

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

POSTGRADO DE MAESTRIA EN SALUD PUBLICA



TESIS

CARACTERIZACION BACTERIOLOGICA DEL AGUA DE LAS
LAGUNAS DE IRRIGACION Y SU RELACION CON EL INDICE
DE INFESTACION LARVARIA POR MOSQUITO ANOPHELES
ALBIMANUS EN DICHS CUERPOS DE AGUA
COMAYAGUA SEPTIEMBRE 2011

PRESENTADA POR
ARNOLD ENRIQUE HOUGHTON CUEVAS

PREVIO A LA OPCION DEL GRADO DE:
MASTER EN SALUD PUBLICA

ASESOR
DR. HECTOR ARMANDO ESCALANTE VALLADARES

TEGUCIGALPA, M. D. C.

HONDURAS C. A.

FEBRERO 2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HONDURAS
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
POSGRADO DE MAESTRIA EN SALUD PÚBLICA**



TESIS

**Caracterización bacteriológica del agua de las lagunas de irrigación y su relación con el índice de infestación larvaria por mosquito *Anopheles albimanus* en dichos cuerpos de agua.
Comayagua. Septiembre 2011.**

**PRESENTADA POR:
ARNOLD ENRIQUE HOUGHTON CUEVAS
PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:
MASTER EN SALUD PÚBLICA.**

ASESOR:

DR. HECTOR ARMANDO ESCALANTE VALLADARES.

TEGUCIGALPA, M.D.C.

FEBRERO 2013

HONDURAS, C.A.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
U.N.A.H.**

RECTORA.
Licda. JULIETA CASTELLANOS RUIZ.

VICERECTORA ACADÉMICA.
Dra. RUTILIA CALDERÓN PADILLA.

VICERECTOR DE ASUNTOS ESTUDIANTILES.
Lic. AYAX IRIAS COELLO.

VICERECTORA DE ASUNTOS INTERNACIONALES.
Lic. MAYRA FALK.

SECRETARIA GENERAL.
Licda. ENMA VIRGINIA RIVERA MEJIA.

DIRECTORA DEL SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO.
Dra. OLGA MARINA JOYA.

DECANO DE FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS.
Dr. MARCO TULIO MEDINA.

SECRETARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS.
Dr. JORGE ALBERTO VALLE RECONCO.

COORDINADOR GENERAL DEL POSTGRADO EN SALUD PÚBLICA.
Dr. HECTOR ARMANDO ESCALANTE VALLADARES.

Dedicatoria

A Dios, mi Señor, que me dió salud y vida para cumplir esta meta,

A mi familia que me formó como persona,

A las personas que contribuyeron a ser lo que ahora soy.

Agradecimiento

Al Creador del Universo que día con día ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi Madre, Lucy que a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mi Esposa, Yolany, quien compartió conmigo día a día el duro valladar para poder alcanzar esta meta

A mis hijos Haizel, Sofía y David quienes han sabido comprender mis largas ausencias académicas y que tanta alegría han traído a mi vida.

A mi asesor y Docente Dr. Héctor Armando Escalante Valladares, quien además de compartir los conocimientos sin ningún egoísmo, me enseñó algo que muy pocas personas gozan, de humildad, por confiar y apoyarme hasta la culminación de esta meta.

A mi amigo el Dr. Marco Antonio Ortega (MQC) y su familia quienes contribuyeron de manera importante para alcanzar esta meta profesional y humana.

A mis compañeros de la VII promoción de la Maestría en Salud Pública, con quienes compartimos un desarrollo académico particular así como los docentes que nos guiaron por la ardua formación de investigadores.

A mis amigos y compañeros de trabajo de la Región Sanitaria Departamental de Comayagua y del Centro Regional Universitario del Centro (CRUC) que me brindaron el espacio para crecer profesionalmente y darme la apertura para desarrollar este trabajo de investigación.

A los docentes del Postgrado en Salud Publica, Dra. Astarté Alegría, Dra. Marta Fonseca, Msc. Mercedes Martínez, Msc. María Elena Cáceres, Dra. Emilia Alduvin y Dr. Jorge Alberto Sierra quienes me impulsaron a seguir por el camino de la academia y la docencia superior.

A todos los que apoyan mi desarrollo profesional y personal, muchas gracias.

Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. OBJETIVOS.....	10
A. OBJETIVO GENERAL.....	10
B. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
III. MARCO TEÓRICO.....	11
IV. METODOLOGIA.....	28
A. DISEÑO METODOLOGICO.....	28
B. PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRAS.....	32
C. PROCEDIMIENTOS DE LA TOMA DE MUESTRAS PARA ANALISIS ENTOMOLOGICO Y MICROBIOLOGICO.....	33
V. RESULTADOS.....	39
VI. ANALISIS DE RESULTADOS.....	53
VII. CONCLUSIONES.....	57
VIII. RECOMENDACIONES.....	60
IX. BIBLIOGRAFIA.....	62
X. ANEXOS.....	69
A. Proceso de recolección de muestras de aguas para los análisis bacteriológicos.....	69
B. Proceso de recolección de muestras de aguas para los análisis entomológicos / visualización de los estadios del ciclo biológico del mosquito <i>Anopheles sp.</i>	71
C. Procesamiento bacteriológico para la detección de coliformes en las muestras de agua.....	73
D. Lectura de los resultados bacteriológicos en el laboratorio.....	73
E. Instrumento de recolección de los resultados laboratoriales del hallazgo de coliformes en muestras de agua.....	74
F. Instrumento de recolección de campo de los hallazgos entomológicos en los criaderos naturales de mosquitos (EN-2).....	75
G. Matriz de consolidación de resultados de laboratorio y reporte de campo.....	76
H. Mapa general del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola (CEDA) que muestra la ubicación geográfica de las lagunas incluidas en el presente estudio.....	77

I. INTRODUCCIÓN.

La Organización Panamericana de la Salud, reporta a nivel mundial que más de un millón de personas en su mayoría niños menores de 5 años mueren por la malaria, convirtiéndose en ese grupo de edad en una de las causas importantes de las defunciones. Esto propiciado por el hecho de que 250 millones de personas viven en zonas en donde existe el riesgo de transmisión, 40 millones de estos residen en donde el riesgo es moderado y alto. En la actualidad, se reportan en las Américas, alrededor de un millón de casos anuales, de los cuales el 14.6% pertenece a la región centroamericana. (Salud O. P. S. La salud en las Americas, 2007)

La malaria, se constituye en el cuarto ítem de la llamada "agenda inconclusa", llamada así porque la labor de los países latinoamericanos en lo que respecta a la atención primaria en salud seguía inconclusa al comenzar el nuevo milenio. En algunos países y en muchas zonas dentro de un mismo país, han persistido enfermedades y trastornos que impiden alcanzar la salud para todos. La mala salud se traduce en aflicción, dolor, retraso del crecimiento económico y fracaso de los esfuerzos por reducir la pobreza. Los más afectados son los niños de los países de bajos ingresos, las mujeres, los pueblos indígenas, los habitantes con bajo nivel educativo de las zonas rurales y los trabajadores migratorios.

Lo anteriormente expuesto determina que las inequidades en salud, son fundamentalmente el reflejo y consecuencia de la inequidad social. (Martin, 2006)

Los casos de malaria que los países latinoamericanos han reportado últimamente, se vinculan directamente a los problemas ecológicos, así como a la pobreza, y a la falta de educación de la población de esta región de América. Históricamente, en la salud del hombre ha influido la interacción de diversos factores determinantes de carácter ambiental, económico, biológico, social, político y cultural, los cuales pueden provocar condiciones de vida poco satisfactoria, riesgos y peligros ambientales, modificaciones del comportamiento y el modo de vida y, en última instancia, enfermedades, discapacidades y muerte. El informe de la Organización Mundial de la Salud del año 2004, revela que de las 102 enfermedades principales, 85 eran en parte causadas por la exposición a riesgos ambientales y que los factores ambientales contribuían alrededor de una cuarta parte de los años de vida perdidos ajustados en función de la discapacidad y a una cuarta parte de las defunciones relacionadas. (Pruss Autumn A, 2006)

Las principales determinantes ambientales del país que inciden en la salud son el nivel de manejo de los desechos sólidos y residuos peligrosos, la contaminación del aire y la contaminación del agua, este último un elemento

muy importante en el desarrollo del ciclo biológico del mosquito transmisor de la malaria.

La malaria, en particular la causada por *Plasmodium vivax* es endémica en Honduras y afecta primordialmente a las poblaciones del norte y el oriente del país; así en 25 municipios con tasas superiores a 1,000 por 100,000 habitantes viven cerca de 350,000 personas, entre las que se causan alrededor de 8,225 casos anuales. (Salud O. P., La salud en las Américas, 2007)

En Honduras la enfermedad de la malaria es causada por dos protozoarios sanguíneos: *Plasmodium vivax* y *Plasmodium falciparun*, los cuales son vehiculados por dos especies de Dípteros del orden Culicidae: *Anopheles albopictus* y *Anopheles albimanus* (este último específicamente en la zona central).

La Secretaría de Salud, a través del departamento normativo de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) y específicamente del Programa de Malaria, ha implementado una serie de actividades de control biológico y físico de los criaderos permanentes de los vectores transmisores de esta enfermedad, las cuales no han tenido el éxito deseado, permitiendo de esa manera que estos cuerpos de agua que sirven como criaderos, continúen convirtiéndose en un foco importante en el desarrollo del ciclo biológico del insecto vehiculador de la enfermedad de la malaria en el valle de Comayagua. Entre las actividades de

control del vector de esta enfermedad se pueden mencionar: micro nebulización, termo nebulización, control biológico con *Bacillus thuringiensis* (BTI) y drenaje de reservorios de aguas. (Honduras, Normas para el control de la malaria, 1992)

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola de Comayagua. Esta institución se dedica a la capacitación técnica de personas organizadas en el campo agrícola. En este centro, existen lagunas para el almacenamiento de agua usada para la irrigación de las plantaciones experimentales existentes en dicho predio, siendo monitoreada frecuentemente por la Secretaria de Salud, a través de la Unidad de Entomología de la Región sanitaria Departamental, con el propósito de determinar el riesgo de transmisión de la Malaria en las zonas aledañas a esta institución. Por lo tanto con esta investigación se aportan elementos para el análisis del abordaje de la transmisión de la Malaria, y específicamente profundiza el conocimiento sobre los factores que intervienen en el ciclo biológico del vector transmisor. Este análisis, es propicio para generar elementos importantes en la promulgación de estrategias y elementos importantes en la construcción de políticas públicas en el abordaje de esta enfermedad y el medio ambiente.

La transmisión de la malaria es producto de varios factores relacionados con el hospedero (socio-económicos y geográficos), y con el parásito. También ha

sido reconocido que su transmisión es sensible al clima y el ambiente, percibiéndose como la enfermedad metaxénica más propensa a ser afectada por los cambios climáticos globales. Por lo tanto la solución del problema no se logrará por una sola actividad o medida independiente, es importante el manejo de las variables humanas y técnicas, en lo particular el desarrollo social, que permite una relación armónica consigo mismo y su entorno, evitando el deterioro en la salud y calidad de vida de la población.

II. OBJETIVOS.

A. OBJETIVO GENERAL.

Establecer la relación del índice de infestación larvario del *Anopheles albimanus* y la contaminación bacteriológica por coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en las lagunas de irrigación.

B. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Identificar la relación existente entre el parámetro microbiológico de Coliformes Totales de las lagunas de irrigación y el índice de infestación larvaria de *Anopheles albimanus* existentes en los mismos.
2. Identificar la relación existente entre el parámetro microbiológico Coliformes Fecales de las lagunas de irrigación y el índice de infestación larvaria de *Anopheles albimanus* existentes en los mismos.
3. Identificar la relación existente entre el parámetro microbiológico *Escherichia coli* de las lagunas de irrigación y el índice de infestación larvaria de *Anopheles albimanus* existentes en los mismos.

III. MARCO TEÓRICO

El presente estudio, establece que el cumplimiento del derecho a la salud, está determinado además de la atención en salud, por factores taxativos, entre las cuales se encuentra el abordaje del medio ambiente, pero al no haber en este punto aspectos que aseguren condiciones saludables, podríamos concluir que no existe el cumplimiento de este importante derecho. Este estudio, además aporta elementos de valoración que puedan formular políticas públicas conducentes a lograr acercamientos a ambientes sostenibles sin perjudicar las actividades económicas humanas.

La cooperación internacional refiere a la necesidad de capitalizar en beneficio nacional, las posibilidades y oportunidades que ofrece la ayuda externa. Este apoyo ha permitido, en los sistemas de salud de Latinoamérica, el fortalecimiento del rol rector. Es de hacer mención que este beneficio nacional, (a través de esta cooperación internacional), se logra mediante la formación y retención de recursos humanos con adecuado dominio tanto en la base normativa como jurídica para asegurar la práctica de las estrategias que permitan fortalecer el sistema de salud nacional. Para lograr lo anterior, es necesario la superación de algunas brechas, una de ellas es la existente entre la salud pública y las relaciones internacionales a nivel de las capacidades existentes, y por otro lado, las brechas derivadas del desbalance entre los

poderes de negociación, influencia, presión y de acción entre los países, en especial, entre los en desarrollo y los desarrollados. Al ver hacia el exterior, existen influencias globales sobre la salud en la que se incluyen factores tales como: macroeconomía, comercio, viajes, factores de migración y demográficos, seguridad alimentaria, factores ambientales, patrones de consumo insostenibles, políticas foráneas, tecnología, comunicaciones y medios masivos.

La Malaria, es un claro ejemplo de una enfermedad reemergente. El número de casos ha caído estrepitosamente en el mundo, en los últimos 30 a 35 años como resultado de las campañas de lucha contra esta enfermedad, dando como resultado que en países como la antigua Unión Soviética y Estados Unidos de Norteamérica la Malaria, ha sido erradicada. Sin embargo, no lo ha sido en Sur América, Sureste Asiático, así como en África, en donde la recrudescencia de esta enfermedad, ha sido favorecida por factores tales como; resistencia a las drogas antimálaricas, resistencia vectorial al insecticida utilizado, así como la inserción de poblaciones humanas en sitios con factores ambientales idóneos para el desarrollo del vector transmisor. (Vivian Valdez Miro, 2010)

Del total de la población en las Américas (881 millones de personas), 276 millones, viven en áreas de riesgo ecológico de transmisión de la malaria. Esta enfermedad es considerada endémica en 21 países, de los cuales 11 son de Sur América, 7 son de Centro América y 2 en las Islas Españolas.

A pesar de una reducción en su incidencia, la malaria, que es una enfermedad evitable, continúa constituyendo un importante problema de salud pública. Más de un millón de personas – en su mayoría niños menores de 15 años – mueren cada año por esa enfermedad que en las Américas es la causa de 0.4% de las defunciones de niños menores de 5 años. Todavía se produce la transmisión de la malaria en 21 países de las Américas y se estima que 250 millones de personas viven en zonas en donde existe el riesgo de transmisión, 40 millones de las cuales residen en zonas de riesgo moderado y alto.

El Programa de las Naciones Unidas para El Desarrollo (PNUD), ha planteado la necesidad de que el desarrollo humano, pase necesariamente por la implementación de ocho objetivos. En el No.6, define la necesidad de combatir el VIH/SIDA, el Paludismo y otras enfermedades. Y dentro de este, la meta literal “c”, menciona que es importante haber comenzado a reducir, para el año 2,015 la incidencia del Paludismo y otras enfermedades graves. Esto sustenta la iniciativa “*hacer retroceder la malaria*” en las Américas, la cual fue introducida en 1998 por la Organización Mundial de la salud. Esta impone el fortalecimiento del sector salud y de esta manera reducir la carga mundial de la malaria, mediante intervenciones adaptadas a las realidades locales. (Gobierno de Honduras, 2010)

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), la equidad trata de reducir las brechas evitables en el estado de salud entre los diferentes niveles de grupos sociales (con diferentes privilegios sociales, nivel socioeconómico, género, edad, etc.). Operativamente hablando la OMS, también ha determinado que la equidad en atención a la salud, se puede lograr mediante:

- La forma como son asignados los recursos para el cuidado de la salud.
- La forma en que los servicios son recibidos por la población.
- Así como la forma en que los servicios de salud son pagados.

Desde la misma óptica el autor Braveman, menciona que la equidad en salud, operacionalmente declarado, deberá tender a minimizar las disparidades evitables en salud y sus determinantes, entre los grupos de personas que tienen diferentes niveles sociales.

Al inicio del siglo XXI, las realidades económicas, políticas y sociales cambiantes, han conducido a un impacto negativo en la calidad de la salud. A pesar de que la respuesta a esta, se encuentra incluida en el análisis a las siguientes dimensiones: comprensión de hasta qué punto la transferencia de los riesgos de salud cambia la naturaleza, así como el apoyo para el desarrollo de las estrategias que contrarresten la polarización epidemiológica con el objeto de alcanzar un equilibrio entre los mecanismos globales de apoyo y los métodos descentralizados. Esto dicho de otra manera intenta el abordaje de la problemática de salud mediante el pensamiento global, para actuar localmente.

En el mundo y nuestro país, ha existido y existe una afectación importante de los hábitats naturales. Este proceso, nos obliga a entender los *patrones de destrucción* a que nuestra sociedad está siendo sometida. Dentro de estos se encuentran un conjunto de factores sociales, económicos, demográficos, culturales, etc., y que junto a procesos de globalización, individualización, la revolución de los géneros, el subempleo y los riesgos globales, ha permitido la socavación de las naturalezas típicas de los países.

Cuanto más se “*desregulan*” o “*flexibilizan*” las relaciones laborales, tanto más se convierte la sociedad del trabajo en una sociedad de riesgo. En esta perspectiva realista, hablar de una sociedad de riesgo, implica la globalización debido a los peligros producidos por el desarrollo humano, en donde la naturaleza es destruida de manera institucional. Es allí en donde coexisten en una estrecha vinculación entre la pobreza y la destrucción ambiental. Es en esta relación que se aceptan que los *peligros* se constituyen en el lado oscuro del *progreso*. Beck enfatiza que la producción de los riesgos es inversamente proporcional a la distribución de la riqueza. (Maximiliano, 2010)

Es importante hacer mención que se tiene evidencia de que los cuerpos de agua, cercanas a los pueblos y ciudades en nuestro país, son sometidos a fuertes presiones ambientales, en donde la calidad de los mismos, se ven deteriorados por las descargas de aguas negras o por las escorrentías de

lluvias por la superficie del suelo. La hidrología del río y el régimen de descarga son factores determinantes de la distribución y depósito de los detritos orgánicos en los lechos de los ríos. En estos frecuentemente se componen por material fino orgánico utilizable por la mayoría de especies de insectos acuáticos. (Miserendino, 2003)

El hombre moderno con la visión de colonizar su futuro, ha posibilitado la *globalización del riesgo*, lo que significa que todo el planeta se ha transformado en una *sociedad global del riesgo*. Esta última está determinada por aspectos tales como:

- Que existe una interrelación entre dos conflictos, es decir dos lógicas de distribución: la distribución de los bienes y la distribución de los males.
- La institución del estado-nación se colapsa.
- La *globalización del riesgo*, siempre implica el tema de responsabilidad, lo que la convierte también en una *globalización responsable*, el cual se convierte en un tema público y político de alcance mundial.
- El nuevo juego de poder entre actores políticos territorialmente fijos y actores no territoriales, es un elemento central expresado en la política de la incertidumbre y el riesgo. En donde el capital es global y el trabajo es local, provocando que en el mundo el trabajo frágil, aumenta.

Estas sociedades de riesgo ponen en precario el conjunto de hábitats de los mismos. Los hábitats están conformados por un conjunto de organismos que definen un entramado ecosistémico. Estos organismos son de una enorme importancia debido al papel clave que juegan estos en los procesos del metabolismo ecosistémico (captación de energía, fijación del nitrógeno, descomposición, simbiosis, calidad de los suelos, detoxificación, etc.)

La *materia orgánica* presente en el agua, está aportada en su mayor cuantía por las descargas domésticas de las viviendas que no poseen un sistema adecuada de tratamiento de aguas grises. Este tipo de agua se encuentra compuesta por el 99.97% de agua y el resto por micro-organismos de diferente índole (protozoos, helmintos, virus y bacterias). (Montoya, 2008). Dentro de las bacterias presentes en los residuos domésticos, se encuentran el grupo *Coliforme*, las cuales a su vez, se subdividen de la siguiente manera:

- *Coliformes Totales*: su hallazgo en las muestras de agua, revela la presencia de materia orgánica de origen desconocido.
- *Coliforme Fecales*: su identificación en muestras de agua, revela la presencia de materia orgánica de procedencia animal y humana.
- *Escherichia coli*: su hallazgo en las muestras de agua, revela la presencia de materia fecal humana.

Según Bentley y Day, existen sustancias estimulantes en el agua para la ovipostura de los mosquitos y que debe de ser consideradas, tales como la

materia fecal y metabolitos microbianos. La materia orgánica particulada gruesa en cuerpos de agua que tienen movimiento está asociada principalmente a sustratos de tamaño medio, mientras que la materia orgánica particulada fina estuvo asociada a grava y paquetes de hojas en pozones. Las características del sustrato, incluyendo su estructura física, contenido orgánico y estabilidad son a menudo los rasgos de mayor importancia ecológica. El lecho de los ríos, está dominado frecuentemente por material fino orgánico utilizable por varias especies de insectos acuáticos. Los detritos orgánicos de los ecosistemas lóticos están compuestos primariamente de restos vegetales provenientes de plantas acuáticas que se producen "in situ" o de material que proviene de la vegetación ripiaría. La caracterización de la materia orgánica particulada gruesa permitió detectar dominancia de materiales aloctonos, lo que es esperable para ríos de ordenes lóticos bajos a medios. En ese sentido, la hidrología del río y el régimen de descarga son factores determinantes de la distribución y depósitos de los detritos orgánicos en los lechos de los ríos.

La *materia orgánica* particulada (MOP) de menos de 1mm de diámetro, no puede ser utilizada si esta no se convierte en materia orgánica particulada fina (MOPF), esta última para que esté disponible para los insectos filtradores necesita la implementación de los siguientes mecanismos: abrasión física, *actividad microbiana*, ingestión por invertebrados, colocación directa del MOPF en la fuente de agua y la floculación de la materia orgánica disuelta. Sin

embargo los estudios recientes indican que el complejo **detrito-microorganismo** ha sido subestimado en estos sistemas acuáticos. Pues se ha determinado que la flora microbiana asociada con el detritus orgánico, puede ser extremadamente importante en la nutrición de los animales filtradores que habitan un sistema acuático. Algunos estudios han sugerido que las descargas superficiales a los cuerpos receptores de agua, puede lograr incrementar las poblaciones de *organismos filtradores* presentes en ellos, tal como es el comportamiento de las larvas del mosquito transmisor de la malaria. (J. Bruce Wallace, 1980)

Algunas investigaciones han relacionado los brotes de esta enfermedad con algunos factores climáticos y biológicos; como la calidad y distribución del agua superficial. Se ha afirmado que los picos de algunas enfermedades transmitidas por vectores cuyas larvas se desarrollan en el agua, están relacionadas con anomalías climáticas producidas por eventos como El Niño o La Niña. Es bien conocido que como resultado de la irrigación de extensiones de terreno, se incrementa la habilidad del agua de favorecer el nacimiento de mosquitos, principalmente a consecuencia de la modificación del microclima, así como la simplificación del hábitat. (Oswaldo Paulo Forattini, 1994)

Se cree que *Anopheles albimanus* es la especie que muestra características morfológicas más ancestrales, lo que concuerda con su extensa distribución

geográfica y versatilidad ecológica. Faran (1,980) opinaba que esta especie se diferenció en una etapa temprana de la línea evolutiva común del grupo y que probablemente se originó en Centro América. La distribución de *Anopheles albimanus* se extiende desde la Florida en EEUU hasta el norte del Perú; esta especie también es común en todo el Caribe. *Anopheles albimanus* muestra asimismo una amplia distribución ecológica, como indica la diversidad de sus criaderos de larvas: canteras, huellas de vehículos, canales de drenaje, charcas pequeñas con o sin vegetación acuática, huellas de ganado bovino, acequias de regadíos, dehesas parcialmente inundadas, lagos depósitos de agua y, en ocasiones pequeñas cavidades llenas de agua en las rocas y cangrejales. También es frecuente encontrar larvas en el agua estancada de los riachuelos durante la estación seca. La calidad del agua elegida para la ovipostura tiende a ser variable y oscila desde el agua mansa parcialmente contaminada con algas, hasta los charcos temporales con poco contenido orgánico. Una característica común de muchos hábitats es que deben a la actividad humana en zonas de intensa actividad agrícola o ganadera donde exista vegetación secundaria.

Además de su amplia distribución geográfica y ecológica, *Anopheles albimanus* muestra gran tolerancia hacia variaciones de la composición físico-química del agua. Las larvas toleran una concentración salina máxima equivalente al 50% de la que tiene el agua marina. La tolerancia de *Anopheles albimanus* a los

cambios de concentración del material orgánico, al grado de turbiedad del agua y a la capa de suciedad en su superficie también es grande.

La densidad larvaria del mosquito, longevidad, formas de alimentación, son unos de los factores determinantes en la capacidad del vector, en la transmisión de la enfermedad de la malaria. En ese sentido, el manejo del hábitat acuático del vector, puede contribuir al decrecimiento de la transmisión de la enfermedad. Esto provocado por el acto de ovoposición que contamina los hábitats acuáticos.

La malaria se ha convertido en una enfermedad emergente que se ha incrementado en el mundo en las últimas décadas, como consecuencia de cambios ambientales drásticos, crecimiento de la población, aumento de las migraciones humanas, viajes aéreos, junto con el crecimiento de sitios que favorecen la proliferación de mosquitos vectores. Siendo el *Anopheles albimanus* la especie más abundante de las cinco reportadas del genero *Anopheles* en Cuba. Este vector se encuentra asociado a criaderos permanentes y temporales de agua dulce y salobre como charcos, zanjas, lagunatos, presas, etc., siempre asociado a la vegetación acuática y a la luz solar en el perímetro urbano y zona rural del país, estas condiciones ambientales, también son comunes en Honduras. El mosquito posee un ciclo biológico que incluye cuatro estadios, los cuales son: huevo, larva (estadios I, II, III), pupa y adulto. (Vivian Valdez Miro, 2010)

La Estrategia Global representó un cambio de énfasis, abandonando el enfoque tradicional o de lucha antivectorial para centrarse en el manejo de la ocurrencia de la enfermedad. La Estrategia Mundial del Control de la Malaria (EMCM) se basa en cuatro principios técnicos: 1) diagnóstico temprano y tratamiento inmediato; 2) aplicación de medidas de protección y prevención para el individuo, la familia y la comunidad, incluida la lucha antivectorial; 3) desarrollo de la capacidad para predecir y contener epidemias desde un principio; 4) fortalecimiento de la capacidad local en investigación básica y aplicada para permitir y promover la evaluación regular de la situación de la malaria de un país, teniendo en cuenta los factores ecológicos, sociales y económicos determinantes de la enfermedad. (salud O. P., Situación de los programas de malaria en las Americas)

Hay tres barreras principales para poner en práctica una estrategia eficaz de control de la malaria. La primera está relacionada con la necesidad de modificar la idea imperante en el campo de la salud pública de que la malaria se controla mediante la fumigación con insecticidas, que sólo puede ser realizada por una institución operativa importante. Este modo de pensar no hace sino reforzar la resistencia natural de las instituciones frente al cambio, con la que se han enfrentado todos los participantes en la lucha antimalárica desde 1992.

La segunda limitación importante es la de la reducción drástica de los presupuestos centrales que acompaña al proceso administrativo básico de descentralización de los servicios de salud. Debido a la importancia que se asigna a los servicios locales de salud, la ejecución de la EMCM se beneficiará del proceso de descentralización del sector de la salud. Sin embargo, la reducción drástica de los recursos humanos y presupuestarios que se deriva del proceso se convirtió en una fuerte limitación para poner en marcha dicha estrategia. Otro motivo importante de preocupación es la falta de un control eficaz de vectores o de una medida eficaz para interceptar los vectores a objeto de dar seguimiento y complementar la prevención eficaz de la mortalidad y la reducción de la morbilidad.

El cierre del siglo encuentra a los seres humanos enfrentando una crisis ecológica de escala planetaria, uno de cuyos componentes es, precisamente, la pérdida de la "variedad de la vida" como resultado de la transformación de los hábitats, la contaminación de origen urbano-industrial (especialmente sobre los ecosistemas acuáticos continentales y marino), la sobreexplotación de los recursos y el comercio legal de especies. (Toledo V. M., 1994)

La afectación (gradual o catastrófica) de los hábitats naturales y de otras formas de extinción de especies, es pues un tema que también debe ser analizado. Ello nos obliga a ubicar y entender los patrones de la destrucción, es decir, el

conjunto de factores sociales, económicos, demográficos, culturales, etc., que provocan la desaparición individual o masiva de las especies.

La alteración de los hábitats y la inserción de la actividad humana en los mismos, ha producido que enfermedades como la malaria, hayan proliferado en una cuantía importante en el mundo. Es así, que esta enfermedad causada por el protozooario *Plasmodium vivax* y vehiculada por el mosquito *Anopheles albimanus*, es endémica en nuestro país y afecta primordialmente a la población del norte y oriente; así en 25 municipios se tienen tasas superiores a 1,000 por cada 100,000 habitantes. (Salud O. P., La salud en las Americas, 2007). Este mosquito, descrito por primera vez por Wiedemann en 1820, es una especie vectora abundante en elevaciones de 100 metros sobre el nivel del mar, y es mayormente abundante en las planicies costeras o rutas acuáticas que se dirigen hacia estas (Bejarano., 2003) Las principales determinantes ambientales del país y específicamente en el Valle de Comayagua, que inciden en la salud, son: el nivel de manejo de los desechos sólidos y la contaminación del agua, este ultimo un elemento muy importante en el desarrollo del ciclo biológico del mosquito transmisor de la malaria que es nuestro objeto de estudio.

En años recientes, la estratificación epidemiológica de la malaria en las Américas ha orientado la integración de la detección de casos, y del diagnóstico

y tratamiento inmediato en los servicios de salud locales. Los servicios de salud locales, que incluyen la red de trabajadores comunitarios, tuvieron una alta eficiencia de diagnóstico, pues confirmaron 10,6% de los casos presuntos, en tanto que la vigilancia activa sigue teniendo una eficiencia baja en materia de diagnóstico y un costo operativo elevado, ya que apenas confirmó 2,2% de los casos de «*fiebre reciente*». Prosiguen los esfuerzos dirigidos a mejorar el diagnóstico parasitológico en los servicios generales de salud, para lo cual se imparte capacitación sobre diagnóstico de la malaria a los técnicos de laboratorio y se reasigna a los microscopistas capacitados. No obstante, la detección corriente de casos activos sigue ocupando casi 32% de los recursos de microscopía que los países dedican a la malaria, pese a reconocerse su baja eficiencia.

Lastimosamente en nuestro país, se han implementado estrategias que no han tenido el impacto esperado, tales como la distribución gratuita de mosquiteros impregnados con insecticidas, focalizadas a mujeres embarazadas y niños menores de 5 años viviendo en comunidades de alta transmisión, a sabiendas de las repercusiones crónicas que estos productos tienen sobre la población expuesta. Estas estrategias son del tipo puntual y no se han acompañado con la búsqueda activa de pacientes febriles, así como el debilitamiento de la participación social en el abordaje de la enfermedad. A esto se abona, el recorte presupuestario de la Secretaría de Salud, para darle la continuidad a las

estrategias antimalaria implementadas, incluyendo la importante vigilancia entomológica. (Gobierno de Honduras, 2010)

El Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola (CEDA), es una dependencia de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la República de Honduras. Se encuentra ubicado a 5 Kms al noreste de la ciudad de Comayagua. Este centro posee las condiciones de infraestructura para la realización de eventos de capacitación que demanden empresas e instituciones públicas y privadas del país. También el CEDA programa y organiza eventos de capacitación con el propósito de fortalecer las necesidades de conocimientos agropecuarios a técnicos, productores y profesionales agrícolas del país. Para el desarrollo de esta labor, posee 25 manzanas de tierra de labranza y 16 lagunas, de las cuales, 12 son usadas para el almacenamiento de agua para la irrigación, y que son alimentadas por el Río Selguapa y 4 son lagunas de oxidación de residuos domésticos que genera este centro de capacitación.

El propósito de este estudio, es el de caracterizar la dinámica de una población vectorial y su relación con el entorno. Sus resultados posibilitan el establecimiento de métodos eficaces en el control de las enfermedades de gran influencia sobre la salud humana, lo que según la Organización Mundial de la Salud, es muy importante al elegir las medidas apropiadas de lucha química, captura de ejemplares para el análisis de la sangre ingerida, determinación de las tasas de infección y la clasificación de la población por edades, entre otros.

En este sentido en la actualidad los estudios destinados a caracterizar ecológicamente los vectores de la malaria tienen una gran relevancia en la eficacia de los programas de control en diversas regiones del planeta.

Con la presente investigación, se pretende conocer el posible replanteamiento de la lucha contra la malaria, tomando como fundamento el índice de infestación larvaria del mosquito *Anopheles albimanus* y la relación con los parámetros bacteriológicos del agua del reservorio en donde se desarrollan. Es decir, conociendo el comportamiento de estos parámetros, se pretende provocar la alteración del ciclo biológico de manera artificial o natural y de esta forma interrumpirlo lo que propiciará un replanteamiento de las estrategias a seguir en la lucha contra la malaria en la Región Sanitaria Departamental de Comayagua.

HIPOTESIS

Se determina como hipótesis para el presente estudio, que *existe relación positiva* (r de Pearson igual o cercana a 1) entre el índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* y la contaminación bacteriológica por Coliformes Totales, Coliformes fecales y *Escherichia coli*.

IV. METODOLOGIA.

A. DISEÑO METODOLOGICO.

El Postgrado de Salud Pública (POSAP) cuya misión es ser la unidad académica líder en la formación de recursos humanos en el campo de la salud pública, de la Facultad de Ciencias Medicas de la UNAH, promueve a los maestrantes a participar en proyectos y propuestas de investigación para realizar sus tesis de grado y así contribuir en la incidencia de toma de decisiones efectivas y oportunas para mejorar la problemática de salud de nuestro país.

El estudio es del tipo *descriptivo transversal de asociación* cuya unidad de análisis son los *reservorios de aguas* (lagunas) que se han convertido en focos de desarrollo del ciclo biológico del mosquito transmisor de la malaria. Los objetos de análisis fueron el índice de infestación larvaria y la contaminación microbiológica por coliformes. El cálculo estadístico del coeficiente de correlación define la fuerza de la relación lineal entre dos variables que fueron objetos del presente estudio (*índice de infestación larvaria y cantidad de bacterias coliformes*).

El Universo de esta investigación, fueron todas las lagunas de irrigación que se encuentran en el Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola (CEDA) dependencia de la Secretaría de Agricultura (SAG) ubicado en el municipio de Comayagua, departamento de Comayagua. La muestra fué por conveniencia 11 cuerpos de agua permanente (lagunas para irrigación) ubicadas dentro de un perímetro de 25 manzanas de tierra que son propiedad de dicho centro de entrenamiento. De estas 11 lagunas de irrigación que poseen los criterios de inclusión, solamente pudieron ser monitoreadas 8, ya que las 3 restantes se encontraban sin agua al momento de nuestro monitoreo. La conveniencia mencionada anteriormente se determina por el acceso físico a estas lagunas de irrigación en el complejo de capacitación anteriormente mencionado, además de que el índice larvario que históricamente ha levantado la sección de entomología de la región sanitaria departamental de Comayagua, es de uno por cada una de ellas, ya que las lagunas de oxidación que el CEDA posee, no son objetos de estudios entomológicos.

Entre los criterios de selección de los objetos de estudio, y específicamente a los criterios de inclusión, se tienen:

- Todas las lagunas del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola del Valle de Comayagua que reciben aguas del Río Selguapa y cuya agua almacenada se utiliza para la irrigación.

- Laguna con agua almacenada usada para irrigación que tengan lechos y periferia de tierra.

Se determina como criterios de exclusión:

- Lagunas del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola del Valle de Comayagua que si reciben aguas del Río Selguapa y cuya agua se utiliza para la oxidación de desechos domésticos.
- Lagunas de aguas usadas para irrigación que tengan revestimientos periféricos de cemento.

Se deberá entender que los objetos de estudio, son las lagunas del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola del Valle de Comayagua que reciben aguas del Río Selguapa y cuya agua se utiliza para la irrigación y que poseen lechos y periferia de tierra.

El procesamiento de muestras y la recolección de la información se hicieron, previa capacitación del personal de laboratorio y campo de la Región Sanitaria de Comayagua, a través de instrumentos de observación y de medición para el cálculo de los índices. Es de hacer notar que el inconveniente de no haber podido incluir mediciones en los cuerpos de agua tales como pH, Temperatura,

etc., produjo un sesgo de información, con el objeto de que al incorporarse al presente estudio hubiesen podido enriquecer esta investigación.

B. PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRAS.

Como aspectos éticos de la investigación con el tema: "Caracterización bacteriológica del agua de las lagunas de irrigación y su relación con el índice de infestación larvaria por el mosquito *Anopheles albimanus* en dichos cuerpos. Comayagua. Septiembre 2011" se tomó la legitimidad moral y con los valores y principios bioéticos tales como:

- Responsabilidad en que los métodos utilizados para la toma de las muestras se harán mediante las normas de Calidad ya establecidas y para la confiabilidad del estudio sea legítimo para propuestas de solución a la problemática planteada.
- La investigación tuvo como elemento bioética el derecho a la salud, ya que los investigadores son personas que laboran en el estado, la academia y al mismo tiempo son partes de la sociedad organizada.
- En este tipo de estudio los riesgos son mínimo para sus participantes

Mientras que el análisis bivariado, se hizo a través de la Regresión Lineal simple en donde la exposición a la contaminación (Coliformes totales / Coliformes fecales / *Escherichia coli*) y desenlace índice de infestación larvaria

determinan la asociación por medio de un coeficiente de correlación de Pearson (r).

C. PROCEDIMIENTOS DE LA TOMA DE MUESTRAS PARA ANALISIS ENTOMOLOGICO Y MICROBIOLOGICO.

La metodología de muestreo en los cuerpos de agua para determinar la densidad larvaria, es la que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), utilizando un cucharon de 250 cm³, el cual se sumerge 3 veces cada 10 metros en una área de 1 metro cuadrado. Ver Anexo H.

Para la determinación del índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* en campo, se realizó, una toma de muestra a la derecha, otra a la izquierda y una al centro dirigiéndolas si no hay vegetación en la unión agua suelo con un movimiento de succión con el deeper y no por rebosamiento.

Debiendo tomar las siguientes precauciones:

- ▶ Cuando hay vegetación la cucharonada se realiza en forma transversal a la corona de la vegetación ya sea sumergida o acuática que tiene el criadero.
- ▶ La técnica para la realización de las caladas se hace haciendo un pequeño remolino con el beeper para que las larvas no se dispersen al momento de realizar la captura.
- ▶ Las caladas realizadas se registran en el formato de pesquisa larvaria EN-2, registrando las larvas que se observen en cada calada siendo este de I, II, III,

y IV estadio mas las pupas, incluyendo en la pesquisa las larvas del grupo culicinio.

El cálculo matemático del Índice Larvario Joven por Laguna, se hizo utilizando la siguiente formula:

$$\frac{\text{Larvas de I+II estadio} \times *100}{\text{Numero de cucharonadas}} = \text{Índice de larvas jóvenes. (Larvas por m}^2\text{)}$$

*Factor usado para equiparar dado que el deeper estándar cubre una centésima parte de un mt²

El cálculo matemático del Índice Larvario maduro por Laguna, se hizo utilizando la siguiente formula:

$$\frac{\text{Larvas de III + IV estadio} \times *100}{\text{Numero de cucharonadas}} = \text{índice de larvas maduras. (Larvas por m}^2\text{)}$$

*Factor usado para equiparar dado que el deeper estándar cubre una centésima parte de un mt²

El cálculo matemático del Índice Larvario absoluto por Laguna, se hizo utilizando la siguiente formula:

$$\frac{\text{Larvas de I estadio + II estadio + Pupas} \times *100}{\text{Numero de cucharonadas}} = \text{Índice larvario absoluto}$$

*Factor usado para equiparar dado que el deeper estándar cubre una centésima parte de un mt²

La toma de muestras de agua para la determinación de los parámetros microbiológicos, siguió el siguiente proceso:

- Se realizaron 4 tomas de muestras de agua, referenciadas al norte, sur este y oeste de cada laguna, sumergiendo el deeper a 30 cm de la superficie, en el mismo lugar de la captura de las larvas del mosquito, evitando incluir como parte de dichas muestras las larvas y pupas del vector.
- La cantidad de muestra fué de una porción mínima de 100 ml colocándose en una bolsa de plástico estéril sin Tiosulfato de Sodio (ya que esta sustancia solamente se usa para bloquear la acción del cloro cuando se supone que este está presente en las muestras de agua).
- La muestra se rotuló con los datos de la laguna de procedencia, se refrigeró en termos portátiles (2 a 6 grados Celsius) y se trasladó al laboratorio de la Región Sanitaria Departamental de Comayagua para realizar los análisis microbiológicos de los parámetros coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, mediante la técnica descrita por la literatura del STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER.

La realización de los análisis microbiológicos de las muestras de agua, siguió los siguientes pasos:

- a) Con un paño humedecido con Fenol al 1%, se realizó el proceso de desinfección de la superficie de trabajo, esperando que seque dicha superficie.
- b) Se enciende un mechero Bunsen o alcohol en el mesón de trabajo.

- c) Se extrajeron las placas de Petrifilm ^{MR} del contenedor laminado refrigerado a temperatura ambiente por lo menos 10 minutos antes del sembrado de las muestras.
 - d) La placa de Petrifilm, se rotuló con los datos siguientes: número de la laguna, orientación cardinal (norte / sur/ este/ oeste), hora de la toma de muestra, fecha de la toma muestra y responsable toma muestra.
 - e) Con una jeringa estéril de un (1) mililitro sin aguja se extrajo la totalidad de su capacidad con el agua de la muestra de la laguna respectiva.
 - f) Se levantó el protector de la placa Petrifilm y se vertió el contenido de la jeringa en el medio mencionado.
 - g) Se colocó la placa sembrada con el agua problema en la incubadora a 37 grados Celsius y se mantuvo en ese lugar por 24 horas.
 - h) Se extrajeron las placas de la incubadora y con un marcador indeleble punto fino se hacen los recuentos de colonias según las características siguientes:
 - i. Coliformes Totales: Colonias de color rosado sin halo de gas a su alrededor.
 - ii. Coliformes fecales: Colonias de color rosado con halo de gas a su alrededor.
 - iii. *Escherichia coli*: Colonias de color azul con halo de gas a su alrededor.
 - i) De cada laguna, se sacó el promedio de cada parámetro microbiológico tomando en cuenta las placas de Petrifilm por orientación cardinal y se reporta en el formato respectivo.
- El análisis de los resultados entomológicos y microbiológicos obtenidos, siguió la siguiente mecánica:

- Reunión con el técnico analista para explicar sobre lo requerido en el análisis estadístico de los datos obtenidos en el laboratorio y en campo.
- Instalación del programa computarizado SPSS (versión 18).
- Inserción de los datos en campo (índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*) y en el laboratorio (conteo microbiano por Coliformes Totales, Coliformes fecales y *E coli*)
- Análisis computarizado de los datos.
- Análisis técnico por el responsable de la investigación de los datos obtenidos.

Previo a la realización del presente estudio, se realizaron algunas adecuaciones administrativas institucionales, entre las cuales podemos mencionar:

- Entrevista personal con el director del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola (CEDA) para la explicación de las razones del estudio.
- Elaboración y entrega de solicitud formal al director del CEDA para la autorización del permiso de entrada a las instalaciones para realizar los monitoreos en las fechas programadas.
- Entrevista personal con el director de la Región Sanitaria Departamental para la explicación de las razones del estudio.
- Entrega de solicitud formal del director de la Región Sanitaria Departamental para la autorización del permiso respectivo para el procesamiento de las

muestras de agua recolectadas en las fechas programadas en las instalaciones del laboratorio departamental.

- ✓ Elaboración y entrega de solicitud formal al director de la Región Sanitaria Departamental; para la autorización del permiso respectivo y facilitar el apoyo del personal de la unidad de entomología de la Región Sanitaria para el acompañamiento en el levantamiento del índice de infestación larvaria en las lagunas seleccionadas según programación.

Así, mismo previo al estudio, se realizaron adecuaciones administrativas de adquisición de insumos y materiales, tales como:

- ✓ Cotización y compra de los insumos de Petrifilm para análisis bacteriológicos.
- ✓ Cotización y compra de los insumos de jeringas de 1 ml, Fenol, alcohol, bolsa estériles sin Tiosulfato de Sodio.
- ✓ Fotocopia de los formatos de levantamientos de índices de infestación larvarios (EN-2) para recolección de la información.
- ✓ Fotocopia de los formatos de reporte de calidad de agua (CA-2) para recolección de la información del conteo bacteriano.

V. RESULTADOS.

El procedimiento metodológico, explicado anteriormente, fue llevado en su totalidad, contando para ello, la experticia del personal de la sección de entomología de la Región Sanitaria Departamental de Comayagua, así como del laboratorio de esta institución para realizar la presente investigación.

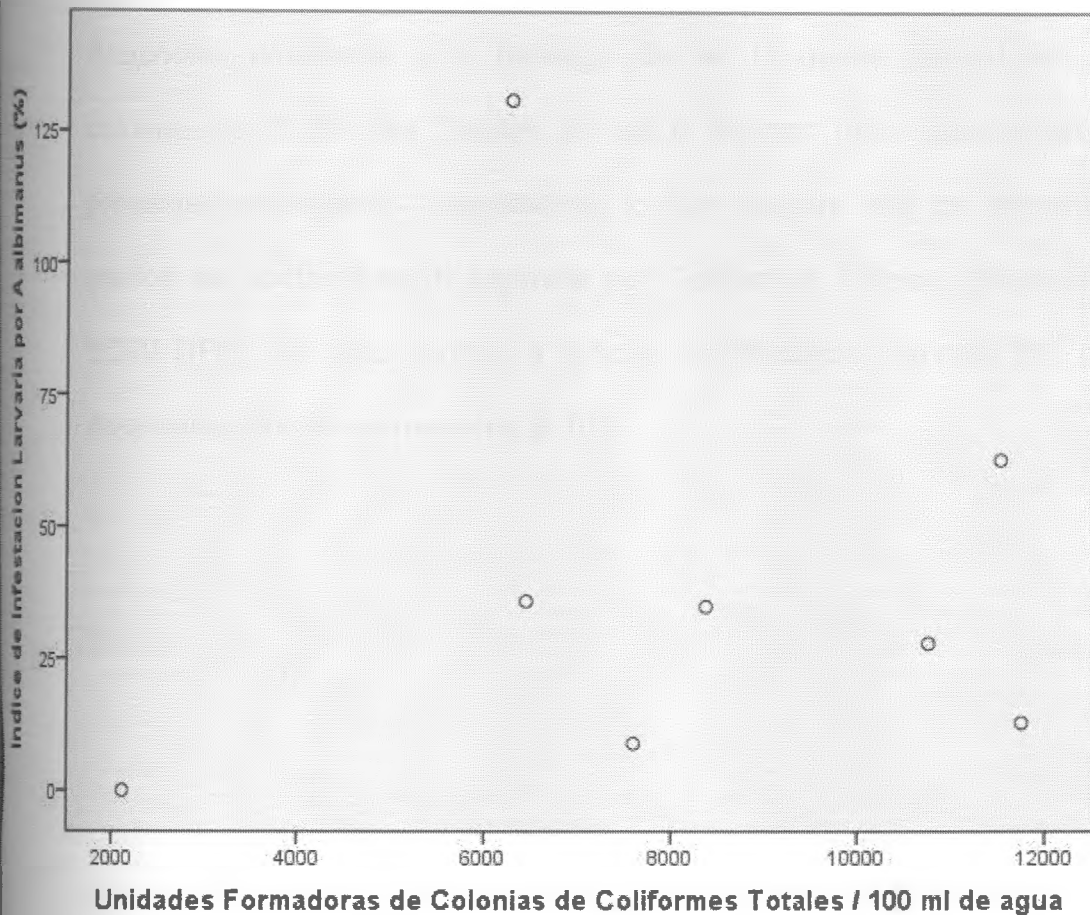
TABLA .1: ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR COLIFORMES TOTALES. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. SEPTIEMBRE 2011.

LAGUNA	ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA (%)	*U.F.C. DE COLIFORMES TOTALES / 100 ml Agua
1	28	10,755
2	9	7,600
3	13	11,750
4	63	11,525
5	0	2,125
6	35	8,375
7	131	6,300
8	36	6,450

Fuente: Instrumentos de Recolección de Información de la Investigación.
*U.F.C. Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de agua.

1. La tabla 1, revela que a excepción de la laguna 5, todos estos cuerpos de agua, presentan índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* mayores del 5%.
2. En la tabla 1, se determina que solamente la laguna 7, posee índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* por encima del 100%.
3. La tabla 1, describe la coincidencia en el hallazgo del menor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* (0%), con la menor cantidad de Coliformes Totales encontrados en las lagunas investigadas.

GRÁFICA 1: CORRELACIÓN LINEAL ENTRE ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR COLIFORMES TOTALES. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. SEPTIEMBRE 2011.



fuente: Hoja de Resultados de Programa Estadístico SPSS (Versión 18).

1. La gráfica 1, revela la dispersión de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo

de las Unidades formadoras de colonias de Coliformes Totales en las 8 lagunas monitoreadas en la presente investigación.

2. La gráfica 1, muestra un agrupamiento hacia la *derecha inferior* de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo de las Unidades formadoras de colonias de Coliformes Totales en las 8 lagunas monitoreadas en la presente investigación (Resultados), lo que muestra que los diferentes grados de contaminación orgánica por Coliformes Totales (mayores a 6,000 UFC), se circunscriben a índices de infestación larvaria (%) por *Anopheles albimanus* menores al 70%.

TABLA .2: ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR COLIFORMES FECALES. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. SEPTIEMBRE 2011.

LAGUNA	ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA (%)	*U.F.C. DE COLIFORMES FECALES / 100 ml Agua
1	28	4,225
2	9	3,375
3	13	4,200
4	63	5,150
5	0	95
6	35	1,650
7	131	1,600
8	36	1,050

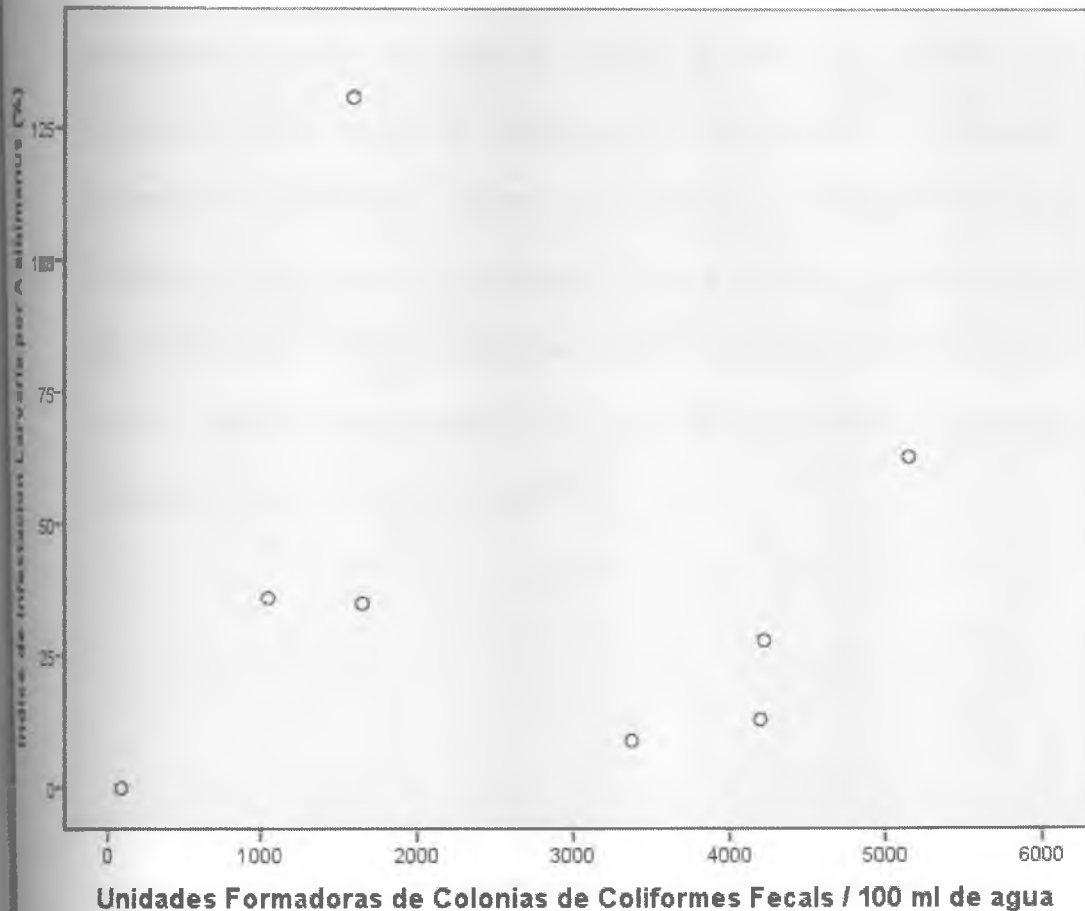
ente: Instrumentos de Recolección de Información de la Investigación.

FC: Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de agua.

1. La tabla 2, revela que a excepción de la laguna 5, todos estos cuerpos de agua, presentan índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* mayores del 5%.
2. En la tabla 2, se determina que solamente la laguna 7, posee índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* por encima del 100%.

3. La tabla 2, describe la coincidencia en el hallazgo del menor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* (0%), con la menor cantidad de Coliformes Fecales encontrados en las lagunas investigadas.
4. En la tabla 2, muestra que en 3 lagunas monitoreadas (No.1, No.3 y No.4), la contaminación por Coliformes Fecales es mayor a 4,000 Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de agua, datos que no coinciden con el mayor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, descrito en el inciso anterior.

GRÁFICA .2: CORRELACIÓN LINEAL ENTRE EL ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR COLIFORMES FECALES. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. 05 SEPTIEMBRE 2011.



fuente: Hoja de Resultados de Programa Estadístico SPSS (Versión 18).

1. La gráfica 2, revela la dispersión de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo de las Unidades formadoras de colonias de Coliformes Fecales en las 8

lagunas monitoreadas en la presente investigación, lo que nos muestra en forma general que no existe una relación directa entre las dos variables anteriormente mencionadas.

2. La gráfica 2, muestra un *dispersión heterogénea en el nivel inferior* de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo de las Unidades formadoras de colonias de Coliformes Totales en las 8 lagunas monitoreadas en la presente investigación. A excepción de una laguna, el comportamiento del número de Coliformes fecales varían de forma indistinta (mayor o menor), siempre relacionado con un índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* menor de 70%.

TABLA. 3: ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR *Escherichia coli*. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. SEPTIEMBRE 2011.

LAGUNA	ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA (%)	U.F.C. DE <i>E. coli</i> / 100 ml Agua
1	28	850
2	9	460
3	13	125
4	63	600
5	0	75
6	35	0
7	131	0
8	36	0

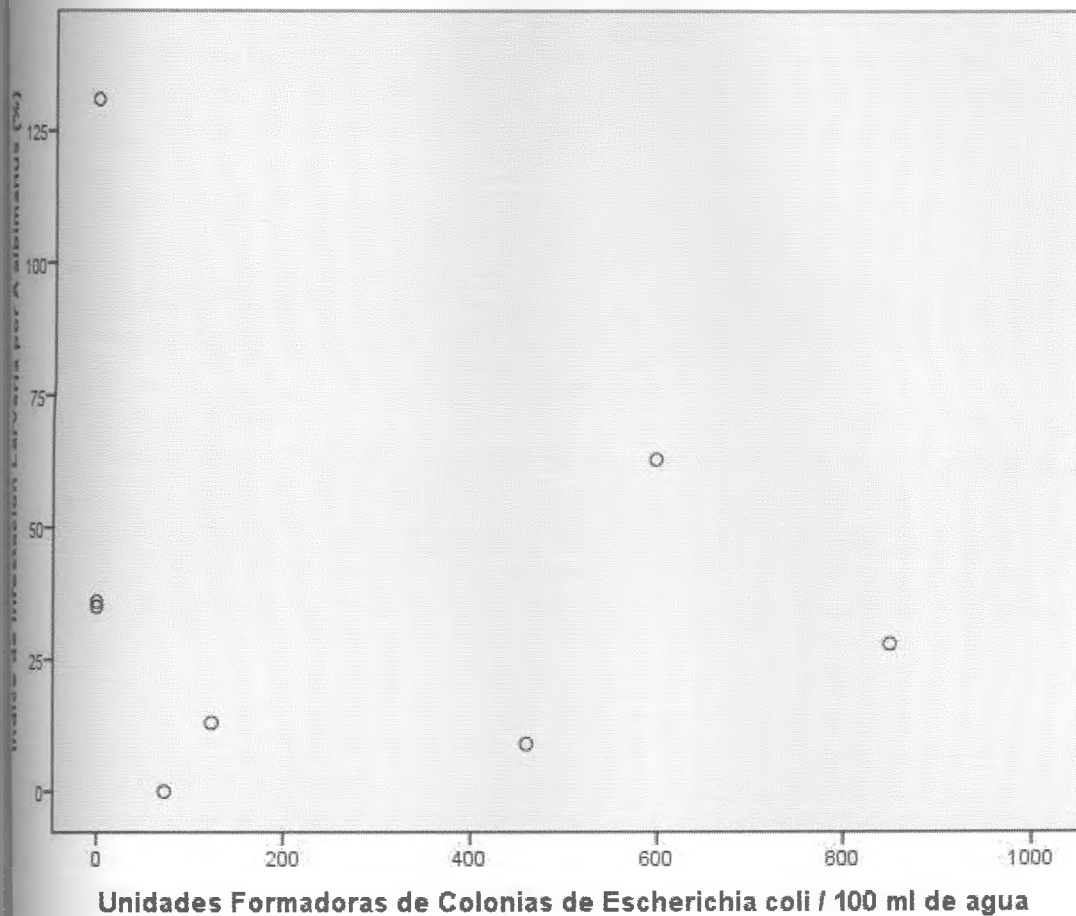
Nota: Instrumentos de Recolección de Información de la Investigación.

U.F.C. Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de agua.

1. En la tabla 3, muestra que en 3 lagunas monitoreadas (1, 2 y 4), la contaminación por *Escherichia coli* es mayor a 400 Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de agua, datos que no coinciden con el mayor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, descrito en el inciso anterior.

2. La tabla 3, describe que no coincide el hallazgo del menor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, (0%), con la menor cantidad de *Escherichia coli* encontradas.

GRÁFICA. 3: CORRELACIÓN LINEAL ENTRE EL ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR *Escherichia coli*. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. 05 SEPTIEMBRE 2011.



de: Hoja de Resultados de Programa Estadístico SPSS (Versión 18).

1. La gráfica 3, revela una dispersión de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo de las Unidades Formadoras de *Escherichia coli* en las 8

lagunas monitoreadas en la presente investigación, lo que muestra que ya sea menor o mayor la contaminación por esta bacteria, los índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* (menor del 75%) se comportan de manera no relacional a la primera.

TABLA 4: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON (r) ENTRE EL ÍNDICE DE INFESTACION LARVARIA POR *Anopheles albimanus* DE LAS LAGUNAS INVESTIGADAS Y LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA POR COLIFORMES. CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRÍCOLA. COMAYAGUA. SEPTIEMBRE 2011.

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO (*U.F.C / 100 ml)	CORRELACIÓN DE PEARSON (r) CON LOS ÍNDICES DE INFESTACION LARVIARIAS POR <i>A. albimanus</i> (%)
Coliformes Totales	0.046
Coliformes Fecales	-0.014
<i>Escherichia coli</i>	-0.163

fuente: Hoja de Resultados de Programa Estadístico SPSS (Versión 18).
 *FC: Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de agua.

1. En la tabla 4, se muestra que la correlación de Pearson (r) entre el parámetro Coliformes Totales y el índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* es de **0.046**, lo que en términos estadísticos significa que *no existe relación* alguna entre las variables anteriormente mencionadas.
2. En la tabla 4, se muestra que la correlación de Pearson (r) entre el parámetro Coliformes Fecales y el índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* es de **-0.014**, lo que en términos estadísticos significa que *no existe relación* alguna entre las variables anteriormente mencionadas.

3. En la tabla 4, se muestra que la correlación de Pearson (r) entre el parámetro Coliformes Totales y el índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* es de **-0.163**, lo que en términos estadísticos significa que *no existe relación* alguna entre las variables anteriormente mencionadas.

VI. ANALISIS DE RESULTADOS.

Como normativa epidemiológica en la Secretaría de Salud de la República de Honduras, se determina que los valores por encima del 5% en cuanto al índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, hace convertirse a las lagunas en potencialmente riesgosas para el desarrollo del vector de la malaria y por lo tanto sujetas a intervención según la normativa técnica específica, haciendo énfasis en actividades tendientes a la limpieza de la maleza de los alrededores del cuerpo de agua investigado, así como del tratamiento biológico con *Bacillus thuringiensis* (BTI).

De forma importante la presente investigación demuestra laboratorialmente una alta contaminación bacteriológica de las aguas usadas para la irrigación. Y que lamentablemente revelan una creciente degradación microbiana de las fuentes que las alimentan, como lo son los ríos. Pues estos al pasar por los grupos poblacionales (aldeas, ciudades, etc.) reciben sin ningún tratamiento, los residuos domésticos generados por sus habitantes

Los índices de infestación resultantes en una de las lagunas investigadas fueron de más del 100%, hallazgo alarmante desde el punto de vista epidemiológico.

Se demuestra que no existe coincidencia entre el mayor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* y los hallazgos mayores de Coliformes Totales, elemento contrario a lo que esperaba encontrar en esta investigación. Es decir no se encontró relación directamente proporcional de estas dos variables, puesto que determina más bien la relación inversamente proporcional de las mismas.

Se describe la coincidencia en el hallazgo del menor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, (0%), con la menor cantidad de Coliformes Totales encontradas en las lagunas investigadas.

Se revela la dispersión de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo de las Unidades formadoras de colonias de Coliformes Totales en las 8 lagunas monitoreadas en la presente investigación, lo que nos muestra en forma general que no existe una relación directa entre las dos variables anteriormente mencionadas.

Se demuestra que los diferentes grados de contaminación orgánica por Coliformes Totales (mayores a 6,000 UFC), se circunscriben a índices de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* menores al 70%. Por lo que podría deducir un efecto negativo de la contaminación por coliformes totales, sobre el ciclo biológico del mosquito *A. albimanus*.

No hay coincidencia entre los mayores valores del hallazgo de Coliformes Totales y los mayores índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*.

Tomando en cuenta que el hallazgo de que los coliformes fecales, refiere a la presencia de materia orgánica de origen de animal de sangre caliente, esto permite suponer la relación negativa que pudiese provocar el *incremento* de este elemento del agua en el ciclo biológico del vector investigado.

Se describe que coincide el hallazgo del menor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, (0%), con la menor cantidad de Coliformes fecales encontradas. Tomando en cuenta que el hallazgo de que los coliformes fecales, refiere a la presencia de materia orgánica de origen de animal de sangre caliente, esto permite suponer la relación positiva que pudiese provocar el *disminución* de este elemento del agua en el ciclo biológico del vector investigado.

Se demuestra que el comportamiento del número de Coliformes fecales varían de forma indistinta (mayor o menor), siempre relacionado con un índice de infestación larvaria menor al 70% en las 8 lagunas investigadas.

Los resultados laboratoriales en 3 lagunas monitoreadas (1, 2 y 4), muestran que la contaminación por *Escherichia coli* es mayor a 400 Unidades

Formadoras de Colonias por 100 ml de agua, datos que no coinciden con el mayor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, que estos mismos cuerpos de agua presentaron.

Se describe que no coincide el hallazgo del menor índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*, (0%), con la menor cantidad de *Escherichia coli* encontradas en las lagunas investigadas.

Se revela una dispersión de las correlaciones entre los datos del índice de infestación larvaria (%) de *Anopheles albimanus* y el hallazgo de las unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli* en las 8 lagunas monitoreadas en la presente investigación, lo que muestra que ya sea menor o mayor la contaminación por esta bacteria, los índices de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* (menor del 75%) se comportan de manera no relacional a la primera.

La relación se muestra directamente proporcional entre la cantidad de Coliformes Totales y el índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* en su punto mínimo y máximo entre estas dos variables. Tomando en cuenta del significado del hallazgo de coliformes totales (materia orgánica de origen desconocido), se puede inducir que existe un efecto negativo o positivo de esta variable en el ciclo biológico del mosquito.

VII. CONCLUSIONES.

1. No hay correlación entre las variables analizadas en el presente estudio, esto comprueba el hecho de que existen otros factores en el agua que no formaron parte de esta investigación (salinidad, pluviosidad, sombra, luz, etc.) pero que si intervienen en el ciclo biológico del mosquito *Anopheles albimanus*.
2. Se concluye de que existe algún grado de *relación no estadística* del parámetro Coliforme Total en la variable índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus*. Por lo anterior, la materia orgánica de origen desconocido, es la que pudiese incidir en el ciclo biológico del mosquito en mención.
3. La alta incidencia de bacterias que constituyen el grupo de Coliformes Fecales y específicamente la *Escherichia coli*, tienen un efecto negativo sobre el ciclo biológico del *Anopheles albimanus*, presumiblemente por la acción de la producción de metabolitos de desecho (ácido como producto de la descomposición de los carbohidratos) que perjudican el desarrollo del vector investigado. Puede ser que estos grupos bacterianos sean sustratos alimenticios de los estadios larvarios del vector, pero su concentración excesiva afecta de una manera indeterminada (por los alcances de este estudio) el desarrollo del mosquito.

4. El hecho de que en presente estudio, no se demuestre la relación estadística a través del Coeficiente de Pearson (r) entre las variables estudiadas, no significa que pudiesen o no existir elementos de *causalidad* entre las variables estudiadas.
5. Con los elementos esgrimidos en el marco teórico de esta investigación, se puede concluir que la contaminación microbiológica en los cuerpos de agua en donde las larvas del mosquito *Anopheles albimanus* se desarrolla, está interfiriendo en forma *negativa* en el ciclo biológico de este vector. Esto comprueba en cierta manera el mecanismo de control biológico por *Bacillus thurigiencis* (BTI) sobre las larvas del *A. albimanus*.
6. La contaminación de los cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos, lagunas, etc.) revela un impacto negativo sobre el desarrollo humano desde el punto de vista de la equidad. El hombre supone que estos espejos de agua, deben de depurar y asimilar la contaminación orgánica producida por el mismo, a sabiendas de que estos factores producen riesgo y enfermedad en la población y sobre todo aquel sector de la población que vive de lo que estos cuerpos de agua producen o que no tienen acceso a la recreación acuática privada, lo cual provoca un aumento en el gradiente de exclusión e inequidad de las personas que menos recursos tienen.
7. Es necesario, para poder determinar relaciones de causalidad con la variable índice de infestación larvaria por *Anopheles albimanus* que se incorporen otras variables que no forman parte del presente estudio

8. Tomando en cuenta los elementos que conforman el derecho a la salud (disponibilidad, accesibilidad, aceptabilidad y calidad) y el cumplimiento de *obligaciones básicas* referentes al nivel mínimo esencial del derecho, en las que se estipula el mejoramiento del ambiente, se concluye una violación a permitir el desarrollo humano, pero sin degradar su entorno, permitiendo el aumento de los riesgos y enfermedades relacionadas con este.

VIII. RECOMENDACIONES.

1. Es necesario, la implementación y el fortalecimiento de políticas públicas que permitan evitar el deterioro de los entornos humanos, sin perjudicar el desarrollo de los mismos. Teniendo como evidencia científica a través de la formación y fortalecimiento del recurso humano institucional (entomólogos).
2. La vigilancia entomológica de la transmisión de la malaria en nuestro país, no ha sido considerada como una herramienta importante en la toma de decisiones para la formulación de políticas públicas que evidencien los riesgos de las poblaciones en donde se hace uso de cuerpos de agua para su desarrollo económico. Este tipo de vigilancia ha comprobado ser de gran utilidad en la prevención de las enfermedades transmitidas por vectores y que en nuestro país, no ha sido adecuadamente considerada al momento de enfrentar brotes o emergencias provocadas por estas enfermedades. Por lo tanto es necesario, no solamente el fortalecimiento de estas unidades entomológicas al interior de la Secretaria de Salud, sino también que sus recomendaciones tengan el apoyo político gerencial de la institución en el abordaje de las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV).
3. Se recomienda hacer un estudio longitudinal de cohorte que pudiese abarcar diferentes estaciones del año, ya que esto permitiría convalidar lo que la presente investigación ha inferido con un análisis transversal.

4. El hombre en su afán del mejoramiento económico particular o colectivo ha deteriorado (y sigue haciéndolo) el ambiente y con esto la proliferación de enfermedades desarrolladas por esta situación. Es necesario que se implementen políticas de educación que permitan informar y formar a nuestros niños, sobre los elementos a considerar para lograr un equilibrio entre las actividades económicas humanas y el buen manejo de los ecosistemas en donde estas se desarrollan

IX. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- **Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo / Sistema de naciones Unidas / Gobierno de Honduras. Sinopsis. Tercer Informe de País. Objetivos de Desarrollo del Milenio Honduras. 2010. X Media. Tegucigalpa. D.C. 2010.**
- 2.- **Aguilera Lucita, Reyes Mayra, Marquetti María del Carmen, Valdés Vivian, Navarro Agustín.** Sucesión ecológica de las especies de mosquitos en el municipio Boyeros, Ciudad de la Habana 1994-1996. Revista cubana de Medicina Tropical 2000; 52(2): 138-44. 2000
- 3.- **Aguirre Ramírez Néstor Jaime, Mejía Ruiz Roberto, Múnera María Constanza.** Variación Nictemeral de la Calidad del Agua en la Lagunas de Estabilización del Municipio de la Ceja, Antioquia. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. 2007.
4. - **A. J. McMichael, M Neira, R Bertollini, D Campbell-Lendrun, S Hales.** Climate change: a time of need and opportunity for the health sector. The Lancet Vol. 374; 374: 2123-25 (Viewpoint). The Lancet Vol. 374; 374: 2123-25 (Viewpoint).2009.
- 5.- **Alba-Tercedor Javier.** Macro invertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería. 1996, Vol. II: 203-213. ISBN: 84-7840-262-4. 1996.

- 6.- **Astaiza Rodrigo, Murillo Cesar, Fajardo Paulina.** Biología de *Anopheles* (*Kerteszia*) *neivai* H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) en la costa pacífica de Colombia. Fluctuación de la población adulta. Rev. Saude publ., S. Paulo, 22:101-8, 1988. 1988.
- 7.- **Bejarano Eduar E.** Occurrence of the Malaria Vector *Anophles albimanus* Wiedemman (díptera: Culicidae) in Isla Fuerte, Colombia. Neo tropical Entomolgy 32(3): 517-518(2003). 2003.
- 8.- **Botero L., Zambrano J.L, Oliveros C., León D., Sarcos M. y Martínez M.** Calidad microbiológica del agua de un sistema de lagunas de estabilización a ser empleada en la irrigación. Revista de facultad de Agronomía. 2002, 19: 312-323. 2002.
- 9.- **Cáceres G, José Luis.** Malaria antes y después de la cura radical masiva en el Estado de Sucre, Venezuela. Boletín de Malariología y Salud Ambiental. Vol. 48, No.1. Paginas 83-90. Junio 2008
- 10.- **Cara Barbosa Monteiro., Simone. Voltolini, Julio Cesar.** Effect of larval rearing water on *Aedes aegypti* oviposition in the laboratory. Revista de la Sociedad Brasileña de Medicina Tropical 41(5): 515-517. Año. 2008.
- 11.- **Comentarios a Ulrich Beck.** La Sociedad del Riesgo Global. 2010.
- 12.- **Ciencia y Tecnología.** El Agua en Honduras: Diagnostico y Perspectivas. Publicación Bianual de Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Editorial Universitaria. 2008.

13. - **Cummins Kenneth W., Merritt Richard W.** An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company Third Edition.
14. - **Unidad de Vigilancia Entomológica / Dirección General de Vigilancia de la Salud / Secretaria de Salud de la República de Honduras** Compendio de Claves taxonómicas en Entomología para Centro América y Panamá. 2007
15. - **Chapman Donald y Demory Robert.** Seasonal changes in the food ingested by aquatic insect larvae and nymphs in two Oregon streams. 1963. N.C Macroinvertebrate Ecology
16. - **Devine Gregor, Zamora Perea Elvira, Killen Gerry, Stancil Jeffrey, Clark Suzanne y Morrison Amy.** Using adult mosquitoes to transfer insecticides to *Aedes aegypti* larval habitats. Barry J. Beaty, Colorado State University, Fort Collins, CO. Proceeding of the National Academy of Science of the United States of Americas - PNAS (www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0901369106). 2009.
17. - **Forattini Oswaldo Paulo y de Brito Marylene.** Population dynamics of *Aedes aegypti* in an urban area with high incidence of Dengue. *Revista de Salud Publica* 2003;37(5): 676-7. 2003.
18. - **Forattini Oswaldo Paulo, Kakitani Ina, Massad Eduardo, Marucci Daniel.** Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and antropic environment. 5-Breeding of *Anopheles albitarsis* in flooded rice fields in South-Eastern Brazil. *Rev. Saude publica* (5): 28. 239-31, 1994.1994.

- 19.- **Freund John, Simon Gary**, Estadística Elemental, Pearson Educación 8va. Edición. 1994.
- 20.- **Gutiérrez Pulido, Humberto: De la Vara Salazar**, Román. Análisis y Diseño de Experimentos. Mc Graw Hill. 2004
21. - **Guerra Jorge Augusto**. *Aedes aegypti* and associated fauna in the rural zone of Manaus, in the Brazilian Amazon. Revista de la Sociedad Brasileña de Medicina Tropical. 2009
- 22.- **Guevara Vera Antonio**. Métodos de análisis para la evaluación de la calidad de agua. OPS / CEPIS. 1996.
- 23.- **Korstanje Maximiliano**. Economía del Riesgo, un análisis crítico a la mirada de Ulrich Beck Economía, Sociedad y Territorio, Vol x núm. 32, 2010, 275-281. 2010
24. - **Krogstad Donald**. Malaria is a Reemerging Disease. (1996). Emidemiologic Reviews. Vol. 18, No.1. The John Hopkins University School of Hygiene and Public Health.
- 25.- **Martes Gerald G., Suarez Marco F., Astaeza Rodrigo**. An ecological survey of *Anopheles albimanus* Larval Habitats in Colombia. Journal of Vector Ecology 21(2): 122-131. 1996.
- 26.- **Martín Martínez, Félix**. Enfoque para el análisis y la investigación sobre equidad /inequidad en salud. Revisión Conceptual.2006
- 27.- **Nunes Serpa Ligia Leandro, Barbosa Monteiro Simone D Cara y Voltolini Julio Cesar**. Effect of larval rearing water on *Aedes aegypti* oviposition

in the laboratory. *Revista de la Sociedad Brasileña de Medicina Tropical* 41(5): 515-517. 2008.

28. Linares-Peres, Nivaldo y Lopez-Arellano, Oliva. La Equidad en Salud.

29.- Oficina Sanitaria Panamericana. Informe Especial. *Anopheles albimanus* Wiedemann en Centro América. 1996.

30.- Organización Mundial de la Salud (Informe de un Grupo Científico de la OMS). Ecología de los Vectores. OMS.1972.

31.- Organización Panamericana de la Salud. Panorama de la Salud en la Región. 2007

32.- Organización Panamericana de la Salud. La Salud en las Américas Vol. II-Países. 2007

33.- Organización Panamericana de la Salud. La Salud y las relaciones internacionales. 48 Consejo Directivo. Septiembre-October 2008.

34.- Pruss-Ustun A Corvolan. Preventing Diseases through Healthy Environments. 2006

35. - Quintero Juliana, Carrasquilla Gabriel, Suarez Roberto, Gonzales Catalina, Olano Víctor. ecosystemic approach to evaluating ecological, socioeconomic and group dynamics affecting the prevalence of *Aedes aegypti* in two Colombian towns. *Revista de Salud Pública, Rio Janeiro*, 25 Sup 1:S93-S103. 2009

36.- Rodríguez Ricardo, Diéguez Lorenzo, Roqueiro Lisset, Fernández Mayelin, Navarro Agustín. Análisis de la actividad hematofágica y de la

influencia ambiental sobre el principal vector de la Malaria en Cuba. Revista Cubana de Medicina Tropical 1999; 51(2): 72-8. 1999.

37.- **Rodríguez Velásquez Javier Oswaldo.** Método para la predicción de la dinámica temporal de la malaria en los municipios de Colombia. Revista Panameña de Salud Pública 2010; 27(3): 211-8. 2010.

38.- **Secretaria de Salud / Región Sanitaria Departamental de Comayagua.** Evaluación anual. 2009

39.- **Secretaria de Salud de la República de Honduras.** Manual Técnico Operativo de Salud Ambiental. 2005

40.- **Secretaria de Salud de la República de Honduras.** Normas para el control de la Malaria. 1992.

41. **Situación de los programas de Malaria en las Américas:**
www.paho.org/spanish/sha/be_v22n1-Malaria.htm

42. **Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater.** American Public Health, American Water works Association, Water Environment Federation. 15 Edition.

43.- **Toledo Víctor M.** La Diversidad biológica de México: Nuevos retos para la Investigación en los noventas. Ciencias. No. 34. Abril-Junio 1994

44.- **Vale Barbosa María, Ferreira Nelson, Barbosa de Jesús Rossicleide días, Cabral Rodríguez Iría, Marcelo Monteiro Wuelton, Gomes Mourao María Paula y Silva Costa Fernanda Oliveira, da Silva Juliana Junqueira, Mara de Souza Carina, Mendes Julio.** Population dynamics of *Aedes aegypti*

in an urban area with high incidence of Dengue. Revista de la Sociedad Brasileña de Medicina Tropical. 2008.

45.- Valdés Miro Vivian y Marquetti Fernández María del Carmen. Densidad larval y distribución espacio temporal de *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) en el municipio de Boyeros, 2008. Revista Cubana de Medicina Tropical 2010; 62(2): 107-11. 2010.

46.- Velásquez Stella M. y Miserendino M. Laura. Análisis de la materia orgánica alóctona y organización funcional de macro invertebrados en relación con el tipo de hábitat en ríos de montaña de Patagonia. Ecología Austral 13:67-82. Asociación Argentina de Ecología. Junio 2003.

47. - Wallace J. Bruce, Merritt Richard W. Filter – Feeding Ecology of Aquatic Insects. Ann. Rev. Entomol. 1980 25:103-32. 1980.

X. ANEXOS.

A. Proceso de recolección de muestras de aguas para los análisis bacteriológicos.



**TOMA DE MUESTRAS DE AGUA DEL SITIO
CARDINAL DE LA LAGUNA PARA EL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**



TOMA DE LAS MUESTRAS DE AGUA



**PREPARACIÓN DE LA BOLSA ESTÉRIL
PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA**



**COLOCACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA
EN EL TERMO PARA SU TRASLADO**



PREPARACIÓN DE LA BOLSA ESTÉRIL PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA



LLENADO DE LA BOLSA ESTÉRIL CON LA MUESTRA DE AGUA DE LA LAGUNA



MUESTRAS DE AGUA DE LAS LAGUNAS ANTES DE SU PROCESAMIENTO MICROBIOLÓGICO



MUESTRAS DE AGUA DE LAS LAGUNAS ANTES DE SU PROCESAMIENTO MICROBIOLÓGICO

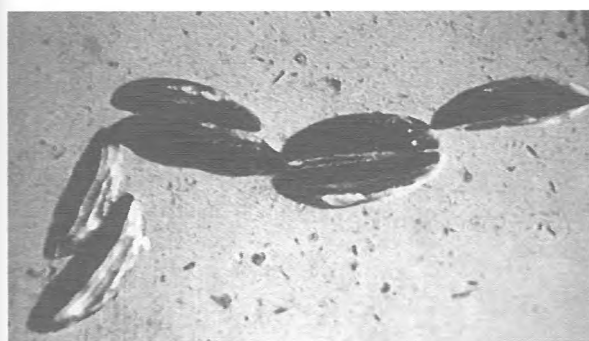
B. Proceso de recolección de muestras de aguas para los análisis entomológicos / visualización de los estadios del ciclo biológico del mosquito *Anopheles sp.*



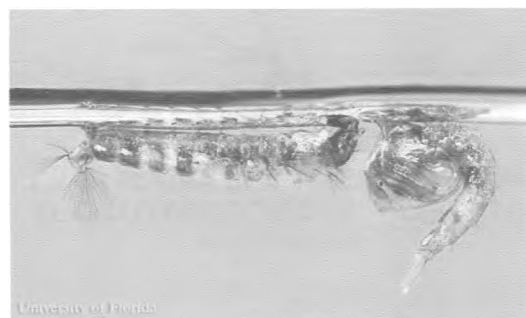
CAPTURA DE LAS LARVAS DE *Anopheles sp* EN CAMPO



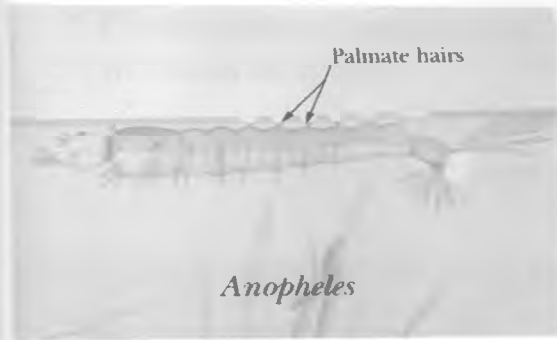
VISUALIZACIÓN DE LARVAS DE *Anopheles sp* CAPTURADAS CON EL DEEPER.



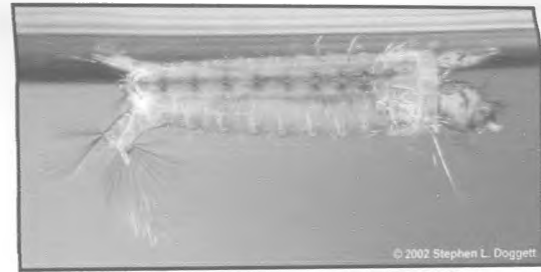
HUEVOS DE *Anopheles sp.*



POSICIÓN DE LA LARVA Y PUPA DE *Anopheles sp* CON RESPECTO A LA SUPERFICIE DEL AGUA.



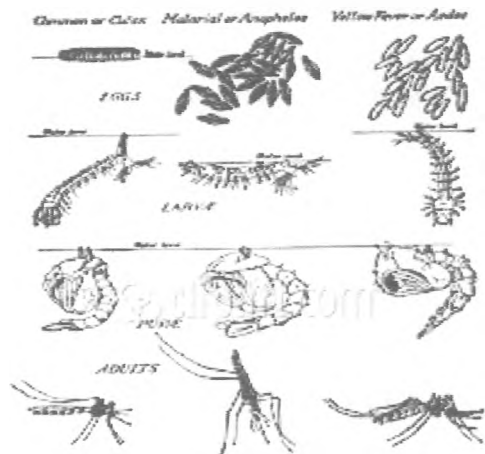
ESQUEMA QUE PERMITE VISUALIZAR LA RUPTURA DE LA TESI3N SUPERFICIAL DEL AGUA POR LOS PELOS PALMARES DEL MOSQUITO *Anopheles sp.*



POSICI3N DE LA LARVA DE *Anopheles sp* CON RESPECTO A LA SUPERFICIE DEL AGUA.



POSICI3N DE PICADURA DEL MOSQUITO ADULTO *Anopheles sp.*

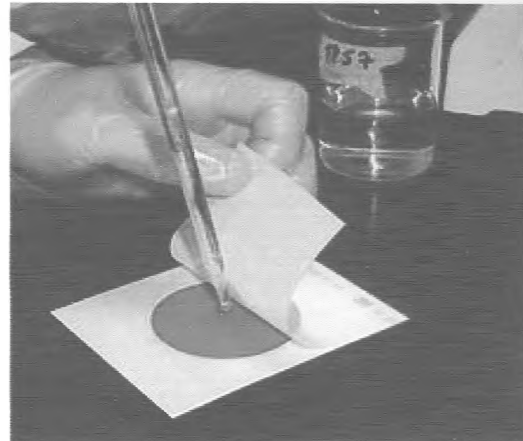


EN LA FIGURA CENTRAL SE OBSERVA EL CICLO BIOL3GICO DEL MOSQUITO *Anopheles sp.*

C. Procesamiento bacteriológico para la detección de coliformes en las muestras de agua.

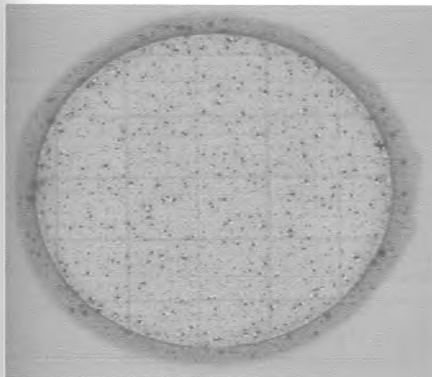


PLACAS DE PETRIFILM^{MR} USADAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO POR COLIFORMES



SIEMBRA DE LAS MUESTRAS DE AGUA EN LA PLACA DE PETRIFILM^{MR}

D. Lectura de los resultados bacteriológicos en el laboratorio.



LECTURA DEL CRECIMIENTO MICROBIANO DE LOS COLIFORMES TOTALES, FECALES Y *E coli* EN LAS PLACAS DE PETRIFILM^{MR}



VISUALIZACIÓN EN EL CONTADOR DE COLONIAS DEL CRECIMIENTO MICROBIANO POR COLIFORMES EN PLACAS DE PETRIFILM^{MR}

G. Matriz de consolidación de resultados de laboratorio y reporte de campo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HONDURAS
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
POSTGRADO EN SALUD PUBLICA
SEPTIMA PROMOCION DE BECARIOS

MATRIZ DE CONSOLIDACION DE RESULTADOS DE LABORATORIO Y REPORTE DE CAMPO EN LA INVESTIGACION DE LAS LAGUNAS DEL CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO AGRICOLA. (C.E.D.A). COMAYAGUA, COMAYAGUA.

PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS. MAESTRANTE: ARNOLD ENRIQUE HOUGHTON CUEVAS. PERIODO: 05 AL 06 SEPTIEMBRE 2011.

NUMERO LAGUNA	PARAMETRO MICROBIOLÓGICO (*UFC)	ORIENTACION DE LA TOMA DE MUESTRA					% INDICE LARVARIO	OBSERVACIONES
		NORTE	SUR	ESTE	OESTE	PROMEDIO		
1	Coliformes Totales / 100 ml	12,400	9,200	8,700	12,800	10,775	28	
	Coliformes Fecales / 100 ml	4,600	3,500	3,100	6,900	4,225		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	300	200	500	2,400	850		
2	Coliformes Totales / 100 ml	7,700	9,300	5,000	8,400	7,600	9	
	Coliformes Fecales / 100 ml	4,100	3,500	2,000	3,900	3,375		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	500	300	400	200	460		
3	Coliformes Totales / 100 ml	14,000	10,100	8,500	14,400	11,750	13	
	Coliformes Fecales / 100 ml	4,000	4,000	3,900	4,900	4,200		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	0	200	0	300	125		
4	Coliformes Totales / 100 ml	7,200	14,600	9,100	15,200	11,525	63	
	Coliformes Fecales / 100 ml	2,900	7,300	3,600	6,500	5,150		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	0	1,000	400	1,000	600		
5	Coliformes Totales / 100 ml							Laguna sin agua al momento del monitoreo
	Coliformes Fecales / 100 ml							
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml							
6	Coliformes Totales / 100 ml							Laguna sin agua al momento del monitoreo
	Coliformes Fecales / 100 ml							
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml							
7	Coliformes Totales / 100 ml							Laguna en proceso de secado al momento del monitoreo
	Coliformes Fecales / 100 ml							
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml							
8	Coliformes Totales / 100 ml	300	4,900	500	2,800	2,125	0	
	Coliformes Fecales / 100 ml	100	3,300	100	200	925		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	0	300	0	0	75		
9	Coliformes Totales / 100 ml	3,700	12,800	7,800	9,200	8,375	35	
	Coliformes Fecales / 100 ml	400	2,300	2,800	1,100	1,650		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	0	0	0	0	0		
10	Coliformes Totales / 100 ml	10,300	5,200	5,300	4,400	6,300	131	
	Coliformes Fecales / 100 ml	800	2,200	2,000	1,400	1,600		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	0	0	0	0	0		
11	Coliformes Totales / 100 ml	400	22,300	3,000	100	6,450	36	
	Coliformes Fecales / 100 ml	100	1,700	1,300	1,100	1,050		
	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml	0	0	0	0	0		

* U.F.C: Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml de muestra de agua recolectada

H. Mapa general del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola (CEDA) que muestra la ubicación geográfica de las lagunas incluidas en el presente estudio

