

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA
-CEMA-**

TRABAJO DE GRADUACION



**Estudio limnológico del río Pululá, en el municipio de
Jalpatagua, Jutiapa**

Presentado por:

T.U.A. José Estuardo Martínez Mencos

**Para otorgarle el título de
Licenciatura en Acuicultura**

Guatemala, marzo del 2,006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

Consejo Directivo:

| | |
|--|--|
| Presidente | M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera |
| Secretario | M.V. Angel Salomón Medina Paz |
| Coordinador Académico | M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García |
| Representante Docente | M.Sc. Erick Roderico Villagran Colón |
| Representante de Colegio Medicos Veterinarios | Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra |
| Representante Estudiantil | T.U.A. Julián Américo Sikahall Prado |
| Representante Estudiantil | Br. Manoel Cifuentes Marckwordt |

DEDICATORIA

A DIOS

Sobre todas las cosas, gracias por esta oportunidad

A MI MADRE

Por su apoyo y comprensión

A MIS HERMANOS

Por su apoyo incondicional

A MIS SOBRINOS

Por su cariño

A MIS AMIGOS

Por siempre estar presentes en las buenas y las malas

A MI PATRIA

Por ser la más bella del mundo

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios, Universidad de San Carlos de Guatemala - USAC-, y en especial al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- por ser la casa formadora de mi carrera universitaria y pilar de esta investigación.

A la municipalidad de Jalpatagua, Jutiapa, por apoyar la ejecución de esta investigación, en especial al Sr. Alcalde Sazo.

A la Licda. Estrella Marroquín, por su apoyo y colaboración en la realización de esta investigación, en especial por su amistad.

Al T.U.A. Carlos Tay, sin su ayuda no hubiera sido posible llevar a cabo gran parte de esta investigación. Muchas gracias Tay.

Especial agradecimiento a mi asesor Ing. Agr. Pedro Julio García, por dirigirme en la elaboración de esta investigación.

Al M.Sc. Leonel Carrillo y al M.V. Salomón Medina, por siempre estar dispuestos a brindarme su apoyo.

Al Sr. Olfedo Marroquín, quien prestó toda su colaboración en la captura de las distintas especies acuícolas encontradas.

Al Lic. Herman King, por su apoyo en la identificación de especies ícticas.

A todas las personas que de una u otra manera ayudaron en la realización de este trabajo de investigación, que sin su ayuda no hubiera sido posible la elaboración de este documento.

RESUMEN

La presente investigación es un estudio limnológico del Río Pumulá, basado en el análisis de los parámetros físico-químicos de calidad de agua, estudio físico de suelos, así como la identificación de ictiofauna, moluscos, crustáceos y organismos indicadores de las condiciones ambientales (fitoplancton).

El estudio se realizó durante las épocas de verano e invierno para tener un conocimiento del comportamiento del cauce en las dos épocas.

Con la información obtenida en dichas épocas se estableció la influencia antropogénica sobre este cuerpo de agua, encontrándose poca diversidad de especies ícticas, una especie introducida, el Guapote tigre *Nandopsis managuensis*, microalgas indicadoras de aguas contaminadas como *Oscillatoria sp* y *Spyrogira sp*, y parámetros químicos alterados por agua de escorrentía proveniente de áreas destinadas a cultivos.

Debido a las características propias de los cuerpos de aguas corrientes, el río Pumulá tiene la capacidad en la actualidad de soportar las descargas de aguas servidas del municipio de Jalpatagua, así como el agua contaminada que alimenta su cauce por efecto de escorrentía, sin embargo, esta facultad se perderá al incrementarse la presión que ejerce el hombre.

ABSTRACT

The present investigation is a limnological study of the Pululá River, based on the analysis of the physical and chemical parameters of water quality, physical ground study, as well as the identification of ictyofauna, mollusc, crustaceans and organisms that indicate environmental conditions (phytoplankton).

The study was made during summer and winter to have knowledge of the behavior of the river at the two seasons.

With the data obtained at these times the anthropogenic influence settled down on this water body, being little diversity of icticals species, an introduced species, the Guapote tigre *Nandopsis managuensis*, indicating water seaweed contaminated like *Oscillatoria* sp and *Spyrogira* sp, and chemical parameters altered by water of originating run-off of areas destined to crops.

Due to the own characteristics of the running water bodies, the Pululá river has the capacity at the present time to support the water unloadings served by the province of Jalpatagua, as well as the contaminated water that feeds its channel by effect on run-off, nevertheless, this faculty will lose when being increased the pressure that exerts the man.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 Objetivo general | 2 |
| 2.2 Objetivos específicos | 2 |
| 3. ANTECEDENTES | 3 |
| 4. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 4.1 Técnicas de muestreo de organismos acuáticos | 6 |
| 4.1.1 Técnicas de capturas con redes | 6 |
| 4.2 Físico-química del agua | 6 |
| 4.2.1 Oxígeno disuelto | 6 |
| 4.2.2 pH | 7 |
| 4.2.3 Sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica | 7 |
| 4.2.4 Dureza | 8 |
| 4.2.5 Sulfatos | 9 |
| 4.2.6 Sílice | 9 |
| 4.2.7 Nitrógeno | 10 |
| 4.2.8 Fósforo | 11 |
| 4.3 Productividad y comunidades acuáticas | 11 |
| | |
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| 5.1 Área de Estudio | 13 |
| 5.1.1 Jalpatagua | 13 |
| 5.1.2 Río Pululá | 14 |
| 5.1.3 Condiciones climáticas | 15 |
| 5.2 Trabajo de Gabinete | 17 |
| 5.3 Metodología de muestreo | 17 |
| 5.3.1 Trabajo de Campo | 17 |
| 5.3.1.1 Parámetros físico-químicos de calidad de agua | 18 |
| 5.3.1.2 Estudio de suelos | 19 |

| | | |
|---------|--|-----------|
| 5.3.1.3 | Análisis de fitoplancton | 21 |
| 5.3.1.5 | Identificación taxonómica de peces, crustáceos y moluscos | 22 |
| 5.4. | Materiales, suministros y equipo | 22 |
| 6. | RESULTADOS | 26 |
| 7. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 31 |
| 8.1 | Calidad de agua | 31 |
| 8.2 | Edafología | 42 |
| 8.3 | Identificación de especies | 46 |
| 8. | CONCLUSIONES | 54 |
| 9. | RECOMENDACIONES | 55 |
| 10. | BIBLIOGRAFÍA | 56 |
| 11. | ANEXO | 57 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|----------------------|--|-----------|
| Cuadro No. 1 | Datos metereológicos de la estación Quesada, Jutiapa | 15 |
| Cuadro No. 2 | pH | 26 |
| Cuadro No. 3 | Temperatura (°C) | 26 |
| Cuadro No. 4 | Dureza (mg/l) | 26 |
| Cuadro No. 5 | Conductividad (μS/cm) | 27 |
| Cuadro No. 6 | Oxígeno disuelto (mg/l) | 27 |
| Cuadro No. 7 | Nitratos (mg/l) | 27 |
| Cuadro No. 8 | Silicatos (mg/) | 28 |
| Cuadro No. 9 | Amonio (mg/l) | 28 |
| Cuadro No. 10 | Sulfatos (mg/l) | 28 |
| Cuadro No. 11 | Fosfatos (mg/l) | 29 |
| Cuadro No. 12 | Granulometría de Los Hoyos | 29 |
| Cuadro No. 13 | Granulometría de Jalpatagua | 29 |
| Cuadro No. 14 | Granulometría del Desagüe | 29 |
| Cuadro No. 15 | Granulometría de la Presa | 30 |
| Cuadro No. 16 | Rangos de parámetros óptimos para aspectos ecológicos | 31 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|----------------------|--|-----------|
| Figura No. 1 | Temperatura promedio anual (°C) | 15 |
| Figura No. 2 | Días de precipitación anual | 16 |
| Figura No. 3 | Precipitación pluvial (mm) | 16 |
| Figura No. 4 | pH | 32 |
| Figura No. 5 | Temperatura (°C) | 33 |
| Figura No. 6 | Dureza (mg/l) | 34 |
| Figura No. 7 | Conductividad (µS/cm) | 35 |
| Figura No. 8 | Oxígeno disuelto (mg/l) | 36 |
| Figura No. 9 | Nitratos (mg/l) | 37 |
| Figura No. 10 | Silicatos (mg/) | 38 |
| Figura No. 11 | Amonio (mg/l) | 39 |
| Figura No. 12 | Sulfatos (mg/l) | 40 |
| Figura No. 13 | Fosfatos (mg/l) | 41 |
| Figura No. 14 | Rocas | 42 |
| Figura No. 15 | Gravas | 43 |
| Figura No. 16 | Arenas muy gruesas y gruesas | 43 |
| Figura No. 17 | Arenas medias | 44 |
| Figura No. 18 | Arenas finas limo y arcilla | 44 |
| Figura No. 19 | Charica (<i>Archocentrus nigrofasciatum</i>) | 46 |
| Figura No. 20 | Pepesca (<i>Astyanax aeneus</i>) | 47 |
| Figura No. 21 | Guapote Tigre (<i>Nandopsis managuensis</i>) | 48 |
| Figura No. 22 | Bute (<i>Poecilia sphenops</i>) | 49 |
| Figura No. 23 | Filin (<i>Rhamdia cabrerai</i>) | 50 |
| Figura No. 24 | Cangrejo (<i>Potamo carcinus</i>) | 50 |
| Figura No. 25 | <i>Cosmarium</i> sp | 51 |
| Figura No. 26 | <i>Tabellaria</i> sp | 51 |
| Figura No. 27 | <i>Fragilaria</i> sp | 51 |
| Figura No. 28 | <i>Oscillatoria</i> sp | 52 |
| Figura No. 29 | <i>Spyrogira</i> sp | 52 |

| | |
|--|-----------|
| Figura No. 30 <i>Diatomea sp</i> | 52 |
| Figura No. 31 <i>Fragilaria sp.</i> | 52 |
| Figura No. 32 <i>Diatomea sp.</i> | 53 |

ÍNDICE DE ANEXO

| | |
|---|-----------|
| Anexo No. 1 Mapa del Departamento de Jutiapa | 58 |
| Anexo No. 2 Mapa del Área de estudio | 59 |

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el deterioro de los Recursos Naturales camina a pasos acelerados, debido, principalmente, a las actividades realizadas por el hombre y, el Río Pululá, ubicado en el Municipio de Jalpatagua, Jutiapa, no es la excepción.

Guatemala cuenta con poca información limnológica, la cual es muy importante para conocer el comportamiento de las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua, es por ello que en ésta investigación se determinaron algunas características limnológicas del Río Pululá en Jalpatagua Jutiapa, durante las épocas de verano e invierno.

De la misma manera, se pretende aportar información que ayude a elaborar directrices para dar un mejor manejo al cauce del Río Pululá, así como generar información que sirva de base a futuras investigaciones.

Esta investigación contó con el apoyo económico de la Municipalidad de Jalpatagua, Jutiapa y el apoyo técnico logístico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ❖ Generar información limnológica del Río Pululá

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Identificar especies ícticas, crustáceos, moluscos y fitoplancton.
- ❖ Estudiar los factores físico-químicos del Río Pululá.
- ❖ Determinar las principales propiedades físico-químicas de suelo en el Río Pululá.

3. ANTECEDENTES

El estudio de la Limnología se conoce ampliamente en la historia en países Europeos y Norteamérica, sin embargo en países neotropicales es una ciencia nueva y de poco desarrollo (Roldán, 1992).

Debido a que la limnología en el trópico americano es muy diferente a la del trópico asiático y africano, en especial su hidrología, con faunas y floras totalmente diferentes y que lamentablemente conocemos muy poco sobre esta información en nuestro trópico (Roldán, 1992).

Uno de los países que mejor ha estructurado a la Limnología en la franja neotropical en las últimas décadas es Brasil en estudios realizados en el Amazonas con registros que datan de los años 1,637 en adelante con investigaciones sobre las zonas de inundación, la variedad de peces, tortugas y sus hábitos, desarrollo sobre la microbiología acuática, entre otras toda una diversidad de aspectos que con el transcurso del tiempo han dado un gran avance al desarrollo de la Limnología en este país (Roldán, 1992).

Fuera del Brasil, los estudios limnológicos en el resto de los países localizados dentro de la franja neotropical son escasos y poco conocidos. Aunque se debe mencionar que se han hecho estudios limnológicos en Venezuela, Perú, Chile, Bolivia, Colombia. Los primeros registros de estudios limnológicos en el área centroamericana son reportados en el año de 1916 realizados en cuerpos de agua lóticos; para el área específica del norte Guatemala Cowgill *et al.* realizan estudios acerca de la historia de la Laguna Petenxil (Roldán, 1992).

En Guatemala, existe pocos estudios de Limnología, y los mismos son en su mayoría realizados en Lagos y Lagunas. Se cuenta con poca información sobre el comportamiento de sus ríos; pero se ha reportado algunos estudios

que presentan alguna relacionan con la presente investigación, los cuales serán descritos a continuación:

Coloma (1,998) indica que la Laguna de Calderas del municipio de Amatitlán se encuentra en un nivel mesotrófico basándose en los niveles bajos de Bisulfuros, Nitratos y Fosfatos.

Hidalgo (2,000) reporta el área estuarina dominada por el Río de Paz comprendida de la finca el paraíso a la comunidad de La Barrona (La Gabina), Moyuta, Jutiapa, con niveles de contaminación cero, para aguas superficiales y con cobertura boscosa primaria abundante, aunque indica que la pesca en esta región ha disminuido, que no se evidencia presencia de organismos exóticos y que se encuentran peces de grandes tallas, lo que refleja poca intervención antrópica.

Vásquez y Muñoz (2,000) identificaron 15 familias y 40 especies de peces, 4 familias de moluscos y 5 familias crustáceos en tres zonas estuarinas del Pacífico de Guatemala señalando que existe una gran biodiversidad.

4. MARCO TEÓRICO

La Limnología es el estudio de las relaciones funcionales y de productividad de las comunidades de agua dulce y la manera como éstas son afectadas por el ambiente físico, químico y biológico (Wetzel, 1983), citado en (Roldán, 1992). El término limnología ha sido aceptado para designar el estudio de las aguas interiores o continentales, no importa si son lénticas (lagos) o lólicas (ríos, corrientes) (Roldán, 1,992).

Los ríos, riachuelos, arroyos y quebradas son ecosistemas acuáticos de aguas corrientes o lólicas, asociados comúnmente a lugares de erosión, de transporte y de sedimentación de materiales. Aunque las corrientes hacen parte de los ecosistemas terrestres en casi todos los lugares del mundo, éstas sólo cubren cerca del 1% de su superficie (Roldán, 1,992).

El agua que transportan los ríos está íntimamente ligada al ciclo hidrológico. Del agua que cae como lluvia, sólo una porción llega hasta los cauces de los ríos. Parte se evapora directamente de las rocas, el suelo y la vegetación; parte es tomada por las plantas a través de las raíces; y parte entra como agua subterránea (Roldán, 1,992).

La cantidad de lluvia varía enormemente de región en región.

El lecho de los ríos está conformado por distintos tipos de sustrato que va desde rocas o peñas hasta arena muy fina y arcilla (Roldán, 1,992).

La determinación del tipo de sustrato de un lecho es muy importante, pues de él depende el establecimiento de una flora marginal y fauna béntica específica (Roldán, 1992).

4.1 Técnicas de Muestreo de Organismos Acuáticos

Para conocer el estado de una población es imprescindible tomar una serie de datos de los individuos que lo componen. Los métodos pretenden obtener una muestra lo más representativa posible de la población que se trata de evaluar, con vistas de que los errores de estimación sean mínimos (García, *et al.* 1993).

4.1.1 Técnicas de capturas con redes

Las redes se pueden emplear como aparejos activos, es decir arrastrados con el esfuerzo humano, que es el utilizado en la pesca continental (García, *et al.* 1993)

4.2 Físico-química del Agua:

Una de las propiedades más importantes del agua es su capacidad para mantener en solución numerosos elementos y sustancias sólidas y gaseosas, fundamentales para los organismos que en ella viven (Roldán, 1,992)

Las aguas continentales llevan en invierno más sólidos en suspensión y menos sólidos disueltos (existen mayores escorrentías que arrastran partículas de la cuenca y la densidad y viscosidad es mayor) que en verano, teniendo unas características inversas durante esta época (García, *et al.* 1,993).

4.2.1 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. El

oxígeno llega al agua por difusión de la atmósfera o por fotosíntesis. La difusión del oxígeno en un ecosistema acuático se lleva a cabo por medio de la circulación y movimientos del agua provocados por diferencia de densidad de las capas de agua o por los vientos (Roldán, 1992).

La solubilidad del oxígeno en el agua aumenta a medida que disminuye la temperatura.

4.2.2 pH

Las letras pH son la abreviatura para representar “potencial de hidrogeniones (H⁺)” e indican la concentración de estos iones en el agua. Los valores de pH en aguas naturales neotropicales varían entre 6.0 y 9.0 (Roldán, 1,992).

4.2.3 Sólidos Totales Disueltos y Conductividad Eléctrica

La concentración total de sustancias o minerales disueltos en las aguas naturales es un parámetro útil para conocer las relaciones edáficas y la productividad en un cuerpo de agua. La cantidad de STD en partes por millón varía grandemente. Aguas muy oligotróficas pueden contener valores > 10 ppm o mg/l. La mayoría de ríos neotropicales presentan rangos entre 10 y 200 ppm (Roldán, 1992)

La conductividad eléctrica mide la cantidad total de iones, por lo tanto se correlaciona con la salinidad. La medida de conductividad de un cuerpo de agua es uno de los parámetros más importantes en limnología. A través de ella se puede conocer mucho acerca del metabolismo de un ecosistema

acuático. Además, altas diversidades de especies corresponden a menudo a bajas conductividades y viceversa (Roldán, 1992)

En los trópicos, los valores de conductividad están más relacionados con la naturaleza geoquímica del terreno y su concentración varía principalmente con las épocas de lluvia y de sequía y con su estado trófico (Roldán, 1992)

Los ríos por su parte, son oligotróficos en su nacimiento, pero su conductividad y su concentración de iones va aumentando progresivamente a medida que llegan a los valles por efecto de la erosión del cauce, al arrastre de sedimentos y la escorrentía provocada por las lluvias. En muchos ríos neotropicales estos valores aumentan drásticamente debido a la actividad agrícola y a la contaminación de origen industrial y doméstico que no tiene ningún control en los países de Centro América (Roldán, 1992)

4.2.4 Dureza

Limnológicamente la dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella. El calcio y el magnesio son los cationes más abundantes en las aguas dulces, el calcio es por lo regular el más abundante, y es importante para el metabolismo y para la formación de huevos y dientes en los organismos acuáticos. El magnesio por su parte, constituye el núcleo de la molécula de clorofila, de ahí la importancia que tiene para la productividad primaria en los ecosistemas acuáticos. (Roldán, 1992).

Las aguas con bajos valores de dureza se llaman también “aguas blandas” y biológicamente son poco productivas. Por el contrario, aguas con altos valores de dureza, se denominan “duras” y por lo regular son muy productivas.

4.2.5 Sulfatos

La forma más común de encontrarse el azufre en el agua es como SO_4 (ion sulfato). El sulfato entra al agua a través de la lluvia y por disolución de rocas que contengan compuestos tales como CaSO_4 y FeS_2 (pirita). Una fuente importante del azufre es la actividad volcánica. El hombre actualmente está aportando a la atmósfera una cantidad de SO_2 dos o cuatro veces más que la actividad volcánica, a través de la actividad industrial, principalmente, por la combustión del carbón (Roldán, 1992)

Los sulfatos se encuentran en aguas aeróbicas y es la forma como las algas lo pueden incorporar en su protoplasma. El azufre es importante para la constitución de algunas proteínas como cistina, cisteína y metionina (Roldán, 1992)

Los sulfatos en las aguas naturales varían en valores que van desde los 2.0 hasta los 10 mg/l.

4.2.6 Sílice

El sílice desde el punto de vista limnológico, tiene importancia en forma reactiva o soluble, que es la forma como es asimilado por los organismos. El sílice es esencial para las diatomeas

(Roldán, 1992)

Los ríos en las partes bajas presentan valores que varían entre los 3.0 y 7.5 mg/l.

4.2.7 Nitrógeno:

La importancia del Nitrógeno en el agua radica en que es el componente fundamental de las proteínas, las cuales constituyen la base estructural de los seres vivos (Roldán, 1992).

Los **nitratos y el ión amonio** son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, por cuanto constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio. Bajo escasez del ion amonio y nitrato, el fitoplancton puede formar nitritos e incorporarlos en su células, pero en altas concentraciones los nitritos son muy tóxicos (Roldán, 1992).

El ion amonio (NH_4^+) es muy importante para los productores, ya que puede ser utilizado como fuente de nitrógeno durante la síntesis de proteínas. Su concentración en medio aeróbicos es muy baja; debido a ello los nitratos se convierten allí en la principal fuente de nitrógeno para el fitoplancton. Concentraciones superiores a los 0.25 mg/l de amonio, afectan el crecimiento de los peces y superiores a los 0.5 mg/l se consideran letales (Roldán, 1992).

Los nitratos constituyen el último estado de oxidación del nitrógeno y es la forma como la utilizan directamente las plantas y las algas para sintetizar las proteínas (Roldán, 1992).

4.2.8 Fósforo

Desde el punto de vista limnológico, la forma más importante es la de **ortofosfatos** pues es la manera como las plantas acuáticas y el fitoplancton pueden absorberlo.

La principal fuente de fósforo de fósforo es arrastrada por las lluvias y la erosión; la cantidad suministrada varía con la naturaleza geológica del terreno, con el estado de conservación de las cuencas y el grado de contaminación de origen doméstico, agrícola e industrial de la región (Roldán, 1992).

4.3 Productividad y Comunidades Acuáticas

Los productores primarios del plancton reciben el nombre de “fitoplancton”. En su gran mayoría son organismos microscópicos que flotan en el agua. Los principales grupos existentes en el agua dulce comprenden los reinos: el *procariótico* y el *eucariótico*. En el primero de ellos figura la división Cyanophyta; en el segundo se incluyen las siguientes divisiones: Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta y Cryptophyta (Roldán, 1992).

Las cianofíceas se presentan fundamentalmente cuando las condiciones ambientales se desvían notablemente de las condiciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación (nitrógeno-fósforo). Algunos de sus representantes producen toxinas que causan síntomas de intoxicación en el ganado, diarreas en el hombre, muerte de otras algas, invertebrados planctónicos, peces y aves (Roldán, 1992).

Las Clorofitas ó algas verdes se desarrollan en una gama de condiciones por lo que muchas de ellas han sido utilizadas como

indicadores de contaminación. Es el grupo más diversificado en las aguas dulces (Roldán, 1992).

La división *Chrysophyta* se relacionan con aguas pobres en nutrientes (Roldán, 1992).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de Estudio:

5.1.1 Jalpatagua:

Municipio del departamento de Jutiapa. Colinda al norte con San José Acatempa y Quesada (Jut.) al este con Jutiapa y Comapa /jut.), así como la República de El Salvador; al sur con la República de El Salvador; Conguaco y Moyuta (Jut.) (IGN, 1978) (Ver Anexo No. 1)

Al oeste del río Pululá, por la carretera CA-8 de la cabecera rumbo noroeste hay 4 km. a la aldea San Francisco Los Hoyos, donde entronca la ruta departamental. Jutiapa 3, que 15 ½. al norte enlaza con la carretera asfaltada Panamericana CA-1, que al este-noreste tiene 17 ½ km. a la cabecera departamental Jutiapa. El monumento de nivelación del IGN en el parque está a 557.41 mts. SNM, lat. 14°08'02", long. 90°00'35" (IGN, 1978).

Por la carretera Interamericana CA-1, puede irse también dirección aproximada al sudeste unos 72 km. al poblado El Molino; de allí por la CA-8 a Oratorio y de esa cabecera unos 23 Km. a Jalpatagua. Existen varias líneas de transporte que con horario fijo salen varias veces al día de la ciudad capital y que hacen el recorrido en una 2 ½ horas, pudiendo hacer el viaje ya sea vía la cabecera de Jutiapa o la de Moyuta. Jalpatagua cuenta también con caminos municipales, vecinales, roderas y veredas que unen sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipio vecino (IGN, 1978).

Según la Monografía del Municipio de Jalpatagua de 1,994 se encuentra a 102 km. de la ciudad capital, a 20 km. de la aduana Valle Nuevo Frontera con el Salvador y a 42 km. de la cabecera departamental. La división administrativa esta formada por 22 aldea, en su mayoría subdividida en caserío, cantones y fincas.

5.1.2 Río Pululá:

Río municipal. Comapa y Jalpatagua, Jutiapa. Se origina en la finca El Recuerdo. Corre de noreste a sudoeste. Al sur del caserío Tierra Blanca atraviesa la carretera CA-8, recibe la quebrada La Cañada con otros afluentes y cambia al este. Al norte de la aldea El Jicaral toma al sudeste, le afluye el río El Tename, pasa al norte del caserío El Coco y descarga en el río Paz, lat. 14°01'58", long. 89°54'18", longitud aproximada de 39 kilómetros. En marzo de 1972 quedaron concluidos los trabajos de riego del proyecto de El Tempisque. Fue mencionado, por ejemplo, en 1770 cuando el entonces Arzobispo doctor Pedro Cortéz Larraz en su visita pastoral a Jalpatagua mencionó que de Conguaco "hay malísimo camino por montañas muy ásperas y se ha de cruzar cerca del pueblo el río Pululá, que es caudaloso y muchas veces no ofrece vado" (IGN, 1978).

La mayor parte del territorio jalpataguense, es bañado por el río, cuenta con varias quebradas y nacimientos de agua que cubren las necesidades básicas de los habitantes, tales como: La quebrada "Los Micones" que abastece el servicio de agua potable de la cabecera municipal, unido con el nacimiento el Zapote (Monografía Jalpatagua, 1994).

5.1.3 Condiciones climáticas:

Bosque Húmedo Subtropical (cálido) – bhS (c)

Tiene un patrón de lluvias que van de 1,200 hasta 2,000 mm. La biotemperatura es de alrededor de 27 grados C. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.95.

Cuadro No. 1: Datos meteorológicos de La Estación Quesada, Jutiapa.

| Datos/Mes | 1,990 | 1,991 | 1,992 | 1,993 | 1,994 | 1,995 | 1,996 | 1,997 | 1,998 | 1,999 |
|--------------------------------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|-------|
| Tempera. °C, Promedio del Aire | 23.2 | 23.5 | 21.7 | 22.7 | 22.9 | 22.4 | 22.5 | 23.3 | 24.3 | 24.3 |
| Días de Precipitación | 108 | 82 | 80 | 91 | 88 | 97 | 87 | 80 | 95 | 87 |
| Precipitación Pluvial (mm) | 1,196.1 | 914.2 | 1,050.6 | 1,001.1 | 945.7 | 1,159.7 | 1,103.8 | 797.0 | 1,172.0 | 997.5 |

FUENTE: INSIVUMEH

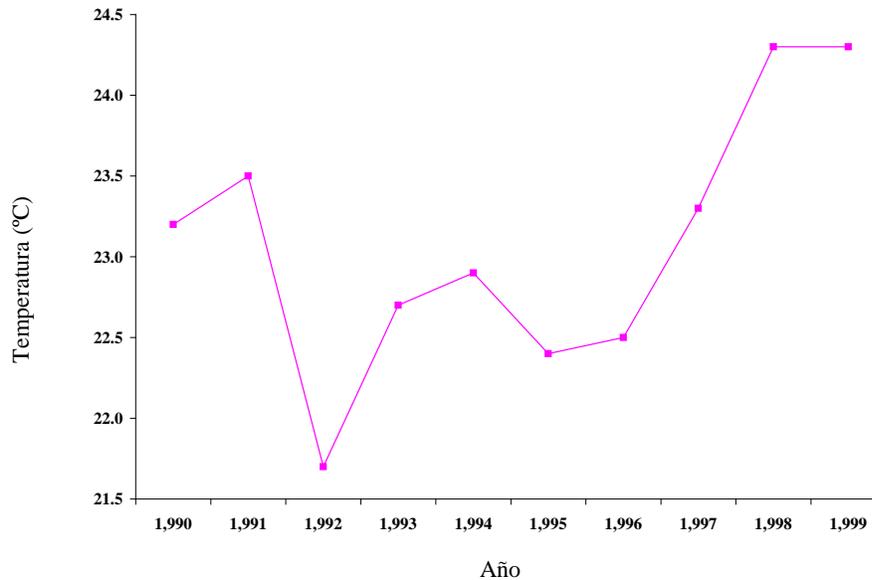


Figura No. 1: Temperatura promedio anual (°C)

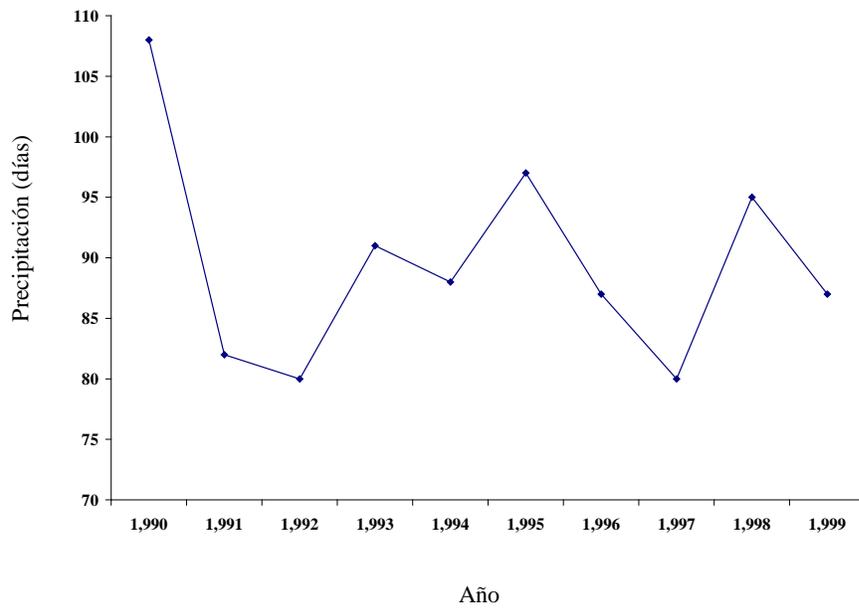


Figura No. 2: Días de precipitación anual

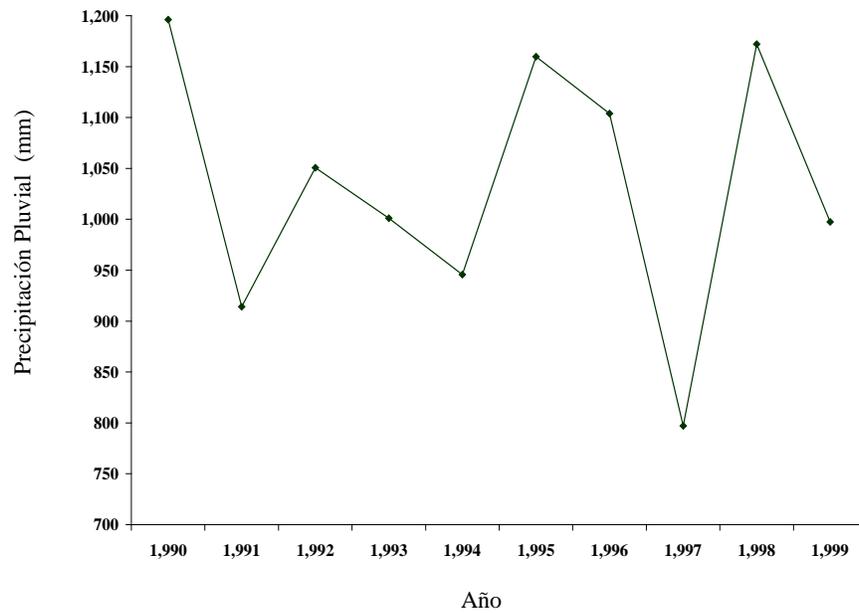


Figura No. 3: Precipitación pluvial (mm)

El estudio fue de carácter longitudinal ya que se realizaron monitoreos en las dos épocas del año.

La investigación se desarrollo en tres etapas durante el transcurso del año 2,001:

1. Trabajo en gabinete
2. Trabajo de campo
3. Laboratorio.

5.2 Trabajo de Gabinete:

En ésta etapa se realizo una amplia investigación bibliográfica sobre limnología y del área bajo estudio; investigación cartográfica sobre el área del Río Pululá, visitando el Archivo General de la Nación, INGUAT, IGN, Bibliotecas de diversas universidades, Biblioteca de la Municipalidad de Jalpatagua, Jutiapa, CONAP entre otras, de igual manera se revisaron investigaciones similares para analizar la metodología que han utilizado en su investigación.

Paralelamente al trabajo de campo y laboratorio se tabularon los resultados obtenidos durante cada muestreo.

5.3 Metodología de muestreo:

5.3.1 Trabajo de Campo:

En el componente de las propiedades físico-químicas, se procedió a definir los puntos de muestreo ubicándolos en las áreas que presenten mayor dinámica al realizar un recorrido de reconocimiento sobre el trayecto del afluente Pululá con ayuda de la interpretación cartográfica.

5.3.1.1 Parámetros Físico Químicos de Calidad de Agua:

En el caso del estudio de calidad de agua (parámetros físico químicos) se hicieron mediciones in situ de Oxígeno disuelto, Temperatura, pH y conductividad; se colectaron muestras en frascos plásticos para análisis de laboratorio consistentes en las pruebas siguientes: PO₄, P₂O₅, NH₃, Dureza Total, Si, SiO₂, SO₄ y Alcalinidad, las cuales fueron transportadas en hielera para su análisis en laboratorio en un tiempo que no excedió de 5 días.

Los muestreos de calidad de agua se realizaron cada 30 días en época de invierno como en verano, se realizaron en los puntos establecidos en la superficie del agua. Los registros se llevaron en boletas previamente elaboradas para tomar datos en el campo.

El procedimiento empleado para las mediciones in situ se describe a continuación:

- **pH y Temperatura °C:** Se utilizó un medidor de pH TOA HM-10 P
- **Oxígeno Disuelto:** Se utilizó un colorímetro marca Hatch de la serie DR/890 utilizando el método High Range (0 a 15.0 mg/L O₂)
- **Conductividad y Sólidos Totales Disueltos:** Se utilizó un Pocket Pal TDS Tester.

Parámetros químicos que se realizaron en laboratorio con el colorímetro marca Hatch serie DR/890.

- **Silicato:** Se utilizo el método Silicomolybdate High Range (0 a 75.0 mg/L)
- **Amonio:** Se utilizo el método Sulfa Ver (0 a 70 mg/L) (Powder Pillows o Accu Vac Ampuls)
- **Fosfatos:** Se utilizo el método PhosVer 3 (ácido ascórbico) (0 a 2.5 mg/L PO₄)

Para el análisis de Amonio y Nitratos se utilizo un Espectrofotómetro marca Hatch de la serie DR/2010.

- **Amonio:** Se utilizo el método Salicilato, (0 a 0.50 mg/L NH₃ – N)
- **Nitratos:** Se utilizo el método de reducción por Cadmio (0 a 30.0 mg/L NO₃-N).

5.3.1.2 Estudio de Suelos:

En el caso de suelos, se realizo un solo muestreo con el siguiente procedimiento: La muestra se colecto utilizando un barreno y luego se coloco en una bolsa plástica debidamente identificada, con lugar, fecha y hora entre otros para su posterior análisis en el laboratorio de suelos de CUNSUR.

➤ **Componente edáfico,**

Se desarrolló mediante la utilización del siguiente equipo y la metodología que se describe a continuación:

➤ **Procedimiento para obtención de puntos de muestreo:**

- Los transectos se determinaron, haciendo un polígono base en cada hoja cartográfica por punto de muestreo.
- En cada punto se fijaron tres transectos.
- En cada uno de los transectos se sacaron dos muestras representativas.
- Las tres muestras de cada transecto, se sacaron de la orilla del río y de tierra dulce.
- La muestra uno se saco a la orilla del río, la muestras dos cerca de tierra firme.

➤ **Análisis realizado en el laboratorio de ciencias básicas del CUNSUR:**

- Granulometría, por el método de tamices, empleando los mesh No. 8, 20, 60 y 100 para determinar arenas muy gruesas, arena gruesas, arenas medias y arenas finas.

- Granulometría por el método de bouyoucos o sedimentación de partículas, en el cual se utilizó una probeta graduada a 1000 ml, con un hidrómetro, en el cual se determinó el porcentaje de arenas, limos y arcilla, para un resultado de clase textural.
- Se midió el pH a cada una de las muestras con su respectivo duplicado, empleando un potenciómetro.
- Se determinó la densidad aparente, empleando probetas graduadas a 100 ml, balanza electrónica y la fórmula $D=m/v$.
- Se determinó la densidad real, empleando para dichos resultados probeta graduada a 100 ml, balanza electrónica y agua destilada.
- Se determinó el porcentaje de espacio poroso total (%EPT), empleando los resultados de la densidad aparente y real con la fórmula $\%EPT=(1-DA/DR) \cdot 100$
- Materia orgánica

Las muestras de suelo y agua han sido procesadas y analizadas en laboratorios de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.3.1.3 Análisis de Fitoplancton:

Este muestreo se realizó cada 30 días paralelamente con el muestreo de agua. Las condiciones de agua corriente

que presenta el cuerpo de agua limitado a realizar un estudio cualitativo de fitoplancton utilizando una red de Fitoplancton de 30 micras, la que se introducía en el agua para filtrar durante un minuto, la muestra se colectó en un frasco plástico agregándole 5 gotas de lugol para su preservación las que fueron transportadas en hieleras para su análisis en el laboratorio de Alimento vivo de CEMA.

El trabajo de laboratorio consistió en observar al microscopio la muestra de campo e identificar con claves de algas de agua dulce las especies encontradas.

5.3.1.4 Identificación Taxonómica de Peces, Crustáceos y Moluscos:

Para la identificación de peces, crustáceos y moluscos; las muestras fueron recolectadas con la colaboración de un pescador del área, y utilizando las artes de pesca comunes de la región. Los organismos recolectados fueron fijados en formol al 10%, posteriormente fueron identificadas en laboratorio con las guías correspondientes.

5.4. Materiales, suministros y equipo

A) Recursos Humanos

- Asesor:

Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón

- Investigador:
T.U.A. Jose Estuardo Martínez Mencos

- Asistente de Campo
Sr. Olfedo Marroquín

B) Recursos Materiales:

➤ **Equipo para muestreo:**

- Colorimetro Hach DR/890
- Cámara fotográfica
- GPS
- Medidor de pH y temperatura TOA HM-10P
- Sonda HORIBA U-10
- Atrarraya
- Red de Fitoplancton de 30 micras
- Cronometro digital

➤ **Materiales para muestreo:**

- Hielera
- Frascos plásticos de 200 ml
- Frascos de vidrio
- Formol al 10%
- Cinta métrica de 30 metros
- *Masking tape*
- Marcadores indelebles
- Libreta de Campo
- Lugol
- Boya

- pala edáfica
- barrena helicoidal de acero inoxidable
- bolsas plásticas de 5 lb.
- bolsas plásticas de 25 lbs. transparentes
- cajas de cartón y plástico para el transporte
- tubo hoffer

➤ **Equipo de Laboratorio**

- Colorimetro Hach DR/890
- Espectofotometro DR/2010
- Estereoscopio de espejos con barra de paralaje
- Balanza analítica
- icroscopio
- Hidrómetros de Bouyoucos
- Juego de Tamices
- Autoclave

➤ **Materiales y Reactivos de Laboratorio**

- Tubos de ensayo
- gradilla
- pipetas de 1, 5 y 10 ml
- Probetas de 10 ml
- micropipetas
- porta y cubre objetos

➤ **Equipo de Oficina:**

- Computadora
- Scanner
- Impresora de alta resolución
- Materiales de oficina

➤ **Recursos Físicos**

- Biblioteca de Centro de Estudios del Mar y Acuicultura
- Biblioteca del Instituto Guatemalteco de Turismo
- Instituto Geográfico Nacional
- Laboratorio de Química y Alimento vivo de CEMA.
- Biblioteca de Jalpatagua, Jutiapa
- INTERNET

6. RESULTADOS

A continuación se presentan los cuadros de resultados de las lecturas obtenidas en los ocho muestreos realizados durante el periodo del 3 de marzo al 13 de octubre del año 2,001, en los cuatro puntos de muestreo, del río Pululá .

Cuadro No. 2: pH

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 7.56 | 7.41 | 7.18 | 8.35 |
| 31-Mar | 7.49 | 7.60 | 6.50 | 8.51 |
| 28-Abr | 7.48 | 7.19 | 6.96 | 8.50 |
| 09-Jun | 7.68 | 7.00 | 6.95 | 7.36 |
| 13-Jul | 7.67 | 6.98 | 6.45 | 7.27 |
| 11-Ago | 7.84 | 7.28 | 7.12 | 7.76 |
| 08-Sep | 7.52 | 7.30 | 7.38 | 7.33 |
| 13-Oct | 7.45 | 7.37 | 7.17 | 7.53 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 3: Temperatura (°C)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 26.1 | 29.1 | 27.4 | 29.8 |
| 31-Mar | 26.0 | 30.4 | 27.6 | 29.9 |
| 28-Abr | 26.2 | 27.8 | 27.2 | 29.6 |
| 09-Jun | 27.2 | 26.8 | 24.9 | 25.9 |
| 13-Jul | 27.1 | 26.8 | 25.6 | 27.5 |
| 11-Ago | 28.7 | 27.6 | 27.5 | 28.5 |
| 08-Sep | 25.2 | 25.4 | 25.5 | 28.6 |
| 13-Oct | 26.2 | 26.7 | 25.8 | 26.8 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 4: Dureza

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 68 | 119 | 136 | 85 |
| 31-Mar | 68 | 153 | 153 | 85 |
| 28-Abr | 85 | 153 | 136 | 102 |
| 09-Jun | 119 | 85 | 102 | 102 |
| 13-Jul | 85 | 68 | 119 | 85 |
| 11-Ago | 85 | 85 | 85 | 68 |
| 08-Sep | 119 | 85 | 136 | 119 |
| 13-Oct | 68 | 119 | 119 | 85 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 5: Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | x | x | x | x |
| 31-Mar | 90 | 130 | 210 | 70 |
| 28-Abr | 80 | 150 | 160 | 100 |
| 09-Jun | 163 | 141 | 165 | 151 |
| 13-Jul | 158 | 155 | 191 | 160 |
| 11-Ago | 149 | 216 | 244 | 186 |
| 08-Sep | 131 | 153 | 173 | 160 |
| 13-Oct | 151 | 244 | 274 | 234 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 6: Oxígeno disuelto (mg/l)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 7.10 | 7.40 | 7.00 | 6.70 |
| 31-Mar | 6.70 | 7.60 | 4.30 | 6.90 |
| 28-Abr | 6.20 | 7.90 | 2.40 | 7.50 |
| 09-Jun | 8.90 | 8.20 | 7.50 | 9.20 |
| 13-Jul | 8.11 | 4.72 | 7.11 | 8.38 |
| 11-Ago | 7.06 | 6.75 | 1.90 | 7.60 |
| 08-Sep | 6.85 | 5.87 | 4.71 | 6.37 |
| 13-Oct | 6.86 | 6.04 | 1.75 | 6.66 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 7: Nitratos (mg/l)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 3.4 | 7.2 | 6.1 | 4.4 |
| 31-Mar | 0.5 | 6.8 | 4.0 | 3.5 |
| 28-Abr | 11.2 | 5.1 | 6.2 | 2.7 |
| 09-Jun | 4.0 | 8.0 | 11.7 | 13.7 |
| 13-Jul | 7.3 | 10.1 | 14.6 | 12.1 |
| 11-Ago | 2.5 | 3.2 | 3.0 | 2.0 |
| 08-Sep | 8.7 | 11.8 | 8.3 | 8.0 |
| 13-Oct | 6.9 | 5.8 | 6.7 | 4.3 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 8: Silicatos (mg/l)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 37.4 | 37.2 | 38.6 | 37.4 |
| 31-Mar | 36.1 | 36.5 | 37.0 | 38.0 |
| 28-Abr | 33.2 | 34.0 | 34.2 | 27.1 |
| 09-Jun | 36.0 | 21.5 | 23.1 | 23.2 |
| 13-Jul | 22.2 | 22.1 | 20.3 | 35.0 |
| 11-Ago | 35.6 | 31.4 | 27.0 | 28.8 |
| 08-Sep | 25.0 | 29.8 | 26.8 | 25.9 |
| 13-Oct | 32.6 | 31.5 | 32.0 | 30.6 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 9: Amonio (mg/l)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 0 | 0.5 | 3.8 | 0.6 |
| 31-Mar | 0 | 0.7 | 1.9 | 2.2 |
| 28-Abr | 0 | 0.3 | 5.2 | 0.1 |
| 09-Jun | 0 | 0.1 | 0.3 | 0.6 |
| 13-Jul | 0.9 | 0.9 | 1.8 | 1.1 |
| 11-Ago | 0 | 0.3 | 1.3 | 0 |
| 08-Sep | 1.1 | 0 | 0 | 0 |
| 13-Oct | 0.5 | 0 | 1.6 | 0 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 10: Sulfatos

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 31-Mar | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 28-Abr | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 09-Jun | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 13-Jul | 0 | 2 | 2 | 6 |
| 11-Ago | 0 | 5 | 1 | 0 |
| 08-Sep | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 13-Oct | 0 | 0 | 1 | 0 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 11: Fosfatos (mg/l)

| Muestreo | Los Hoyos | Jalpatagua | Desagüe | Presa |
|----------|-----------|------------|---------|-------|
| 03-Mar | 1.21 | 0.97 | 3.06 | 0.76 |
| 31-Mar | 0.43 | 0.79 | 0.83 | 0.64 |
| 28-Abr | 0.71 | 1.24 | 3.54 | 1.27 |
| 09-Jun | 0.59 | 0.49 | 0.69 | 0.95 |
| 13-Jul | 0.56 | 0.47 | 0.70 | 0.31 |
| 11-Ago | 0.69 | 0.67 | 1.39 | 0.93 |
| 08-Sep | 0.41 | 0.26 | 0.58 | 0.35 |
| 13-Oct | 0.95 | 1.04 | 1.62 | 0.91 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 12 : Granulometría de los Hoyos

| Los Hoyos | | | |
|-----------|--------------------|-----------|-------|
| | Mesh Diametro (mm) | Peso (gr) | % |
| Rocas | 2.36 | 1,042.7 | 68.06 |
| Gravas | 2.00 | 35.0 | 2.28 |
| AMG y G | 0.50 | 322.9 | 21.08 |
| A Medias | 0.25 | 98.3 | 6.42 |
| AF, L y A | <0.25 | 33.2 | 2.17 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 13 : Granulometría de Jalpatagua

| Jalpatagua | | | |
|------------|--------------------|-----------|-------|
| | Mesh Diametro (mm) | Peso (gr) | % |
| Rocas | 2.36 | 867.4 | 56.66 |
| Gravas | 2.00 | 77.9 | 5.09 |
| AMG y G | 0.50 | 485.7 | 31.73 |
| A Medias | 0.25 | 57.4 | 3.75 |
| AF, L y A | <0.25 | 42.2 | 2.77 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 14 : Granulometría del Desagüe

| Desagüe | | | |
|-----------|--------------------|-----------|-------|
| | Mesh Diametro (mm) | Peso (gr) | % |
| Rocas | 2.36 | 1,955.20 | 93.80 |
| Gravas | 2.00 | 4.4 | 0.21 |
| AMG y G | 0.50 | 23.2 | 1.11 |
| A Medias | 0.25 | 37.8 | 1.81 |
| AF, L y A | <0.25 | 63.8 | 3.06 |

Fuente: Trabajo de campo

Cuadro No. 15 : Granulometría de la Presa

| Presa | | | |
|-----------|--------------------|-----------|-------|
| | Mesh Diametro (mm) | Peso (gr) | % |
| Rocas | 2.36 | 1,105.6 | 48.50 |
| Gravas | 2.00 | 77.4 | 3.40 |
| AMG y G | 0.50 | 886.3 | 38.88 |
| A Medias | 0.25 | 144.1 | 6.32 |
| AF, L y A | <0.25 | 66.0 | 2.90 |

Fuente: Trabajo de campo

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 Calidad de agua

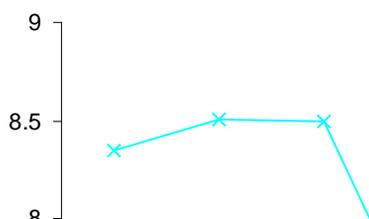
Para la siguiente discusión de resultados se muestra el siguiente cuadro con los rangos permisibles de los parámetros físico químicos del agua.

Cuadro No. 16 : Rangos de parámetros óptimos para aspectos ecológicos.

| Parámetro | Rango |
|-----------|---|
| pH | 6.5 – 8.0 |
| Nitratos | 5 – 8 mg/l |
| Fosfatos | 0.2 – 0.6 mg/l |
| Silicatos | 3 – 6 mg/l |
| Sulfatos | 200 – 400 mg/l |
| Amonia | 0.01 – 0.1 mg/l |
| Dureza | 0 – 75 mg/l suave 75 – 150 mg/l moderadamente dura 150 – 300 mg/l dura > 300 mg/l muy dura |

No esta de más indicar que los cuatro puntos de muestreo del río Pululá se ubicaron de la siguiente manera:

El primer punto se ubicó en la aldea Los Hoyos a la altura del kilómetro 101 de la carretera Interamericana ruta El Salvador, como referencia a las aguas de nacimiento, el segundo esta localizado en el puente que limita a la aldea El Jicaral con Jalpatagua, el tercero 200 metros después de la salida de las aguas servidas del Municipio a la altura del km 104, y el último en La Presa a la altura del km 114 (ver anexo No. 2).

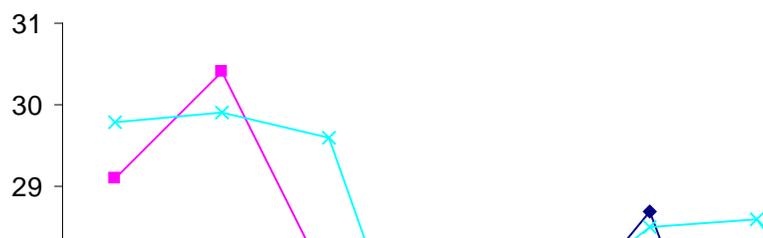


pH

Fecha

Figura No. 4 : pH

El pH presentado en los Hoyos tiende a ser moderadamente básico, mientras que el pH de Jalpatagua se mostró neutro, debido a que en el área muestreada la luminosidad es baja por la presencia de abundante vegetación en la zona ribereña provocando que la fotosíntesis sea menor, lo contrario se observó en la Presa en los meses de marzo y abril, por ser los meses de mayor luminosidad lo que promueve una alta actividad fotosintética, a esto se debe que el pH tiende a subir por las reacciones de reducción del medio y en los meses siguientes de junio a octubre se observa que el pH cae en este punto a un nivel moderadamente básico debido a que se reduce la intensidad lumínica, por ultimo los pH del desagüe tienden a ser moderadamente ácidos lo que indica que existe una población de algas cianofitas y el nivel de descomposición en esta área es mayor que en los demás puntos de muestreo debido al nivel de descomposición provocado por la descarga de las aguas servidas del municipio de Jalpatagua.



Temperatura (°C)

Fecha

Figura No. 5: Temperatura (°C)

Las temperaturas observadas en los puntos de muestreo tienden a mostrar un comportamiento influenciado por la época del año en los meses de marzo y abril se reportan las temperaturas más altas por ser la época de verano, en los meses de junio y septiembre se observan las temperaturas más bajas.

En el muestreo de septiembre la presa reporta una temperatura mayor que los otros puntos de muestreo debido básicamente a la profundidad del punto muestreado, siendo este punto el que mayor capacidad calórica presenta.



Dureza (mg/l)

Fecha

Figura No. 6 : Dureza (mg/l)

La dureza observada en los cuatro puntos es bastante irregular sin embargo se encuentran entre los rangos de moderadamente dura (75 – 150 mg/l) lo que indica que es un agua adecuada para el riego y cultivos agrícolas, favoreciendo la disponibilidad y aumento de nutrientes.

300
250



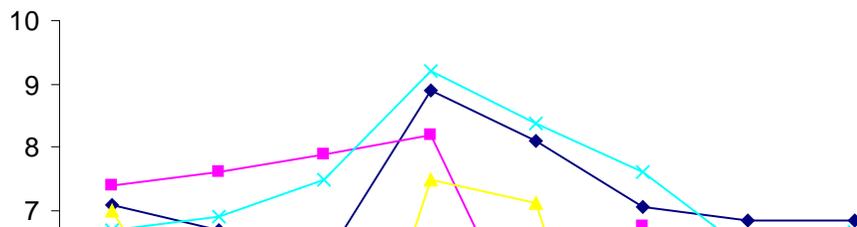
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Fecha

Figura No. 7 : Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Se sabe que la conductividad esta dada por la cantidad de iones de sodio siendo las aguas continentales limitadas en este nutriente también su conductividad tiende a ser bajas. (ms/cm corresponden a aguas bajas en sodio y $\mu\text{s}/\text{cm}$ aguas altas en sodio como el agua de mar)

Las conductividades en los puntos de Jalpatagua y el desagüe tienden a ser más altos debido a la influencia de abonos inorgánicos del área y los desechos propios de la comunidad, se observa un aumento en las lecturas en la temporada lluviosa exceptuando el punto de los hoyos por ser agua de nacimiento.



Oxígeno (mg/l)

Fecha

Figura No. 8 : Oxígeno disuelto (mg/l)

En el Oxígeno Disuelto no existe una diferencia significativa en los Hoyos, Jalpatagua y la Presa ya que estos por ser aguas corridas tienen una oxigenación constante, presentando poca influencia la luminosidad.

Para el desagüe se marcan bruscamente diferencias entre los meses muestreados. Las bajas mostradas en el desagüe se deben principalmente a las descargas de aguas servidas que se sedimentan en esta área, elevando el nivel de descomposición.

Otro dato interesante de observar es que la descomposición de la materia orgánica se da en un sistema aeróbico ya que los pH medidos indican un medio neutro a ligeramente ácido y la descomposición anaeróbica se da entre pH menores a 5.



Nitratos (mg/l)

Fecha

Figura No. 9 : Nitratos (mg/l)

La importancia de los Nitratos en calidad de agua nos indican la disponibilidad del N para la producción primaria.

Los nitratos presentan una irregularidad durante los meses muestreados debido a que el N se encuentra en forma natural básicamente como molecular y como por efecto de descomposición de materia orgánica. Las irregularidades se deben a que en los meses de abril a junio se comienzan las fertilizaciones en los cultivos con el inicio del invierno por lo que aumentan los niveles de Nitratos como consecuencia de los procesos de escorrentía. En el mes de agosto debido a que las lluvias fueron escasas o nulas, los niveles de este nutriente descendieron drásticamente y en los meses de septiembre y octubre se observa un aumento debido a que se inicia nuevamente la época lluviosa, no está demás indicar que las aguas servidas de la comunidad aumentan los niveles de éstos.

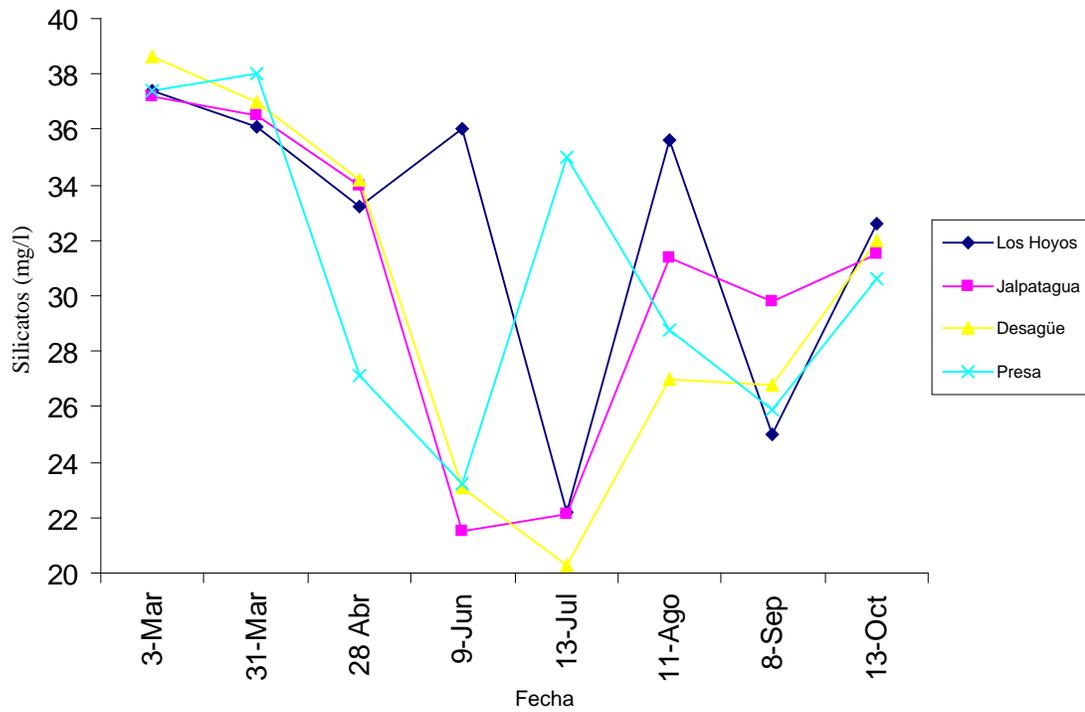


Figura No. 10: Silicatos (mg/l)

El Sílice se muestra elevado debido a que la mayoría de los suelos guatemaltecos y centroamericanos son de origen volcánico, y estos suelos tiende a ser altos en Sílice (DISAGRO, 2001)



Amonio (mg/l)

Fecha

Figura No. 11: Amonio (mg/l)

El amonio es comúnmente un indicador del nivel de descomposición existente en un cuerpo de agua. De los puntos muestreados, el desagüe muestra los rangos más elevados, obviamente porque a este llegan todas las descargas de la comunidad y sus mayores niveles se encuentran en verano debido a que estos meses no existe movimiento de aguas por lo que aumenta la descomposición de la materia orgánica considerablemente.

Los otros dos puntos que salen de los rangos permisibles son la Presa y Jalpatagua y el que se mantiene en los rangos permisibles es el punto de los Hoyos y los aumentos que este presenta se deben a la fijación de molecular por lixiviación debido a la época lluviosa.

Durante la época lluviosa se observa una caída en los niveles de amonio debido a la época lluviosa lo que hace que existan corrientes superficiales y de fondo.

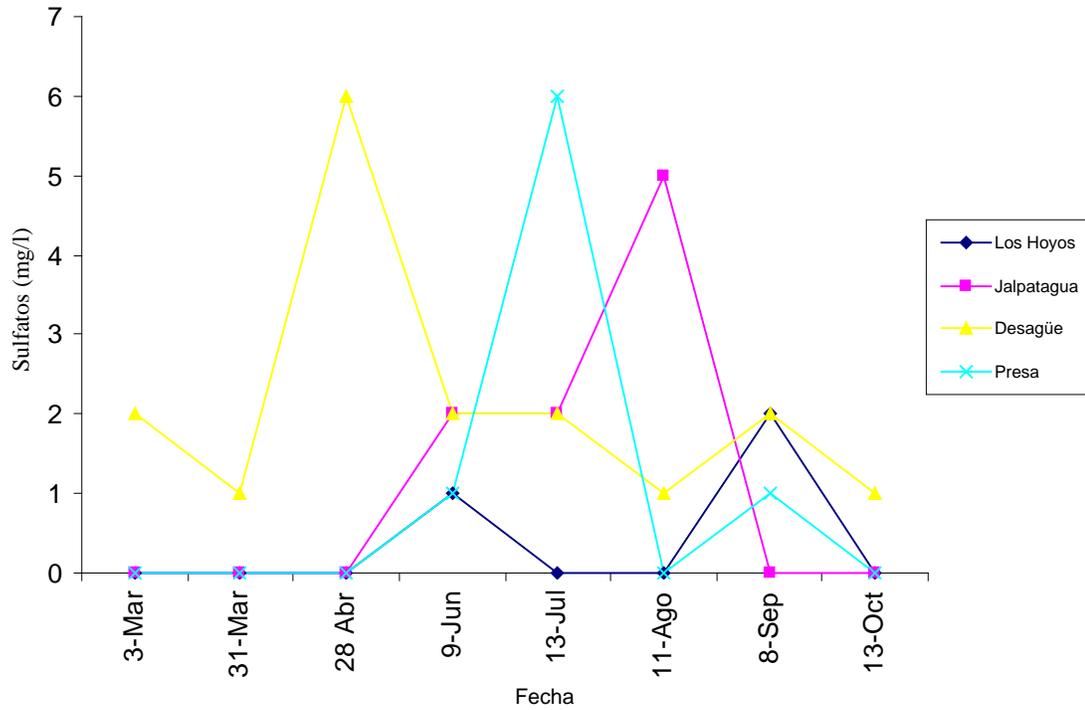
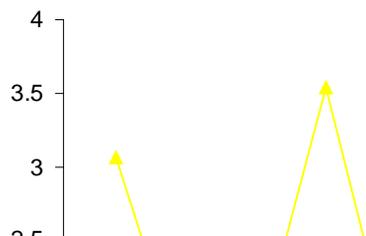


Figura No. 12: Sulfatos (mg/l)

Los Sulfatos tienen una tendencia a ser mayores en el desagüe en el verano por efecto de evaporación y que no existen corrientes y en la época de invierno tiende a subir en Jalpatagua y la Presa ya que en esta época comienza las fertilizaciones de los cultivos y por escorrentía llegan estos fertilizantes al cauce del río.

Las lecturas en los Hoyos durante el verano son bajas y en invierno tienden a subir debido a la lixiviación la cual provee Azufre y por oxidación se forman los Sulfatos.



Fosfatos (mg/l)

Fecha

Figura No. 13: Fosfatos (mg/l)

Los Fosfatos nos indican la cantidad de P aprovechable en la columna de agua, los rangos permisibles son de 0.2 a 0.4 mg/l. En el caso del punto del desagüe se vuelven a presentar durante los meses de verano y esto por medio de oxidación tiende a acidificar el medio lo que se observa en el cuadro No. 2.

En invierno tiende a bajar por las corrientes que se presentan en el río durante esta época.

Se puede observar que el área muestreada es rica en fósforo ya que en invierno se estabilizan los niveles y no muestra subidas ni caídas bruscas en los niveles.

En general se puede asumir que la mayor parte de los parámetros no se encuentran en niveles extremadamente tóxicos que nos indiquen una

descomposición de materia orgánica permanente.

Es interesante el hecho de que el desagüe al mismo tiempo que es el punto de mayor descomposición también funciona como un sistema buffer del medio debido a la poca profundidad que tiene el agua, por otra parte este sector en su mayor parte es rocoso lo cual lo hace un sedimentador de grandes dimensiones aproximadamente 800 , debido a que el agua de la Presa no presenta rangos mayores que los del desagüe.

7.2 Edafología

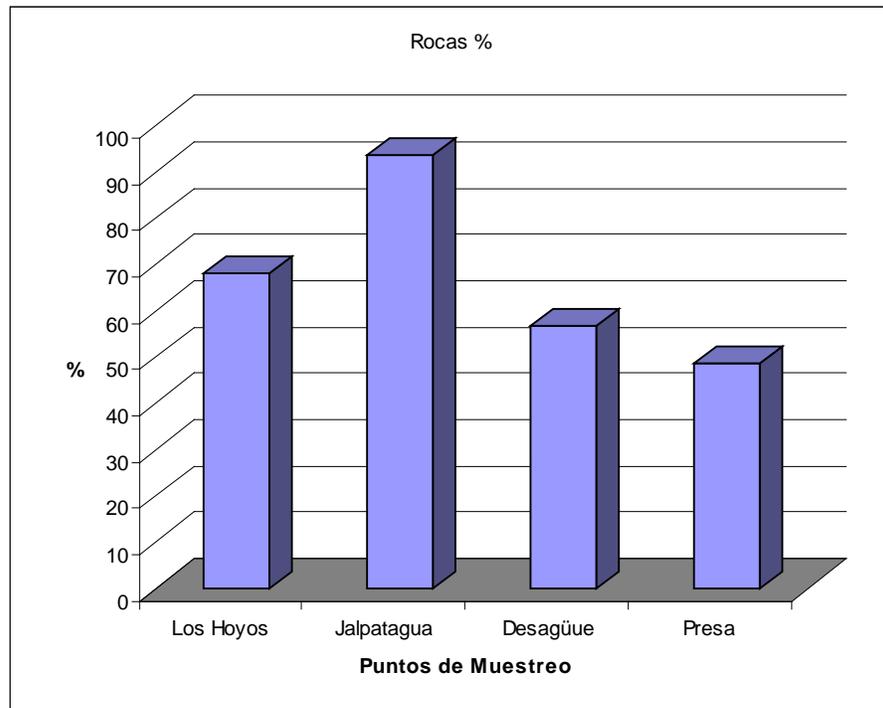


Figura No. 14: Rocas

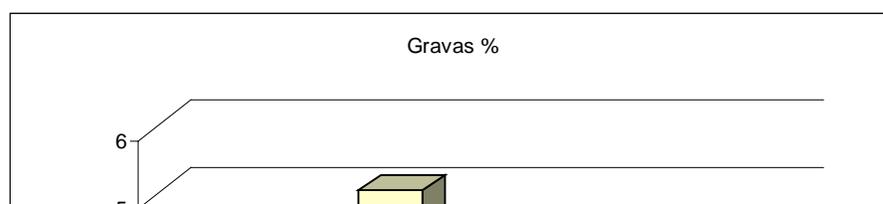


Figura No. 15: Gravas

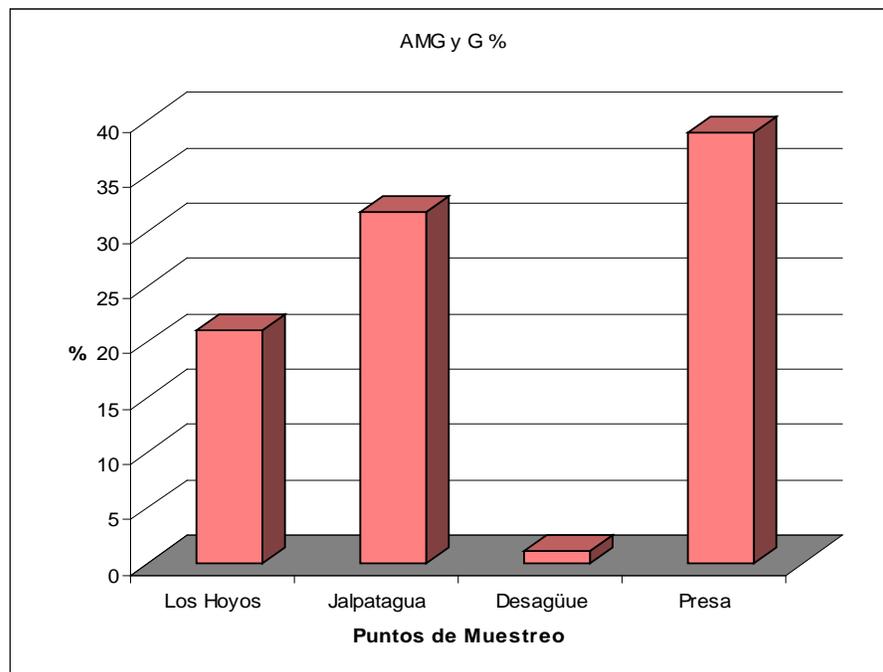


Figura No. 16: Arenas muy gruesas y gruesas

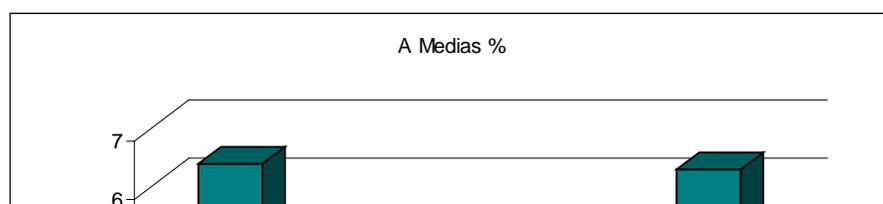


Figura No. 17 : Arenas medias

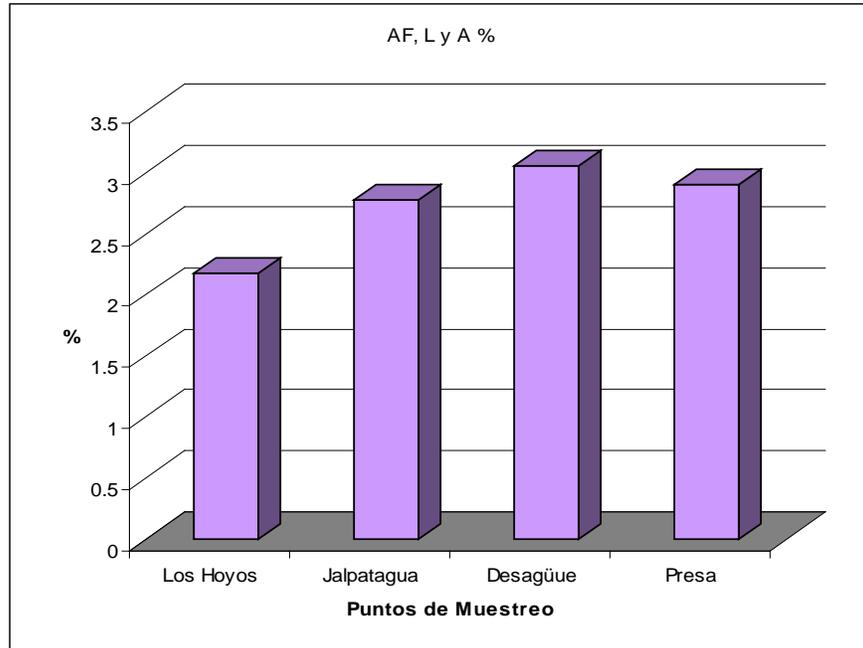


Figura No. 18 : Arenas finas limo y arcilla

Como observamos en la figura No.14, existe predominancia de rocas en

todos los puntos, lo que constituye un estrato significativamente separado del resto, ya que se encontró un mayor porcentaje de estas, superior en todos los casos al 45% de la composición total del suelo.

En la figura No. 16, el comportamiento de arenas muy gruesas y gruesas desarrolla una curva similar al de la figura No. 15, de gravas en los puntos muestreados, manifestándose mayores porcentajes en el caso de las partículas grandes.

En la figura No. 17, observamos que el comportamiento de las arenas medias es mayor en el inicio y al final del río mientras que el menor porcentaje se encuentra en el área del desagüe.

En la figura No. 18, se observa que en relación a las partículas finas, estas en todos los puntos muestreados fueron muy escasos.

Esto nos indica poca estabilidad en relación al micro bentos y por otra parte una alta velocidad de renovación típica de ambientes corrientes. Por otra parte el sustrato tiene una baja dinámica geoquímica y potencial de reducción muy bajo.

7.3 Identificación de especies



Figura No. 19: Charica (*Archocentrus nigrofasciatum*)

Caracteres distintivos: Esta especie habita en aguas de corriente de pequeños arroyos y riachuelos hasta las riberas de grandes ríos de corrientes rápidas. Prefieren hábitats rocosos y encuentran refugio en las hendiduras y rajaduras proporcionadas por este tipo de hábitat. Son omnívoros, que se alimentan de insectos acuáticos, invertebrados, detritus, semillas de algas y hojas. Estos peces prefieren poner sus huevos en las paredes verticales de pequeñas cuevas y producen de 100-200 crías por puesta. El color de su cuerpo es gris oscuro con seis barras verticales en los costados. Las hembras presentan coloraciones distintas en la parte ventral y la parte lateral baja, dependiendo de donde se localicen geográficamente.

Es un espécimen que se encuentra desde la vertiente del Pacífico de Guatemala, desde el Río Suchiate hasta el Río Grande de Tarcoles en el Noroeste de Costa Rica; en la vertiente del Atlántico de Honduras desde el Río Aguan hasta el Río Guarumo en Panamá. Resiste aguas con temperaturas de 20 a 36 °C.



Figura No. 20: Pepesca (*Astyanax aeneus*)

Caracteres distintivos: *Astyanax* es uno de los géneros dominantes de Centro y Sudamérica con más de 70 especies o formas distintas. *A. aeneus* es la especie de mayor distribución. Se distingue de las otras especies por su mancha humeral vertical bien definida y una altura intermedia del cuerpo. La coloración general es plateada. El dorso es pardo verdoso, los costados y abdomen plateados sobre blanco perla. Una banda color plomo, visible sobre todo en peces preservados, va desde la mancha humeral hasta la cola donde es negro intenso y en forma romboidal extendiéndose al extremo de los radios centrales de la cola. Las aletas son transparentes con poco pigmento oscuro; los primeros radios de la anal y a veces la dorsal y caudal presentan pigmento rojo o amarillo.

Este pez vive en todo tipo de ríos, arroyos y riachuelos de mucha a poca corriente hasta en pantanos y charcos estancados. Resiste aguas salobres al nivel del mar hasta pequeñas quebradas de 1000 m de altura y temperaturas de 20 a 37 °C. Esta especie generalizada se encuentra formando cardúmenes sobre cualquier tipo de sustrato.

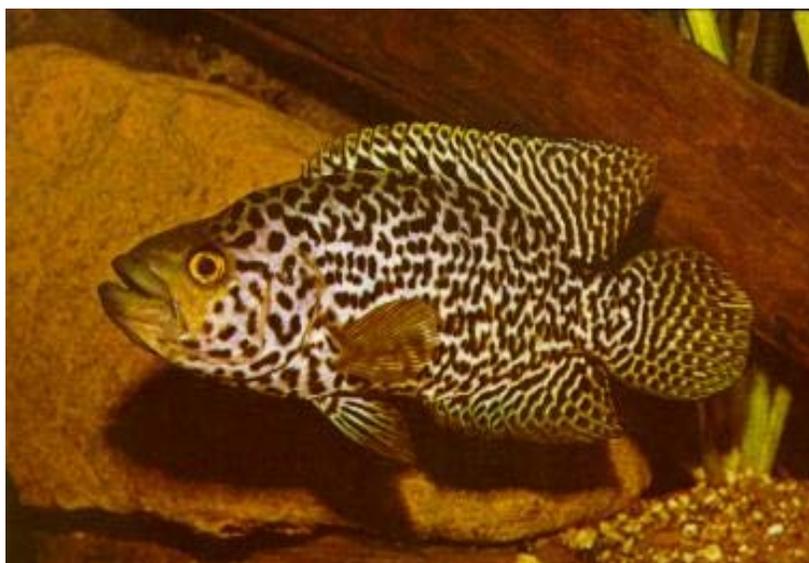


Figura No. 21: Guapote Tigre (*Nandopsis managuensis*)

Caracteres distintivos: Esta es una especie lacustre que prefiere aguas turbias y fondos fangosos de lagos altamente eutroficados, donde se alimentan de pequeños peces y macro invertebrados. Este robusto piscívoro es el segundo más grande dentro de las *Cuchlasomas*. Sus cuerpos son básicamente blancos con una tenue tonalidad púrpura y un patrón moteado negro con manchas que parecen unirse formando líneas y una coloración amarillo intenso en la parte del rostro.



Figura No. 22: Bute (*Poecilia sphenops*)

Su distribución geográfica abarca desde México hasta Colombia, los machos llegan a medir hasta 8 cm y las hembras hasta 12 cm, son de color azul grisáceo a café olivo en la parte superior, la parte lateral un olivo pálido con puntos verduzcos y ligero violeta. Los machos poseen un gonopodio delgado, las hembras son mas grandes y notablemente mas corpulentas. No son especies agresivas, son ligeramente enfermizos, sus actividades se realizan en grupo y durante el día, existe un macho dominante. La forma silvestre se adapta a una temperatura promedio de 18 °C. Llegan a vivir alrededor de tres años. Son herbívoros.



Figura No. 23: Filin (*Rhamdia cabrerai*)



Figura No. 24: Cangrejo (*Potamo carcinus*)



Figura No. 25: *Cosmarium* sp

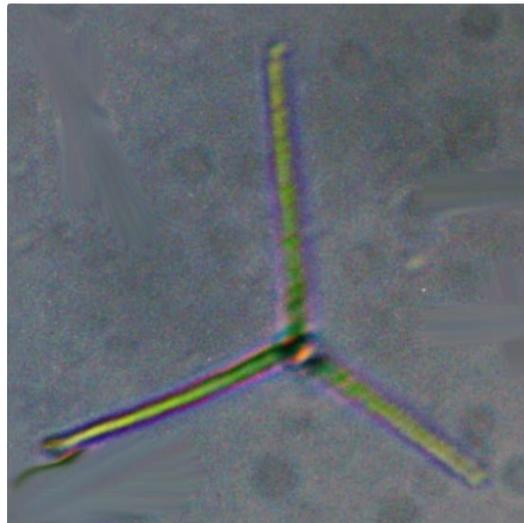


Figura No. 26: *Tabellaria* sp

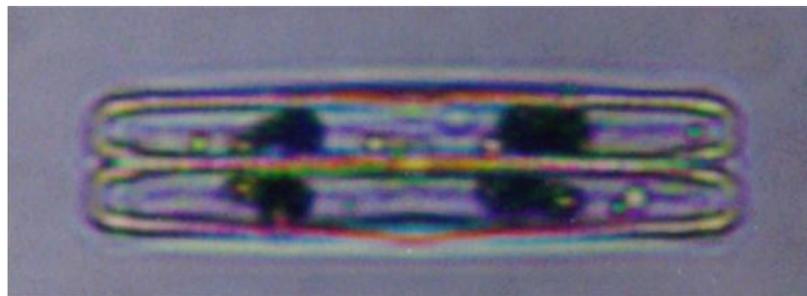


Figura No. 27: *Fragilaria* sp

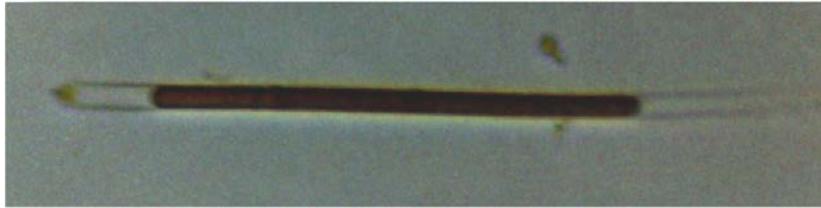


Figura No. 28: *Oscillatoria* sp

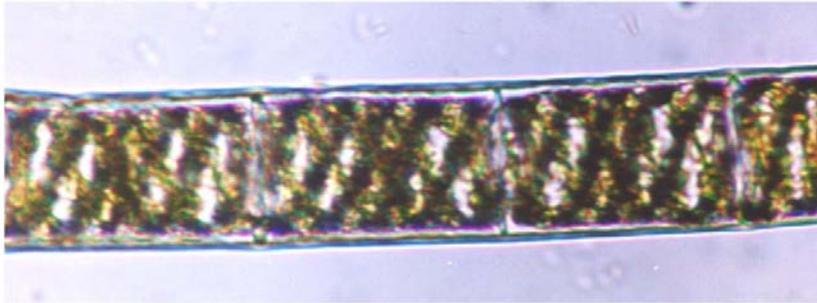


Figura No. 29: *Spyrogira* sp

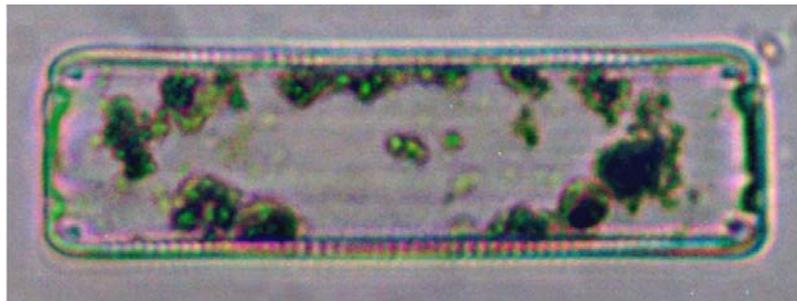


Figura No. 30: *Diatomea* sp

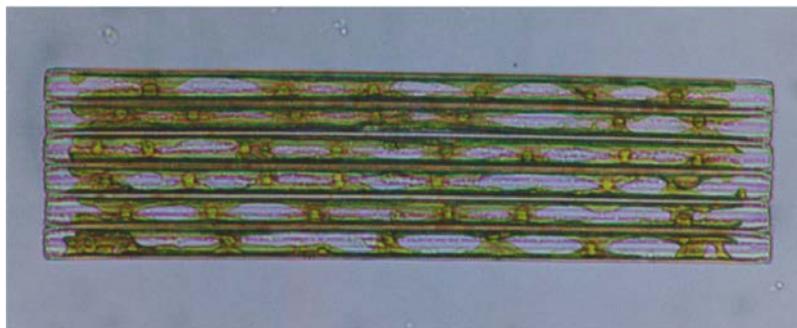


Figura No. 31: *Fragilaria* sp

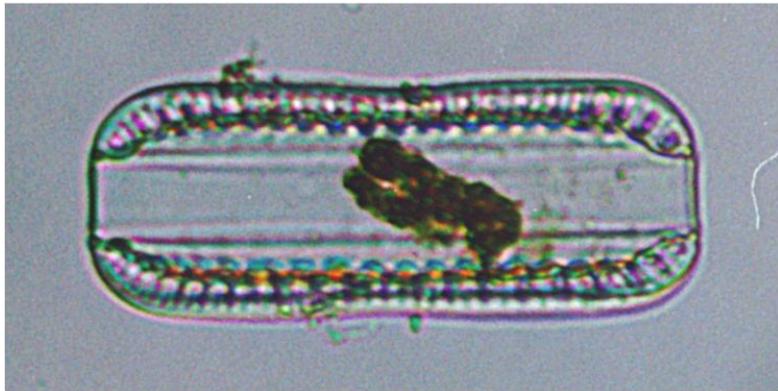


Figura No. 32: *Diatomea sp*

8. CONCLUSIONES

- Los parámetros físicos y químicos del agua indican que el Río Pululá presenta un grado de contaminación elevado en el punto de descarga de las aguas servidas del Municipio de Jalpatagua y no así en los otros puntos muestreados.
- El Río Pululá tiene una buena capacidad de auto recuperación, debido a su fondo rocoso y características propias de los sistemas lóticos que cumplen la función de sedimentador natural.
- La granulometría del suelo indica poca estabilidad en relación al micro bentos y por otra parte una alta velocidad de renovación típica de ambientes corrientes.
- Las especies nativas de peces encontradas fueron *Astyanax aeneus*, *Archocentrus nigrofasciatum*, *Poecilia sphenops*, *Rhamdia cabrerai* y crustáceos *Potamo carcinus*, lo que muestra poca diversidad. La única especie introducida encontrada fue *Nandopsis managuensis*.
- El caudal medido en el Río Pululá fue menor en el mes de octubre que en el mes de abril, indicando con esto que la precipitación pluvial disminuyó en este invierno en el área de estudio.
- Entre las microalgas identificadas se encontró, *Oscillatoria sp* y *Spyrogira sp.* que son indicadoras de contaminación de aguas servidas y compuestos químicos de la agricultura.

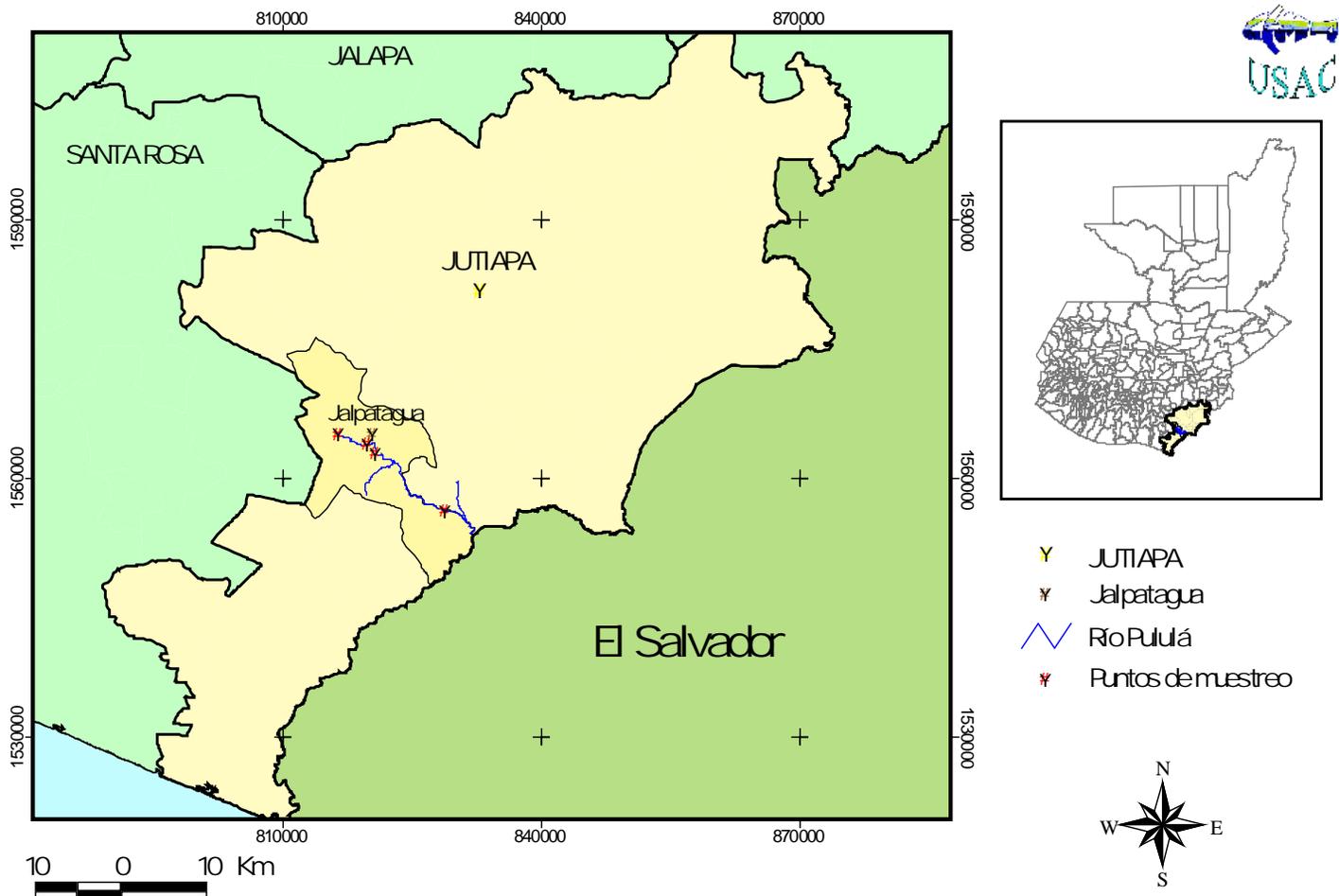
9. RECOMENDACIONES

- Utilizar la información obtenida en este estudio para futuros trabajos de gestión ambiental en el río Pululá.
- Continuar con los estudios realizados durante esta investigación con el propósito de monitorear la evolución de este sistema lótico.
- A las autoridades municipales se les recomienda llevar a cabo los estudios necesarios para la construcción de un sedimentador en el área de aguas servidas del municipio de Jalpatagua.
- Continuar con mediciones de parámetros bacteriológicos para determinar presencia de coliformes totales y fecales.
- Llevar a cabo un estudio completo de la cuenca del Río Pululá, con fines de manejo integrado.

10. BIBLIOGRAFÍA

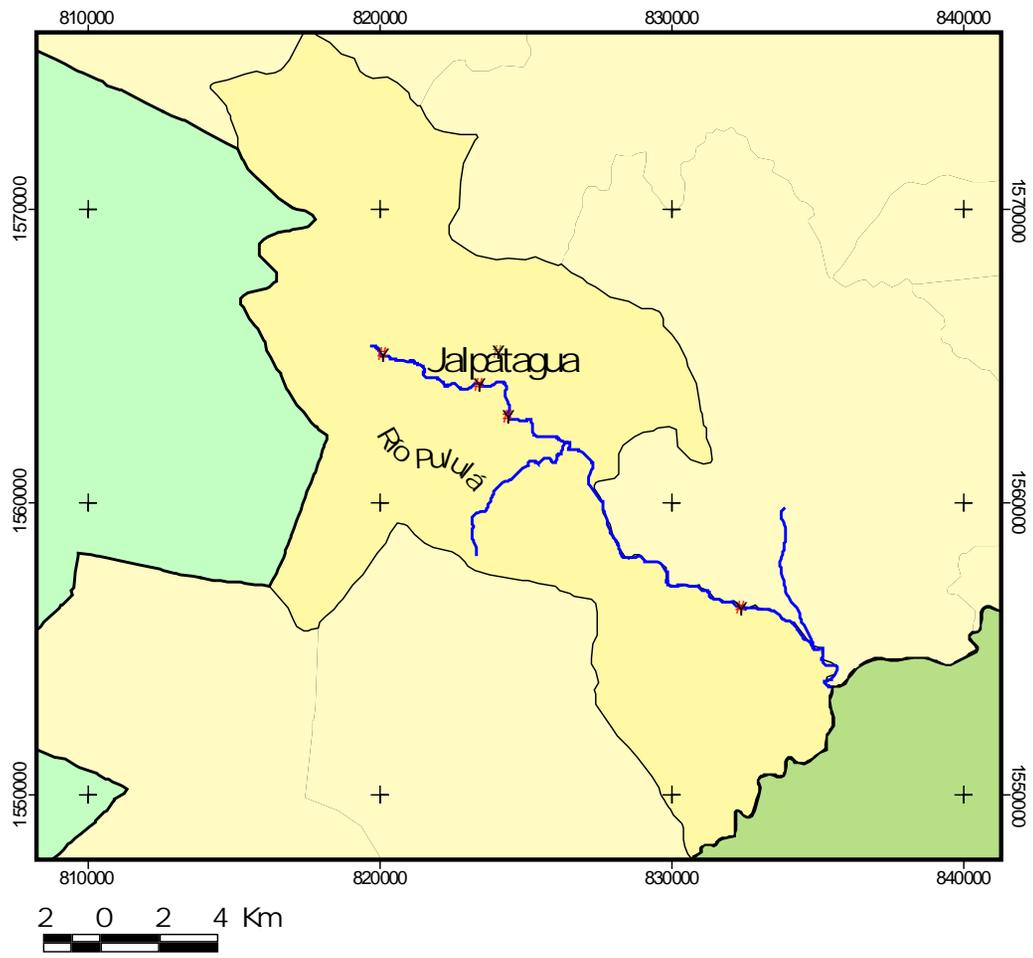
1. Coloma López, SA. 1998. Identificación del nivel trófico de la laguna de calderas y caracterización de las familias de flora y fauna recolectadas durante los muestreos en los años 1997-1998. Guatemala, USAC. 37 p.
2. García de Jalón Lastra, D. 1993. Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 247 p.
3. Hidalgo Colindres, H. 2,000. Determinación de parámetros hidrobiológicos e identificación de peces, crustáceos y moluscos de interés comercial, en el área comprendida de la finca el Paraíso a la comunidad de La Barrona (La Gabina), Moyuta, Jutiapa. Guatemala, USAC. 75 p.
4. Instituto Geográfico Nacional (IGN, GT). 1978. Diccionario Geográfico Nacional. Guatemala, P. 395. (t. 2)
5. Posadas Posadas, MA. 1994. Monografía del Pueblo de Jalpatagua. s.n.t. 36 p.
6. Rheinheimer, G. 1987. Microbiología de las aguas. Trad. por JR Muños de Arenillas. Zaragoza, ES, Acribia, 298 p.
7. Roldán, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Colombia, Universidad de Antioquia. 529 p.
8. Vásquez Laynez, DH; Muñoz Escalante, JD. 2,000. Identificación de peces, moluscos y crustáceos en las zonas estuarinas del chapetón, Santa Rosa, Sipacate-Escuintla y laguna la colorada, Retalhuleu, Guatemala. Seminario TUA. Guatemala, USAC. 57 p.

11. ANEXO



Anexo No. 1 : Departamento de Jutiapa

Unidad de análisis de información geográfica -CEVA-
 e-mail : mapoema@excite.com



- ✦ Jalpatagua
- Río Pululá
- ✦ Puntos de muestreo



Anexo No. 2: Area de estudio

Unidad de análisis de información geográfica-CEVA
 e-mail : mapcema@excite.com