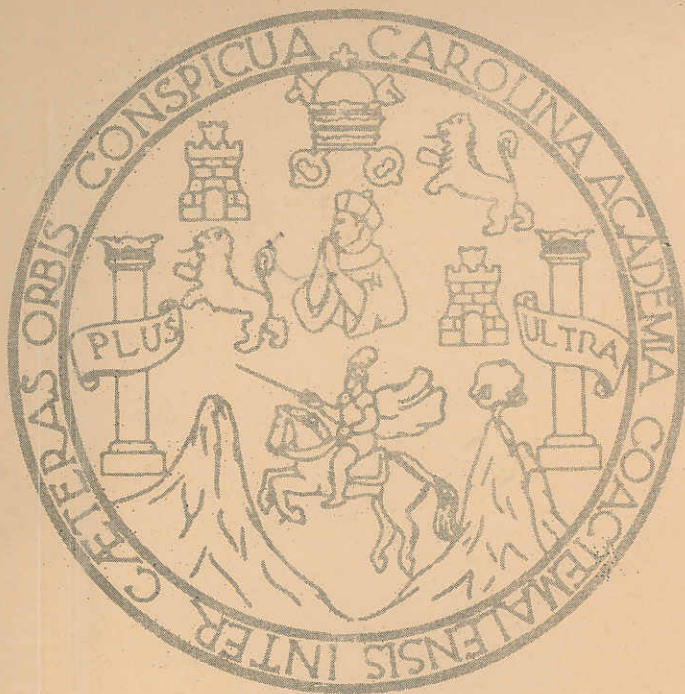




"ESTUDIO DEL ECOSISTEMA DEL LAGO DE AMATITLAN
AL RESPECTO DEL DIPHYLLOBOTHRIUM LATUM"

MARIO ALEJANDRO SAMAYOA GIRON

Guatemala, agosto de 1977.

PLAN DE TESIS

- I. Introducción
- II. Antecedentes
- III. Objetivos
- IV. Material y Metodología
- V. Resultados y Discusión.
- VI. Conclusiones
- VII. Referencias y Bibliografía.



I. INTRODUCCION:

El presente trabajo es un informe de la investigación realizada por el autor en el área del Lago de Amatitlán, bajo la asesoría del Dr. Francisco J. Aguilar y que tiene como fin, demostrar la presencia del parásito *Diphyllobothrium latum*, en el área ecológica estudiada y de la repercusión de la contaminación del lago en la salud de los habitantes.

A nuestro parecer consideramos que las larvas encontradas del parásito descrito, sean de *Dyphyllobothrium latum*. Queda pendiente la demostración del parásito en su forma adulta.

II.- ANTECEDENTES:

1.- Autores nacionales: En el año 1956, el Dr. Francisco J. Aguilar publicó el diagnóstico de una larva plerocercóide de una cestode pseudophyllideo, probablemente de Diphyllbothrium latum, extraída de los músculos de un "guapote", pescado del lago de Amatitlán; también encontró una larva plerocercóide, extraída del tejido celular subcutáneo abdominal, de un paciente del Dr. Octavio Herrera. Lo que constituye el primer caso de Esparganosis diagnosticado en Guatemala.¹

Hace aproximadamente 3 años, en 1974 se efectuó el diagnóstico de larvas plerocercóides, posiblemente de Diphyllbothrium latum que se encontraban en guapotes (Cichlasoma managuense), pescados en el lago de Amatitlán y encontrados por el autor de esta tesis. Se presentó el problema al Dr. F.J. Aguilar quien estuvo de acuerdo en evaluar la importancia del mismo y se inició así el estudio del parásito en sí y de sus relaciones ecológicas en el área.

2.- Autores extranjeros:

2.1 El parásito ha sido descrito desde el año 1758 por Linneo y reclasificado en 1910 por Lühe². Se observó el primer caso americano en 1906 por Ward³. Han colaborado en el estudio de este parásito varios autores como Bremser, León, Cholodkowsky, Meyer y contemporáneos como J. Müller².

2.2 Ciclo Vital: El hombre es el principal responsable de la aparición de focos endémicos y del mantenimiento de los mismos ayudado por las condiciones ecológicas. Entre las condiciones ecológicas tene-

mos: masas de aguas dulces, (sobre todo pequeños lagos, estanques o pantanos), peces y población humana con el hábito alimenticio de ingerir pescados. Siendo la situación paralela a la observada en Opistorcosis y en Paragonimiasis⁴. Condiciones presentadas por nuestros lagos.

Se ha determinado que la práctica de permitir la entrada de aguas negras a los lagos de agua dulce, es el factor contribuyente más importante, según lo refieren estudios realizados en regiones de Norte América. Además del drenaje inadecuado de las aguas negras, la presencia de huéspedes intermediarios susceptibles y la costumbre de comer pescado cocido parcialmente o crudo, son los causantes del establecimiento y mantenimiento de zonas endémicas⁵.

El ciclo vital de esta tenia es complejo, en comparación con los de otros cestodos del hombre. Además del hombre muchos animales pueden estar infectados por esta tenia, unos 22 vertebrados además del perro, el cerdo y el gato⁶.

Los segmentos maduros de esta tenia, o proglótides, se diferencian de otras tenias de humanos porque los huevos se liberan continuamente a través del poro uterino. Un sólo parásito puede expulsar más de un millón de huevos al día. Huevos que son resistentes a sustancias químicas, pero pierden su viabilidad por la desecación o la putrefacción⁷.

Otra diferencia de esta tenia es que el huevo es similar al de los tremátodos o duelas, y tiene un opérculo en uno de los extremos. Los huevos de las heces necesitan incubación en agua dulce por una o dos semanas, después de cuyo tiempo aparece a través del opérculo abierto una larva ciliada, llamada Coraci-dio⁸.

El coracidio nada y desplaza en el agua en forma similar a los protozoarios y necesita ser ingerido por ciertos crustáceos copépodos para que haya lugar a un mejor desarrollo. En el interior del cuerpo del copépodo la oncosfera, se desarrolla formando una larva alargada de tipo saculado que se llama Procercoide⁸.

El procercoide requiere ser ingerido por ciertos peces para continuar su ciclo. Estos peces a su vez pueden ser ingeridos por otros peces más grandes. De cualquier manera, el resultado es que el procercoide se libera en el intestino de un pez adulto y migra hacia los músculos, allí se alarga y se desarrolla como larva Plerocercóide o Espargano. Cuando se comprueba que existen esparganos viables en peces cocidos defectuosamente y, al ser ingeridos por el hombre, se desarrollan las tenias en forma adulta en el tubo intestinal humano después de dos meses⁹. (Ver esquema del ciclo).

El D. latum es el céstode más grande que parasita al hombre¹⁰, llegando a medir de 2 a 10 metros normalmente, pero en ocasiones hasta 15 a 20 metros de longitud, con más de 3,000 proglótides³.

El parásito habita en el intestino delgado del hombre, se ha encontrado uno o dos parásitos frecuentemente, pero se ha descrito un caso fatal de 90 ejemplares, otro de 142 ejemplares (Tarassou, 1934). Su longevidad es por término medio de 13 años³.

2.3 Patogenia y Sintomatología: Al igual que todos los demás céstodes del hombre, viven en la luz del intestino del huésped, crece, se desarrolla y descarga sus desechos en la luz del intestino. El grado de sus efectos patógenos dependen en parte por la masa del cestode, tipo y cantidad de productos del parásito absorbidos en los tejidos del huésped (Ver figuras) =

ped y la susceptibilidad de éste a dichas sustancias extrañas. Así como el tipo y cantidad de intermedios metabólicos esenciales de que es privado el huésped al ser absorbidos por el parásito (Von Bonsdorff, 1956)².

En algunos pacientes puede no haber evidencias del daño producido por el parásito, en otros puede haber obstrucción mecánica del intestino a causa del gran número de parásitos, o bien la absorción de sustancias o desechos metabólicos que pueden crear una toxemia sistémica, o simplemente anemia².

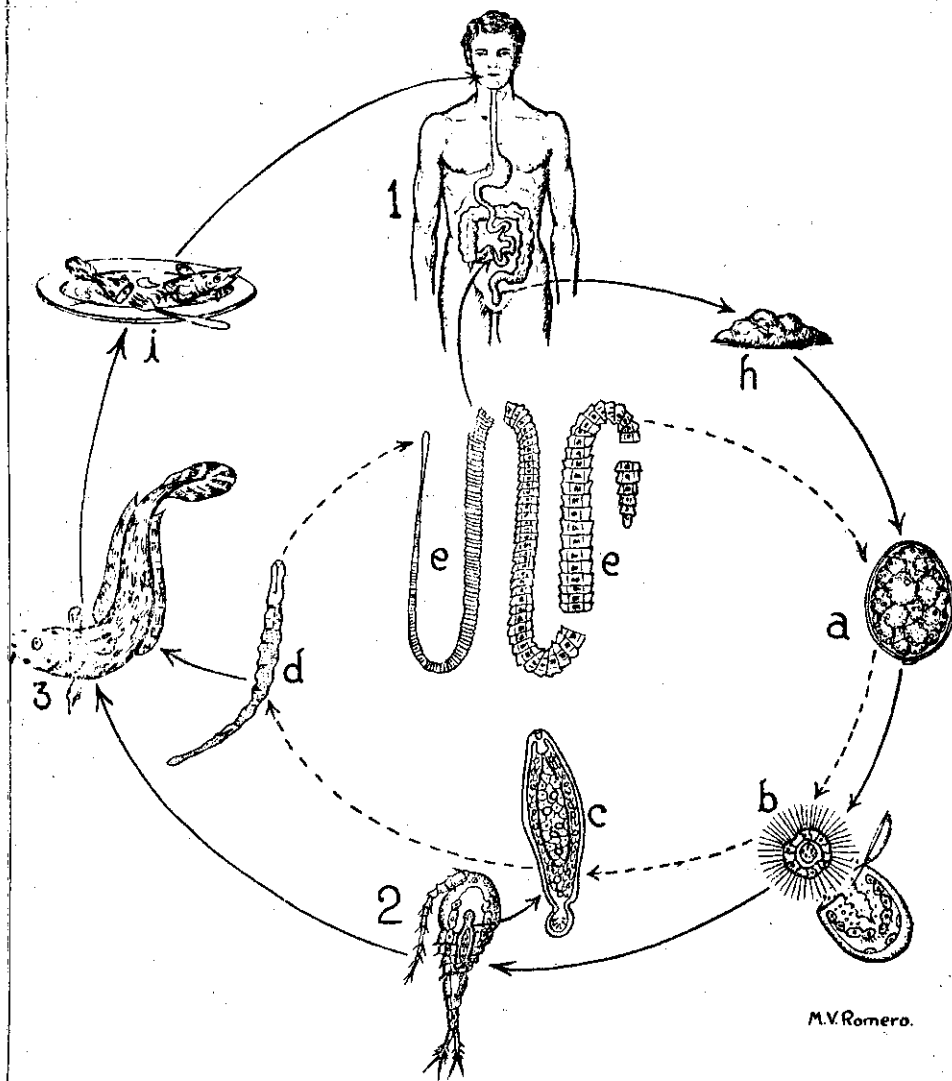
El tipo de anemia producida por el D. latum es característica, descrita con detalle por varios autores, pero en resumen se trata de palidez generalizada, debilidad extrema, trastornos cardiovasculares, además hemorragias oculares. Vómitos y/o diarrea. No se ha comprendido aún como un parásito tan grande produce tan pocos síntomas y es tan bien tolerado por los pacientes. Pero sin embargo en 1956 Von Bonsdorff y colaboradores, demostraron que el hombre entra en una competencia con su parásito por la vitamina B12 y que la privación de ese factor por parte del céstode es un serio factor en la producción de la anemia. Se ha comunicado que el contenido de B12 y D. latum es 50 veces el de la tenia saginata y se ha demostrado que el D. latum absorbe del 80% al 100% de una dosis única radiactiva, administrada al huésped. La anemia se torna hipocromica, macrocítica²⁻⁵.

La ingestación de los alimentos que contengan los estadios larvarios infectantes de los parásitos, determina la posibilidad de desarrollar dos formas de manifestaciones clínicas del D. latum, uno es la forma adulta y otra es la forma de Espargano, dando así la esparganosis².

2.4 Esparganosis: El espargano es una forma larvaria o plerocercóide, organismo opaco arrugado en forma de huso o cinta, de algunos milímetros de anchura y algunos centímetros de longitud. En el extremo anterior puede invaginarse, y en él aparecen rudimentos de los futuros canales de succión de escolex maduro. La infección con esta forma de parásitos es muy grave. La infección puede adquirirse por la ingestión de agua que contenga copépodos infectados con el parásito en la forma larvaria, y en este caso, la larva penetra la pared intestinal y horada de los músculos o tejidos subcutáneos donde crece hasta la etapa de espargano. La presencia de la larva plerocercóide es un fenómeno no explicado claramente cuando se encuentra en los tejidos humanos, a lo cual se denomina esparganosis, pudiendo localizarse en todos los tejidos de la economía, pero más frecuente en la conjuntiva (esparganosis ocular), vagina, cuero cabelludo, piel, etc.⁴. El diagnóstico se establece después de la extracción quirúrgica de los parásitos. Pero puede hacerse un diagnóstico pre-operatorio de presunción, si se demuestra un nódulo subcutáneo doloroso y migratorio. O bien la ocular en la cual hay edema periorbitario, reacción intensa, larvas en posición retrobulbar, órbita que puede sobresalir tanto que no pueda ser cubierta por los párpados y apareamiento de úlceras en la cornea.

En el hemisferio ascienden a 43 las denuncias de esparganosis, 38 procedentes de los EE.UU., un caso de Puerto Rico, otro de Belice, uno de la Guayana Británica, otro de Uruguay, otro de Colombia⁴.

El mayor número de denuncias en Norte América puede deberse a los adelantos en los servicios médicos y la educación, antes que a una más alta endemicidad de esparganos. En nuestra Guatemala, no son conocidos, por muchos médicos y personas que laboran en laboratorios, las formas y los esta--



M.V. Romero.

Fig. No. 316. — *Diphylllobothrium (D.) latum*. (Dibujo original). Ciclo evolutivo.—El parásito adulto (e) habita el intestino delgado del hombre (1) que es uno de sus hospederos definitivos habituales. Allí pone huevos (a) que salen al exterior con las excretas (h). Si estos huevos llegan al agua, se desarrolla en su interior un embrión hexacanto cillado o coracídium (b), que abriendo el opérculo nada libremente en el agua unas horas solamente, hasta que es ingerido por alguno de sus primeros hospederos intermediarios, que son pequeños crustáceos copépodos de agua dulce, vulgarmente conocidos con el nombre de Pulgas de agua (2), y de Plankton, en Europa. En la cavidad general de estos crustáceos, el coracídium (b) se transforma en larva procercoide (c), según los estadios descritos en la figura No. 315. Si esta larva procercoide es ingerida junto con el crustáceo (2) por distintas especies de peces que actúan de segundos hospederos intermediarios, la larva procercoide (c) se transforma en larva plerocercóide (d) que se localiza en las vísceras y en los músculos de estos peces (3). Cuando el hombre (1), el perro, gato, foca, que actúan de hospederos definitivos habituales, ingiere estos peces infestados (1), crudos o poco cocidos, esta larva plerocercóide (d), crece y se transforma en el *Diphylllobothrium* adulto (e), en el intestino de su hospedero definitivo (1), el cual elimina, junto con sus excretas (h), huevos del parásito (a), comenzando de nuevo el ciclo.

díos del parásito. No obstante que en Guatemala hace 20 - años se descubrió primero en peces que en humanos⁴.

Entonces de qué manera se podrá diagnosticar en pacientes?

2.5 Diagnóstico y Tratamiento: El diagnóstico se establece por examen microscópico de las heces de los pacientes, a los - cuales se les sospecha la afección, encontrándose en ellas - los huevos operculados característicos, pero se presenta el - problema de que el no reconocer los huevos se pueden con- fundir fácilmente con los de Ascaris lumbricoides y en ca- - sos incluso con los de Trichuris trichura, siendo tan diferen- tes.

El reconocimiento de los proglotides evacuados en las heces o incluso en vómitos, por personas que los conozcan o inves- tigen.

El tratamiento es en general el mismo que para las otras te- nias del hombre pero necesita un tratamiento más constante y control a los tres meses de que se ha dado para investigar si ya no excreta escolex o huevecillos⁵.

La importancia de mencionar la ecología del área es que el parásito radica, vive, establece su ciclo, sólo en regiones - cercanas a lagos de agua dulce, en los cuales viven sus - - huéspedes intermediarios y definitivos².

III.- OBJETIVOS:

- 1.- Demostrar la presencia del parásito en el área ecológica estudiada y establecer su situación endémica.
- 2.- Por medio de este estudio, estimular a personas y entidades a que realicen nuevos trabajos, con el fin primordial que mediante ellos puedan resolverse los problemas que conlleva la contaminación de las aguas del Lago.
- 3.- Estimular al médico y al personal paramédico que investiguen este céstode en los casos sospechosos y así mejorar las condiciones de salud mediante el tratamiento integral y adecuado del paciente y su medio ambiente, -- particularmente los laboratoristas para que lo tomen en consideración al efectuar diagnósticos.
- 4.- Hacer del conocimiento general, a instituciones responsables de Amatitlán y responsables de la salud del país; que tomen en cuenta el problema de la contaminación del Lago y planteen soluciones al mismo.

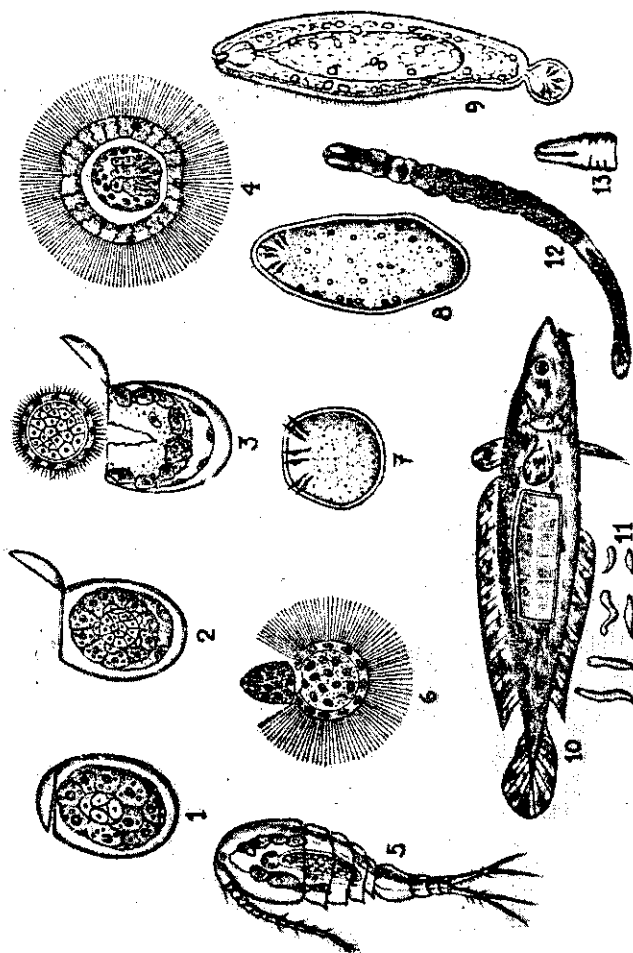


Fig. No. 315. — *Diphyllobothrium (D.) latum*. Distintos estadios evolutivos en el desarrollo del parásito. 1 a 4 y 6. — Según Neveu-Lemaire; 5, 7, 9 y 13. — Según Rosen y Janicki; 10. — Según Neveu-Lemaire; 11. — Según Farona; 12. — Según Magath). — 1 a 4. — En el agua; de 5 a 9. — Dentro del Cyclops; de 10 a 13. — Dentro del pez. 1 y 2. — Huevo en evolución hacia la formación del embrión; 3 y 4. — Embrión hexacanto ciliado o coracidium; en 3, abandonando el huevo después de abrir el operculo; 5. — Cyclops strenuus con una larva procercoides en su cavidad general; 6. — El embrión hexacanto abandonando su ectodermo ciliado, en el estómago del Cyclops; 7 a 9. — Estadios evolutivos desde el embrión hexacanto hasta la larva procercoides en la cavidad general del Cyclops; 10. — *Lota vulgaris*, uno de los segundos hospederos intermedios del parásito; 11 y 12. — Larvas plerocercoides o sparganum, extraídas de los tejidos de los peces; 13. — Extremidad anterior de la larva plerocercoides.

IV.- MATERIAL Y METODOLOGIA:

1.- Material:

1.1. Una muestra de la población de peces del Lago de Amatitlán.

1.2. Las personas que viven en la orilla del Lago de - Amatitlán.

1.3. Las viviendas de la orilla del Lago.

1.4. Muestras de agua del Lago.

Las personas y las viviendas estudiadas corresponden al área que rodea el Lago hasta 30 metros de distancia - del mismo.

2.- Metodología:

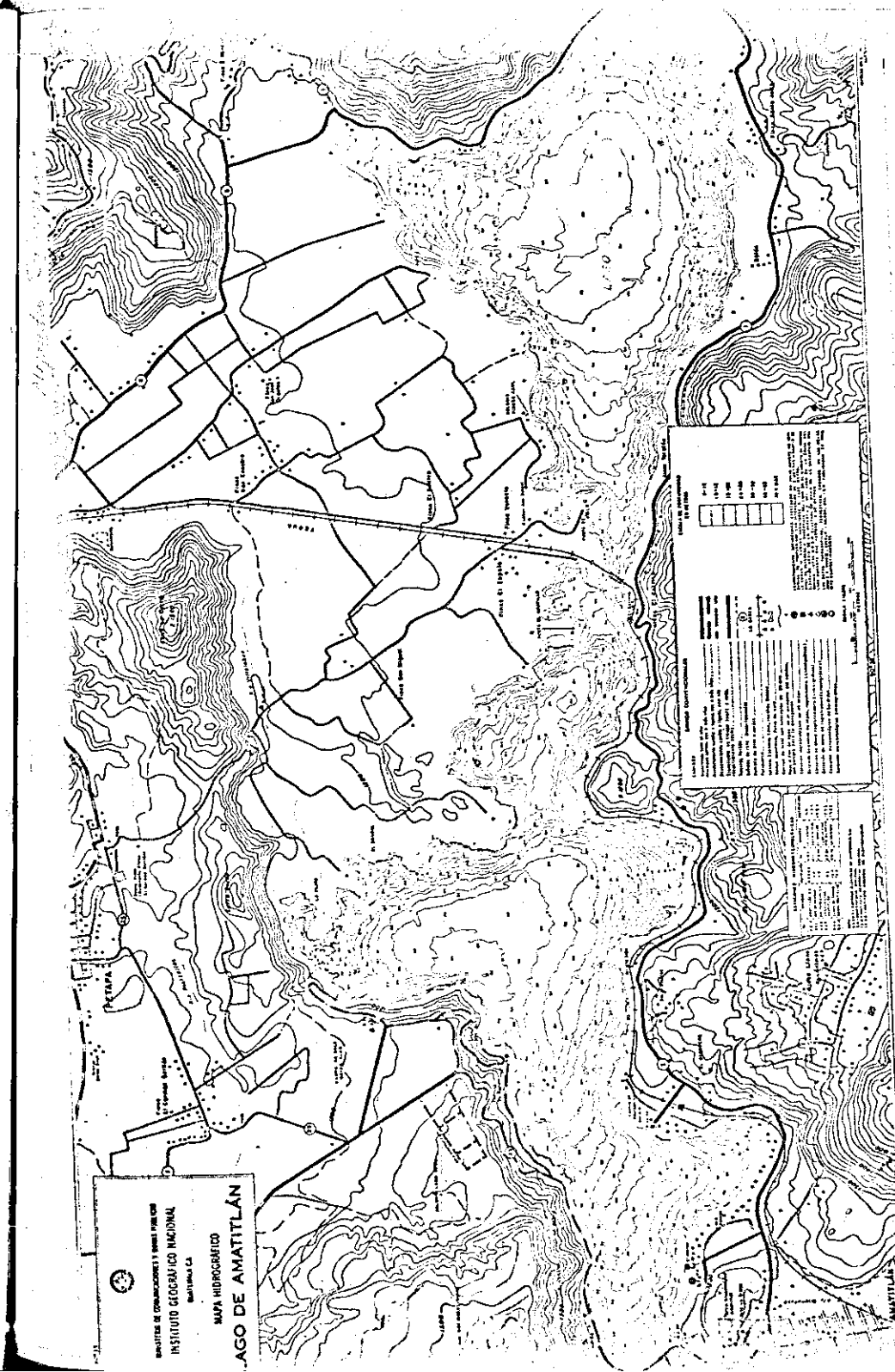
2.1. Los peces fueron obtenidos directamente del agua por los procedimientos usados normalmente por los habitantes del lugar, por ejemplo se pescaron con caña y anzuelo o con atarraya. A estos peces así obtenidos se les efectuaba disección ventral para buscar larvas del parásito estudiado.

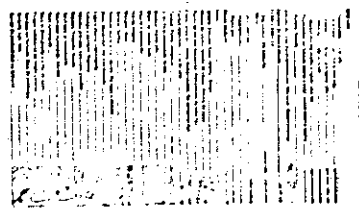
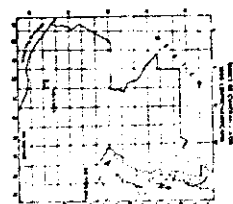
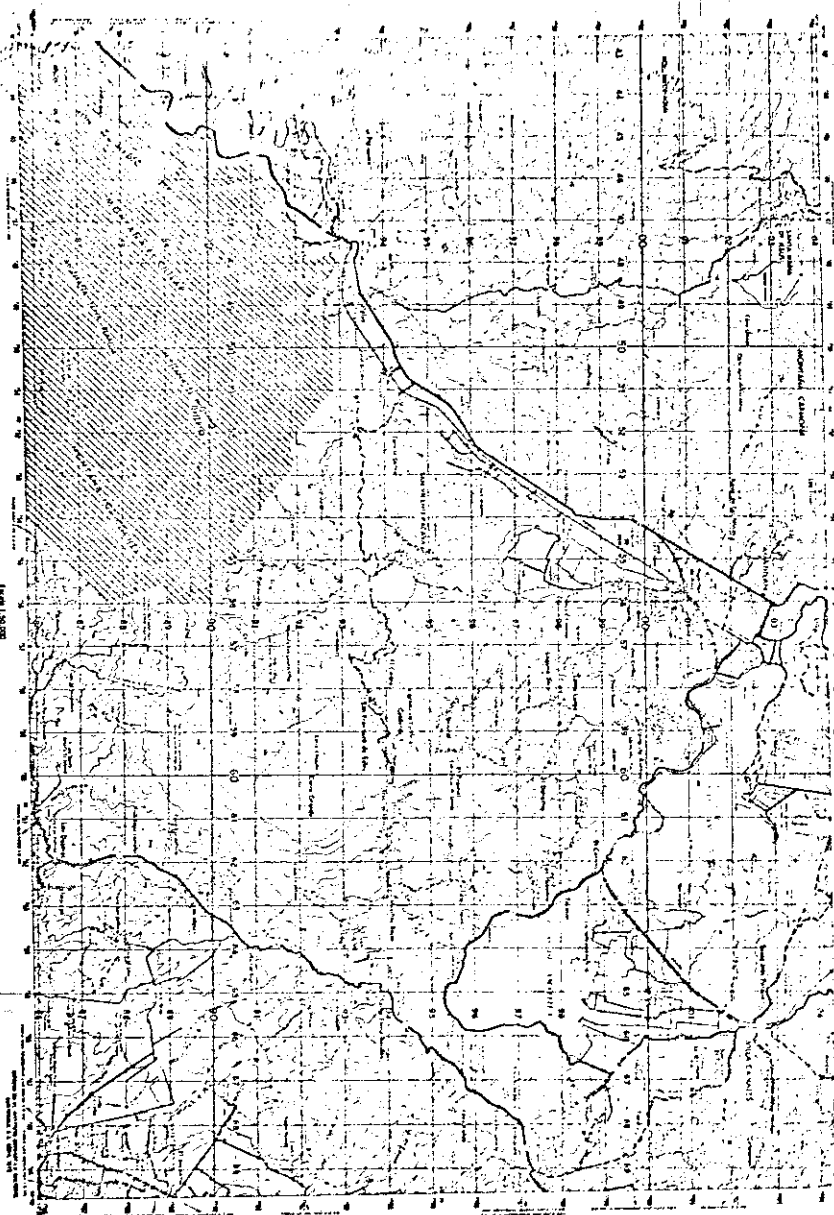
2.2. Se estudió también una muestra de los copépodos del Lago obtenidos con recipientes y examinados al microscopio para identificar su especie.

2.3. Se estudió la población fija (residentes en las viviendas de la orilla del Lago) y la población flotante (residentes en otros lugares y que visitan periódicamente esas viviendas).

2.4 Se estudió las condiciones de abasto de agua y disposición de excretas mediante la observación, interrogatorio de las personas que viven en las casas estudiadas y por datos suministrados por el Inspector de Salud del Area.

2.5 Se utilizó como recursos, equipo de laboratorio, equipo de pesca, colaboración de instituciones diversas y de personas como el Inspector de Salud del Area y otras que colaboraron en la elaboración de este trabajo.





1.- Descripción del Area:

El área de estudio está constituida por los afluentes - del Lago de Amatitlán, el Lago y el Río Michatoya, - los cuales pertenecen a la cuenca del Río María Linda.

Esta cuenca cubre un área aproximada de 2,780 Kms², encontrándose ubicada entre los paralelos 13°30' y - los 15°00' latitud Norte y los meridianos 90°30' y - 90°30' y 91°30' latitud Oeste y rodeada de otras - - cuencas hidrográficas.

La llamada cuenca del Sur del Valle de Guatemala, la cual tiene una superficie de 400 Kms² y está drenada por una red hidrográfica formada por tres ramales importantes: el Río Villalobos, el Río Pinula y el Río Las Minas. Estos ríos alimentan el Lago de Amatitlán.

El Lago de Amatitlán está drenado por el Río Micho-
taya, el cual, más adelante, forma parte del Río Ma-
ría Linda, que desemboca en el Océano Pacífico.

1.1. Usos del Agua en el Area estudiada:

1.1.1. Los principales usos del agua, al Norte del Lago.

1.1.1.1. Abasto de Agua: En la parte Sur de la Ciudad de Guatemala, existen tres sistemas importantes de agua potable denominados "Mariscal", "El Cambray" y "Ojo de

Agua". El primero, utiliza flujo subterficial, el segundo el Río Pinula y el tercero agua de origen subterfáneo. Estos tres sistemas en el año 1972, constituían el 52% del abastecimiento total de la ciudad capital. Como dato curioso a continuación presento parte histórica del servicio de agua potable en la ciudad capital. En el año 1776, a raíz del traslado de la Ciudad a su asiento actual en el Valle de la Virgen, se iniciaron los servicios públicos principales, entre ellos el servicio de agua. Dicho servicio se presentó mediante el sistema de cajas elevadas de mampostería, colocadas en las esquinas de las calles, a las cuales desembocaban las tuberías principales de agua sin ningún tratamiento. De dichas cajas salía una serie de pequeñas tuberías que llevaban el agua directamente a las casas. La medida de estos pequeños caudales se realizaba de una forma muy peculiar, que consistía en hacer un agujero al acueducto, el cual se sellaba con mortero de cal, dejándole introducido un tallo de "paja"; al endurecer el mortero se retiraba el tallo y la cantidad de agua al salir medía "una paja de agua".

Así se constituyó el derecho público al uso de agua. Como consecuencia el agua se suministraba sin presión y sin un sistema de medida sujeto a normas adecuadas.

En 1926, se inició el cambio a un sistema moderno de abastecimiento de agua potable a presión, que obedeciera a normas preestablecidas de potabilidad.

También se vió la necesidad de establecer una norma en la medida de los caudales servidos. Por acuerdo del 25 de julio de 1931, se dispuso que una paja de agua equivaldría a un caudal de $2 \text{ m}^3/\text{día}$ (2,000 litros diarios), concepto que aún se conserva en la actualidad¹¹.

1.1.1.2. Uso Industrial: Para este fin se utilizan las aguas de algunos ríos que, después de ser utilizadas son devueltas a los mismos sin ningún tratamiento con los consiguientes efectos de contaminación. Se tiene por ejemplo, el caso de los ríos Los Encuentros, El Cangrejal y El Molino, cuyas aguas son utilizadas para beneficios de café y fabricación de azúcar, los ríos Tulujá y El Bosque (Industria e Ingenio de azúcar en Villa Canales).

1.1.1.3. Uso agropecuario: Actualmente son utilizadas las aguas de algunos ríos, principalmente para el riego de cultivos de maíz, caña de azúcar, café, frijol, hortalizas, pastos cultivados y ganadería.

1.1.2. El Lago de Amatitlán: Los usos más importantes son para fines recreativos, turísticos y para producción directa de energía eléctrica, además se emplea como embalse regulador de las plantas de generación localizadas aguas abajo en el Río Michatoya. Además se considera el lago como un centro turístico de mucha importancia. Es utilizado también como fuente de alimento, por la pesca que en él se realiza.

1.1.3 El Río Michatoya: Los principales usos son para fines de agricultura y generación de energía eléctrica.

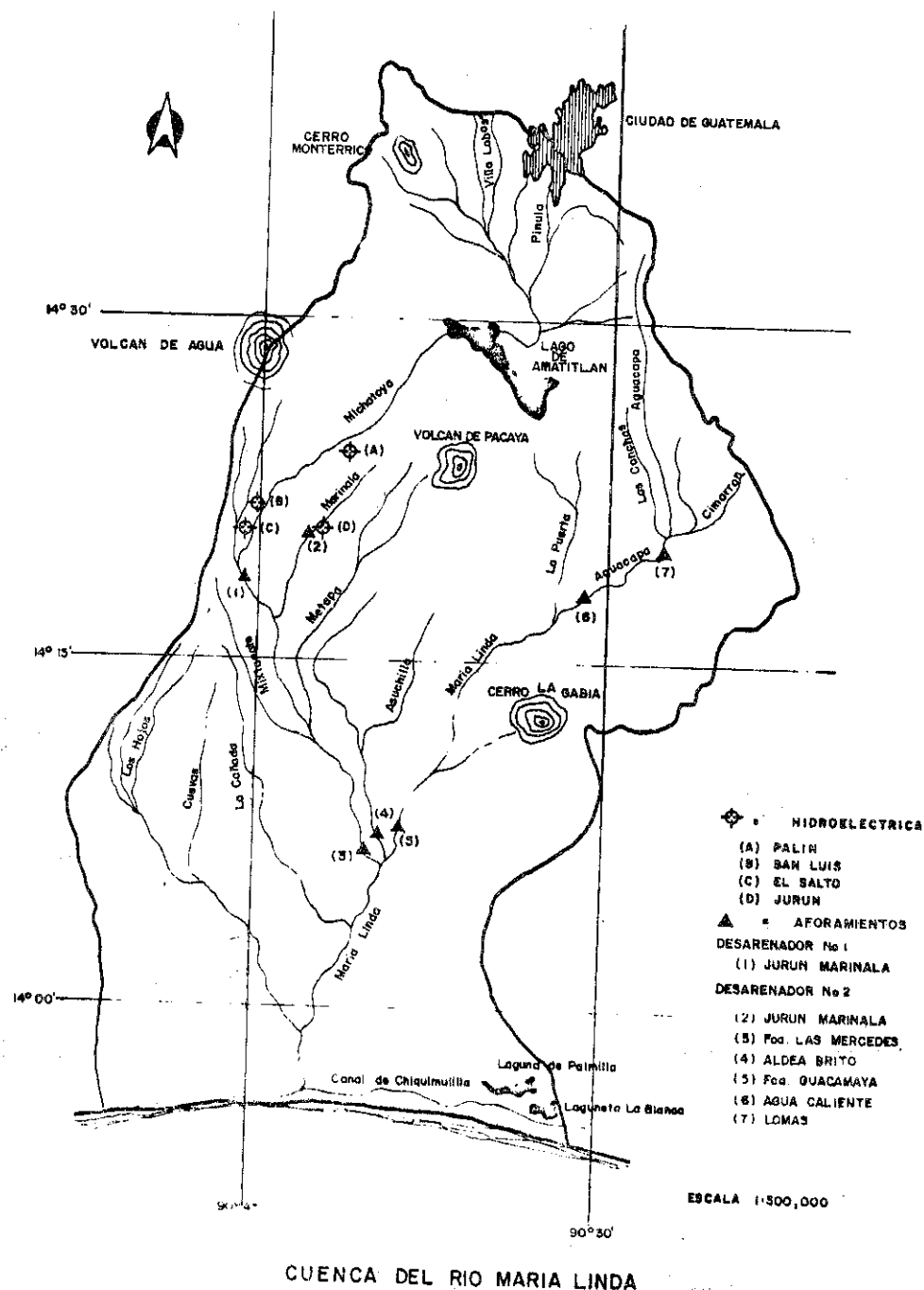
Para fines agrícolas, las aguas del Río Michatoya son utilizadas en el cultivo de café, frijol, maíz, caña de azúcar y otros cultivos de menor importancia.

Para generar energía eléctrica se han construido las siguientes centrales ¹¹:

(Ver mapa de la cuenca del Río María Linda).

CUADRO No. 1
PRODUCCION DE KILOVATIOS HORA SEGUN
CENTRAL HIDROELECTRICA SITUADAS EN EL
RIO MICHATOYA

Central Hidroeléctrica	Kilovatios/hora	%
Palín	1,632	1.34
Jurún Marinalá	60,000	49.33
San Luis	5,000	4.11
El Salto	55,000	45.22
TOTAL	72,132	100.00



1.1.4 El río María Linda: Sus principales usos son para la ganadería y la agricultura. En la ganadería se estima que, en general su uso es para unas 200,000 cabezas de ganado. En cuanto a la agricultura merece mencionarse el cultivo de maíz, arroz, algodón y caña de azúcar.

1.2 Calidad de las aguas:

1.2.1 Investigaciones efectuadas: La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha desarrollado desde 1972 el proyecto de investigación de la contaminación de corrientes, con la colaboración del Gobierno Federal Suizo y participación del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1.2.2 Algunas consideraciones sobre los caudales de los principales ríos: El río Villalobos, presenta durante la época seca una ausencia total de escurrimiento a la altura del puente del mismo nombre, presentando un caudal de apenas 10 litros por segundo, aguas abajo de las explotaciones de arenas y gravas, debido a los aportes de aguas de origen subterráneo y de lavado. Cosa parecida sucede con los ríos Tuluja y Platanitos, los cuales en determinados puntos presentan caudales inapreciables. Siendo excepción el Río Pinula que presenta caudales de 80 litros por segundo.

Los caudales de los ríos aumentan en una forma considerable en la época de lluvia, teniendo algunos de ellos un valor medio entre los 200 y 300 litros por segundo.

(Ver Mapas)

Las aguas de los ríos anteriores se integran en el Río Villalobos, para aportar en conjunto un total promedio diario de 1,830 litros por segundo vertiéndose éstas en el Lago de Amatitlán.

El caudal promedio de Ríos Michatoya, como efluente del Lago de Amatitlán, es de 3,660 litros por segundo, debiéndose la diferencia con respecto al caudal de entrada a otras alimentaciones superficiales y subterráneas.

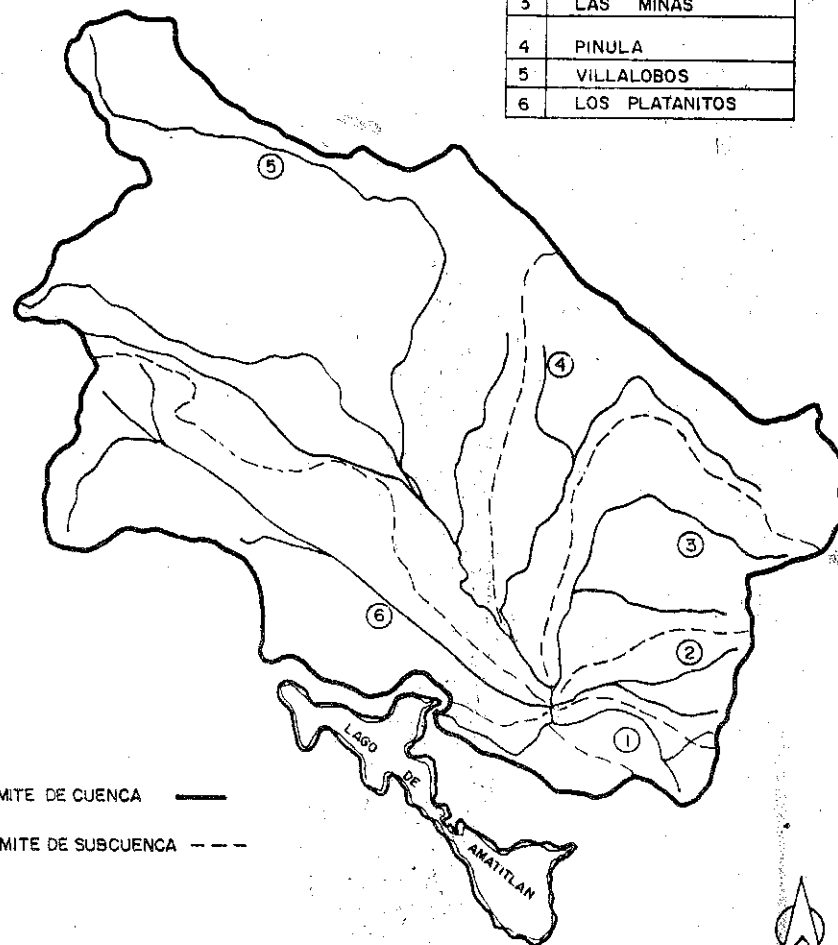
Más adelante el Río Michatoya recibe otros afluentes, siendo principalmente los ríos Marinalá, Metapa y Mixtane. Por su parte el Río María Linda está formado principalmente por los ríos Aguacapa y La Puerta. En su recorrido se une con el Río Asuchillo, aumenta posteriormente su caudal al recibir los ríos La Cañada y Las Cuevas y desemboca en seguida en el canal de Chiquimulilla y por ende en el Océano Pacífico. (Ver mapa de afluentes del lago).

1.2.3. Aspectos sobre la calidad actual de las aguas:

1.2.3.1. Ríos que alimentan el lago de Amatitlán: en efecto, de acuerdo con datos registrados en la estación El Cementerio, localizada en el río Villalobos, la carga anual de sólidos que arrastra esta corriente es del orden de 400,000 toneladas de sólidos totales por año, principalmente en forma de sólidos en suspensión. De esta carga solamente 2.5 por ciento es evacuada del Lago de Amatitlán, o sea 10,000 toneladas por año, situación que nos hace pensar muy seriamente sobre los efectos perjudiciales a largo plazo de este fenómeno en el Lago.

Además de servir como vehículos para el transporte de materiales en suspensión, los ríos arras-

No	RIO
1	EL BOSQUE
2	TULUJA
3	LAS MINAS
4	PINULA
5	VILLALOBOS
6	LOS PLATANITOS



LIMITE DE CUENCA ———
LIMITE DE SUBCUENCA - - -

0 1 2 3 km

LOCALIZACION SUBCUENCAS DEL RIO VILLA LOBOS

tran también nutrientes (principalmente fosfatos y nitratos) hacia el Lago de Amatitlán, con lo cual se está contribuyendo al proceso de eutroficación del mismo. Los nutrientes provienen tanto del lavado de áreas agrícolas como de las aguas negras. La mayoría de los ríos registran un alto número de coliformes totales y de gran variabilidad, lo que indica la presencia de polución fecal 11.

1.2.3.2 El Lago de Amatitlán: El Lago presenta una forma alargada con longitud máxima de 9.5 Kms, formando dos cuencas bien definidas de anchura máxima de 3.0 Kms., con profundidades máximas de 33.0 mts. y 24.4 mts., con poca dependencia entre ellas, siendo el área total de superficie 15,675 kms² y su volumen de 286 millones de mts³ (286,000 millones de litros). 11

El Lago de Amatitlán pertenece al Departamento de Guatemala, se encuentra situado entre los municipios de Amatitlán, Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa. Se encuentra a 1,186 metros sobre el nivel del mar.

El Lago de Amatitlán se encuentra en un estado de eutroficación media, de acuerdo a los patrones limitativos de Sawyer (1945). En efecto, los valores actuales de nitrógeno total indican un valor medio entre 0.695 y 0.587 mg/lit. siendo el valor sugerido por Sawyer de 0.3 mg/lit. para considerarse como crítico, lo que representa un 86.3% a un 79.9% de nitrógeno en nitratos. Similar es el proceso encontrado en relación a los fosfatos, en forma de fósforo inorgánico en el que Sawyer establece un valor de 0.015 mg/lit. los cuales sirven como base para originar compuestos que favorecen la producción de florecimientos de algas.

1.2.3.3. Efluente del Lago de Amatitlán:

La calidad del agua del efluente del lago de Amatitlán, puede considerarse aceptable para la vida acuática, si tomamos en cuenta los valores de oxígeno disuelto encontrados (valores comprendidos entre 7 y 9 mg/lit. y un valor mínimo de 4.9 mg/lit.)

Por otra parte el río Michatoya tiene una alta posibilidad de recuperación de su potabilidad, dada su fuerte pendiente y al incremento de caudal con la afluencia de otros ríos. Al unirse con el Río María Linda, se incrementa apreciablemente el caudal y favorece la autodepuración¹¹.

2. Investigación de Peces, larvas y copépodos:

2.1 Investigación de peces: Las especies de peces encontradas en el momento del estudio, fueron identificadas por el Lic. Mario Dary y el Ictiólogo German King, quienes laboran en la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A continuación se establece la lista de peces encontrados por el autor en el momento del estudio:

<u>Nombre Común</u>		<u>Nombre Científico</u>
Guapote	(Günther)	Cichlasoma managuense
Tilapia	(Peters)	Tilapia mosambica

Nombre Común

Nombre Científico

Mojarra negra	(Günther)	Cichlasoma guttulatum
Mojarra común	(Günther)	Cichlasoma macracanthum
Cirica	(Günther)	Cichlasoma nigrofasciatum
Pupo común	(Curier)	Poecilia sphenops
Pupo 7 puntos	(Heckel)	Peciliopsis gracilis

2.2 Investigación de larvas plerocercoides: En nuestro trabajo se investigó la presencia de larvas plerocercoides (forma larvaria del D. latum), en un total de 2,000 peces obtenidos directamente del lago, perteneciendo éstos a las especies descritas con anterioridad e identificadas por Dary y col. obteniéndose infectados un total del 2% de la muestra estudiada, es decir, 40 peces que pertenecen a la especie del Cichlasoma managuense (Ver foto), es importante hacer notar que de la muestra estudiada sólo los guapotes se encontraron infectados, y que éstos constituyeron más o menos el 10% de la muestra.

De la muestra estudiada, en todos los peces infectados se encontró únicamente una larva plerocercoides en la cavidad abdominal de los peces en forma libre (Ver foto) no presentando ninguno de ellos, reacción patológica evidente. Se encontró un único caso de un pescado que presentaba reacción inflamatoria abdominal, con presencia de líquido ascítico de color claro y apariencia normal, en regular cantidad.

2.3 Investigación de copépodos: Los copépodos encontrados en el área de estudio fueron obtenidos con las muestras del agua que se encontraba cerca de las orillas del lago en toda su extensión, en especial en la parte Norte y Oriente del lago en donde hay muy poca actividad turística y pocas construcciones, las especies encontradas pertenecen a las de Diaptomus vulgaris y Cyclops.

Además de los copépodos y los peces que representan dos pasos de la cadena biológica normal del desarrollo del *D. latum*, se encuentran especies de vertebrados y mamíferos que además del hombre funcionan como reservorios dentro del ciclo entre ellos el perro, el gato, el cerdo y otros animales silvestres.

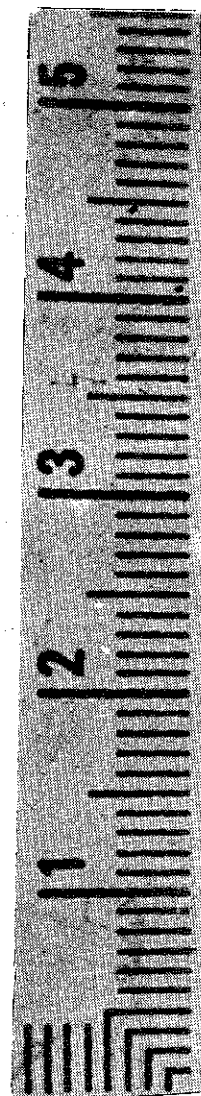
Teniendo dentro de esto que las infecciones humanas son el resultado de la interacción de algunos factores, entre ellos:

- La presencia de huéspedes, definitivos humanos y animales.
- La presencia de vías de transmisión adecuadas.
- Hábitos alimentarios de la población.
- La cantidad de contaminación de las aguas dulces naturales por los huéspedes definitivos.

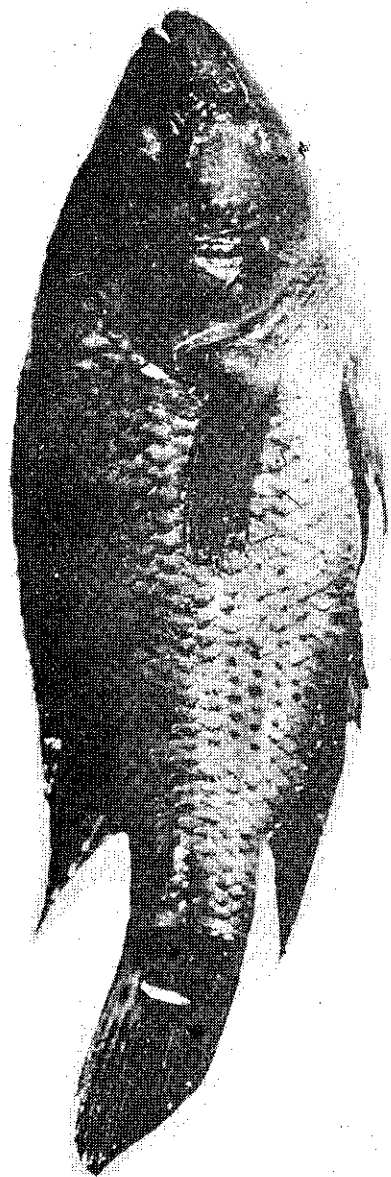
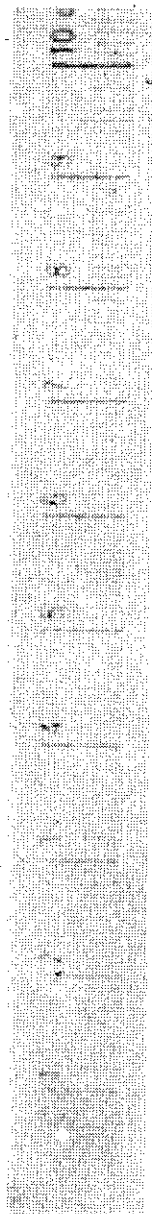
3.- La población:

Se inicia con los habitantes de todos los municipios alrededor del Lago. Ver Cuadro No. 2.²¹

La población fija que se encuentra en las viviendas en la orilla del lago, generalmente son personas que trabajan como guardianes de los chalets o propietarios de viviendas pobres casi exclusivamente en las aldeas de Tacatón y Cerritos del Municipio de Amatlán, habitantes que suman un número de 2,151 personas, población en la que se incluyeron ambos sexos y todas las edades.



Larva plerocercoides



Cichlasoma managuense



Cichlasoma managuense con Larva plerocercoid

CUADRO No. 2 POBLACION TOTAL RESIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, PORCENTAJE POR SEXO, ALFABETAS, ECONOMICAMENTE ACTIVOS, INDIGENAS Y GRUPOS DE EDAD, SEGUN MUNICIPIO.

- DATOS DEFINITIVOS DEL VIII CENSO NACIONAL DE POBLACION DEL 26 DE MARZO DE 1973.

Municipio	Población total residente del departamento de Guatemala					
	% Por sexo			%		
	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres	Alfabetas 1/	Económicamente Act.2/	Indígena
Total.....	100.00	47.99	52.01	75.65	34.35	13.72
Guatemala.....	63.21	46.94	53.06	84.17	48.61	7.22
Sta.Catarina Pinula	1.17	50.49	49.51	67.05	39.53	3.98
San José Pinula...	1.20	50.59	49.41	50.21	41.59	4.32
San José del Golfo	0.30	52.30	47.70	55.93	47.20	0.15
Palencia.....	1.71	50.82	49.18	40.05	40.11	0.98
Chinautla.....	2.96	49.61	50.39	70.31	43.71	15.03
San Pedro Ayampuc	0.94	51.32	48.62	36.60	44.32	50.52
Mixco.....	11.72	48.27	51.73	77.79	44.50	17.75
San Pedro Sacatep.	0.97	49.26	50.74	35.32	59.53	96.27
San Juan Sacatep.	3.89	50.51	49.49	25.94	43.65	87.43
San Raymundo.....	0.83	49.60	50.40	35.56	42.34	71.27
Chuarrancho.....	0.63	52.36	47.67	18.70	45.22	80.15
Fraijanes.....	0.69	52.34	47.66	56.62	38.93	0.32
Amatitlán.....	2.38	49.64	50.36	62.91	44.39	5.51
Villa Nueva.....	3.80	50.25	49.75	69.70	39.95	10.47
Villa Canales.....	2.87	51.63	48.37	52.12	41.28	1.71
Petapa.....	0.73	50.17	49.83	53.84	43.10	4.27

1/ De 7 años y más de edad

2/ De 10 años y más de edad

También existe una población flotante, constituida por los dueños de chalets o cualquier otro tipo de vivienda que visitan sus propiedades los fines de semana o en ocasiones, pero que viven en otro lugar, representan un número de 1,374 personas.

CUADRO No. 3
NUMERO DE PERSONAS QUE VIVEN EN LAS ORILLAS
DEL LAGO HASTA 30 MTS. DE ESTA

		%
Población residente:	2,151	61.02
Población flotante:	1,374	38.98
TOTAL:	3,525	100.00

4.- Las viviendas:

Las viviendas edificadas en la orilla del lago son en su mayoría construcciones muy adecuadas, ya que se usan para fines turísticos o para descanso en los días de asueto, por población de ingresos económicos altos, teniendo un escaso número de las mismas para residencia permanente. Se encontró un número total de 904.

4.1. Abasto de agua: todas las viviendas en la orilla extraen el agua directamente del lago o en pozos situados en la orilla de dicho lago.

CUADRO No. 5

ABASTO DE AGUA DE LAS 904 VIVIENDAS EDIFICADAS EN LA ORILLA DEL LAGO DE AMATITLAN

	#	%
Con agua a presión:	663	73.34
Con pozo sanitario:	18	1.99
Extraída manualmente y acumulada en recipientes:	223	24.67
TOTAL:	904	100.00

(Ver cuadro Estadístico)

De las anteriores viviendas las únicas que tienen plantas compactas de tratamiento del agua con rayos ultravioleta son:

65 7.19%

4.2. Disposición de excretas:

CUADRO No. 6

DISPOSICION DE EXCRETAS DE LAS 904 VIVIENDAS EDIFICADAS EN LA ORILLA DEL LAGO

	#	%
Con fosas sépticas	661	73.1
Excusados lavables	1	0.2
Letrina sanitaria	79	8.7
Letrina insanitaria	29	3.2
Sin letrina	134	14.8
TOTAL:	904	100.00

5. DISCUSION:

El presente estudio motivado por la presencia de larvas plerocercoides en una especie de peces que habitan el lago de Amatitlán, el *Cichlasoma managuense*, nos ha hecho pensar en la historia natural de la enfermedad - llamada Difilobotriasis, e investigar las relaciones y - características de la trílogía Agente, Ambiente y Huésped.

5.1 EL AMBIENTE: El ambiente es el factor más importante en el establecimiento de áreas endémicas. En el presente estudio se demuestra el alto grado de - contaminación de las aguas que alimentan el lago - de Amatitlán y el lago mismo. Lo anterior determinado principalmente por la práctica de permitir la - entrada de aguas negras a los ríos y el lago en sí, - además de desechos industriales y pesticidas usados en agricultura.

En el propio lago la disposición de excretas - es inadecuada en más del 27% de las viviendas, lo - que contamina directamente las aguas del lago. - - Otro aspecto importante es el abasto de agua que - utilizan los habitantes de la orilla del lago, consumiendo todos sin excepción agua tomada directamente del lago o de pozos cercanos al mismo, únicamente el 7% de las viviendas consumen agua tratada con rayos ultravioleta por medio de plantas compactas - de tratamiento, es decir, para uso exclusivo de una - vivienda.

De lo anterior podemos deducir, que, la inadecuada disposición de las excretas en el lago, el consumo de agua no potable y la contaminación con - desechos industriales y aguas negras de los afluen -

tes del lago, son los factores determinantes en la polución - del ecosistema del lago.

Punto muy importante del estudio del ambiente fue el haber determinado la presencia de los huéspedes intermediarios que tienen participación en la cadena epidemiológica de la difilobotriasis, para lo cual se estudió la fauna silvestre, los - animales domésticos y los hábitos del hombre en relación - con los demás huéspedes. Se investigaron los peces que habitan el lago y los copépodos que se encuentran descritos en el desarrollo del presente trabajo. Es importante mencionar que la costumbre de tener cerdos, perros, gatos y otros vertebrados en la casa, además de que en el ambiente una gran - cantidad de factores adecuados para la infección, son factores que hay que considerar en el estudio del problema.

5.2 EL AGENTE: En relación con el agente causante de la difilobotriasis en este estudio se encontró según nuestra hipótesis - la presencia de larvas plerocercoides en peces del lago. Este hallazgo nos sugiere la posibilidad de que la población - expuesta a las aguas del lago pudiera ingerir huevos de *D. - latum* o bien que las personas que ingieren peces proceden - tes del lago de Amatitlán se contaminaran con las larvas plerocercoides. En el primer caso dando como resultado la es - parganosis y el segundo la presencia del parásito en el intestino en su forma adulta.

5.3 EL HUESPED: Aunque muchos animales pueden actuar como - hospederos definitivos del parásito, es el hombre el principal diseminador de la enfermedad en la naturaleza. Además del hombre, varias especies de peces, copépodos y unos 22 vertebrados más pueden participar en este ciclo. Normalmente el hospedero humano alberga uno o dos ejemplares, los cuales - pueden según Le Bas, determinar la presencia de uno a cuatro millones de huevos por gramo de heces.³ De lo anterior podemos determinar en términos generales lo que un parásito

en un huésped humano puede hacer en la población, con la inadecuada disposición de excretas de esta persona. - Ahora bien, Le Bas en 1924, estableció mediante investigaciones realizadas en ciertos peces de Suiza, que del 40 al 95% de ellos albergan larvas plerocercoides, región donde el parásito es raro en el hombre, lo cual parece indicar que allí no es el hombre el hospedero definitivo principal del *Diphyllbothrium latum*.

Es de mucha importancia la costumbre y hábitos de los habitantes que residen en la orilla del lago o en el municipio de comer pescado frito o cocido obtenido del lago, ya que dentro de los caracteres biológicos de la larva se ha establecido que mueren al ser colocadas en agua a 50 grados centígrados, pero cuando se hierven durante 10 minutos todas mueren. En los pescados fritos con manteca o aceite durante 5 minutos, las larvas no mueren, pues la temperatura en el interior de los músculos no sobrepasa de 25 grados centígrados. Una temperatura de menos de 3 grados centígrados, así como las soluciones salinas hipeftónicas, aceite y vinagre fuertes, también matan las larvas plerocercoides.

No se investigó en el presente estudio sistemáticamente a todos los habitantes del área, es decir, muestras de heces o cualquier otro tipo de investigación para establecer el diagnóstico en el humano, quedando pendiente la demostración del parásito en el huésped humano.

Sin embargo, en los múltiples exámenes de heces practicados en el Hospital de Amatitlán y en el Centro de Salud del Municipio, no se ha reportado la presencia de huevos de *D. Latum*.

APENDICE

Es de importancia hacer notar que en tiempo fuera de la investigación de la cual este trabajo es informe, el autor encontró dos especies más de peces infectados con larvas plerocercoides, siendo éstas: 1) Poescilia Sghenops (pupo común) y 2) Peciliopsis geacilis (pupo 7 puntos). Además de que recientemente el Ministerio de Agricultura por medio de DIGESA, sembró 50,000 ejemplares de Carpo Tilapia para incrementar la ictiofauna del Lago.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Mientras no se investiguen los ecosistemas de hidrografía similar al de Amatitlán (por ejemplo el Lago de - - Atitlán), debe considerarse la presencia de este parásito.
- 2) Es de mucha importancia, controlar todo vertimiento de sustancias tóxicas, cuyas concentraciones sean tales - que tiendan a disminuir la vida acuática. Lo anterior - mente dicho cobra mayor significación si se toma en - cuenta que en la cuenca sur tienden a establecerse una cantidad apreciable de industrias de diferentes clases, - cuyos vertimientos en las masas o cuerpos de agua pueden llegar a ser perjudiciales. También se menciona - que como consecuencia de la actividad agrícola y ganadera, se ha venido incrementando el uso de pesticidas, - lo que indudablemente requiere una atención especial, - al incidir apreciablemente esta actividad en la vida - acuática de las corrientes de agua.
- 3) Necesidad de ejercer un control riguroso del uso de pesticidas y materia orgánica para obtener una disminución sustancial de los tóxicos y disminuir las cantidades de - tectadas en la carne de consumo humano.
- 4) En el presente trabajo se demostró la presencia de larvas plerocercoides en una especie de peces del lago de Amatitlán que nos sugieren por las características morfológicas que pertenecen al *D. latum*.
- 5) Hasta el momento la presencia de *D. latum* en el humano aunque no se investigó sistemáticamente, no se ha demostrado en el área.

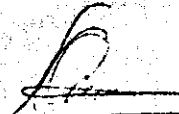
- 6) En el estudio del ecosistema del lago de Amatitlán se demostró la presencia de contaminación fecal del mismo, peces contaminados con larvas plerocercoides y copépodos, - los que participan en el ciclo evolutivo del *D. latum*.
- 7) Las condiciones higiénicas de los habitantes del lago de - Amatitlán son precarias como lo demuestra la falta de - agua potable en el 93% de las viviendas y de la inadecuada disposición de excretas en el 18.02% de las viviendas.

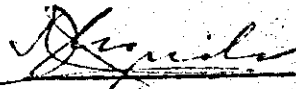
VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUILAR, FRANCISCO J.: Consideraciones sobre - cestodiasis en Guatemala. Revista del Cole - gio de Médicos y Cirujanos. 7 (3): 170-171, - 1956.
- 2.- CRAIG y FAUST: Parasitología clínica. España, Sal - vat Editores, 1974. pp. 5, 8, 17, 32, 503, 509 - 515, 587-588.
- 3.- KOURI P. y BASNUEVO J.: Lecciones de parasitolo - gía y medicina tropical. 3a. ed. V. 2. La Ha - bana, Cuba, 1948. pp. 524-540.
- 4.- MALDONADO, JOSE F.: Helminthiasis del hombre - en América. Barcelona, España. Editorial -- Científico-Médica, 1965. pp. 497-503.
- 5.- BROWN, HAROLD W.: Parasitología Clínica. 3a. ed. México. Editorial Interamericana, 1970. pp. 185-189.
- 6.- PESSOA BRANSLEY, S.: Parasitología médica. 7a. ed. Brasil, Editora Guanabara Kaogan, 1967. pp. 479-481.
- 7.- NIÑO, FALVIO L.: Parasitología. 2a. ed. Buenos Ai - res, Argentina. Editorial Beteta, 1965. pp. - 20, 25, 264, 344-348.
- 8.- NAJARION, HAIG H.: Parasitología médica. Mé - xico. Editorial Interamericana, 1969. pp. 66- 67.

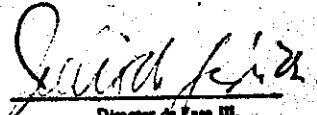
- 9.- MARKELL, EDUARD K.: Parasitología médica. 3a. ed. - México. Editorial Interamericana, 1973. pp. 156- 160.
- 10.- GREENWAY, DIEGO: Zooparásitos y zooparasitosis hu - manas. 7a. ed. Universidad de Córdoba, Argentina, 1950. pp. 160-165.
- 11.- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA: Estudio de factibi - lidad del plan maestro de alcantarillado, cuenca - del pacífico. Convenio de asistencia técnica ATN/ TF-1151-GU. Bid-Guatemala. Guatemala, 1976 . p. 461.
- 12.- VERONESI, R.: Enfermedades infecciosas y parasitarias. Editorial El Ateneo, 1971. pp. 973-975.
- 13.- SWARTZWELDER, CLIDE, J. et al: American Journal of - Tropical Medicine and Hygiene. V. 13 (1): 43-47.
- 14.- BROOKS, Jr., T. J. et al: American Journal of Tropical - Medicine and Hygiene. V. 9 (2): 192-194, March - 1960.
- 15.- MOST, HARRY. Manhattan: "A tropic isle". The Ameri - can Journal of Tropical Medicine and Hygiene. V. 17 (3): 333, May 1969.
- 16.- KHAMBOONRUANG, CHIRASAK. et al: A Case of - - Intra-abdominal Sparganosis in Chiang Mai, Thailand. The American Journal of Tropical Medicine and Hy - giene. V. 23 (3): 538, 1974.

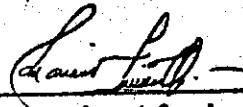
- 17.- NAGAHANA, MISA O. et al: Treatment of Taenia -
Saginata and Diphyllbothrium latum infec-
tions with Bithionol. The American Journal -
of Tropical Medicine and Hygiene. V. 15 (3):
351-354, 1966.
- 18.- PERERA, DAVID R. et al: Niclosamide Treatment of-
Cestodiasis. The American Journal of Tropical
Medicine and Hygiene. V. 19 (4): 610-612.
- 19.- NEVEAU, M. LEMAIRE. Traité D'Helminnologie. Me-
dicale et Vétérinaire, Paris, Francia, Vigot -
Frères, Editeurs, 1936. Tomo II pp. 1468, 387
-405.
- 20.- LEON, LUIS A. et al: A Case of Ocular Sparganosis
in Ecuador. The Journal of Parasitology. V.-
58 (1): 184-185, February 1972.
- 21.- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censos; -
población y habitación 26 de marzo al 7 de -
abril de 1973. Boletín informativo 1974. 4 p.


Mario Alejandro Sanayoa G.

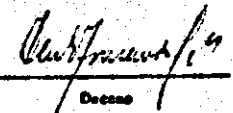

Dr. Francisco J. Aguilar


Dr. Roberto Maselli P.


Dr. Julio de León M.


Dr. Mariano Guerrero Rojas

Vo. Bo.


Dr. Carlos Armando Soto G.