 grados centígrados.

Los conocimientos sobre la bacteria y su accionar en conjunto con los conocimientos sobre las condiciones de los criaderos nos ayuda para entender mejor la situación y tomar decisiones sobre cuándo y cómo utilizar este recurso en forma más adecuada en los programas de control de vectores.

Para eso hay que recordar que:

- **La bacteria** actúa solamente sobre las larvas y tiene mayor efecto sobre las larvas jóvenes.
- **La bacteria** actúa en forma lenta produciendo una alta mortalidad en las larvas en las primeras 72 a 96 horas después de la aplicación.
- **La persistencia** de la bacteria en el medio es larga, dependiendo de las condiciones del criadero puede ir de dos a once meses ya que la bacteria es capaz de reproducirse en los huéspedes y capaz de sobrevivir en los criaderos.
- **La bacteria** recicla en el medio en suficientes cantidades como para producir efectos residuales sobre las larvas por mucho tiempo. Por lo tanto son suficientes pocas aplicaciones para mantener un control sobre las larvas de los vectores durante un período largo.

El **momento del año**, es un factor importante a tomar en cuenta para decidir sobre las aplicaciones de productos a base de *Bacillus sphaericus*. Durante el invierno los criaderos se llenan constantemente por el flujo de las aguas de las lluvias. Esto hace que el agua en los criaderos esté cambiando de forma continua. Bajo estas condiciones no es conveniente aplicar *Bacillus sphaericus*, ya que el cambio constante del agua por las lluvias, remueve el producto del criadero imposibilitando su acción específica.

El uso de productos a base de *Bacillus sphaericus* se debe programar en los criaderos antes del inicio del período lluvioso y/o justo después del período lluvioso dado que en estos momentos los criaderos se encuentran estabilizados y no hay posibilidad de lavado de los productos por el flujo de aguas de lluvia.

El uso de productos a base de *Bacillus sphaericus* se debe programar en los criaderos antes del inicio del período lluvioso y/o justo después del período lluvioso.

Es conveniente aplicar este bacillus en criaderos permanentes.

La caracterización o el conocimiento sobre la **estabilidad de los criaderos**, nos ayuda a tomar decisiones oportunas sobre cuando aplicar la bacteria para obtener buenos resultados con la aplicación. Lo más conveniente es aplicar este bacillus en criaderos permanentes, ya que se recicla en el medio por mucho tiempo. En los criaderos permanentes es posible un control eficiente de los vectores con pocas aplicaciones de este producto durante el año.



Criadero permanente

El *Bacillus sphaericus* causa muerte solo en la fase larval del zancudo.

Para poder determinar el momento más adecuado de utilizar *Bacillus sphaericus* es importante conocer la **composición de las poblaciones de los vectores** en los criaderos. El *Bacillus sphaericus* es efectivo para causar mortalidad solamente en la fase larval del zancudo. Su efectividad es mayor en las larvas jóvenes, decrece su actividad sobre larvas en estadio maduro y no es efectivo con pupas y adultos. Esto quiere decir que será óptima su aplicación en los criaderos donde existan poblaciones de vectores en estado de larvas jóvenes. Si se aplica en un momento cuando las poblaciones de larvas jóvenes son bajas o nula, se estará desperdiciando el producto, así como si se aplica cuando las poblaciones están mayormente en la fase de larvas maduras o pupas.

Otro aspecto a considerar para decidir sobre la aplicación de *Bacillus sphaericus* en determinados criaderos, es la **historia sobre los productos usados** en esos criaderos. En el caso que se haya aplicado *Bacillus sphaericus* muchas veces en un criadero durante un corto período, se debe contemplar la posibilidad de utilizar otras alternativas para evitar la posibilidad de que las larvas puedan crear resistencia al efecto tóxico de esta bacteria.

¿Cómo aplicar los biolarvicidas para controlar los vectores de la malaria?

¿Cómo se almacenan los productos?

¿Qué hacer ante de usar los productos?

¿Cómo tomar la decisión correcta?

¿Cómo se aplican los biolarvicidas?

¿Cómo podemos evaluar la efectividad de los productos?

Al momento de transportar estos productos, es necesario protegerlos de la luz directa del sol.

Bacillus thuringiensis israeliensis (Bti).

Utilizando la bacteria *Bacillus thuringiensis israeliensis* como ingrediente activo, se elaboran diferentes preparados biolarvicidas, empleados en la lucha biológica contra los zancudos transmisores de enfermedades. Estos biolarvicidas son presentes en el mercado en formulaciones líquidas y granuladas.

Una de las fórmulas comerciales de esta bacteria es el BACTI-VEC® (formulación líquida en envases plásticos de cuatro y veinte litros), usado en Nicaragua en la lucha contra zancudos transmisores de malaria. Se estima que la persistencia de este producto después de aplicado en el criadero dure de 15- 20 hasta 30 días. La bacteria actúa en forma rápida, su acción tóxica es entre 24-48 horas de aplicada.

Otra fórmula comercial es el Culinex®, que es una formulación comprimida en presentación de tabletas efervescentes; este fue estudiado en el año 1997 en Managua para larvas de *Aedes Aegypti* a nivel de laboratorio.

También existen otros productos a base de esta bacteria como el Vectobac® (formulación líquida y granulada) y el Aquabac®.

El **Bti** en formulación líquida, normalmente es comercializado en envases de fácil manejo y se almacenará en bodegas seguras, evitando que el mismo esté expuesto a la luz del sol o a cualquier otra fuente de calor.

La formulación granulada y en polvo viene generalmente en bolsas de papel con peso variable y no debe almacenarse directamente en el piso, sino que sobre bases de madera y cubrirlo con material plástico para protegerlo del agua y humedad.



Presentación Bacillus thuringiensis BACTIVEC

El producto va almacenado al reparo de la luz solar, del calor y de la humedad.

Bacillus sphaericus

Actualmente producido en escala industrial como un producto más para el control larvario, el *Bacillus Sphaericus* cepa 2362, se presenta en formulaciones líquida y granulada. En varios países es utilizado para la eliminación de larvas del mosquito transmisor de la malaria.

Las diferentes presentaciones del *Bacillus* son el Griselesf® (formulación líquida en envases plásticos de 4 y 20 litros) el cual es lo que ha sido mayormente usado en los países de Centroamérica, el Vectolex® que se presenta en forma granulada y Spherimos® que es una solución acuosa.

El *Bacillus sphaericus* en formulación líquida, debe estar almacenado en áreas o ambientes secos, a temperatura menor de 30° C. (aire acondicionado), alejado de las fuentes de calor como fogones y aparatos eléctricos y de la luz directa del sol. La formulación líquida debe agitarse antes de su aplicación.

La formulación granulada, como para el Bti, viene generalmente en bolsas de papel y no debe almacenarse directamente sobre el piso, sino sobre bases de madera y cubrirlo con material plástico para protegerlo del agua y humedad. Es buena norma no estibar los contenedores o envases más de lo establecido por el fabricante.



Presentación Bacillus sphaericus GRISELESF

Caracterización de los criaderos. Ante de proceder a la aplicación de los biolarvicidas, es necesario tener a disposición el mapa de los criaderos existentes en el territorio. La experiencia realizada en Nicaragua, sugiere que es necesario elaborar y actualizar constantemente un mapa de los criaderos presentes en el territorio de competencia.

Es necesario caracterizar los criaderos donde se aplican los productos

Los criaderos tendrán que ser caracterizados por sus ubicación, accesibilidad, entorno (presencia de vegetación, posibilidad de drenaje), dimensiones (m^2 de extensión), presencia constante o ocasional (criaderos permanentes, semipermanentes y temporales) y características físico-químicas y biológicas (pH, temperatura, exposición al la luz y a los vientos, presencia de residuos químicos, presencia de flora y fauna).

En el caso que la difícil accesibilidad, impida una medición directa del criadero, se hará una estima de las medidas, manteniendo bajos los márgenes de error.

Es necesario señalar también si el criadero puede ser eliminado o reducido mediante relleno o drenaje.

(en anexo, formato para la caracterización).



Medición del criaderos

Pesquisa Larvaria. Concluido el mapa de los criaderos, se inicia el monitoreo o pesquisa de la población larvaria de cada reservorio mapeado, para obtener un mapa entomológico del vector.

Es necesario conocer la población larvaria presente en el criadero

El muestreo se realiza utilizando un recipiente en forma de cucharón de metal o de plástico de color blanco, con capacidad de 350 cc. y se sitúa al extremo de un mango de madera o de aluminio.

Caminando al borde del criadero se toman muestras de agua cada *5 pasos en extensiones pequeñas (menores de 10.000 m^2)* y cada *10 pasos en extensiones grandes (más de 10.000 m^2)*. El cucharon debe ir un poco inclinado sobre la superficie del agua. En cada estación se recolectan tres cucharonadas: a la izquierda, de frente y a la derecha. Se cuentan las larvas, se clasifican según el estadio y se anotan en un formato predispuesto (ver anexo).



Pesquisa larvaria con cucharón

Empleando el método del cucharón se define la siguiente relación para calcular la densidad larvaria por metro cuadrado existente en un criadero:

$$\text{Densidad larvaria/metro}^2 = \frac{\text{Total de larvas por estadio}}{\text{Total de cucharonadas} \times 0.0055}$$

0.0055 es una constante del método del cucharón, cuando se emplea el cucharón plástico estándar. Cuando se emplea el cucharón metálico, la constante es 0,015.

Los Rangos considerados por OMS en la densidad larvaria, son:

0 a 1 larva / metro ²	Muy Baja
2 a 5 larva / metro ²	Baja
6 a 20 larva / metro	Media
21 a 99 larva/metro ²	Alta
Mayor de 100 larva/metro ²	Muy alta

Se recomienda tomar medidas a partir de los valores medios.

La decisión sobre cuales medidas tomar (si aplicar o no larvicidas y eventualmente cuales productos usar), se toma de acuerdo al **tipo de criadero** y a la **cantidad y especies de larvas** encontradas (como se explicó anteriormente).

También es necesario relacionar los datos del criadero con los datos obtenidos de presencia de **mosquitos adultos** en las zonas aledañas y con el **número de casos de malaria** del sector: este aspecto se ampliará en capitulos sucesivos.

Sin embargo la primera medida a implementarse en los criaderos, previamente a la aplicación de biolarvicidas, es el « **control físico** » (quiere decir la eliminación de vegetación acuatica, el zanjeo, el avenamiento, el aterramiento etc...); estas importantes acciones de saneamiento, las cuales en algún caso son una solución definitiva en el control de criaderos, por un lado ayudan a disminuir la multiplicación y sobrevivencia de las larvas, por otro lado facilita la acción de los eventuales biolarvicidas que se van a aplicar.

La primera importante medida es la limpieza o eliminación del criadero



Actividad de control físico de los criaderos

Una vez tomada la decisión de aplicar biolarvicidas, se procede a programar la utilización de estos productos.

Para una eficaz aplicación de los biolarvicidas es fundamental seguir algunos pasos:

1. Dosificación de los productos

• Dosificación de Bti SH-14

Las dosis recomendadas por los fabricantes para aplicaciones en los criaderos naturales de zancudos *Anopheles albimanus*, oscilan entre dos y cinco mililitros por metro cuadrado, en el caso del BACTIVEC®; esto estará en dependencia de las condiciones existentes en los criaderos.

A las dosis recomendadas, el producto es particularmente activo contra *Culex quinquefasciatus*, *Culex nigripalpus*, *Anopheles albimanus*, genero *Aedes*, *Mansonia* y *Psorophora* entre las principales especies.

• Dosificación de *Bacillus sphaericus*

Se pueden utilizar altas dosis si los reservorios tienen altas concentraciones de materia orgánica y vegetación. Las dosis recomendadas por el laboratorio son de 2.5, 5 y 10 cc de producto por metro cuadrado a tratarse, en el caso del GRISELESF®.

En Guatemala (Escuintla) fue utilizado a dosis de 5 a 10 cc por metro cuadrado, logrando reducciones de la población larvaria hasta un 95 por ciento. En Honduras y en Managua han sido utilizadas dosis de 5 a 10 cc por metro cuadrado. La formulación granulada se aplica en cantidad de dos gramos por metro cuadrado.

También existe el producto Spherimos® que es una solución acuosa y se aplica de 0.3 a 0.6 cc por metro cuadrado.



Preparación del producto

2. Selección del equipo

La selección del equipo a utilizarse para la aplicación del larvicida, dependerá del tipo y de las condiciones del criadero de anofelinos.

Así será más apropiado usar la bomba *Aspersora Hudson* cuando el criadero es accesible por todos los lados con pequeñas franjas de vegetación de 1 metro de ancho, por ejemplo zanjas, canales de irrigación y lagunas pequeñas. En cambio es mejor utilizar la *motomochila a ULV o de bruma* si el criadero es de mayor tamaño y de difícil acceso, ya que su velocidad de aplicación es mayor, mas alcance y cubre más áreas en menor tiempo.

El tipo de criadero determina cual equipo utilizar para la aplicación



Motomochila



Bomba aspersora Hudson

3. Calibración del equipo

Consideramos en este capítulo solamente la formulación líquida. La calibración del equipo se deberá hacer de acuerdo al producto utilizado. Algunas normas son de carácter general:

1. Procure que la mezcla sea uniforme (agitación suave).
2. Agite siempre, ante de hacer la mezcla, el recipiente que contiene el larvicida.
3. Descontamine el equipo aspersor de plaguicidas.
4. Asee diario los tres sistemas del equipo aspersor (presión, tanque y descarga) y todo cada quince días.
5. Use todo el líquido y después asee el tanque.

Dependiendo del equipo que se utiliza se hace la calibración según protocolo establecido

La bomba aspersora Hudson tiene un tanque con una capacidad de ocho litros y la **motomochila** una capacidad de doce litros. El tanque lo llenamos con producto puro o mezclado con agua: importante es que la cantidad de biolarvícida contenida en el equipo aspersor sea aplicada uniformemente, según la dosificación establecida en los metros cuadrados de superficie de criadero.

Si tengo que tratar con *Bacillus sphaericus* un criadero que mide 8.000 m², a una concentración de 10 ml/m², tendré que aplicar uniformemente 80.000 milímetros de producto, para cubrir los 8.000 m² de criadero; para eso necesito llenar con el biolarvícida puro, diez tanques del equipo aspersor (8.000 milímetros por tanque en el caso de la bomba aspersora Hudson) y aplicarlos uniformemente en toda las areas del criadero. Si, en cambio, preparo una mezcla con mitad de agua y mitad de producto, llenaré 20 tanques de la bomba aspersora Hudson y lo aplicaré en el mismo criadero, para tratarlo con la misma dosificación de 10 ml/m².

Los operadores ETV que realizan este trabajo, adoptaron en los diferentes países de Centroamerica, normas practicas de aplicación del producto, relacionadas a:

la **preparación** del equipo: tipo de boquillas, descarga de las boquillas y presión de salida de la bomba;

el **manejo** del equipo: colocación en las espaldas, orientación y distancia de las boquillas de la superficie del criadero;

forma de **aplicación**: pasos hombres por minuto, ancho de cobertura.

Todavía estas normas no están estandarizadas, reportamos en los anexos un ejemplo de protocolo de aplicación, utilizado en Nicaragua.



Aplicación con motomochila

4. Aplicación del producto

Antes de cualquier aplicación, el criadero debe de limpiarse de vegetación terrestre en la vía de acceso o de vegetación flotante en el espejo del agua. En las paginas anteriores se informó sobre como se aplican con motomochilas o con bomba aspersora Hudson, los productos en formulación liquida.

Por cuanto se refiere a los productos en formulación granulada, la aplicación se realiza o mediante el metodo del boleó, tirando los granulos o el polvo con las manos de manera uniforme sobre la superficie del criadero o colocando los granulos directamente en el tanque de la motomochila y aplicarlos respetando las normas previstas en los protocolos de aplicación reportados en los anexos.

Se mencionó también a la posibilidad de aplicación aerea de biolarvicidas, en caso de grandes extensiones de criaderos; en Managua, a lo largo de la costa del lago, se experimentó esta metodologia en el año 1996.

La costa del lago es caracterizada por grandes extensiones de agua estancada con presencia de vegetación flotante y emergente y de numerosos pantanos. Los vectores identificados durante la caracterización de la zona, fueron *Anopheles albimanus*, *Anopheles pseudopunctipennis*, *Culex nigripalpus* y *Culex quinquefasciatus*.

Se aplicaron 16.500 litros de *Bacillus sphaericus* cepa 2362 (GRISELESF) en una area total de 5.500.000 m², mediante el uso de un helicoptero marca Bell 47 G 5, el cual aplicó rociando el producto de forma franjeada y utilizando boquilla numero ocho y diez.

La capacidad por cada vuelo osciló entre 80 y 100 galones de producto liquido; en 10 horas se realizaron 48 vuelos, con una velocidad de 50 nudos y con presencia de un viento de 16-24 Km/hora. El abanico de la aspersión cubría 22-24 metros, a una altura de dos metros sobre la superficie a tratarse.

El producto se aplica por aspersión, manualmente o por vía aerea



Aplicación aerea

Para poder evaluar la efectividad de los productos hay que realizar una serie de actividades que van desde la capacitación del personal, al monitoreo continuo, la vigilancia entomológica pre y post aplicación, la sistematización, presentación y análisis de los datos, reuniones periódicas de los operadores y jefes de áreas o sector con las autoridades superiores.

Debido a que la evaluación de la efectividad es una actividad de mucha importancia, en el siguiente capítulo se describe con mayores detalles lo concerniente al tema.

¿Cómo evaluar las aplicaciones de biolarvicidas en el control de vectores de malaria?

¿Porqué evaluar las acciones?

¿Cómo evaluar las acciones de control biológico?

¿Cómo monitorear las poblaciones de larvas en un criadero?

¿Cómo monitorear las poblaciones de vectores adultos en las casas?

¿Cómo monitorear o vigilar sobre la incidencia de casos de malaria?

¿Cómo procesar la información?

¿Cómo evaluar si el control biológico ayuda a la conservación de la fauna benefica?

¿Cómo evaluar los costos de las aplicaciones?

¿Cómo evaluar si el control biológico reduce el daño a los humanos?

- Se considera que con el uso de biolarvicidas altamente específicos para las larvas de los zancudos, se logra una reducción sustancial en las poblaciones de larvas en los criaderos y en la población de zancudos adultos en las casas y, como consecuencia, una reducción en la **incidencia de la malaria**. Para conocer si se están logrando estos objetivos con el uso de los biolarvicidas en los criaderos, es necesario realizar una evaluación.
- También se considera que promoviendo el uso de los biolarvicidas para controlar los zancudos, se elimina el uso de los larvicidas químicos en los criaderos. Así los agentes de **control natural de los zancudos** logran restablecerse en los criaderos. También en este aspecto es necesario realizar una evaluación.
- Se espera que con el uso adecuado de las medidas de control biológico en conjunto con las acciones de control natural y físico de los criaderos, se reduzca significativamente el **número y costo de las aplicaciones** para mantener las poblaciones de vectores bajo control. Las evaluaciones nos ayudan para saber si se esta logrando eso.
- Se espera que con el uso del metodo biológico de control, se reduzca **el daño al medio ambiente y a la salud humana**, tanto en los aplicadores como en las poblaciones. Las evaluaciones nos permiten dar seguimiento a este aspecto.

Se realiza un control larvario pre y post aplicación

Después de la aplicación se espera una disminución de los mosquitos adultos

Para evaluar si las acciones de control biológico de los vectores de malaria están dando resultados, se debe observar la situación de los criaderos antes de aplicar los biolarvicidas y realizar una pesquisa para conocer el nivel de población de larvas presente. Luego se realiza otra pesquisa después de la aplicación y se compara con los resultados anteriores. La efectividad de las acciones de control biológico estará en estrecha relación con la reducción de la población de larvas obtenida con las aplicaciones de los biolarvicidas.

Después de aplicar los biolarvicidas en los criaderos, se debe esperar una reducción de las poblaciones de zancudos adultos en las casas cercanas a los criaderos; si esto ocurre, será un indicador de que el biolarvicida está siendo efectivo como medida de control biológico y esto vendría a ser una de las formas de medir la eficiencia de las acciones de control larvario.

Cuando el biolarvicida es efectivo reduce significativamente las poblaciones de larvas, sin embargo hay que considerar que la disminución en las densidades de larvas de zancudos en los criaderos y por consiguiente la disminución en las poblaciones de zancudos adultos, también está relacionada con muchos otros factores, por ejemplo con la disminución del número de criaderos, con cambios en la temperatura o en el pH del agua, con la presencia de depredadores, etc.



Operadores ETV realizando pesquisa

Para poder evaluar continuamente la necesidad de aplicación de biolarvicidas y medir la efectividad de las mismas, es necesario mantener un trabajo sistemático de pesquisa, es decir el monitoreo de las poblaciones de larvas en los criaderos. Para monitorear las poblaciones de larvas en un criadero se pueden utilizar diferentes técnicas.

Uso de caladores:

Para poder recolectar apropiadamente las larvas o pupas de anofelinos y determinar la densidad poblacional, mundialmente se utilizan caladores o cucharonadas. Las personas que efectúan las pesquisas o las recolecciones, deberán tener un buen conocimiento sobre los criaderos, el tipo de agua y de vegetación acuática o sitios preferidos para la reproducción de los mosquitos. En este trabajo de campo, la perseverancia y disciplina es tan importante como el usar la ropa y calzados adecuados. En la recolección de larvas y de pupas en el campo se utilizan muestreadores en forma de cucharón provistos de mangos, denominados caladores. Estos pueden ser de lámina, peltre ó plástico y se prefiere que la base sea de color blanco para distinguir a las larvas entre el contenido orgánico del agua del criadero.

Normalmente se toman diez calados por cuerpo de agua muestreado. Esta técnica consiste en el arrastre de agua superficial con un calador y un mango de 1.5 metros de largo en un ángulo de 45 grados. En aguas con abundante vegetación, el calador se sumerge en varios lugares dejando que el agua sobrepase el borde. Para recoger las larvas de la superficie se utilizan recipientes esmaltados y se pasan las muestras por tamices de varios tamaños para separar las larvas de la vegetación flotante.



Técnica de uso del cucharón

La recolección de larvas es una técnica complicada, el número de capturas depende de la pericia del recolector. El número de recolecciones, por zona muestreada, varía de un estudio a otro, pero lo más frecuente parece ser de 20 a 40 muestras. El monitoreo de las poblaciones de larvas jóvenes de los vectores en los criaderos permite tomar decisiones a tiempo en cuanto a aplicaciones de biolarvicidas y el monitoreo de las poblaciones de larvas maduras permite evaluaciones de la efectividad de las aplicaciones.



Cucharón para pesquisa

Se realiza la pesquisa larvaria con cucharorones según protocolos establecidos

La Dirección de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) del Sistema local de Salud (SILAIS) de la ciudad de Managua, ha empleado la estrategia del control de las larvas de *Anopheles albimanus* con el uso de insecticidas biológicos, en la costa del lago de Managua, desde el año 1996. Para llevar



Pesquisa larvaria

a cabo esta tarea realiza monitoreo de larvas en los criaderos, utilizando el método de la cucharonada. En cada sector se realizan pesquisas semanales, utilizando el método antes mencionado. El número de cucharonadas para muestreo depende del perímetro actual del criadero, tomando una muestra cada cinco / diez pasos. En cada cucharonada se realiza la lectura del número de larvas de *Anopheles albimanus* de diferentes estadios (L1 a L4). Para trabajar en forma ordenada y sistemática, los resultados de las pesquisas son recopilados en un formato sencillo como se demuestra en el cuadro siguiente.

Formato utilizados para la recopilación de datos en la costa del lago Managua

Fecha	Sector	CTOT	CPOS	CNEG	L1+L2	L3+L4	Aplicación
16/3	C.Chamorro	120	20	100	12	21	Bactivec®
24/3	C.Chamorro	120	19	101	16	21	
1/3	C.Chamorro						
8/4	C.Chamorro	120	3	117	2	2	
14/4	C.Chamorro	110	4	106	3	0	
29/4	C.Chamorro	120	12	108	5	9	Bactivec®
5/5	C.Chamorro						

Los datos de la pesquisa se recopilan en un formato estandar

Por cada fecha de pesquisa se anota en las columnas correspondientes: el sector, el número de cucharonadas muestreadas (Cucharonadas Totales-CTOT), el número de cucharonadas con presencia de larvas anofelinos (Cucharonadas Positivas-CPOS), el número de cucharonadas sin presencia de larvas (Cucharonadas negativas-CNEG), el número total de larvas jóvenes (L1 + L2) encontradas en las cucharonadas positivas, el número total de larvas maduras (L3 + L4) encontradas y registro del producto aplicado en la fecha correspondiente. Es importante tener mucho cuidado, a este nivel de recopilación, sobre la fidelidad de los datos y las fechas reportadas, ya que una vez que los datos llegan al nivel de procesamiento, eventuales errores son muy difíciles de corregir.

En base a los datos originales recopilados a nivel del campo se procede, por parte del responsable de área, a calcular el porcentaje de cucharonadas positivas (PORCP), de densidad de larvas jóvenes por metro cuadrado (LJMC) y de densidad de larvas maduras por metro cuadrado (LMMC), utilizando las siguientes formulas:

$$\text{PORCP} = \frac{\text{Número de cucharonadas con larva}}{\text{Número de cucharonadas total}} \times 100$$

$$\text{LJMC} = \frac{\text{Número de larvas jóvenes (L1 + L2)}}{0.015 \times \text{número total de cucharonadas}}$$

$$\text{LMMC} = \frac{\text{Número de larvas maduras (L3 + L4)}}{0.015 \times \text{número total de cucharonadas}}$$

Ejemplo de formato utilizado

Fecha	Sector	PORCP	LJMC	LMMC	*Fecha Aplic.	Producto
16/3	C. Chamorro	17	7	12	31/3	Bactivec1cc/m2
24/3	C. Chamorro	16	9	12		
8/4	C. Chamorro	2	1	1		
14/4	C. Chamorro	4	2	0		
29/4	C. Chamorro	10	3	5	5/5	Bactivec1cc/m2

*Fecha Aplic.: fecha de aplicacin del producto

Estos datos sirven como base para que los responsables de sector puedan, semanalmente, tomar decisiones adecuadas para las aplicaciones de biolarvicidas. Por ejemplo en el cuadro anterior se observa la incidencia de 7 larvas jóvenes por metro cuadrado y 12 larvas maduras por metro cuadrado en la fecha del 16 de marzo. Esto alertó sobre un aumento potencial de las larvas en este criadero, ya que el nivel de 5 o más larvas por metro cuadrado es considerado peligroso. Se repitió la pesquisa en la semana siguiente para confirmar los mismos niveles; se procedió, entonces, a tomar decisiones de aplicación de Bactivec, una formulación de *Bacillus thuringiensis israelensis*. La aplicación se realizó el día 31 de marzo, y las pesquisas posteriores del 8 de abril y del 14 de abril reflejaron poblaciones bajas debido al control ejercido por el biolarvicida. La pesquisa del 29 de abril indicó la presencia de 5 larvas maduras por metro cuadrado. Conociendo que en este sector la persistencia de acción de control del *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI) es alrededor de 4 semanas, se tomó la decisión de realizar una nueva aplicación en la semana del 5 de mayo.

En otro estudio realizado en Cuba de 1990 a 1994, el monitoreo de las poblaciones de las larvas de vectores en los criaderos se realizaron empleando el método del cucharón con diez centímetros de diámetro recomendado por la OMS (1980), a través de la fórmula $L/N \times 0.01$, donde L es el número de larvas, N es el número de cucharones, 0.01 es la fracción del cucharón, basándose en el área a revisar.

Es importante monitorear las poblaciones de zancudos adultos en las casas porque el tiempo que los zancudos permanecen en el interior de las casas y el lugar donde se posan, son aspectos relacionados con la probabilidad de transmisión de la malaria a sus habitantes. Además, la toma de decisiones sobre los programas de fumigado en el interior de las casas se basa sobre los datos de capturas de adultos. Estos programas de fumigado se basan en la idea de que los vectores reposan en las casas sobre esas superficies fumigadas y por tanto son eliminados por las sustancias químicas residuales que las fumigaciones dejan en las paredes. La determinación del tiempo de reposo en el interior de las casas es importante para descubrir los cambios de comportamiento como consecuencia de las aplicaciones de insecticidas.



Capturas de mosquitos adultos mediante técnica del cebo humano

La captura con cebos humanos es el método más frecuente empleado para monitorear las poblaciones de zancudos adultos en las casas. Se utiliza como norma en muchos programas de control y es efectivo para medir el grado de contacto hombre/zancudo, el comportamiento de picadura y la cantidad de zancudos existentes, así como para obtener muestras para determinar las tasas de esporozoitos (forma infectante

para el hombre del parásito de la malaria) y la distribución por edades. El momento y duración de la captura dependen de su finalidad y de la disponibilidad de personal. Para hacer un estudio completo de la actividad de alimentación y de la exposición de seres humanos, es necesario recoger zancudos durante más de doce horas. Para determinar las tendencias estacionales de la población es posible emplear períodos de captura más cortos coincidiendo con la actividad máxima del zancudo para picar, tomando en cuenta que puede haber cambios estacionales.

Las capturas de mosquitos con cebo humano es el método más empleado

Las capturas se llevan a cabo en el interior y exterior de la casa

Habitualmente las capturas se llevan a cabo en el interior y en el exterior de las viviendas. Como la finalidad de la captura suele ser la determinación del contacto hombre/vector, las capturas en el exterior pueden ser inapropiadas si se realizan cuando la población humana se suele encontrar dentro de sus viviendas. Elliott (1968) sugirió realizar capturas en el exterior a última hora de la tarde y de la mañana, cuando es probable que los zancudos piquen a los habitantes de la zona fuera de sus casas.

No parece existir ninguna norma sobre la frecuencia de las capturas. En algunos estudios se hicieron capturas una o dos veces al mes y en otros cuatro noches por semana (Bown et al., 1984, 1986). Es obvio que las capturas frecuentes dan cifras más fidedignas, pero las limitaciones de personal restringen el número de capturas y de recolectores. Las condiciones meteorológicas locales influyen sobre las capturas y, si entre los pocos días de caza hay días de lluvia o viento, pueden obtenerse cifras erróneas en la cantidad de población de zancudos. En estudios realizados en el sur de México se observó una considerable variación entre las casas según su localización y entre las personas que recogían los zancudos. Al diseñar un estudio hay que tener en cuenta estas variaciones (Frederickson, observación personal).

En un estudio realizado en Managua "Validación de la estrategia del control de las larvas de *Anopheles albimanus* con el uso de insecticidas biológicos, en la costa del lago Managua", se realizó el monitoreo de las poblaciones de zancudos adultos *Anopheles albimanus*, utilizando el método de cebo humano. Siguiendo la metodología establecida en el SILAIS-Managua, personas expusieron sus piernas a las picaduras de *Anopheles*, durante tres horas consecutivas en tres casas más cerca del criadero en un barrio. Mientras que una persona recolectó la información dentro de la casa o intradomiciliar, otra persona recolectó la misma información en la periferia de la casa o peridomiciliar durante la misma noche. Los técnicos del Centro Entomológico de SILAIS-Managua recolectaron datos sobre el número de picaduras en tres casas fijas de barrios priorizados, una vez al mes en forma rutinaria.

Los datos obtenidos de estas capturas se presentan en el cuadro siguiente donde se puede observar que en los meses de febrero las capturas aumentaron a un nivel de ocho picaduras por hora, luego se redujeron a uno o dos picaduras por casa por hora durante unos meses, y luego de nuevo se registraron mayores capturas a partir del mes de septiembre.

Estas fluctuaciones de la presencia de los adultos estan relacionadas con la incidencia de las larvas en los criaderos cercanos y permitió una toma de decisión a tiempo sobre las aplicaciones de insecticidas dirigidas a los adultos en el interior o exterior de las casas.

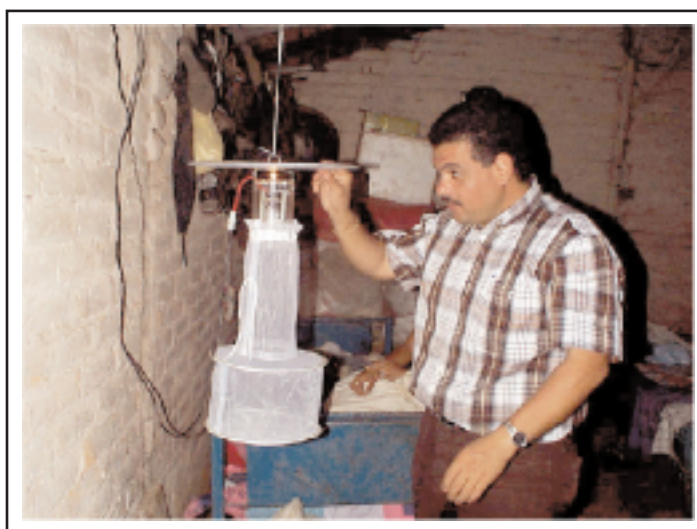
En otro estudio, realizado en una provincia de Cuba, de 1990 a 1994, se monitorearon siete estaciones específicas de captura, para la vigilancia de zancudos adultos existentes en el municipio, las cuales están ubicadas cercanas a los criaderos permanentes, efectuando las encuestas con una frecuencia quincenal en horarios establecidos. Para la captura de especímenes se emplearon parejas generalmente fijas, donde un operario funcionaba como cebo y el otro como capturador teniendo en cuenta la metodología propuesta por la OMS (1975) y se utilizaron como capturadores tubos de ensayo de cristal de dos centímetros de diámetro en la boca y 25 milímetros de capacidad.

Fecha	SECTOR	CAPTURA Número de picaduras en una casa en 1 hora
6/1	Villa José Benito Escobar	0
14/1	Villa José Benito Escobar	
20/1	Villa José Benito Escobar	
29/1	Villa José Benito Escobar	
10/2	Villa José Benito Escobar	8
16/2	Villa José Benito Escobar	8
24/2	Villa José Benito Escobar	
10/3	Villa José Benito Escobar	
16/3	Villa José Benito Escobar	0
24/3	Villa José Benito Escobar	
8/4	Villa José Benito Escobar	
14/4	Villa José Benito Escobar	1
29/4	Villa José Benito Escobar	
6/5	Villa José Benito Escobar	
13/5	Villa José Benito Escobar	2
15/5	Villa José Benito Escobar	
22/5	Villa José Benito Escobar	
2/6	Villa José Benito Escobar	
15/6	Villa José Benito Escobar	6
17/6	Villa José Benito Escobar	
26/6	Villa José Benito Escobar	
14/7	Villa José Benito Escobar	
20/7	Villa José Benito Escobar	2
27/7	Villa José Benito Escobar	
12/8	Villa José Benito Escobar	8
24/8	Villa José Benito Escobar	
3/9	Villa José Benito Escobar	
16/9	Villa José Benito Escobar	
22/9	Villa José Benito Escobar	
30/9	Villa José Benito Escobar	
6/10	Villa José Benito Escobar	
13/10	Villa José Benito Escobar	8

En algún caso se puede también utilizar trampas de luz para capturar los zancudos adultos

Para el monitoreo de poblaciones de zancudos adultos pueden utilizarse numerosas técnicas y tipos de trampas, la selección de la técnica a utilizar en un estudio dependerá del tipo de información necesaria y de los recursos disponibles. Las capturas con cebo humano, aunque es la mejor medida para cuantificar el contacto hombre/vector, exigen mano de obra intensiva y una estrecha supervisión para garantizar la consistencia de las capturas.

En algunos estudios se utilizan los métodos de captura de zancudos en reposo en interiores de las casas. Esto parece tener un valor limitado para especies que se alimentan fuera de la casa como el *Anopheles albimanus* y suelen producir comparativamente pocos especímenes. También se pueden utilizar métodos de capturas en lugares naturales de reposo, capturas en corrales y capturas en trampas de luz para monitorear las poblaciones de adultos de zancudos.



Trampa de luz

A partir de los registros en los centros de salud y la red de información, se desarrolla toda una organización adecuada para la vigilancia epidemiológica de la malaria. Los responsables de sector deben de ser informados de los casos de malaria para hacer un seguimiento y control de foco. A partir de los datos obtenidos sobre casos febriles, prueba de sangre y expediente de los pacientes, se construyen varios indicadores útiles en el monitoreo de la incidencia de la malaria, tales como:

La vigilancia comunitaria y los registros de los centros de salud, informan sobre los casos de malaria

- **Índice de láminas positivas**, que mide la positividad en las personas febriles

$$= \frac{\text{Total de muestras positivas}}{\text{Total de muestras}} \times 100$$

- **Incidencia anual de exámenes de malaria**, que mide la frecuencia del uso de las pruebas en casos sospechosos:

$$= \frac{\text{total de muestras examinadas en un año}}{\text{Población año}} \times 100$$

- **Tasa de mortalidad general por malaria**, que nos indica el efecto del programa antipalúdico en general.

$$= \frac{\text{Defunciones por malaria}}{\text{Casos totales de malaria}} \times 10.00$$

- **Tasa de morbilidad**, que sirve para medir el grado de endemidad de la enfermedad en cualquier período del año.

$$= \frac{\text{Casos existentes de malaria}}{\text{Población existente en un período}} \times 100.00$$

Índice parasitario anual (IPA), parámetro que sirve para medir la eficacia del programa de control y es representativo del año.

$$= \frac{\text{Total de casos de malaria confirmados por laboratorio en un año}}{\text{Población bajo riesgo}} \times 1000$$

En el cuadro a lado se presentan los casos de malaria confirmados por las pruebas de laboratorio en los Centros de salud que atienden la población del sector Villa José Benito Escobar de la ciudad de Managua durante el año 1998. En cuanto a monitoreo del índice parasitario durante un período, se pueden utilizar estos números de los casos de malaria diagnosticados por el laboratorio de los centros de atención primaria y secundaria durante el período, ya que se supone que los centros normalmente tienen una cobertura poblacional bajo riesgo similar durante todo este período.

Fecha	SECTOR	MALARIA Casos Positivos reportados en el Centro de Salud del sector
6/1	Villa José Benito Escobar	4
14/1	Villa José Benito Escobar	0
20/1	Villa José Benito Escobar	1
29/1	Villa José Benito Escobar	2
10/2	Villa José Benito Escobar	0
16/2	Villa José Benito Escobar	1
24/2	Villa José Benito Escobar	0
10/3	Villa José Benito Escobar	0
16/3	Villa José Benito Escobar	0
24/3	Villa José Benito Escobar	0
8/4	Villa José Benito Escobar	1
14/4	Villa José Benito Escobar	0
29/4	Villa José Benito Escobar	0
6/5	Villa José Benito Escobar	0
13/5	Villa José Benito Escobar	0
15/5	Villa José Benito Escobar	0
22/5	Villa José Benito Escobar	0
2/6	Villa José Benito Escobar	0
15/6	Villa José Benito Escobar	0
17/6	Villa José Benito Escobar	0
26/6	Villa José Benito Escobar	0
14/7	Villa José Benito Escobar	1
20/7	Villa José Benito Escobar	2
27/7	Villa José Benito Escobar	0
12/8	Villa José Benito Escobar	1
24/8	Villa José Benito Escobar	1
3/9	Villa José Benito Escobar	0
16/9	Villa José Benito Escobar	1
22/9	Villa José Benito Escobar	1
30/9	Villa José Benito Escobar	1
6/10	Villa José Benito Escobar	1
13/10	Villa José Benito Escobar	0

Para poder utilizar la información debe existir una red de personal capacitado tanto para la recopilación de la información, su envío en tiempo y forma correcta, su consolidación ya sea de forma manual o computarizada, su análisis e interpretación y toma de decisiones.

Para analizar la información se consolida los datos de las diferentes fechas de pesquisa. En cada fecha se registra el porcentaje de cucharonada positiva, los índices de larvas jóvenes por metro cuadrado y de larvas maduras por metro cuadrado. Además se lleva registro de la fecha de aplicación de los larvicidas y los productos utilizados, el porcentaje de reducción de la población larvaria después de la aplicación y las semanas de persistencia de la efectividad del producto utilizado. Todos estos datos provienen de los resultados de las pesquisas semanales realizadas en los criaderos.

Simultáneamente se registran los datos de la captura de adultos llevada a cabo en algunos de los barrios ubicados en este sector. Normalmente la frecuencia de las acciones de capturas de los adultos es menor que las pesquisas en los criaderos; esto se debe a la intensidad de trabajo que la captura de adultos requiere y a la escasez de recursos humanos y materiales para realizarla.

También se consolidan los datos sobre casos de malaria confirmados a partir de los registros de la vigilancia epidemiológica de cada centro de salud y del Sistema Local de Atención Integral en Salud (SILAIS).

La capacitación de la red del personal es sumamente importante para poder obtener una información de buena calidad.

Esta información, integrada con las gráficas elaboradas con los datos recolectados, sirve para el análisis de las situaciones y el seguimiento sobre la efectividad de las estrategias de manejo de vectores y control de las enfermedades transmitidas por ellos.

Es importante una acurada recolección de la información....

...su transmisión en tiempos y formas correcta...

...su consolidación y oportuna interpretación.

Es necesario integrar los datos de pesquisa, de capturas de adultos y de casos de malaria en formatos específicos

En base a la información recopilada y consolidada durante el año 1998 para un sector de la Ciudad de Managua (José Benito Escobar), presentada en los cuadros reportados en los anexos, se pueden aclarar las siguientes inquietudes:

1. Si existe una observación sistemática e información fiable cuantificada por semana de la situación de los criaderos.

Observamos que, con excepción de algunas semanas, se registró información completa en el período de enero a noviembre de 1998.

2. Si los resultados de las pesquisas, han sido tomados en cuenta al momento de decidir las aplicaciones de los larvicidas.

Observamos que las decisiones de cinco aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (*Bactivec*®) en este sector fueron sustentadas por los datos de las pesquisas, considerando que una densidad de cinco larvas jóvenes por metro cuadrado se estima como una situación peligrosa. Sin embargo en junio, julio y agosto hubo necesidad de aplicaciones que la escasez de los productos no permitió de manera inmediata.

3. Si las aplicaciones han sido efectivas en cuanto a la reducción de la densidad larvaria en los criaderos:

Observamos que tres de las cinco aplicaciones de Bti realizadas durante el año, lograron una reducción significativa de las poblaciones (entre 90-100 por ciento) con una persistencia de efectividad de tres a cinco semanas posteriores a las aplicaciones. En otras dos ocasiones estas no fueron satisfactorias.

4. Si la estrategia de control de larvas está logrando la reducción de los adultos en las casas y de los casos de malaria:

Observamos que al inicio del período había una población significativa de adultos en las casas y una mayor incidencia de los casos de malaria. Las oportunas aplicaciones de larvicidas biológicos en los criaderos lograron reducir la densidad de larvas con el resultado de una menor población de adultos. En los meses de agosto y septiembre las poblaciones de larvas aumentaron y por falta de posibilidad de aplicaciones de larvicidas los adultos se incrementaron produciendo casos de malaria.

Al final de un período (semestre o año) se debe consolidar la información proveniente de diferentes sectores para averiguar si las estrategias de control de larvas están funcionando en todos los criaderos de los diferentes sectores.

De igual manera se debe consolidar las informaciones sobre la incidencia de casos de malaria durante un período para así conocer si las estrategias están logrando la reducción de los casos de malaria en la zona.

Incidencia de Malaria en Nicaragua y en la ciudad de Managua (1980-1998)

Fuente: Vigilancia Epidemiológica - Ministerio de Salud

Años	Casos positivos de malaria en Nicaragua	Casos positivos de malaria en Managua
1980	25465	4030
1981	17434	2232
1982	15601	1467
1983	12907	795
1984	15702	1173
1985	15130	1081
1986	20308	2436
1987	17011	1284
1988	33051	3355
1989	45982	4671
1990	35785	2526
1991	27653	2404
1992	26866	3166
1993	43937	10374
1994	42075	17676
1995	71380	19702
1996	76606	19738*
1997	50102	11008*
1998	32118	2868*
1999	37127	2699*
2000	21948	1575*

* Implementación de la estrategia de control biológico de larvas de *Anopheles albimanus* con el uso de *Bacillus thuringiensis israelensis* y *Bacillus sphaericus*.

Después de haber aplicado los biolarvicidas se debe valorar los efectos de éstos sobre la flora y la fauna que convive con las larvas de zancudos en los criaderos. Es muy importante antes de la aplicación del biolarvicida conocer que tipo de flora y fauna permanece o existe en el criadero para valorar luego de la aplicación cuáles fueron los efectos sobre esa fauna y flora.

Los buenos resultados de un biolarvicida incluyen también el hecho de que éste no cause daño sobre todo a la fauna que convive con las larvas. Esa fauna funciona dentro del criadero como control natural de las larvas.

En muchos estudios donde los biolarvicidas han sido aplicados en criaderos de larvas de zancudos por largos períodos de tiempo, se hace referencia como parte del éxito de los métodos de control biológico, además de la destrucción de las larvas, la conservación de la fauna acompañante, por ejemplo los peces.

Para evaluar los costos directos hay que conocer lo que cuesta cada producto, el número de aplicaciones necesarias durante un ciclo de trabajo, dependiendo de la persistencia de los productos y de los recursos humanos necesarios.

En los costos indirectos se deben considerar las intoxicaciones que sufren los trabajadores en caso de aplicaciones químicas, la eliminación de flora y fauna natural de los criaderos y la posibilidad de desarrollo de resistencia de los vectores a estos productos.

En el siguiente cuadro se presentan algunas cifras aproximadas que pueden ser utilizadas para estimar los costos directos de las aplicaciones de larvicidas. Las estimaciones de los costos indirectos son procedimientos largos y complicados, sin embargo hay que tomarlos en cuenta.

Información para estimar costos de aplicaciones para el control de vectores

	Baytex Fenthion	Bacillus thuringiensis israelensis BACTIVEC	Bacillus sphaericus GRISELESF
Costo por unidad	US\$ 30.00/lt	US\$ 7.00/lt	US\$ 8.00/lt
Cantidad por 10,000 m ²	30 litros	5-10 litros	100 litros
Costo por 10,000 m ²	US\$ 900.00	US\$ 70.00	US\$ 800.00
Persistencia	1 semana	de 2-4 semanas	de 8-12 semanas
Número de aplicaciones en un año	40-50	5-8	1-3
Costo de aplicación (4 d/h 10,000 m ²)	20.00	20.00	20.00
Peligros de intoxicación	Alto	Ninguna	Ninguna
Daño a la fauna natural	Alto	Ninguna	Ninguna

En Guatemala, el Ministerio de Salud realizó una proyección de costos estimados para el control de vectores con el uso de larvicidas, para un período de seis meses, que se puede tomar como una referencia para hacer el ejercicio de estimación del costo.

Parámetro	Fenthion 50% polvo	Bacillus sphaericus 2362 (liquido)
Superficie de criadero aplicada (m2)	12500	12500
Cantidad aplicada	40kg	125lt
Método de aplicación	Motobomba Hudson	Motobomba Hudson
Precio unitario	500 Quetzal	90 Quetzal
Costo de producto/ aplicación	20000 Q	11250Q
Costo de aplicación (viáticos y transporte, 4 hombres)	168 Q	168 Q
Frecuencia de aplicación	Cada 8 días	60-180 días
Veces que aplican en 6 meses	22.5	1-3 veces
Costo de producto aplicado	450000 Q	33750 Q
Costo de aplicación	3780 Q	504 Q
Costo total	453780 Q	11418-34254 Q
Ahorro (%)		92 – 97%

Como resultados del control de vectores con el uso de larvicidas biológicos en la costa del lago de Managua, se ha observado que es factible lograr un manejo de las poblaciones del vector con una o dos aplicaciones de *Bacillus sphaericus* 2362 en combinación con tres a cinco aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* israelensis durante un período de un año. Esto significa reducción significativa, tanto en los costos directos como indirectos, del manejo de vectores con el uso de una estrategia basada en observaciones sistemáticas y uso de larvicidas biológicos específicos para las larvas de los anofelinos. El cuadro que sigue puede dar una idea de los resultados que se pueden obtener.

La utilización de métodos biológicos de lucha a los vectores significa una sensible reducción de costos

Aplicaciones de biolarvicidas y presencia del vector *Anopheles albimanus* en diferentes sectores de criaderos en la costa del Lago de Managua (enero - noviembre, 1998)

Sectores de Criaderos	Número de pesquisas**	%CP*	LMMC*	# de aplicaciones	Producto
Las Brisas	18	9.5	12.3	3	Bti
Alfredo Silva	27	1.3	0.9	0	
Santana Norte	28	0.9	0.4	0	
Cristo El Rosario	29	1.1	1.1	1	Bti
B. Valverde	29	0.9	1.1	0	
Las Torres	34	4.6	4.7	2	Bti
P.J. Chamorro	33	7.2	5.0	2	Bti
Domitila Lugo	32	1.1	0.7	0	
Selim Chible	31	2.4	1.7	0	
La Primavera	34	3.0	1.5	0	
El Rodeo	30	9.1	9.5	0	
C. Chamorro	30	7.6	9.3	2	Bti
V.J. B Escobar	34	12.1	9.2	5	Bti
PROINCASA	33	16.3	14.1	3	Bti

* % CP: Porcentaje de Cucharonadas positivas, , LMMC: Número de larvas maduras (L3+L4) por mt2

** Pesquisas semanales realizadas en diferentes criaderos

La utilización de métodos biológicos de lucha a los vectores significa una sensible reducción de enfermedades en los operadores ETV

Los trabajadores del programa de enfermedades transmitidas por vector, principalmente los aplicadores, deben someterse a exámenes periódicos de su salud para poder llevar un control adecuado, sobre todo reportar reacciones agudas presentadas después de la exposición al producto.

Durante muchos años, cuando la estrategia de manejo de las larvas en la costa de lago se desarrollaba aplicando frecuentemente Fenthion, ocurrieron muchos casos de intoxicación aguda y algunos casos de intoxicaciones crónicas.

A partir del mes de marzo de 1996 hasta la fecha los aplicadores de productos biológicos no han presentado signos o síntomas de afectación en la salud o de intoxicación aguda como las que se presentan cuando aplican productos químicos.

¿Cómo implementar una estrategia de control de vectores de malaria utilizando larvicidas biológicos?

¿Porqué es necesario un trabajo sistemático?

¿Qué queremos lograr con este trabajo?

¿Quienes están involucrados en este trabajo y cómo se realiza?

¿Qué recursos necesitamos?

¿Cuáles son las etapas necesarias para un programa de control biológico de los vectores de malaria?

La evaluación y el análisis de los problemas relacionados con la Malaria, son un requisito previo para iniciar cualquier actividad de control de vectores. Un sistema de información epidemiológica adecuado es esencial para un programa de lucha contra las enfermedades, sobre todo si se realiza de una forma ordenada y periódica.

En el programa de control de la malaria, la información y las estadísticas son fruto de la adquisición, ordenamiento y presentación de datos, proceso que se realiza en forma dinámica y permanente, así que en cualquier momento su análisis permite monitorear las actividades y evaluar los resultados obtenidos para aplicar oportunamente las medidas correctivas que fueran necesarias.

Un trabajo sistemático permite recolectar la información y sintetizarla de tal forma que resulte fácil su interpretación tanto por el equipo técnico como por los operadores de ETV, facilitando la toma conjunta de decisiones.



Analisis de los datos y evaluauación de los resultados

Un trabajo sistemático bien dirigido y realizado adecuadamente nos ahorra tiempo, a la vez que nos proporciona elementos útiles para contribuir a:

1. Mantener la vigilancia entomológica y epidemiológica a través de:

- **Análisis** de los resultados de las pesquisas larvarias
- **Análisis** de resultados de las capturas de mosquitos adultos
- **Revisión** de los datos sobre los casos de Malaria
- **Evaluación** de la situación en forma periódica:
 - **Semanal** a nivel local: unidades territoriales de operadores ETV
 - **Mensual** a nivel departamental: responsable de programa ETV

2. Mantener a niveles de control los rangos establecidos:

- Aplicaciones oportunas de producto para el control de larvas y mosquitos adultos
- Control físico de los criaderos
- Investigaciones epidemiológicas
- Involucramiento de otros actores locales en el control

3. Monitorear el riesgo a nivel de SILAIS o área de salud:

- Evaluando las necesidades inmediatas y futuras del programa
- Adecuando las estrategias a las situaciones reales
- Preparando el personal para prevenir emergencias

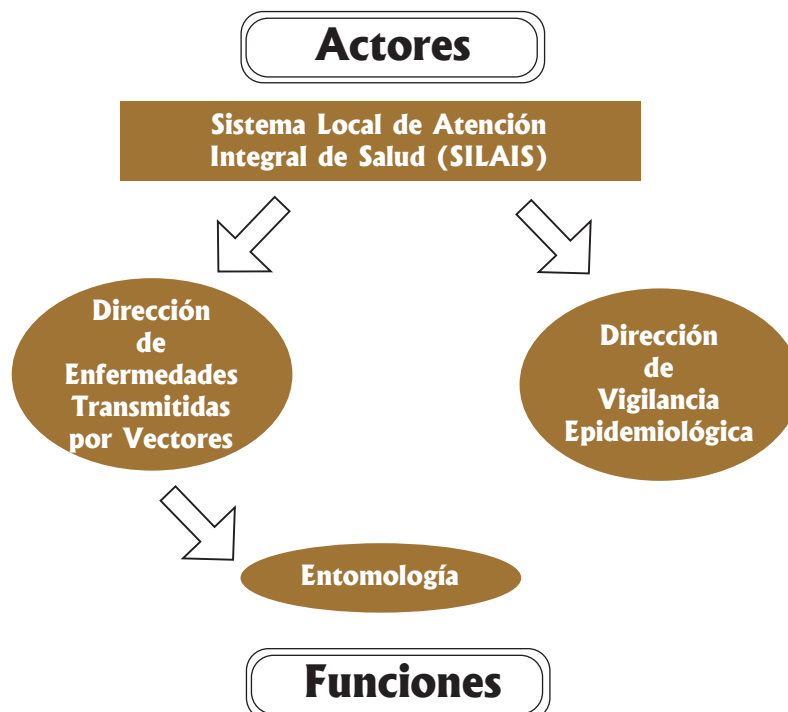
Las actividades de control de la Malaria, incluyendo el control de vectores, han estado generalmente bajo la responsabilidad del grupo de Operadores del Programa de Enfermedades Transmitidas por Vector (ETV); sin embargo hoy en día en todos los países existe una estructura bien definida para este propósito. Aunque la organización y número de personal varía mucho de un país a otro, el ejemplo de la estructura existente en Nicaragua, nos permite visualizar mejor la situación:

1. Nivel central:



- **Apoyo logístico a los SILAIS y al programa ETV.**
- **Apoyo técnico en cuanto a pruebas de laboratorio.**
- **Apoyo técnico en cuanto a ensayos con biolarvicidas.**
- **Consolidación de información de casos de Malaria a nivel nacional.**

2. Nivel Departamental:



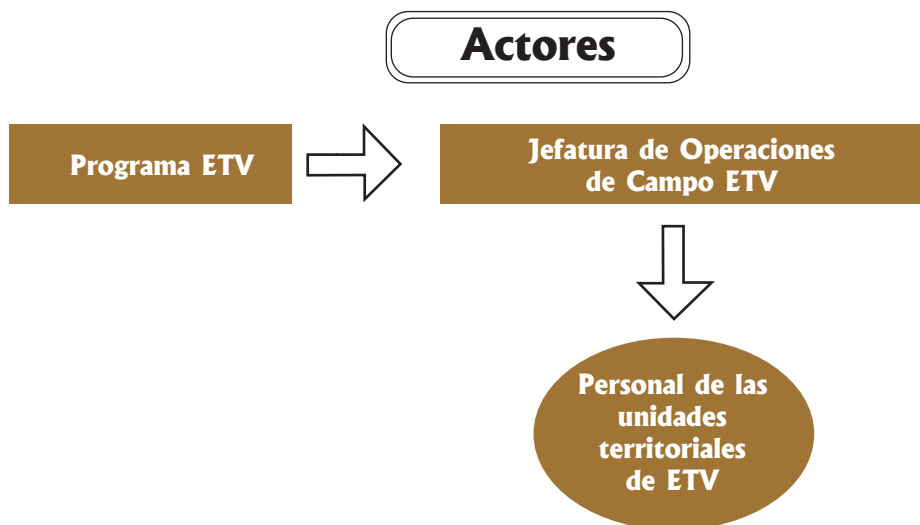
Silais

- Planificación y coordinación de las actividades de Entomología, de los jefes de sector y de los operadores de ETV.
- Capacitación al personal de Entomología, jefes de sector y operadores de ETV y apoyo logístico.
- Supervisión de las actividades de campo.
- Coordinar las evaluaciones de las actividades y la toma de decisiones.

Entomología

- Capacitación a los operadores de ETV.
- Monitoreo de mosquitos adultos.
- Control de calidad de la pesquisa larvaria.
- Apoyo en identificación taxonómica de las muestras recolectadas.
- Recopilación de la información de pesquisas semanales de los diferentes sectores, consolidación e interpretación.
- Ensayos de campos y laboratorios incluyendo estudios de control de calidad de los productos y su efectividad.

3. Nivel operacional:

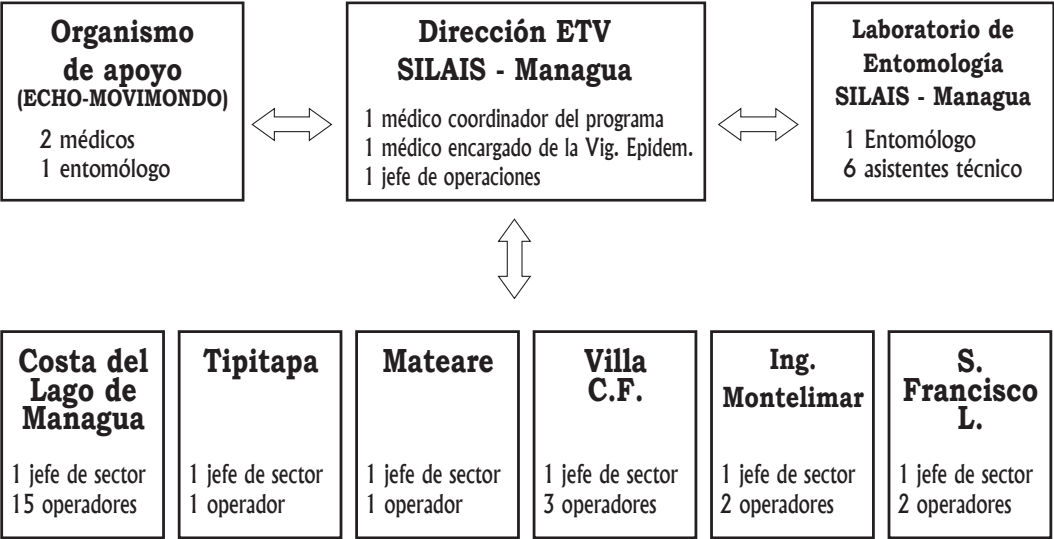


- Realizan la pesquisa larvaria semanal.
- Registran las informaciones sobre las pesquisas semanales y las aplicaciones realizadas.
- Realizan las evaluaciones semanales.
- Toman decisiones sobre las aplicaciones necesaria para el control de vectores.
- Programan y realizan las aplicaciones de larvicidas en los criaderos.
- Participan en las evaluaciones periódicas.
- Participan en las investigaciones que se realizan en el campo.

Operación	Recursos Materiales
Caracterización de criaderos	• Botas de hule • Cinta metrica • Termometro • Medidor de Ph • Anemometro • Contenedores para muestras • Medio para movilización
Control físico	• Botas de hule • Palas, machetes, limas, piochas, rastrillos
Pesquisa larvaria	• Botas de hule altas • Capotes para lluvia • Cucharones para la pesquisa • Bandejas para lecturas • Papelería, Lapiceros • Goteros, Alcohol • Transporte • Contenedores para muestras
Aplicaciones de larvicidas	• Bomba Hudson/motomochila • Biolarvicida • Contenedores para mezcla • Embudos y mediadas • Transporte • Botas de hule
Captura de adultos	• Tubo para aspirar • Aspirador mecánico o eléctrico • Recipientes para recolecta • Malla • Algodón • Transporte
Sistematización de datos Análisis y evaluación	• Hojas de toma de datos • Cuadernos de campo • Computadora y accesorios • Papeles de gráficos • Papelones, marcadores

Recursos Humanos

Para la realización de las diferentes tareas es necesario contar con el personal a todos los niveles de operaciones, tanto para la coordinación como la ejecución y evaluación. El éxito del trabajo sistemático depende de la capacidad de estas personas y sus habilidades de trabajar como un equipo. En el siguiente diagrama se presenta el personal que participó en el trabajo realizado en la Ciudad de Managua durante 1997-99.



Recursos Financieros

Para las actividades de control de vectores de la Malaria, la institución responsable, generalmente el Ministerio de Salud, debe contar con presupuesto que permite hacer funcionar la capacidad instalada tanto como recursos humanos y equipos. Sin embargo, en algunas áreas pueden hacer falta recursos, por lo que los organismos de apoyo podrían orientar sus ayudas en estos aspectos. Durante el trabajo realizado en Managua entre SILAIS y ECHO-MOVIMONDO (1996-99) hubo necesidad de apoyo financiero externo según el siguiente esquema:

Concepto	Monto para un ciclo de operaciones de control de vectores en 2,000,000 metros cuadrados de criaderos
Larvicidas biológicos	US \$ 100,000*
Mantenimiento de equipos	US \$ 5,000
Obras de control físicos	US \$ 20,000
Equipamiento para pesquisas y aplicaciones	US \$ 10,000
Capacitaciones	US \$ 5,000
Fortalecimiento de la capacidad de respuesta del laboratorio de entomología con equipos y materiales	US\$ 50,000**

* Los valores son indicativos y resultan útiles para tener una idea del aporte que fue necesario para llevar a cabo un trabajo integral de control de larvas de vectores.

** Esta inversión se refiere al valor de una capacidad instalada para el funcionamiento de un programa completo (actividades entomológicas del programa ETV)

Para tener éxito en la tarea de manejo de los vectores con el uso de larvicidas biológicos, se puede plantear los siguientes pasos:

- **Planificación estratégica**
- **Planificación operativa**
- **Formación de recursos humanos**
- **Gestión y distribución de productos y equipamientos**
- **Observación sistemática de la población de los vectores y de los casos de malaria**
- **Toma de decisiones de aplicación de larvicidas**
- **Documentación y divulgación de la experiencia.**

1. Planificación estratégica

Mediante este paso se establecen acuerdos entre los responsables de las diferentes instancias involucradas en el trabajo, definiendo claramente los objetivos. En el caso del trabajo realizado por el SILAIS-Managua con el apoyo de ECHO-MOVIMONDO, se definieron dos objetivos:

- a. El fortalecimiento de la capacidad** de los recursos humanos en cuanto a planificación, ejecución y evaluación de las labores de control de vectores con énfasis en el uso de larvicidas biológicos, en los criaderos de la costa del lago de Managua.
- b. El aumento de la eficacia** del manejo de vectores en este sector y por ende la reducción de la incidencia de malaria.

Sucesivamente hay que visualizar los resultados que se deben obtener durante el trabajo.

Los resultados esperados serán obtenidos por vía de una estrategia adecuada, actividades racionalizadas y toda la organización y logística que conlleva la planificación.

Los resultados esperados, planteados en el caso del Silais de Managua, fueron:

1. Personal de ETV y técnicos del SILAIS- Managua, entrenados para monitorear las poblaciones de vectores y tomar decisiones efectivas para el control de larvas, utilizando los biolarvicidas.
2. Una estimación más acertada de la dinámica poblacional de las larvas de *Anopheles albimanus* y su fluctuación en los criaderos de las zonas costeras de Managua, indispensable para la toma de decisiones de aplicación de larvicidas en los criaderos.
3. Una estimación más acertada de la incidencia de los adultos de *Anopheles albimanus* y su fluctuación en algunos barrios de las zonas costeras de Managua, lo cual permite evaluar la efectividad del manejo de las poblaciones de larvas en los criaderos y a la vez indican la necesidad de aplicaciones de insecticidas en las casas para control de adultos.
4. Recopilación de datos, utilizando formatos, por parte de los jefes de sector (responsables en un territorio de un grupo de operadores de ETV); entrega a tiempo de estas informaciones a la unidad de Entomología, para su consolidación, procesamiento y análisis.
5. Jefes de sectores y técnicos de entomología capacitados para efectuar análisis comparativo de las situaciones con el uso de herramientas gráficas.
6. Evidencia de la efectividad de la estrategia de manejo de larvas de vectores, con el uso de insecticidas biológicos.

2. Planificación operativa:

Identificados los objetivos y los resultados esperados, se procede con un proceso de planificación operativa a definir los detalles de las actividades y procedimientos. En esta actividad deben participar actores de los diferentes niveles, desde la dirección hasta los ejecutores de campo para lograr un consenso amplio. A continuación se presentan detalles de planes operativos elaborados para la ciudad de Managua.

A. Monitoreo de las poblaciones de vectores e incidencia de malaria.

- Los criaderos tienen que ser identificados y caracterizados tanto por el personal del campo de la Dirección de ETV del SILAIS, como por el personal del Centro Entomológico; la caracterización debe incluir si los criaderos son permanentes o temporales, si son naturales o artificiales, cuanto miden, la presencia de flora y fauna, las características físico-químicas del agua, si es posible eliminarlo o no y la presencia del vector de la malaria *Anopheles Albimanus*; se deberá concentrar el esfuerzo del monitoreo sobre *Anopheles albimanus*, por ser la especie predominante y por su relevancia como vector de la Malaria.



Criadero permanente

- Con base en estas informaciones y la disponibilidad de tiempo y recursos, se realiza la priorización de algunos sectores. A partir del mes de agosto del 1997, se inició una labor sistemática de monitoreo de las larvas de *Anopheles albimanus* en estos criaderos, y hasta la fecha se continúan el monitoreo de las larvas en los mismos criaderos a través de las pesquisas semanales. En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo.

Sectores de criaderos seleccionados para las pesquisas semanales en la costa de lago Managua

Zona	Sector del criadero	Area Aproximada (mt 2)	Período de pesquisa
Sector Occidental	Las Brisas	80,000	Enero-Noviembre
	Alfredo Silva	320000	Enero-Noviembre
	Santana Norte	80000	Enero-Noviembre
	Cristo el Rosario	131250	Enero-Noviembre
	Benedicto Valverde	74360	Enero-Noviembre
Sector Central	Las Torres	132600	Enero-Noviembre
	P. J. Chamorro	53120	Enero-Noviembre
	Domitila Lugo	33600	Enero-Noviembre
	Selim Chible	48840	Enero-Noviembre
Sector Oriental	La Primavera	180000	Enero-Noviembre
	Camilo Chamorro	450000	Enero-Noviembre
	Villa J. B. Escobar	220000	Enero-Noviembre
	El Rodeo	349624	Enero-Noviembre
	PROINCASA	38341	Enero-Noviembre
Sector Tipitapa	Rio1	10,000	Enero-Noviembre
	Ro 2	9000	Enero-Noviembre
	Ro 3	2500	Enero-Noviembre
	Ro 4	12000	Enero-Noviembre
	Ro 5	18000	Enero-Noviembre
	La Zanja METASA	5200	Enero-Noviembre
	Laguna (B. ACS)	8520	Enero-Noviembre
	5-Tubos	12800	Enero-Noviembre
	Las Maderas	8000	Enero-Noviembre
	Las Banderas	5000	Enero-Noviembre

- El área donde se encuentran los criaderos son también zonas seleccionadas para realizar las capturas de adultos, ya que por lo general son los lugares de mayor índice de Malaria. Para determinar los niveles de población de los adultos de *Anopheles albimanus* se utiliza frecuentemente el método del cebo humano, del cual se habló en la paginas anteriores.

- A través de los registros del sistema de Vigilancia Epidemiológica, en forma semanal se puede conocer los datos de incidencia de los casos de Malaria por Centros de Salud y de esta forma se puede complementar el criterio de selección del territorio a intervenir.

B. Uso de los datos de pesquisa para tomar decisiones de aplicación

- Los datos sobre la presencia y los niveles de las poblaciones de las larvas jóvenes por metro cuadrado, sirven para tomar una decisión sobre las aplicaciones de larvicidas. Un nivel de población mayor de 5 larvas jóvenes (L1 + L2) por metro cuadrado, indica una situación potencialmente peligrosa y se debe considerar la necesidad de intervenir y posteriormente evaluar la eficacia de las acciones realizadas, en base a la cantidad de larvas maduras (L3 + L4) por metro cuadrado. La presencia de una población de larvas maduras con valores superiores a 5/m² indica la necesidad de intervenir nuevamente.
- Las hojas de datos de campo se envían al Centro Entomológico del SI-LAIS correspondiente, semanalmente. Se ingresan los datos en una hoja de datos de Excel, para hacer los cálculos automatizados de la densidad larvaria por metro cuadrado y el porcentaje de cucharonadas. Estas hojas de resultados semanales, sirven para hacer un análisis sobre la situación de los criaderos, en forma rápida y eficiente.

C. Estrategias de aplicaciones de larvicidas

- **Tipo de criaderos:** en los criaderos que tienden a ser permanentes, se utiliza preferiblemente el biolarvicida a base de *Bacillus sphaericus* por su persistencia y efectividad. En los criaderos que tienden a ser semi-permanentes o temporales, se utiliza, en cambio, el biolarvicida a base de *Bacillus thuringiensis israeliensis* por su acción rápida y breve permanencia en el medio.

- **Momento de aplicación:** Las aplicaciones se realizan tomando en consideración los niveles de población de larvas maduras encontradas en las pesquisas semanales, considerando un nivel de cinco o más larvas por metro cuadrado, como el nivel crítico para la aplicación.
- **Dosis de los productos:** Las dosis de los diferentes productos, se definiran con bases a las consideraciones descritas en capitulos anteriores

D. Analisis y evaluación

- Se realiza semanalmente el procesamiento de los datos a nivel del sector (territorio), para tomar las decisiones apropiadas de aplicaciones, con la participación de los operadores y el jefe del sector. En este momento se planifican las labores de tratamiento de los diferentes criaderos considerando la urgencia de cada caso.
- Semanalmente se reúnen los jefes de cada sector con el Centro entomológico y la jefatura de operaciones del programa ETV y toman las decisiones de las actividades de la semana siguiente.
- Los datos de los sectores ingresan semanalmente en la unidad de procesamiento de la información del Laboratorio de entomología y son consolidados y presentados a la Dirección de ETV para su seguimiento y difusión.
- Mensualmente se reúnen los jefes de los sectores, el jefe de operaciones del programa ETV, la Dirección ETV, la Dirección de Vigilancia Epidemiológica, el responsable del Centro entomológico, para analizar las situaciones de las poblaciones larvarias, la eficacia de las aplicaciones y la incidencia de los casos de malaria. Es en este momento que se adecuan las estrategias y planifican las acciones futuras identificando la necesidades de recursos materiales y humanos.

E. Cronograma de las actividades

El presente cronograma es una ejemplificación de como se podrían plantear las actividades. Las fechas son un ejemplo y pueden variar según el área donde se va a implementar la estrategia y el momento que se utilice.

Cronograma de actividades realizadas para control de vectores en el ciclo 1998 por el SILAIS-Managua

Fecha	Actividades	Responsables
Agosto 97	Discusión de protocolo y planificación conjunta Priorización de los sectores y métodos de pesquisas	Equipo técnico SILAIS Operadores ETV Echo-MOVIMONDO
Enero- Nov 98	Pesquisas sistemáticas en los criaderos y las capturas de adultos	Operadores de ETV Entomología
Marzo 98	Entrega al Ministerio de Salud de los biolarvicidas <i>Bacillus sphearicus</i> y <i>Bacillus thuringiensis isreaelensis</i> ; inicio de la implementación de la estrategia de control biológico de larvas.	Echo-MOVIMONDO SILAIS
Enero-Nov 98	Revisin de avances y discusin de los primeros datos	Equipo técnico SILAIS Operadores de ETV Entomología
Enero-Nov 98	Comienza a ingresar datos en la computadora	Entomología
Junio 98 Noviembre 98	Talleres de evaluación de datos y conocimientos	Equipo técnico SILAIS Operadores de ETV Entomología Echo-MOVIMONDO
Diciembre 98	Informe Final	Equipo técnico SILAIS Entomología Echo-MOVIMONDO

3. Formación de recursos humanos

A. Capacitadores

La preparación técnica de los recursos debe ser constante y actualizada, a todos los niveles e involucrar a todos los trabajadores. Aunque existan capacitadores y capacitados, lo ideal es utilizar la metodología participativa con el fin de que los conocimientos con que cuentan algunos trabajadores de gran experiencia sean compartidos con todos los involucrados en el momento de la capacitación.



Operadores ETV

Los encargados de la preparación del personal son principalmente, personal del Nivel central y del equipo técnico del SILAIS y técnicos de los organismos de apoyo, quienes se encargan de desarrollar temas por medio de la realización de talleres sobre la gerencia, trabajo en equipo, taxonomía de los vectores, control biológico de los vectores y método de sistematización de datos.

B. Equipo técnico /evaluadores de campo

Estos recursos deben de ser capacitados con el objetivo de actualizar y reforzar sus conocimientos, sobre todo en cuanto a biolarvicidas y sistematización. Con la utilización de la metodología participativa y la formación de grupos de discusión, se realizan los diferentes talleres para la capacitación de los jefes de sector y de los operadores de ETV.

Los talleres pueden ser de uno o medio día dependiendo de la temática a tratar.

Se puede realizar un pretest para conocer como están los conocimientos y estas mismas preguntas pueden ser utilizadas como guías de discusión:

- ¿**Qué tan efectivo** son los larvicidas?
- ¿**Qué tan rápido** actúan los larvicidas?
- ¿**Cuánto tiempo** permanecen estos larvicidas en los criaderos?
- ¿**Cuántas aplicaciones** necesitan para mantener controladas las densidades larvarias?
- ¿**Qué efecto** tienen el larvicida sobre la salud humana?
- ¿**Qué efecto** tienen los larvicidas sobre los organismos y el ambiente?

En cuanto a sistematización de datos, y utilizando los datos recolectados en las hojas de los diferentes criaderos, se pueden realizar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo ha fluctuado la población larvaria?
- ¿Las aplicaciones han sido a tiempo?
- ¿Dónde se aplicó, fue efectivo?
- ¿Qué relación encontró entre la captura, índices larvarios y casos de malaria?

4. Gestión y distribución del producto

Un punto importante es que el producto esté debidamente registrado y autorizado por el Ministerio de agricultura y el Ministerio de Salud del País. El producto es solicitado con su respectiva orden de compra al laboratorio donde se fabrica; éste es enviado, en el caso de GRISELESF® y BACTIVEC®, en un período menor de 30 días. Una vez que el producto llega al país, el Ministerio de Salud, se encarga de los trámites de desaduanaje y de su almacenamiento.

La jefatura de operaciones del programa de ETV del Silais, se encarga de distribuir el producto y entregarlo a los diferentes jefes de sector para que éste, en conjunto con los operadores, se encarguen de almacenarlo bajo condiciones adecuadas y según las necesidades y la programación que tenga cada sector.

Es importante que al momento de la entrada del producto al País, los encargados del laboratorio de entomología, se preocupen de realizar las pruebas necesarias para garantizar la calidad. Si se mantienen los productos almacenados por mucho tiempo (más de cuatro meses) es bueno realizar otra prueba al momento de utilizarlos, para asegurar el mantenimiento de la calidad.

5. Observaciones sistemáticas de las poblaciones de vectores y de los casos de malaria

Cada criadero que se encuentra bajo monitoreo debe ser visitado semanalmente por los operadores de ETV para someterlo a pesquisa y el resultado correspondiente debe ser anotado en la hoja-formato que se reporta en los anexos. Los jefes de sector en conjunto con los operadores de ETV, son los encargados directos de realizar la pesquisa en los sectores asignados y de realizar el llenado completo del formato para ser enviado semanalmente a entomología.

También el personal del laboratorio de entomología, realiza pesquisas a los criaderos, con el fin de comparar los resultados de las pesquisas enviadas semanalmente, ya que si existe alguna diferencia significativa hay que hacer una valoración en conjunto.

6. Toma de decisiones para las aplicaciones

Al finalizar la semana, una vez que se han realizado las actividades de monitoreo, tanto de pesquisa larvaria como de captura de adultos, el grupo conformado por Entomología, el Jefe de operaciones de ETV y los jefes de sector se reúnen por la tarde del viernes, con el fin de analizar las actividades de la semana y programar la semana siguiente en base a los resultados de la pesquisa semanal, de la captura de adultos (si se ha realizado) y a los casos de Malaria de los diferentes sectores.

Cada mes se hace una reunión en donde participa el equipo técnico del SILAIS, y se valora las actividades y las decisiones tomadas durante el mes. Cada jefe de sector puede presentar gráficos hechos a mano en papel milimetrado para representar esquemáticamente como se encuentra la situación entomológica y epidemiológica, si hicieron aplicaciones de biolarvicida y comparando con las semanas anteriores.



Sesión de trabajo para la evaluación

7. Monitoreo y Evaluación de los resultados

Como toda evaluación, la efectividad de la estrategia tiene que ser basada en resultados sometidos al control de los indicadores que son los que van a demostrar si se lograron los objetivos planteados. Presentamos en los anexos un cuadro que nos da una idea de como podemos formular la estrategia de evaluación.

8. Documentación y divulgación de las experiencias

Todos los pasos de este proceso de trabajo deben ser documentados debidamente para sistematizar la experiencia, para analizar las diferentes etapas y para poder compartir con mayor facilidad con otras regiones o entidades. Se debe tener un plan de documentación y asignar recursos y tiempo para lograr los productos a tiempo que sirvan como medios de retroalimentación y no solo para elaborar informes que se acumulan en una gaveta junto al polvo.

En el siguiente cuadro presentamos los productos generados durante el ciclo de trabajo 1998 entre SILAIS-Managua y ECHO-MOVIMONDO sobre manejo de vectores con uso de biolarvicidas en los criaderos de la costa del lago de Managua.

Fecha	Producto	Distribución
Febrero 1998	Protocolo de estudio sobre Validación de estrategia de control de vectores de malaria con el uso de biolarvicidas.	Investigadores, técnicos de las instituciones involucrados.
Junio noviembre 1998	Actas de las sesiones semanales entre jefes de sector, encargado de entomología para planificación de acciones. Actas de los encuentros mensuales de evaluación de acciones y planificación.	Distribución Interna en las instituciones participantes.
Julio 1998	Memoria de Taller semestral de capacitación y evaluación.	Distribución interna.
Noviembre 1998	Memoria de Taller anual de capacitación y evaluación.	Distribución interna.
Diciembre 1998	Informe anual Técnico.	Donante Directores y técnicos de las instituciones.
Agosto 1998	Resumen de Presentación Científica en Congreso de Parasitología y Medicina Tropical, Managua, Nicaragua Folleto para abatizadores.	Científicos, Médicos Técnicos.
Marzo Noviembre 1998	Artículos y reportajes en la prensa local y regional.	Público en general.
2000	Guía para operadores ETV sobre Control Biológico de Vectores de malaria.	Técnicos, estudiantes Médicos.

Referencias Bibliográficas

1. Leonard Nemerow, Nelson. Stream, Lake, Estuary and Ocean Polution. Van Nostrand Reinhold. New York. 1991.
2. Rivera Luis , Sherman Catalina. Manual sobre normas y recomendaciones técnicas para el manejo y aplicación del Bacillus *sphaericus* y su evaluación en el control de la malaria. Secretaría de Salud Pública. Tegucigalpa, Honduras. 1998.
3. MINSA. OPS. Principios de estratificación epidemiológica y enfoque de factores de riesgo en Malaria. Proyecto de cooperación Nórdica. Managua 1992.
4. Rivera Luis, Sherman Catalina. Manual sobre recomendaciones técnicas para el manejo y aplicación del Bacillus *thuringiensis israeliensis* (Bti) y su evaluación en el control de la Malaria. Secretaría de Salud Pública. Tegucigalpa, Honduras. 1998.
5. Frederickson Cristian . Bionomía y control de Anófeles albimanus. Departamento de Inmunología y enfermedades infecciosas. John Hopkins Univerty. OPS. Cuaderno técnico No 34. 1993.
6. Cruz Pineda Carlos. Indicadores del sistema de vigilancia entomológica y efectividad de biolarvicidas en el control de culicidos en el municipio de fomento. Tesis para optar a Maestro en Entomología. Instituto Pedro Kouri. Cuba 1995.
7. Miranda, Mario. Valoración de la capacidad depredadora de varios géneros de peces sobre larvas de mosquitos de importancia Médico-Epidemiológica. Entomología, SILAIS León. 1997.
8. Santamarina Mijares Alberto, Pacheco Rafael. The Romanomermis iyengari parasite for Anopheles Pseudopunctipennis supression in natural habitas in Oaxaca, México. Revista Panamericana de Salud Pública. Vol. 5 No. 1 enero 1999.
9. Autores varios, Silais Managua: Efectividad de Bacillus *sphaericus* en el control de anofeles albimanus en tres sectores de la costa del lago Xolotlán. Managua, Nicaragua. Marzo 1996.
10. Dra. Grisel Montero, Lic. Francis Larios. Efectividad y permanencia en aplicaciones de biolarvicida Griselesf® en el lago Xolotlán. Enero 1997.
11. Grisel Montero. Informe de visita de asesoría técnica en la aplicación y evaluación del biolarvicida a base de Bacillus *sphaericus*. Santa Fé de Bogotá. Mayo 1995.
12. Pedro Rivera. Evaluación de la efectividad de Bacillus *sphaericus* contra Anofeles albimanus en aguas estancadas de la costa del lago Xolotlán. Managua. Mayo de 1995.

13. Ministerio de Salud Publica de Guatemala (Area de Salud de Escuintla) y MOVIMONDO-Molisv: Velia L. Oliva, Otto Rolando Cano, Roberto Tello, León de León Lopez: *Implementación de estrategias sostenibles para el control de la Malaria en el Departamento de Escuintla*. Guatemala, septiembre 1998.
14. Dra. Martha Reyes, Lic. Francis Larios. Efectividad y residualidad de varias formulaciones de biolarvicidas *Bacillus sphaericus* en condiciones de campo. Febrero 1997.
15. Resultados de validación de la estrategia del control de las larvas de *Anopheles albimanus* con el uso de insecticidas biológicos, en la costa del lago Managua (ECHO, MOVIMONDO: informes técnicos 1997, 1998).
16. Reyes, E. " Participación comunitaria en el control de la malaria. La Experiencia de Salitral (Sullana, Piura - Perú) Paginas, Centro de Estudios y Publicaciones (CEP) 1996 Jun.; 21 (139): 61-67.
17. *Guía metodológica : Controlando el Paludismo. Proyecto Control biológico de Malaria en el Perú - Fase II*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo - CIID; Instituto de Medicina Tropical " Alexander Von Humboldt " Universidad Peruana Cayetano Heredia. 1992
18. Damaris Lopez R., P. Espinoza, M.M. Lopez Q., S. Valle, P. Rivera, I. Garcia A.: " *Insectos acuáticos como bioreguladores de larvas de mosquitos en Nicaragua* ". Rev. Nica Ent., (1997) 39:27-30.
19. Sitios Internet: http://www.solutions-site.org/cat4_sol78.htm
http://www.ifas.ufl.edu/~pest/vector/chapter_03.htm
<http://www.sucre.udo.edu.ve/~mherrera/entomoweb/vectores.html>
<http://www.ins.gov.co/epidemiologia/lnr/entomologia>
<http://www.vnh.org/Malaria/App2.html>
<http://www.anopheles.com/sitemap.html>
<http://www.paho.org>
<http://www.campus.sede.enea.it/internetscuola/malaria>
<http://www.ucdnema.ucdavis.edu>
<http://www.who.int/ctd/html/malaria.html>
<http://www.cdc.gov/incidod/EID>
<http://www.pestilence.uchicago.edu/plague>
<http://www.mosquito.org/mosquito.html>
<http://www.floridamosquito.org>

Anexos

Anexo 1: hoja - formato para la caracterización de los criaderos.

Anexo 2: hoja - formato para la recolección de datos de pesquisa larvaria.

Anexo 3: protocolo de aplicación utilizado en Nicaragua.

Anexo 4: cuadros con información consolidada durante el 1998 del barrio J. B. Escobar.

Anexo 5: formulación de posible estrategia de evaluación.

Anexo 6: funciones y procedimientos del laboratorio entomológico del Silais Managua.

Ministerio de Salud, SILAIS León
Dirección de salud ambiental y epidemiología
Programa de enfermedades transmitidas por vectores/Entomología médica

Formato para la caracterización de los criaderos

Fecha	Descripción del criadero	Tipo	Dimensión	PH	Temp.	Fosfato	Amonio	Flora	Fauna

NOMBRE DEL PESQUISADOR: _____

AREA DE SALUD: _____

MINISTERIO DE SALUD

Formato para la recolección de datos de pesquisa larvaria

Criadero _____

Area del criadero _____

Fecha de aplicación _____

[illegible]

Nombre del pesquisador _____

ANEXO 3

MINISTERIO DE SALUD. CENTRO ENTOMOLOGICO - SILAIS MANAGUA.

LUCHA ANTILARVARIA

DATOS TECNICOS PARA LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS UTILIZADOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONTROL LARVARIO DEL PROGRAMA E.T.V.

A. **GRISELESF®** (Nombre Comercial, a base de *Bacillus sphaericus*, cepa 2362).

Es un producto biológico, de nula toxicidad, en formulación líquida; actúa por ingestión y tiene una acción residual de 4 a 6 meses. Se aplica preferentemente en criaderos, permanentes y semi permanentes, con vegetación abundante, mediana o escasa.

Dosis Recomendada : 3-10 c.c. de producto / m² de superficie.

Método de aplicación : 1. Aspersor Hudson
2. Motomochila
3. Aérea (Helicóptero)

1. TECNICA DE APLICACIÓN CON ASPERSOR HUDSON:

- a) Descargue de la boquilla : 800 cc x minuto (1000 cc/ minuto si la boquilla es usada),
utilizando boquilla convencional ty 8002-E.
- b) Preparación de la carga : 8 litros de producto mezclado (aforar).
Ejemplo: para un criadero de 200 mts² Con una dosis de 10ml/ m² =
2000 ml de producto
6000 ml. de agua
8000 ml. de carga
- c) Presión de la Bomba : 55 lbs/Pulg3.
- d) Velocidad del Operario : la velocidad del operario tiene que ajustarse a la descarga de la boquilla (si la boquilla descarga 800 c.c. al minuto, los 8000 ml serán descargados en 10 minutos; en consecuencia el operario medirá sus pasos en función del tiempo disponible para cubrir los 200 m².
- e) Ancho de la Franja : 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha
- f) Distancia de la boquilla : 80 cm de la boquilla a la superficie.

Observación: se aplicará la técnica con aspersor Hudson en criaderos de poca extensión y de vegetación mediana y escasa.

2. TECNICA DE APLICACIÓN CON MOTOMOCHILA:

- a) Calibración del descargue : 1.000 cc/min
- b) Descargue : 12 litros de producto en 12 min.
- c) Velocidad del operario : 12 minutos para cubrir los 1200 m².
- d) Ancho de la franja : 3 m. a la izquierda , 3 m. a la derecha.
- e) Cobertura de la carga : 1200 m².
- f) Preparación de la carga : 12 litros de producto puro. Ejemplo:
para una dosis de 10 cc/m² = 12.000 ml. de carga de producto puro.

Observaciones: la relación entre el metraje y el tiempo es lo que da los pasos por segundo. Se afora en criaderos pequeños; en los de gran extensión se recomienda el producto puro. se aplicará la técnica con motomochila en criaderos de grandes extensiones y con mucha vegetación y materia orgánica.

B. **BACTIVEC®** (Nombre Comercial, formulación líquida a base de **Bacillus thuringiensis israelensis, SH-14**).

Dosis Recomendada : 0.2 - 0.5 - 0.6 c.c. de producto /m² de superficie.

1. TECNICA DE APLICACIÓN CON ASPERSOR HUDSON:

- a) Preparación de la Mezcla : Ejemplo: para una dosis de 0.6 cc/ m² =
480 c.c. de producto
7.520 c.c. de agua
8.000 c.c. de carga
- b) Descargue de la boquilla : 800 cc x minuto, utilizando boquilla convencional ty 8002-E.
- c) Preparación de la carga : 8 litros de carga (producto mezclado con agua).
- d) Presión de la Bomba : 55 lbs/Pulg3.
- e) Velocidad del Operario : según la velocidad de descarga de la boquilla y los m² a cubrirse.
- f) Ancho de la Franja : 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha.
- g) Cobertura de la carga : 800 m²
- h) Distancia de la boquilla : 80 cm de la boquilla a la superficie.

Observación: se aplicará la técnica con aspersor Hudson en criaderos de poca extensión y de vegetación mediana y escasa.

2. TECNICA DE APLICACIÓN CON MOTOMOCHILA:

- a) Calibración del descargue : 1.000 c.c./min.
- b) Descargue : 12 litros, en 12 min.
- c) Velocidad del operario : para cubrir 2000 m² en 12 minutos.
- d) Ancho de la franja : 3 metros a la izquierda, 3 metros a la derecha.
- e) Cobertura de la carga : 2,000 m²
- f) Preparación de la carga : 12 litros de producto mezclado (aforar)
Ejemplo: para una dosis de 0.6 ml/ m² =
1.200 ml. de producto
10 800 ml. de agua
12.000 ml. de carga

Observación: se aplicará la técnica con motomochila en criaderos de grandes extensiones y con mucha vegetación y materia orgánica.

- C. **VECTOBAC®** (Nombre Comercial, formulación líquida a base de **Bacillus thuringiensis israelensis**).

Dosis recomendada : 0.1 - 0.2 ml. de producto /m² de superficie.

1. TECNICA DE APLICACIÓN CON ASPERSOR HUDSON:

- a) Descargue de la boquilla : 800 cc x minuto, utilizando boquilla convencional ty 8002-E.
- b) Preparación de la carga : 8 litros de producto mezclado (aforar).
Ejemplo para una dosis de 0.1 cc/ m² =
80 c.c. de producto
7.920 c.c. de agua
8.000 c.c. de carga
- c) Presión de la Bomba : 55 lbs/Pulg³.
- d) Velocidad del Operario : cubrir los 800 m² en los 10 minutos necesarios para descargar el tanque.
- e) Ancho de la Franja : 2 metros a la izquierda 2 metros a la derecha.
- f) Cobertura de la carga : 800 m²
- g) Distancia de la boquilla : 80 cm de la boquilla a la superficie.

Observación: se aplicará la técnica con aspersor Hudson en criaderos de poca extensión y de vegetación mediana y escasa.

2. TECNICA DE APLICACIÓN CON MOTOMOCHILA:

- a) Calibración del descargue : 1.000 cc/min
- b) Descargue : 12 litros de mezcla en 12 min.
- c) Velocidad del operario :
- d) Ancho de la franja : 3 m. a la izquierda, 3 m. a la derecha.
- e) Cobertura de Bombada : 2,000 m².
- f) Preparación de la carga : 12 litros de producto mezclado (aforar):
por una dosis de 0.1 cc./ m², se prepara una mezcla de:
200 cc de producto y 11800 cc. de agua.

Observación: se aplicará la técnica con motomochila en criaderos de grandes extensiones y con mucha vegetación y materia orgánica.

E. **VECTOLEX ®** (Nombre Comercial, formulación granulada a base de *Bacillus sphaericus*).

Dosis recomendada : 1 - 2 gramos de producto /m² de superficie.

Método de aplicación : 1. Manual (al boleó).
2. Motomochila.
3. Aérea.

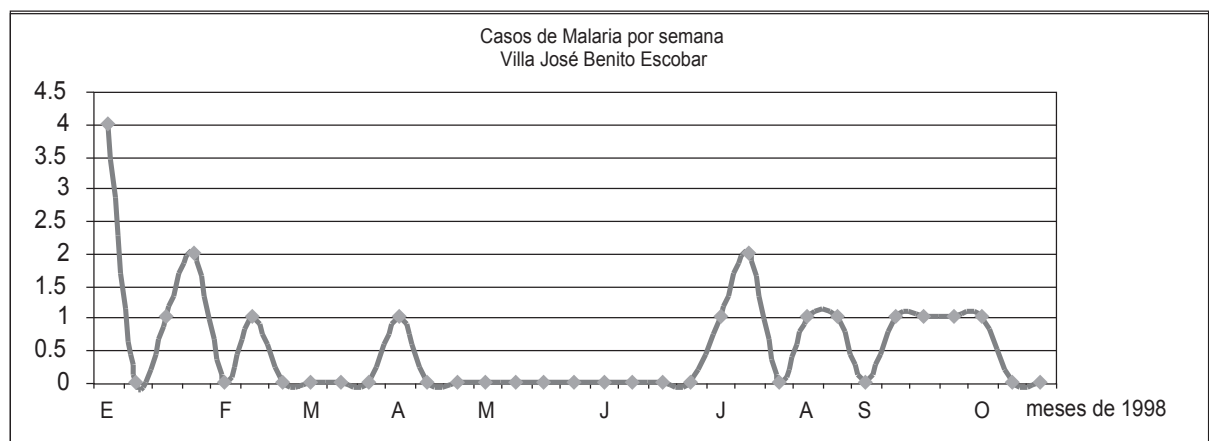
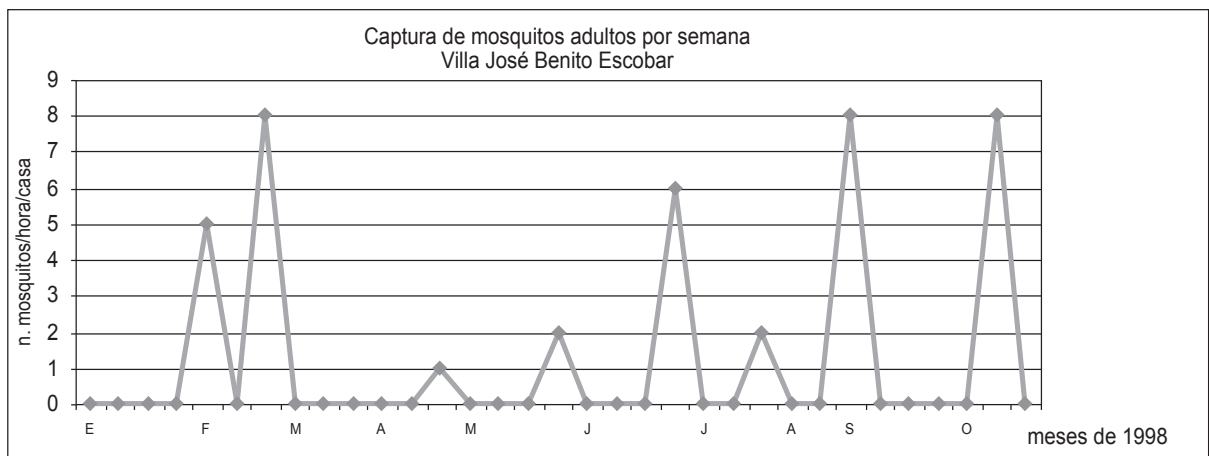
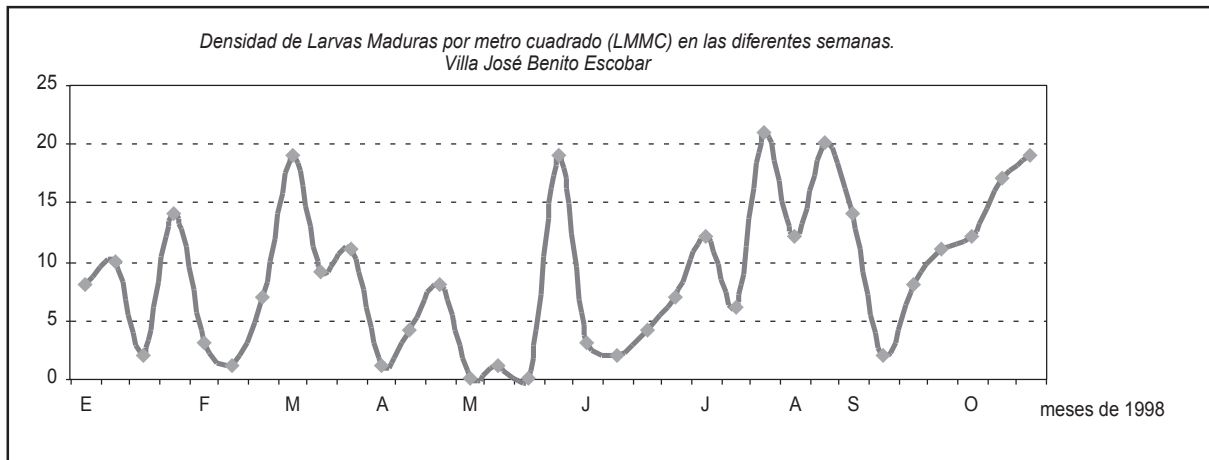
TECNICA DE APLICACIÓN CON MOTOMOCHILA:

- a) Se calibra el descargue de la maquina a 454 gramos/min. = 1 libra/min.
- b) La velocidad del operario : los pasos necesarios para cubrir los 2.724 m² en 12 minutos.
- c) Descargue : en 12 minutos = 454 gr. x 12 m. = 5.448 gramos.
- d) Cobertura : con una dosis de 2 gr./ m² de superficie, se cubrirán 2.724 m² , con una carga de 5.448 gramos y en un tiempo de 12 minutos.
- e) Ancho de la franja : 10 metros : 5 a la izquierda, 5 a la derecha.

Elaborado por el programa ETV del Silais Managua.

ANEXO 4

Gráficos con información consolidada del barrio Villa J. Benito Escobar, durante 1998



Cuadro con información consolidada del barrio Villa J. Benito Escobar, durante 1998.

FECHA DE PESQUISA	% CUCHAR. POSITIVAS	LJMC	LMMC	FECHA DE APLICACION	PRODUCTO	% DE REDUCCION	SEMANAS DE PERSISTENCIA	CAPTURA ADULTOS	CASOS MALARIA
6/1	7	23	8						4
14/1	21	22	10						0
20/1	3	4	2					0	1
29/1	14	25	14	5/2	Vectobac	90	5		2
10/2	10	11	3					8	0
16/2	6	9	1						1
24/2	9	6	7	26/2	Bactivec	0	0	8	0
10/3	17	0	19						0
16/3	19	17	9						0
24/3	11	12	11	31/3	Bactivec	92	3	0	0
8/4	3	2	1						1
14/4	15	17	4						0
29/4	17	17	8	5/5	Bactivec	100	4	1	0
6/5	0	0	0						0
13/5	2	1	1						0
15/5	0	0	0						0
22/5	20	45	19					2	0
2/6	13	10	3						0
15/6	3	1	2						0
17/6	8	12	4						0
26/6	18	22	7					6	0
14/7	15	21	12						1
20/7	7	9	6						2
27/7	20	30	21					2	0
12/8	13	16	12						1
24/8	18	17	20						1
3/9	17	30	14					8	0
16/9	6	7	2						1
22/9	16	16	8						1
30/9	14	20	11						1
6/10	15	24	12						1
13/10	20	20	17					8	0
20/10	18	15	19	11/11	Bactivec	0	0		0

% CUCHAR. POSITIVAS = Porcentaje de cucharonadas positivas
LJMC = Larvas juvenes por metro cuadrado
LMMC = Larvas maduras por metro cuadrado

ANEXO 5

Marco para la formulación de una posible estrategia de evaluación.

Resultados esperados	Posibles maneras de evaluar	Posibles momentos
Personal del control de vectores de ETV y técnicos del SILAIS-Managua, entrenados para monitorear las poblaciones de vectores y tomar decisiones efectivas para control de vectores utilizando los biolarvicidas.	- Personal de campo y jefes de sectores poseen buenos conocimiento biológicos y ecológicos sobre los vectores y los criaderos del sector donde laboran y funcionamiento de los biolarvicidas - Personal de campo son hábiles para realización de pesquisas y cuentan con conocimiento detallado de los criaderos - Jefes del sector y Operadores son hábiles para interpretar los datos de pesquisas y tomar decisiones sobre las aplicaciones de biolarvicidas	- Visitas de seguimiento - campo - Sesiones semanales de toma de decisiones - Talleres semestrales de evaluaciones
Una estimación más acertada de la dinámica poblacional de las larvas de Anopheles albimanus y su fluctuación en los criaderos de las zonas costeras de Managua que forma base de la toma de decisiones de las aplicaciones de los larvicidas en los criaderos	- La dinámica de las fluctuaciones de las poblaciones larvaria en los criaderos a partir de los datos consolidados - La relación entre las poblaciones y los momentos de las aplicaciones de los larvicidas	- Sesiones semanales de toma de decisiones - Encuentro mensuales de evaluaciones y toma de decisiones - Talleres semestrales de evaluaciones
Una estimación más acertada de la incidencia de los adultos de Anopheles albimanus y su fluctuación en algunos barrios de zonas costeras de Managua que refleja la efectividad del manejo de las poblaciones de vectores en los criaderos y a la vez indican la necesidad de aplicaciones de insecticidas en las casas para control de adultos	- La dinámica de las fluctuaciones de las capturas de los adultos en las casas a partir de los datos consolidados - La relación entre las poblaciones de las larvas, las capturas, los momentos de las aplicaciones de los larvicidas en los criaderos y los momentos de las aplicaciones de los insecticidas en las casas	- Sesiones semanales de toma de decisiones - Encuentro mensuales de evaluaciones - Talleres semestrales de evaluaciones
Recopilación de datos utilizando formatos por los jefes de sector, entrega de estas informaciones a tiempo a la unidad de Entomología, seguido por la consolidación, procesamiento y análisis de la información.	- Reconstrucción en tiempo el proceso de recopilación de datos, llenado de hojas originales, envío de información, procesamiento electrónico, consolidación, análisis y presentación de resultados - Calidad de datos, calidad de consolidación y disponibilidad de información en tiempo para el uso	- Visita de seguimiento en la unidad de seguimiento - Sesiones semanales de toma de decisiones - Encuentro mensuales de evaluaciones
Evidencia de la efectividad de la estrategia de manejo de larvas de vectores, con el uso de insecticidas biológicos.	- Disminución en el % de positividad de los criaderos - Disminución en el % de densidad larvaria de los criaderos - Disminución en el % de captura de adultos - Presencia del Bacilos en cadáveres de larvas - Disminución en el no. de casos de Malaria	- Sesiones semanales de toma de decisiones - Encuentro mensuales de evaluaciones - Talleres semestrales de evaluaciones - Boletines epidemiológicos

ANEXO 6

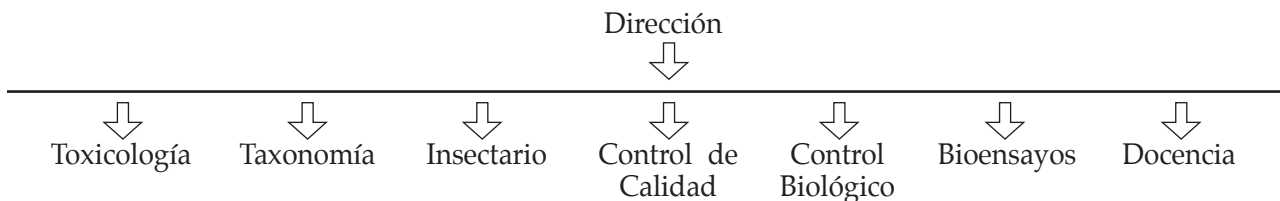
FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO ENTOMOLOGICO DEL SILAIS MANAGUA

(Síntesis del trabajo recopilado por María Lourdes Silva en el Centro Entomológico de Managua)

1. SERVICIOS DEL LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA MEDICA.

- Identificación de materiales entomológicos colectados en actividades de campo. Se realizan evaluaciones y diagnósticos entomológicos de campo, durante estas actividades se controla el comportamiento de los insectos involucrados en la transmisión de: Malaria, Dengue, Enfermedad de Chagas, Leishmaniasis y otras. Estas actividades se realizan junto con los servicios de salud y Centros de Investigación privados que solicitan asesorías.
- Mapa con la distribución de las especies vectores presentes en la localidad. Tomando como base la información obtenida durante el desarrollo de las actividades entomológicas realizadas en el área.
- Actividades de Referencia, Contrareferencia y control de calidad para la determinación de positividad de Malaria, Dengue y de vectores de importancia médica.
- Capacitación: actividades apoyadas por el Ministerio de Salud dirigidas al fortalecimiento de los conocimientos entomológicos de los funcionarios técnicos y profesionales de los Grupos o Unidades de Entomología de los Servicios de Salud. Las componentes involucradas son: Malaria, Dengue, Leishmaniasis, Enfermedad de Chagas. Se desarrollan de manera práctica y teórica aspectos como: Identificación taxonómica de vectores, levantamiento de los índices de infestación, caracterización de criaderos, vigilancia entomológica, métodos de control, recolección y análisis de la información.
- Apoyo en actividades entomológicas en brotes: se brinda apoyo directo a los servicios de salud en situaciones de emergencia como desastres naturales y brotes de epidemias.

2. AREAS DEL LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA MEDICA.



Taxonomía.

Para el estudio de una determinada especie es necesario que se obedezca a un orden sistemático, en el cual partiendo de los caracteres generales se procura llegar a los caracteres especiales. Esa sistematización recibe el nombre de taxonomía (**gr. Taxis = disposición + nomos = Ley**). La taxonomía es la ciencia que considera a los organismos en un estado estático e investiga las leyes de su clasificación sistemática. En línea general esta clasificación debe obedecer a la siguiente escala: Reino, Tipo, Clase, Orden, Familia, Género y especie.

Actividades del área de taxonomía:

- Identificación del material entomológico.
- Conservación y montaje de los huevos, larvas, pupas y adultos.
- Diseño y mantenimiento del mapa de riesgo de enfermedades a transmisión vectorial, por localidad.
- Disección de estructuras (ovarios, glándulas y estómago).
- Determinación de ciclo genotrófico y edad fisiológica.
- Biología, morfología, anatomía, bionomía.

La identificación de materiales colectados en las actividades de campo, permite la realización de evaluaciones y diagnóstico entomológico, para la identificación de los vectores responsables de la transmisión de enfermedades como: Malaria, Dengue, Leishmaniasis, Enfermedad de Chagas y otras, teniendo así un control de la situación de los vectores por localidad.

Durante la actividad de colecta es importante que se realice:

- Correcta rotulación del material porque este constituye la base de un buen programa de control de vectores.
- Transporte adecuado del material, para que llegue al laboratorio en el mejor estado.

La conservación y montaje de las muestras permite reconocer las diferentes especies existentes en el territorio, garantiza la correcta identificación, permite la capacitación al personal técnico y profesional, así como mantiene siempre referencia de las especies de vectores encontrados. Estas actividades permiten la confección del museo de especies vectores por localidades y la construcción del mapa con la distribución de los insectos vectores presentes en el Departamento.

a. Para la identificación (Mosquitos y Triatominos), son necesarios:

1. Estereoscopio.
2. Microscopio.
3. Equipo de disección.
4. Pinzas para adultos.
5. Alfileres entomológicos.

y se procede de la siguiente manera:

1. Sacrificar el vector.
2. Observaciones en el estereoscopio del material fresco o previamente preservado, ayudándose de las pinzas y las agujas de disección.
3. Utilización del microscopio para la observación de estructuras muy pequeñas con importante valor taxonómico.
4. Utilización de las claves dicotómicas para la correcta identificación de las especies. Anophelinos (larvas, pupas, adultos), Culicinos (larvas, pupas, adultos), Triatominos.

Para la captura de adultos, es necesario:

- 1- Viales.
- 2- Trampas de luz CDC Shannon.
- 3- Bolsas de las trampas.
- 4- Hule.
- 5- Hilo para amarrar las trampas.
- 6- Bolsas plásticas.
- 7- Psicrómetro.
- 8- Batería.
- 9- Lámpara.
- 10- Papel pegajoso.

Para la captura del material vivo:

1. Vasos con yeso.
2. Tubo aspirador.
3. Malla muy fina.
4. Algodón.

Las especies se capturan utilizando la trampa de luz tipo CDC, las que se suspenden en las ramas de los árboles a diferentes alturas del suelo (1 a 2 m), en campo abierto, cerca de las divisiones formada por las raíces, extinciones de las bases de los árboles y en las cercanías de la vivienda.

La captura en lugares de descanso se realiza con búsqueda directa y apresamiento con tubo de aspiración.

Papel pegajoso: se utiliza aceite de resina o de oliva; estas hojas impregnadas se colocan en madrigueras o grietas de rocas.

La captura con cebo humano es muy riesgosa y el operador tiene que estar cubierto por ropa gruesa.

La captura puede ser con cebos animales.

Material necesario para la identificación en laboratorio:

1. Microscopio.
2. Estereoscopio.
3. Aguja de disección.
4. Placa petric.
5. Porta objeto.
6. Cubre objeto.
7. KOH al 20%.
8. M. André: 30 mL de agua destilada.
30 g de Hidrato cloral.
30 mL de Acido acético.

Como se procede:

1. Separar el material del alcohol.
2. Clarificarlo: Se añade KOH con una pipeta Pasteur, para evitar el deterioro del material y se deja reposar durante 24 horas.
3. Se añade M. André, dejando en reposo 1 hora.
4. Se procede a la observación en el estereoscopio y microscopio, para la identificación taxonómica con la utilización de las claves dicotómicas de Forattini (1973) y de Youn (1979).
5. Después de identificado el material se almacena en alcohol al 70% para estudios posteriores.

b. Conservación y montaje de los huevos, larvas, pupas y adultos.

- Para realizar el montaje de larvas y pupas de mosquito, es necesario:

* **matar las larvas**; para eso se necesita:

1. Cápsula petri o vidrio reloj.
2. Tubo de ensayo.
3. Mechero.
4. Gotero (larvas).
5. Alcohol al 90%.
6. Agua declorada.
7. Sustancia preservativa.

y se procede de la siguiente manera

con Agua caliente:

1. Se colocan las larvas con ayuda del gotero sobre la cápsula petri.
2. Se calienta el agua deionada a 50°C.
3. Se le añade el agua a 50°C a las larvas o pupas quedando bien estiradas.
4. Se colocan las larvas en solución preservativa.

con Alcohol caliente:

1. Se colocan las larvas con ayuda del gotero en la cápsula de petri o vidrio reloj.
2. Se calienta en un tubo de ensayo un poco de alcohol sin que ebulle.
3. Inmediatamente se deposita sobre las larvas o pupas, quedando bien estiradas.
4. Colocar las larvas en solución preservativa.

*** montar larvas y pupas:**

de forma temporal:

Materiales:

1. Láminas (Porta objeto).
2. Láminas (Cubre objeto).
3. Gotero.
4. Estuche de disección (Agujas de disección).
5. Agente preservante.

Procedimiento:

1. Transferir las larvas de la solución preservante hacia un porta objeto con ayuda del gotero, (para un cubre objeto de 18 mm / 8 larvas).
2. Transferir las larvas de forma organizadas en la misma dirección utilizando la aguja de disección.
3. Colocar el cubre objeto sobre las larvas.
4. Añadir unas gotas de agente preservativo debajo del cubre objeto.
5. El cubre permite utilizar un aumento de 43X.

de forma permanente:

Materiales:

1. Estereoscopio.
2. Lámina (Porta objeto).
3. Lámina (cubre objeto).
4. Cápsula petri.
5. Gotero.
6. Equipo de disección.

Soluciones:

1. Hidróxido de Potasio (KOH al 20%).
2. Mc André.
3. Alcohol (80%, 90%. 95%) .
4. Bálsamo de Canadá.
5. Naftalina.

Procedimiento:

- 1- Matar las larvas.
- 2- Colocar las larvas con KOH al 20% por 24 H.
- 3- A la 24 H lavar las larvas con agua destilada dos veces.
- 4- Dejar en reposo por 15 min.
- 5- Se colocan en Mc André por una hora.
- 6- Realizar la deshidratación pasándolas por alcohol al: 80% $1/2$ H. 90% $1/2$ H. 95% $1/2$ H.
- 7- Colocar las larvas en el porta objeto.
- 8- Acomodar las estructuras utilizando el estereoscopio y las agujas de disección.
- 9- Realizar un corte a partir del 7mo segmento con las agujas de disección, y se coloca a un lado.
- 10- Añadir Bálsamo de Canadá sobre la larva o pupa.
- 11- Colocar el cubre objeto con un ángulo de 45° respecto al porta objeto, dejándolo caer con cuidado sin que se produzca formación de burbujas.
- 12- Colocar las etiquetas:

Primera: Fecha, Sitio de colección, Nombre del colector.

Segundo: género, especie y autor de la especie, Persona que realiza la identificación.

Dimensiones de las etiquetas: 8mm de Ancho X 18mm de longitud (2mm largo para la fecha.

Las especies se colocarán debidamente rotuladas en cajas entomológicas donde se colocará una pastilla de Naftalina.

- Para realizar el montaje de mosquitos adultos, es necesario:

*** matar adultos (Método del Tubo de Cloroformo);** para eso se necesita:

- 1- Tubo de ensayo de vidrio de paredes gruesas.
- 2- Recortes de bandas elásticas de Goma.
- 3- Tapón de algodón.
- 4- Tapón de corcho.
- 5- Papel de filtro.
- 6- Colector de mosquito (adulto).
- 7- Cloroformo.

y se procede de la siguiente forma:

- 1- Colocar los recortes de goma en el fondo del tubo de ensayo a una distancia de 2.5cm.
- 2- Añadir cloroformo hasta cubrir los pedazos de goma.
- 3- Dejar en reposo por un tiempo de 5 min.
- 4- Eliminar el cloroformo.
- 5- Colocar el tapón de algodón sobre los recortes de goma y el papel de filtro sobre este.
- 6- Introducir el mosquito con ayuda del capturador.
- 7- Tapar el tubo con el tapón de corcho.

*** montar mosquito adulto:**

Material:

- 1- Alfileres de insecto No.3.
- 2- Cartulina.
- 3- Perforador de Puntas para montaje de insectos (estilo A).
- 4- Esmalte incoloro para uñas.

- 5- Bloque de montaje.
- 6- Pinzas para adultos.

Procedimiento:

- 1- Con la pinza triangular cortar un triángulo de cartulina.
- 2- Atravesar con el alfiler el triángulo por la parte más ancha y colocarlo hacia la cabeza del alfiler.
- 3- Aplicar esmalte en la punta del triángulo.
- 4- Colocar el mosquito tocando la porción pleural del tórax del mosquito con la punta del triángulo haciendo una ligera presión contra el esmalte para que se fije.
- 5- Utilizando el bloque de montar A 3_, colocar una primera etiqueta con: País, Departamento, Municipio, Localidad, fecha y nombre del colector.
- 6- Utilizando el bloque de Montar A 3_ de la primera, colocar la segunda etiqueta con el Nombre científico y el nombre de quién lo identificó.

Bioensayos.

Determinar la efectividad del producto y la dosis de trabajo.

* Con larvas:

Material:

1. Marcadores.
2. 25 beakers.
3. Agua de cloro.
4. Larvas de III y IV estadio con tallas de 4 mm, requisito de importante y estricto cumplimiento.
5. Agua de cloro.
6. Micropipetas de precisión Eppendorf (100 microlitros).
7. Gotero.
8. Beaker de 50mL.
9. Beaker de 100mL.
10. Beaker de 250mL.
11. Agitador de cristal.
12. Probetas de 250 mL.
13. Probetas de 500mL.
14. Formularios.
15. Pipetas de 1mL.
16. Pipetas de 5 mL.
17. Pipetas de 10 mL.

Procedimiento:

1. Preparación de las soluciones básicas del biolarvicio, las cuales serán bien homogeneizadas para su uso. Estas soluciones darán lugar a las concentraciones que se emplean en el ensayo:

1000, 100, 10 y 5 ppm.

1000, 100, 10, 1, 0.1, 0.01, 0.001.ppm.

0.015, 0.020, 0.025, 0.030 y 0.035. mg/L. (Abate)

2. Las concentraciones, el número de réplicas y la cantidad de larvas a utilizar pueden variar según las orientaciones de la casa comercial.
3. Preparación de las soluciones de trabajo:

4. Se preparan 25 beakers con 100 mL de agua declorada cada uno.
5. Se dividen en 5 grupos, cada uno representa una concentración diferente a ensayar.
6. En el grupo de 5 beakers 4 serán réplicas y 1 control.
7. Todos los beakers deben contener 25 larvas, es decir un total de 100 larvas para cada concentración.
8. Se procede a la adición de 0.1 mL con la micropipeta de precisión Eppendorf (100 microlitros) de soluciones básicas a cada uno de los cuatro beakers de cada grupo, exceptuando el control.
9. Una vez terminada la adición de las soluciones básicas, los beakers deben colocarse a una temperatura entre 28 y 30°C durante 72 horas.
10. Se realizarán lecturas de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas, así como se revisarán los controles.

Análisis de los resultados:

1. Si se detecta una mortalidad del 25% en los controles se corregirá la prueba por la fórmula Abbott.
2. Si la mortalidad en los controles es de 20%, el bioensayo se debe considerar nulo y por ende debe repetirse.

Fórmula de Abbott = $(\% \text{ de mort. En el test} / 100 - \% \text{ de mort. En los tests.}) \times 100$.

3. La prueba se considera satisfactoria si se obtiene hasta un 50% de mortalidad como mínimo en la dilución correspondiente.

* Con adultos:

En esta área se realizan pruebas con mosquitos adultos para determinar la susceptibilidad o resistencia a los productos utilizados en los programas de control vectorial. (Normas Técnicas).

Control biológico.

Las enfermedades como la Malaria y el Dengue, continúan siendo un problema grave en los países tropicales y subtropicales en desarrollo donde las condiciones ambientales favorecen la proliferación de los vectores y donde por más de cuatro décadas se ha llevado un control vectorial con el uso indiscriminado de insecticidas químicos (DDT organofosforados, Organofosforados Carbonatos, Piretroides), provocando toxicidad en los humanos, persistencia en el medio ambiente con acumulación en grasas animales y creando alta resistencia en los insectos. Lo que ha conducido a la búsqueda de nuevas alternativas para el control de plagas tanto para la agricultura como para la salud Pública.

En este ámbito el control biológico de plagas ha cobrado gran importancia, permitiendo combatir eficazmente las plagas sin contaminación ambiental y sus costos son relativamente económicos; en la actualidad se está desarrollando una gran variedad de mecanismos de controles biológicos:

- Hongos entomopatógenos.
- Nemátodos parásitos del género *Romanomermis*.
- Peces larvivoros.
- Agentes microbiológicos, correspondientes a bacterias (*Bacillus sphaericus* 2362, BS, Neide, 1904 y *Bacillus thuringiensis israelensis*, serotipo H-14, BTL, de Barjac 1978), formadoras de esporas con alto contenido de inclusiones proteicas cristalinas con gran actividad insecticida, altamente eficaz y específica para matar larvas de *Dipteras: culicidae* y *Simulidae*.

Es por esta razón que los Laboratorios de Entomología Médica deben contar con un área de Control Biológico donde se tracen las estrategias para la utilización de biolarvicidas en los programas de control vectorial.

Control de calidad.

En esta área se realiza la lectura de muestras hemáticas enviadas del Centro de Salud, Puestos Médicos y Hospitales para su revisión y confrontación con los resultados obtenidos en dicho centro con respecto a las enfermedades de transmisión vectorial.

Los responsables de entomología, remitirán al Laboratorio Nacional, la tercera semana de cada mes el 10% de muestras positivas, el 15% de muestras negativas, para el control de calidad y diagnóstico definitivo.

Insectario.

Para la realización de trabajos experimentales de bioensayos y montaje.

Equipos:

Tubo capturador.
Lampara de mano.
Cuenta gotas.
Papel absorbente.
Termómetro.
Termohidrógrafo.
Lupa.
Tijera.
Asas.

Jaula de insectario:

1. Area de 16 m² para las jaulas donde se pondrán las larvas.
2. Se colocará un estante a manera de anaquel de biblioteca, para colocar las palanganas; también se puede utilizar una mesa sencilla.
3. Medida de la jaula: 1.0 m de altura, 0.5 m de fondo, 2 m de longitud.
4. Entrada de la jaula: 18 mm x 24 ancho para facilitar la colocación de la palanganas de ovoposición; a estas entradas se le pasan unas mangas de lona manta con 66 cm de longitud.
5. Las patas de las jaulas se introducen dentro de palanganas con agua, para evitar que las hormigas y otros insectos suban.
6. Las bandejas se introducen y retiran diariamente.
7. Al retirar las bandejas se les agrega agua para facilitar la eclosión de los huevos y desarrollo de las larvas.
8. Lavar las bandejas cada 2 días con cuidado de dejar un poco del agua anterior.
9. Limpiar las bandejas con agua y fibras limpias.
10. Las bandejas se rotulan con la fecha e identificación de la colonia.

Medidas de seguridad. Deben tomarse las medidas de seguridad para evitar que se escapen los mosquitos. El material de desecho hay que flamearlo y lavarlo para destruir los posibles contaminantes. Solo entrará al insectario personal autorizado.

Tratamiento de las larvas. Las larvas se separan según su edad en diferentes recipientes.

Las pupas necesitan 24 horas para pasar a adultos, por lo que durante este periodo se introducirán en las jaulas de seguridad. En cada bandeja se colocarán no más de 1000 larvas de 36 x 24 cm. y no más de 500 larvas por bandejas de 29 x 18 cm.

Preparación de las bandejas. Cortar tiras de papel de toalla o filtro de 5cm que cubren las paredes de las bandejas y una parte queda en el agua. La cantidad de agua no debe exceder a 1/2 del volumen de la bandeja.

Alimentación de adultos y larvas:

1. Las larvas se alimentan de levadura o de arroz en polvo (10mg x palangana), debe ser aplicado con los dedos.
2. Las hembras de mosquito anopheles se alimentan con cobayo o conejos recién nacido fijándolos a una tablilla (14 x 18) Se le protegerán los ojos y órganos sexuales. Un conejo para 500 mosquitos durante dos horas.
3. Las hembras de aedes aegypti se alimentan con pollos recién nacidos, a l que se le fijarán patas y alas durante la alimentación. Cuatro o cinco pollos para 500 mosquitos por un periodo de dos horas.
4. Los machos se alimentan con una solución azucarada al 10% en "bolitas" de algodón que se colocan en el centro del techo de la jaula, pendiendo de un trozo de manila, las bolitas se cambiarán cuando se sequen.
5. El insectario debe permanecer limpio y organizado y se realizará un registro diario; figurará bien detallado: Fecha, hora, día, mes y año.
6. Procedencia de la colonia: Región, municipio, localidad, barrio, factores meteorológicos, (temperatura y humedad). Estos factores debe anotarse rigurosamente.

Toxicología.

Es el área donde se aplican las técnicas necesarias para el uso y mantenimiento de insecticidas de baja, media y alta toxicidad. Estos insecticidas son degradados a concentraciones mínimas y máximas que sirven para el montaje de pruebas de susceptibilidad con mosquitos vectores de enfermedades.

Materiales:

Jeringa de cristal.	Insecticida.
Aguja de 5 cm metal.	Cajas plásticas/ empaque de 3 X22 cm.
Aceite oliva.	Probetas de 20 mL y 50 mL.
Acetona.	Algodón.
Cloroformo.	Pipeta de 1 mL y 10 mL.
Alcohol isopropilico.	Corcho.
Detergente.	Alfileres de 0.1, 0.2, 0.5.
Mechero.	Frasco gotero.
Gasas.	Papel filtro.

Procedimiento:

1. Según el tipo de producto: X g de insecticida.
2. 99.96 mL de aceite de oliva.
3. Se realiza la mezcla en un beaker de 200 mL.
4. Se calienta en baño María a 90°C por 15 minutos.
5. Se miden 20 cc de mezcla en una probeta de 20 mL.
6. Posteriormente se utiliza una jeringa de 2cc y se deposita en un papel filtro de 10 X 12 cm colocado en un platillo con alfileres enchufados y separados a 6 cm cada uno, depositando 18 gotas por cada lado lineal.
7. Se mantienen por tres horas y se impregnan 2 lotes que es igual a 8 papeles de los 20 cc seleccionado.

Referencia bibliográfica (Anexo 6).

1. Dengue y Dengue Hemorrágico en las Américas guía para su control. OPS/OMS, Publicación Científica No. 548. 525 Twenty-third Street, N.W. Washinton, D.C. 20037. (Junio 1997).
2. Domingo Maldonado. José, Higuera Flory, Toro Landaeta. Jesús, Epidemiología del Dengue, Técnicas de laboratorio para el diagnóstico del Dengue, Sistema de vigilancia entomológica para el control, Normas Básicas y manejo del paciente. INSALD, Venezuela, Carabobo, 1999.
3. Informe sobre la situación de los programas de malaria en las Américas, OPS, (1998).
4. La dengue conquiert de nouveaux territoires, Institut de recherche pour le developpement, No. 52, Décembre 1997.
5. Laboratorio de Entomología, Subdirección de Epidemiología y Laboratorio Nacional de Referencia. (1999) Colombia, Santa Fe de Bogotá.
6. Montero Lago Grisel, Informe de consultoría realizado a la dirección de investigaciones entomológicas del Centro Nacional de Diagnóstico y referencia del Ministerio de Salud de la República de Nicaragua. (1997).
7. Normas Técnicas y Procedimiento, República de Nicaragua, Ministerio de Salud, Centro Nacional de Higiene y Epidemiología.
8. Reyes Villanueva. Filiberto, De la Garza Garza. Haydee, Alfonso Flores Leal. José. (1992), Efecto de Concentraciones Subletales de Abate sobre algunos parámetros biológicos de *Aedes aegypti*.
9. Torres Jaime, Arrechdera Hector, Noya Oscar. Malaria en Venezuela, 1999.
10. Valle Sonia, Rivera Pedro. Dispersión de las especies de *Lutzomia* y *Brumptomya* (Diptera: Psychodidae) en Nicaragua, 1995. Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia, Ministerio de Salud, Managua, Nicaragua.
11. Vázquez María Ana, Paz Héctor, Méndez Eustorgio, Jorge Alvar. Leishmaniasis en Panamá, Centro Conmemorativo GORGAS de Investigación de la Salud, Ministerio de Salud de Panamá, Instituto de Salud Carlos III Ministerio de Sanidad y Consumo- España.
12. Vectores de Leishmaniasis en las Américas, Ministerio de Salud, Centro Nacional de Diagnóstico y referencia, Dirección de investigaciones entomológicas, Managua, Nicaragua, 1998.

Esta edición fue impresa en Julio del 2001
por Gráfica Editores S.A.
con un tiraje de mil ejemplares.
Managua, Nicaragua.

