

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

**INFORME FINAL**

AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE AMATITLÁN –AMSA–  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2017 – ENERO 2018

FRANCIS MARIEL SANTOS RUIZ  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Licda. EUNICE ENRIQUEZ  
ASESOR INSTITUCIONAL: Lic. MANUEL CANO  
VoBo. ASESOR INSTITUCIONAL

# ÍNDICE

3. INTRODUCCIÓN .....	3
4. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PLANIFICADAS .....	3
5. ACTIVIDADES DE SERVICIO .....	4
MICOTECA .....	4
AMSA: .....	5
6. ACTIVIDADES DE DOCENCIA: .....	8
7. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS .....	10
7. ANEXOS .....	12

### 3. INTRODUCCIÓN

La Experiencia Docente a la Comunidad –EDC- es una práctica integral que se realiza durante 1040 horas y esta integra docencia, servicio e investigación. El objetivo principal del EDC es apoyar a los estudiantes a desenvolverse mejor en el ámbito social, aprender y enfocarse en el campo que deseen especializarse ya que la unidad de práctica se elige de acuerdo a las preferencias de cada estudiante. Además es uno de los primeros contactos hacia la vida profesional como biólogos.

Este informe presenta las actividades realizadas de Docencia y Servicio (detallando el tiempo utilizado y cada una detallando las actividades) durante el periodo de Enero del 2017 a Enero del 2018. Este informe se realiza con el propósito de dejar constancia de lo que se realizó durante los primeros seis meses de práctica y para que las personas que se encuentren interesadas en las unidades de práctica sepan de manera detallada las actividades que acá se realizan. Este informe recopila actividades desde el servicio en la colección preestablecida (Micoteca, Escuela de Química Biológica, USAC) y en la unidad de práctica donde se realizó la docencia y servicio, en este caso, la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán (AMSA).

### 4. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PLANIFICADAS

Programa/Actividades	Fecha propuesta	Horas EDC asignadas	Horas EDC acumuladas	% de horas EDC de Avance/acumuladas
<b>A. Servicio</b>				
Servicio – Micoteca	Enero- Febrero	40 hrs	40 hrs	100%
Actualización Bases de Datos	Enero-Junio	50 hrs	60 hrs	+100%
Colaboración en los monitoreos (Plantas, Ríos y Lago)	Enero-Junio	70 hrs	100 hrs	+100%
Colaboración con limpieza, separación e identificación de macroinvertebrados	Marzo-Junio	60 hrs	80 hrs	+100%
Mantenimiento de la colección de macroinvertebrados	Junio	14hrs	14hrs	100%
Total Servicio			294 hrs	
<b>B. Docencia</b>				
Elaboración de una guía básica de macroinvertebrados que se encuentran el en Lago de Amatitlán	Marzo-Mayo	30 hrs	30 hrs	100%

Bioindicadores	Marzo-Mayo	20hrs	20 hrs	100%
Apoyo en actividades del Jardín Botánico	Febrero-Junio	20 hrs	4 hrs	20 %
Determinación del estado trófico del Lago y de los ICAS	Junio	10hrs	10 hrs	100%
Total Docencia			64hrs	
<b>c. No Planificadas</b>				
Visceración de peces y caracoles	Marzo		10hrs	100%
Charlas y conferencias	Febrero-Junio		10hrs	100%
Colecta de plancton	Junio		9hrs	100%
Monitoreos no planificados			14hrs	100%
Total no planificadas			43hrs	
Total			401hrs	

## 5. ACTIVIDADES DE SERVICIO

### MICOTECA

#### 1. Actividad 1: Revisión de los hongos de la colección

- **Objetivos:** Revisar los hongos de cada caja ingresada a la colección y observar si tienen moho o algún problema en el etiquetado.
- **Descripción, método o procedimiento:** Se llevaba cada caja al área de trabajo, en donde se procedía a revisar cada una de las bolsitas, se revisaba el hongo y que la etiqueta estuviera bien, si en caso este tenía moho se separaba para ser curado y de tener algún problema en la etiqueta se separaba para hacer las correcciones.
- **Resultados parciales:** Se lograron revisar 19 cajas
- **Objetivos alcanzados durante este período:** Revisar 19 cajas y separar varios especímenes con algún tipo de problemas.
- **Limitaciones o dificultades presentadas:** Las bolsas utilizadas para guardar los especímenes, ya que son poco prácticas.

#### 2. Actividad 2: Curación de especímenes

- **Objetivos:** Curar a los hongos que presentaban moho para después reintegrarlos a la colección.
- **Descripción, método o procedimiento:** Se seleccionaban los especímenes que estaban con moho o muy sucios, estos se sacaban de su bolsa y se limpiaban con un pincel y alcohol isopropílico, este pincel se lavaba con agua entre cada hongo limpiado. Los especímenes se ponían a secar en la secadora, hasta que ya no se sintieran mojados; después se metían en bolsas de su tamaño que se sellaban cuidando de no dejar aire dentro, se les escribía su nombre y se guardaban de nuevo en la bolsa grande.

- **Resultados parciales:** Se curaron alrededor de 50 hongos.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:** Curar especímenes para que puedan ser devueltos a la colección.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentó ninguna dificultad.
3. **Actividad 3:** Hacer bolsas a la medida de los hongos de la colección
- **Objetivos:** Hacer bolsas transparentes de diferentes tamaños para que los hongos estén protegidos y puedan ser utilizados como referencias
  - **Descripción, método o procedimiento:** A partir de una bolsa grande se sacaban bolsas más pequeñas dependiendo del hongo que se quería introducir, luego se sellaron con calor intentando no dejar tanto oxígeno disponible.
  - **Resultados parciales:** Se hicieron y dejaron un aproximado de 200 bolsas de distintos tamaños.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:** Se hicieron bolsas para que los hongos de la colección puedan ser almacenados correctamente.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentaron dificultades.
4. **Actividad 4:** Cambio de bolsas de los hongos de la colección
- **Objetivos:** Trasladar los hongos de bolsas normales a bolsas plásticas ziploc para hacer su almacenamiento más práctico
  - **Descripción, método o procedimiento:** Se trasladaron los hongos de las bolsas plásticas normales con su respectiva etiqueta y se guardaron en las nuevas bolsas; en la parte de afuera de las bolsas se escribió el número de correlativo de la base de datos y el nombre de las especies.
  - **Resultados parciales:** Se cambiaron alrededor de 80 hongos de bolsa.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:** Cambiar las bolsas de los hongos para que la revisión sea menos complicada.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentaron dificultades.

## **AMSA:**

1. **Actividad 1:** Ingreso de datos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales a las bases de datos
  - **Objetivos:**
    - Revisar y actualizar las bases de datos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que se encuentran en la Cuenca del Lago de Amatitlán
  - **Descripción, método o procedimiento:** Los datos que se toman *in situ* y los que se analizan en el laboratorio se escriben en hojas que contienen cuadros estándares para los datos; en estas hojas se revisaron los datos y se compararon con la información de las bases de datos; sí los datos estaban incompletos se completaban y sí no estaban ingresados, se ingresaban.
  - **Resultados parciales:**
    - Revisión de las bases de datos de plantas de tratamiento del 2016.

- **Objetivos alcanzados durante este período:**
  - Colaborar con la actualización y revisión de las bases de datos del 2016.
  - Aprender cómo funcionan las bases de datos de AMSA.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** Hojas de datos sin información.
2. **Actividad 2:** Monitoreo al Lago de Amatitlán
- **Objetivos:**
    - Realizar monitoreos mensuales al Lago de Amatitlán para llevar un control del estado trófico del mismo y la calidad del agua que presenta
  - **Descripción, método o procedimiento:** Los monitoreos al Lago se hacen mensualmente, esto con la intención de llevar un control del estado del Lago. Se tienen 4 puntos establecidos: Oeste Centro, Este Centro, Bahía Playa de Oro y la Silla del Niño; en cada uno de los cuales se toma los parámetros fisicoquímicos, muestras de plancton, fitoplancton, microbiológicas, clorofila a y profundidad; además la toma de datos se hace a diferentes profundidades, esto dependiendo del punto y pueden ser a 5, 10, 15 y 20 metros. Las muestras, una vez tomadas, se almacenan en frascos debidamente etiquetados y esterilizados para que no tengan errores debidos a factores externos (AMSA, 2016). Todas las muestras son llevadas en hieleras al laboratorio para posteriormente ser analizadas.
  - **Resultados parciales:** Se colaboró en un total de 4 monitoreo al Lago.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:**
    - Realizar monitores mensuales al Lago de Amatitlán.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** La falta de tiempo.
3. **Actividad 3:** Monitoreo a las plantas de tratamiento de aguas residuales
- **Objetivos:**
    - Hacer monitoreos y muestreos mensuales a las plantas de tratamiento Mezquital, Villalobos, La Cerra, San Agustín, San Cristóbal, Santa Isabel y San Jacinto.
    - Evaluar la eficiencia de cada una de las plantas de tratamiento
  - **Descripción, método o procedimiento:** Los monitoreos se hacen mensualmente, esto con la intención de llevar un control de la eficacia de las plantas de tratamiento. En cada planta se toman muestras para análisis microbiológicos, análisis fisicoquímicos (que se realizan el en laboratorio) y además se toman parámetros in situ como pH, temperatura, conductividad y salinidad.
  - **Resultados parciales:** Se colaboró en un monitoreo a las plantas de tratamiento que se realizan cada mes, apoyando en la toma de muestras y parámetros in situ.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:**
    - Apoyar un monitoreo que se realizan a las plantas de tratamiento
    - Aprender el uso de algunos instrumentos para la toma de muestras y el procedimiento que se sigue para obtener las muestras.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones

#### 4. **Actividad 4:** Monitoreo a Ríos de la Cuenca del Lago de Amatitlán

- **Objetivos:**
  - Realizar monitoreos y muestreos mensuales a los ríos San Lucas, Pansalic, Pampumay, Frutal/Zacatal, Pinula, Platanitos y Villalobos.
- **Descripción, método o procedimiento:** Los monitoreos se hacen mensualmente, esto con la intención de llevar un control de la eficacia de los ríos que eventualmente llegan al Lago de Amatitlán. En cada planta se toman muestras para análisis microbiológicos, análisis fisicoquímicos (que se realizan en el laboratorio) y además se toman parámetros in situ como pH, temperatura, conductividad, salinidad, sólidos totales y oxígeno disuelto. En estos también se colectan macroinvertebrados para ser utilizados como bioindicadores de la calidad del agua.
- **Resultados parciales:** Se colaboró en un monitoreo a los ríos que se realizan cada mes, apoyando en la toma de muestras y parámetros in situ.
- **Objetivos alcanzados durante este período:**
  - Apoyar un monitoreo que se realizan a los diferentes ríos de la Ciudad Capital y Amatitlán.
  - Aprender el uso de algunos instrumentos para la toma de muestras y el procedimiento que se sigue para obtener las muestras.
- **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones

#### 5. **Actividad 5:** Limpieza, separación e identificación de Macroinvertebrados

- **Objetivos:**
  - Limpiar, separar e identificar a los macroinvertebrados que se colectan en los diferentes ríos.
  - Conocer la calidad de agua por medio de bioindicadores.
- **Descripción, método o procedimiento:** La limpieza de los macroinvertebrados se hace con agua corriente para eliminar los residuos de lodo, además se filtran para que queden solamente los que se consideran macroinvertebrados. Después se ponen en una bandeja blanca para separar los que sean visibles y se colocan en un vial con alcohol/glicerina al 75%. Estos son separados e identificados por familias en tubos separados, con ayuda de un estereoscopio, pinzas y agujas.
- **Resultados parciales:** Se colaboró en la separación de macroinvertebrados para mantener al día los resultados de los bichos colectados.
- **Objetivos alcanzados durante este período:**
  - Apoyar en la limpieza, separación e identificación de macroinvertebrados que se colectan en los diferentes ríos.
  - Aprender el uso de las claves para macroinvertebrados.
  - Conocer la calidad de agua por medio de bioindicadores.
- **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones

#### 6. **Actividad 6:** Actualización e ingreso de datos a las bases de datos 2017

- **Objetivos:**
  - Actualizar las bases de datos y mantener los datos al día

- Ingresar datos de análisis fisicoquímicos, microbiológicos, metales y biodiversidad
- **Descripción, método o procedimiento:** Utilizando la ordenes de ingreso y los datos obtenidos en el laboratorio, se procedía a ingresar los datos; teniendo cuidado se seguir el número de correlativo y de estar ingresando correctamente el dato.
- **Resultados parciales:** Se mantuvo al día el ingreso de datos a la base.
- **Objetivos alcanzados durante este período:**
  - Actualización y mantenimiento de la base de datos
  - Se ingresaron los datos de los distintos análisis
- **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones

## 6. ACTIVIDADES DE DOCENCIA:

1. **Actividad 1:** Elaboración de una guía para la identificación de macroinvertebrados
  - **Objetivos:**
    - Desarrollar una guía fotográfica básica para el reconocimiento de los macroinvertebrados más comunes dentro de las diferentes cuencas.
  - **Descripción, método o procedimiento:** Con los datos y las fotografías obtenidas en años anteriores de las muestras de macroinvertebrados, se procedió a seleccionar las mejores fotografías y con ayuda de las claves se escribieron las características generales de las familias reportadas.
  - **Resultados parciales:** Descripción de 11 familias de macroinvertebrados, con fotografías.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:** Iniciar con la guía básica, describiendo a los primeros especímenes que ya están identificados.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** Las claves están en inglés y existen algunas palabras técnicas que son complicadas de traducir e interpretar.
  
2. **Actividad 2:** Revisión de artículos para hacer un BMWP (Biological Monitoring Working Party) utilizando los macroinvertebrados colectados en los ríos monitoreados.
  - **Objetivos:**
    - Contribuir en la elaboración de un índice de contaminación de aguas utilizando macroinvertebrados.
    - Realizar una revisión bibliográfica de los macroinvertebrados para saber cómo están puntuados en otros países.
  - **Resultados esperados:**
    - Realizar una larga revisión de artículos relacionados con los BMWP de los trópicos para así generar un índice para los ríos del Lago de Amatitlán utilizando los macroinvertebrados que se colectan en los monitoreos.
  - **Descripción, método o procedimiento:** Se investigó con ayuda de base de datos de artículos científicos, tesis y revisando estudios realizados en otros países; con lo que se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva y de esta manera tener la base para realizar el BMWP para la cuenca.
  - **Resultados parciales:** Revisión de 6 artículos relacionados con el tema y generación de listados de puntaje para los macroinvertebrados.



- **Objetivos alcanzados:**
  - Revisión bibliográfica de artículos relacionados al tema.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentaron dificultades.
- 3. Actividad 3: Apoyo en recorridos por el Jardín Botánico**
- **Objetivos:**
    - Informar a los visitantes a cerca de la flora de Guatemala y de su importancia con un recorrido guiado
    - Apoyar en los recorridos que se tienen dentro de las instalaciones.
  - **Resultados esperados:**
    - Apoyar con la docencia y servicio dentro de esta unidad, ayudando y facilitando la organización y logística de las actividades.
  - **Descripción, método o procedimiento:** Con ayuda de una guía que se tiene del Jardín Botánico y con conocimientos de Geología y Paleontología, se dio una visita guiada a estudiantes de perito en Agronomía, facilitando su recorrido por el Jardín y resolviendo dudas que se presentaron.
  - **Resultados parciales:**
    - Dos recorridos de dos horas cada uno, como docencia.
  - **Objetivos alcanzados:**
    - Contribución en los recorridos del Jardín Botánico.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentaron dificultades.
- 4. Actividad 4: Determinación del Estado trófico del Lago y utilización de índices de calidad del Agua (ICA).**
- **Objetivos:**
  - Aplicar la fórmula modificada de Carlson para determinar el estado trófico del lago y si este varía en los distintos meses
  - **Resultados esperados:**
  - Utilizar la información que se genera mensualmente para determinar en qué estados se encuentran los ríos y el Lago en los distintos meses del año.
  - **Descripción, método o procedimiento:** Se revisaron documentos con la información y se recibió una charla de cómo se utilizan y qué nos indican los parámetros utilizados en las fórmulas, para después aplicarlas y generar la información que será utilizada más adelante para generar mapas de calidad de agua.
  - **Resultados parciales:** Aplicación e interpretación de del índice de Carlson.
  - **Objetivos alcanzados:**
  - Aplicación de la formula modificada de Carlson para determinar el estado trófico del Lago y la variación que presenta en los distintos meses.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentaron dificultades.

## 7. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

**1. Actividad No. 1:** Asistencia al taller No. 7: “Adecuación de Listados de Flora no maderable a nueva Categorización del Listado de Especies Amenazadas (LEA)”

- **Objetivos:**
  - Analizar la nueva Categorización de la LEA
  - Adecuar los listados actualizados de flora maderable a la nueva Categorización de la LEA
- **Descripción, método o procedimiento:** Se nos entregó el cuadro de criterios para la re-categorización de la LEA de Guatemala para poder analizar cada categoría y qué estaba considerado como aprovechamiento permitido; se integraron grupos de trabajo con especialistas en flora silvestre no maderable, en este caso estábamos los de la Micoteca, el Dr. Roberto Flores y Dra. Maura Quezada, quienes nos mostraron y dijeron de qué manera ellos elegían cada categoría para los hongos; además por qué algunos deberían estar y otros no.
- **Resultados parciales:** Actualización de las categorías asignadas para algunos hongos.
- **Objetivos alcanzados:** Analizar la nueva Categorización de la LEA
- **Limitaciones o dificultades presentadas:** Poco conocimiento de la taxonomía y estado actual de los hongos de Guatemala, lo cual hizo difícil el aporte de ideas.

**2. Actividad 2:** Visceración de peces y caracoles

- **Objetivos:**
  - Viscerar peces y sacar a los caracoles de sus conchas
  - Conocer los peces comunes y que aún se consumen en la cuenca del Lago de Amatitlán
  - Conocer el estado actual de los peces y caracoles que se encuentran en el Lago.
- **Descripción, método o procedimiento:** Los caracoles se sacaban de sus conchas utilizando guantes, estos tenían un correlativo para que pudieran ser deshidratados, pesados y analizados. Los peces fueron cortados ventralmente desde el ano, después se seleccionaba un trozo de músculo para ser analizado en el laboratorio.
- **Resultados parciales:** Se colaboró en la Visceración de peces y caracoles.
- **Objetivos alcanzados durante este período:**
  - Apoyar en la Visceración de peces y sacar a los caracoles de sus conchas
  - Conocer los peces comunes y que aún se consumen en la cuenca del Lago de Amatitlán
  - Conocer el estado actual de los peces y caracoles que se encuentran en el Lago.
- **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones

**3. Actividad 3:** Métodos de colecta de plancton

- **Objetivos:**
  - Aplicar métodos de colecta utilizados en México para coleccionar plancton en Guatemala.

- Apoyar en la colecta de plancton del Lago de Amatitlán y la Laguna Calderas para que las muestras sean analizadas por expertos en México.
  - **Descripción, método o procedimiento:** Se emplearon dos métodos de colecta para plancton, uno para la superficie y otro para una profundidad aproximada de 5 metros. Para colectar en la superficie se utilizó una red de plancton la cual se arrastraba con ayuda de la lancha una distancia corta (colecta horizontal) y en la otra se hundía un poco la red y se extraía el agua; se quitaba toda el agua posible y solamente se dejaba el plancton en un pedazo de red el cual se sumergía en vacutainers con alcohol al 70%. El agua del método profundo se colectó con ayuda de una botella de Van Dorn, el agua se filtró por una red muy pequeña y está también se guardó y preservó en alcohol al 70%.
  - **Resultados parciales:** Se colectó plancton para ser evaluado en México.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:**
    - Aprendizaje de los métodos de colecta de Plancton
    - Apoyo en la colecta de plancton del Lago de Amatitlán y la Laguna Calderas
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones
- 4. Actividad 4: Acompañamiento a monitoreos no planificados**
- **Objetivos:**
    - Tomar muestras y datos en monitoreos no que no se encontraban en la planificación
  - **Descripción, método o procedimiento:** Al ser una entidad gubernamental, AMSA debe apoyar y velar por que se cumplan las normas ambientales que se tienen en el país, por ello cuando el Ministerio de Ambiente o el Ministerio Público lo solicitan, se hacen tomas de muestras de descargas ilegales para evaluar si cumplen o no el acuerdo gubernativo. En este se toman muestras del agua que se descarga y parámetros in situ de ésta.
  - **Resultados parciales:** Acompañamiento a la toma de descargas de al menos 3 sitios.
  - **Objetivos alcanzados durante este período:** Se apoyó en la toma de muestras y toma de datos de los monitoreos no planificados.
  - **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentan limitaciones.

## 7. ANEXOS

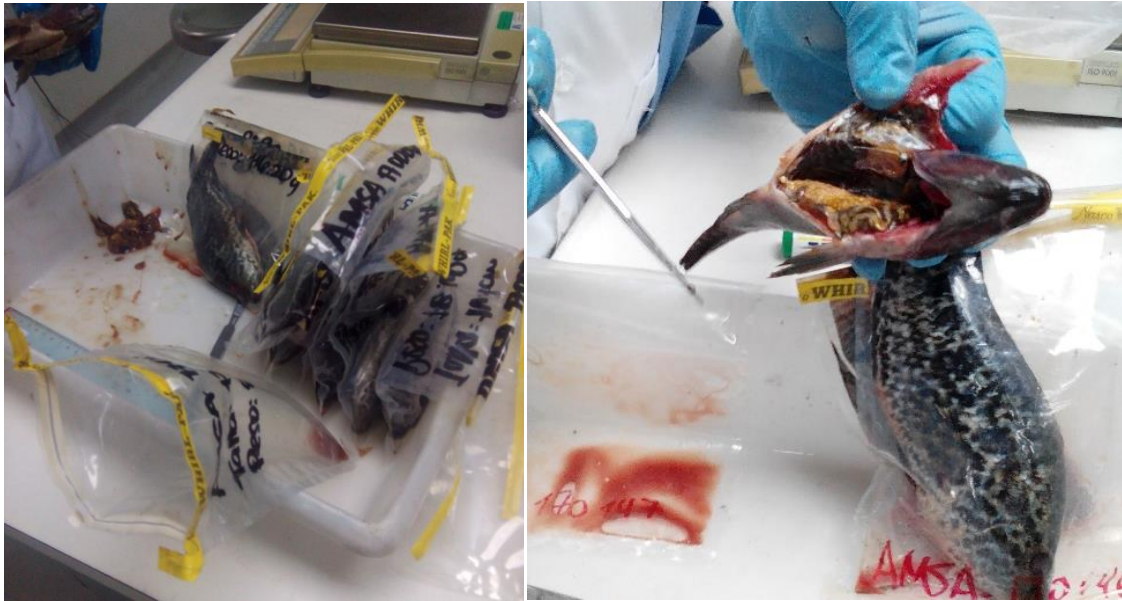
### Anexo 1. Actividades realizadas en AMSA



**Anexo 1.1.** Apoyo a los monitoreos de Ríos, Lago y plantas de tratamiento de aguas residuales.



**Anexo 1.2.** Visceración de peces



**Anexo 1.3.** Observación y clasificación de peces y caracoles



**Anexo 1.4.** Observación y clasificación de macroinvertebrados

### Anexo 3:

#### UTILIZACIÓN DEL BMWP PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA

Francis Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sub programa EDC, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

La contaminación de los ríos que son afluentes del Lago de Amatitlán es evidente ya que se percibe de manera visual y en los parámetros físico-químicos que se han obtenido. Esta contaminación es generada por las actividades antropogénicas y el crecimiento acelerado de la población, lo cual hace que el trabajo que realizan las plantas de tratamiento no sea suficiente para tratar la cantidad de agua que necesita ser tratada.

La utilización de macroinvertebrados como bioindicadores es sumamente útil debido a que estos pueden informar el estado de un cuerpo de agua a través del tiempo y no solamente en el instante en que se colectan como los parámetros físico-químicos. Un método de monitoreo biológico es el BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) este le asigna una puntuación a cada familia de macroinvertebrados y la suma de estos número le da un número al río el cual se clasifica en distintas categorías. Los macroinvertebrados con mayor puntaje son los que indican calidades de agua excelentes y los de menor puntaje indican lo contrario, por lo que los ríos con mayor puntaje serán ríos con calidad de agua excelentes y disminuyendo conforme los punteos bajen.

Los resultados que se presentan son de colectas realizadas de Enero del 2017 a Mayo del 2017.

#### RESULTADOS:

Tabla no. 1: Listado taxonómico de las familias y puntajes para los ríos de países tropicales en sus respectivos BMWP

NOMBRE	BRA*	BOL**	COL***	CR****
CHIRONOMIDAE	2	2	2	2
SYRPHIDAE	2		2	1
PSYCHODIDAE	2	6	7	4
SIMULIIDAE	5	8	8	5
BAETIDAE	5	5	7	4
CERATOPOGONIDAE	4	4	3	2
CULICIDAE	1	2	2	5
DRYOPIDAE		6	6	5
STRATYONIDAE	2	4	4	4
COENAGRIONIDAE	7		7	5
ELMIDAE	5	5	6	4
BELASTOMIDAE	5	5	5	
PLANARIIDAE		4	7	
HYDROPHILIDAE	5	4	3	
EPHYDRIDAE		2		2
TURBIFICIDAE	1		1	1
PHORIDAE				
OLIGOCHAETA	1	1	1	1
HIDRACARINA				4

\* Brasil

\*\* Bolivia

\*\*\* Colombia

\*\*\*\*Costa Rica

**Tabla 2.** Listado taxonómico y puntajes calculados en base a otros BMWP para la cuenca del Lago de Amatitlán

NOMBRE	PUNTAJE*
CHIRONOMIDAE	2
SYRPHIDAE	1
PSYCHODIDAE	2
SIMULIIDAE	6
BAETIDAE	5
CERATOPOGONIDAE	4
CULICIDAE	2
DRYOPIDAE	6
STRATYONIDAE	4
COENAGRIONIDAE	7
ELMIDAE	5
BELASTOMIDAE	5
PLANARIIDAE	5
HYDROPHILIDAE	5
EPHYDRIDAE	2
TURBIFICIDAE	1
PHORIDAE	2
OLIGOCHAETA	1
HIDRACARINA	4

\*Los puntajes se basaron en promedios de los BMWP de la tabla 1 y utilizando características de los ríos de la cuenca.

**Tabla 3.** Niveles de calidad de agua según índices BMWP\*

ESTADO GENERAL	NIVEL DE CALIDAD	PUNTAJE BMWP	COLOR
AGUAS NO CONTAMINADAS	Aguas de excelente calidad	>120	Azul
	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	celeste
AGUAS CONTAMINADAS	Aguas de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada	61-100	Verde
	Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
	Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
	Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas	<15	Rojo

\*Tomado de los índices de BRA, COL, CR y BOL.

**Tabla 4.** Abundancia de familias de macroinvertebrados de Enero a Mayo del 2017\*

RÍO	Familia	ABUNDANCIA					Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
<b>SAN LUCAS</b>	Chironomidae	13	10	5	3	7	38
	Syrphidae	1					1
	Psychodidae	9	9		9	2	29
	Turbificidae	12			17	3	32
	Oligochaeta		1	3			4
<b>FRUTAL/ZACATA L</b>	Chironomidae	2	1	5	1		9
	Psychodidae	4	19	49	32		104
	Culicidae		2		1		3
	Ephydriidae			2			2
<b>PAMPUMAY</b>	Simuliidae	27	10	1			38
	Baetidae	79		5			84
	Elmidae	3	1	1			5
	Chironomidae	1					1
	Ceratopogonidae	1					1
	Stratyonidae		1				1
	Coenagrionidae		3	6		2	11
	Belastomidae			1			1
	Planariidae			1			1
	Tricladida			1			1
	Diptera				2		2
	<b>PANSALIC</b>	Turbificidae	1				
Chironomidae		24	9	2	4		39
Psychodidae		20	21	4	15	17	77
Collembola			2				2
Turbificidae			4			5	9
Syrphidae				1		1	2
<b>PLATANITOS</b>	Psychodidae	10	12		62	13	97
	Chironomidae	1			1	1	3
	Culicidae	1		1			2
	Syrphidae		1	7	1		9
<b>VILLALOBOS</b>	Chironomidae	10	5	1	7		23
	Psychodidae	10	21	4	34		69
	Syrphidae	1	1		3		5
	Culicidae	1			1		2
	Hydrophilidae			1			1
	Ephydriidae					1	1
<b>TOTAL</b>		231	133	101	194	51	

\*Las colectas se realizaron en la parte baja del río

Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017.



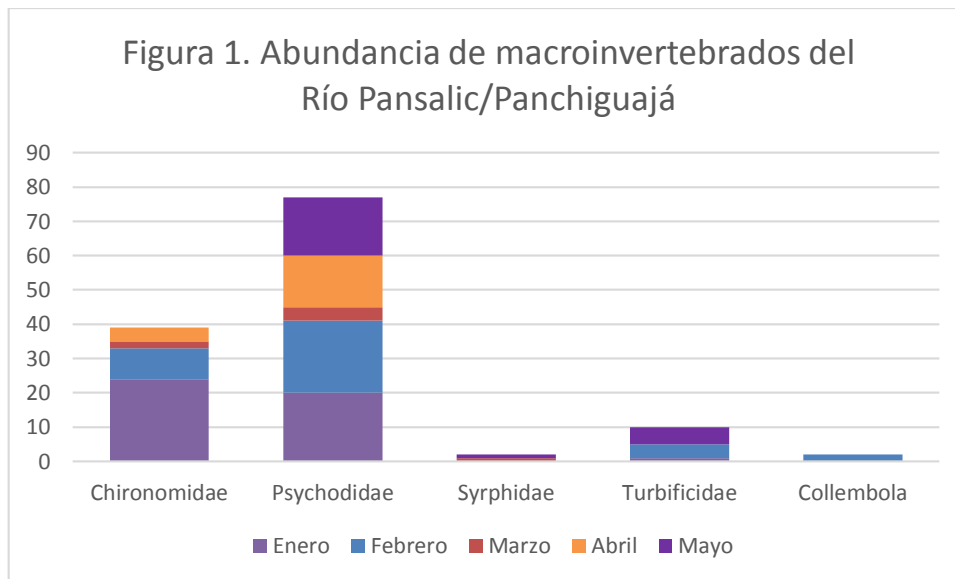
Tabla no. 5: **Puntaje y clasificación de los ríos de la Cuenca del Lago de Amatitlán**

RÍO	PUNTAJE TOTAL BMWP	CLASIFICACIÓN
SAN LUCAS	7	Agua de muy mala calidad y extremadamente contaminada
FRUTAL/ZACATAL	8	Agua de muy mala calidad y extremadamente contaminada
PAMPUMAY	43	Agua contaminada
PANSALIC	7	Agua de muy mala calidad y extremadamente contaminada
PLATANITOS	7	Agua de muy mala calidad y extremadamente contaminada
VILLALOBOS	14	Agua de muy mala calidad y extremadamente contaminada

Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

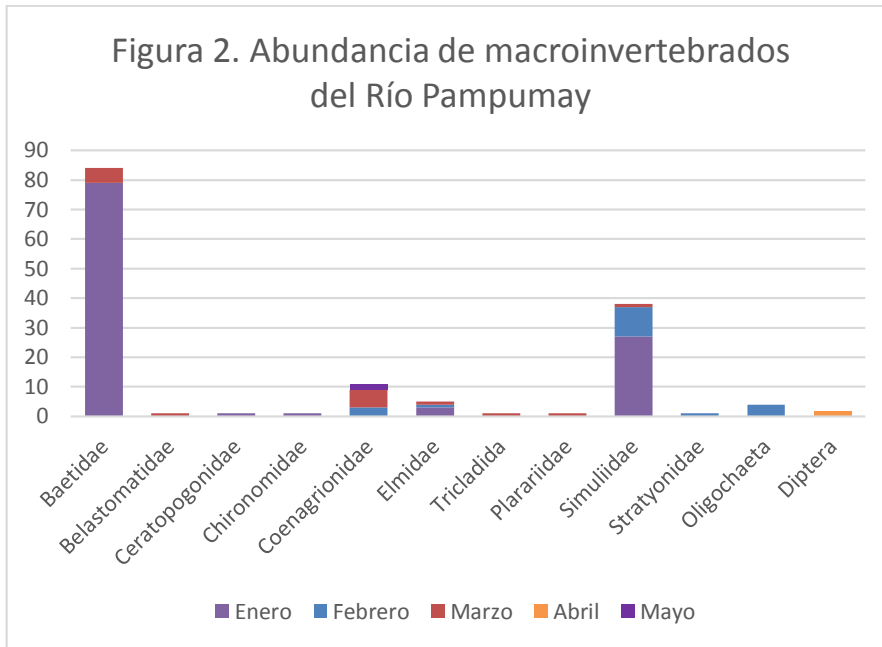
Los puntajes obtenidos por los ríos revelan que estos se encuentran en extremadamente contaminados, ya que las especies que se encontraron tienen puntajes muy bajos; lo que significa que son organismos altamente tolerantes a la contaminación. Esto se debe a que existen diversos focos de contaminación tales como aguas negras, desechos industriales y agrícolas; lo cual provoca que el agua no esté en condiciones óptimas para que las especies puedan habitar. Uno de los ríos se encuentra categorizado como agua contaminada, sin embargo la calidad de este río es buena pero en los muestreos no se encontró una mayor cantidad de familias.

#### ABUNDANCIAS DE MACROINVERTEBRADOS POR RÍOS:



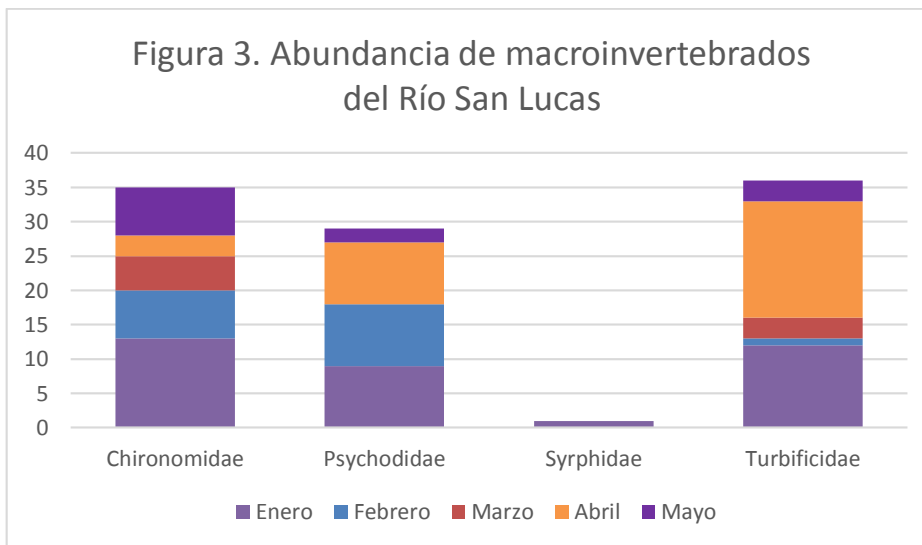
Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

La figura 1 muestra una mayor abundancia de la familia Psychodidae, además esta familia se reportó todos los meses siendo una especie dominante en el río, seguida por la familia Chironomidae. Estas familias se caracterizan por poder habitar de aguas contaminadas ya que son altamente tolerantes a las perturbaciones. En menor abundancia se presentaron familias como Syrphidae y Turbificidae que son características de agua extremadamente contaminadas. Se observa también la aparición del orden Collembola, que son considerados cosmopolitas y pueden estar tanto en la tierra como en cuerpos de agua.



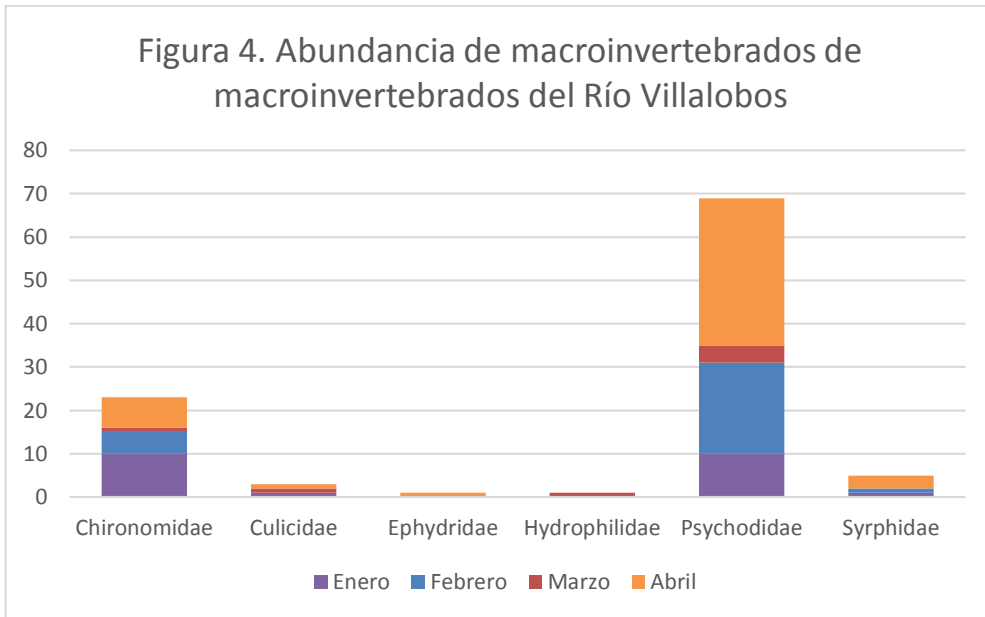
Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

Los ríos con alta diversidad son considerados menos contaminados, como se observa el río Pampumay posee una diversidad mayor en comparación a los otros ríos de la cuenca. Se observa la presencia de familias que son características de aguas con poca perturbación, sin embargo solo Coenagrionidae y Simuliidae se ha encontrado en más de dos meses.



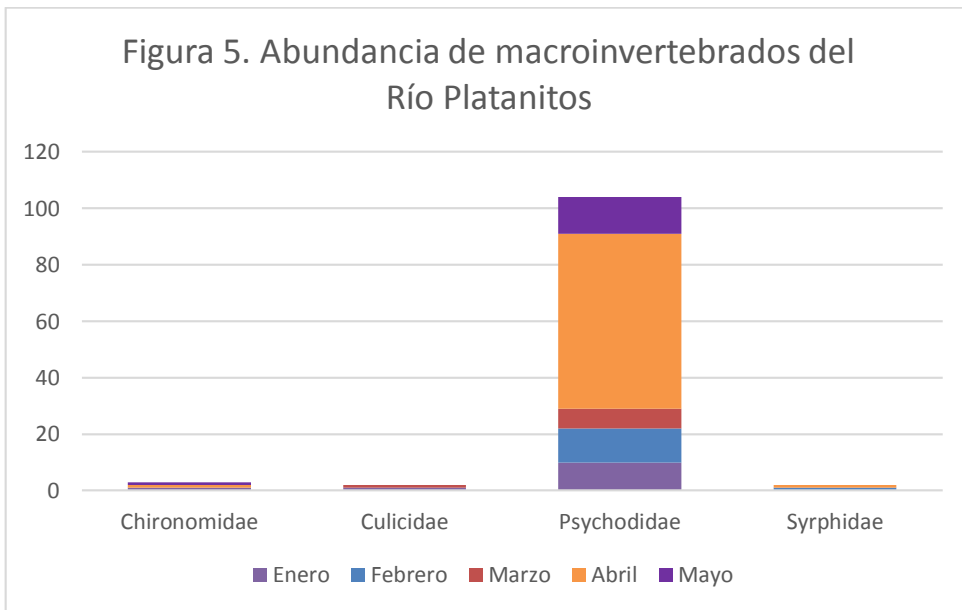
Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

En la figura 3 se observa que el río posee en proporciones casi iguales las familias Chironomidae, Psychodidae y Turbificidae, familias que son características de aguas altamente contaminadas.



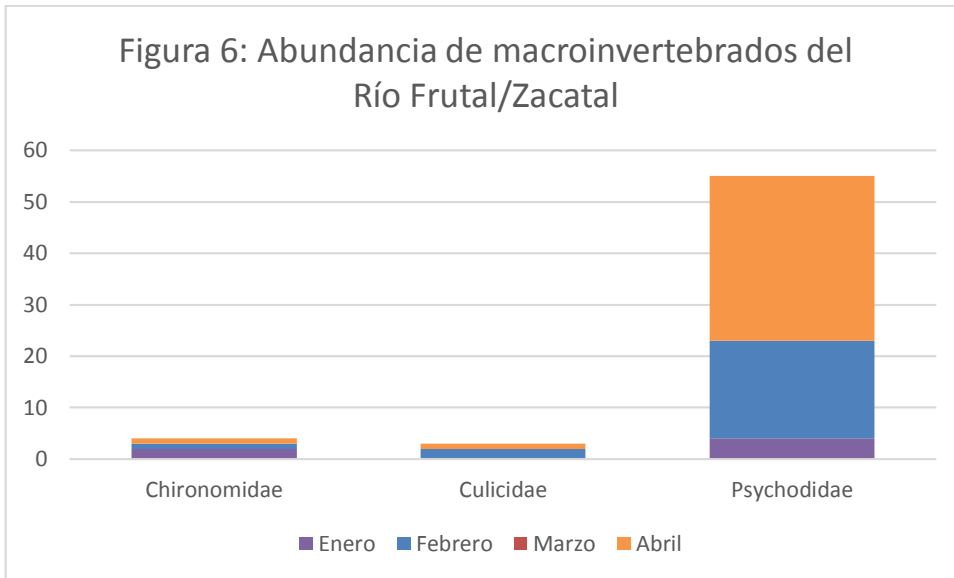
Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

En la figura 4 se muestran la presencia de familias características de aguas altamente contaminadas, siendo la familia dominante Psychodidae. Existiendo una mayor presencia de familias en el mes de abril.



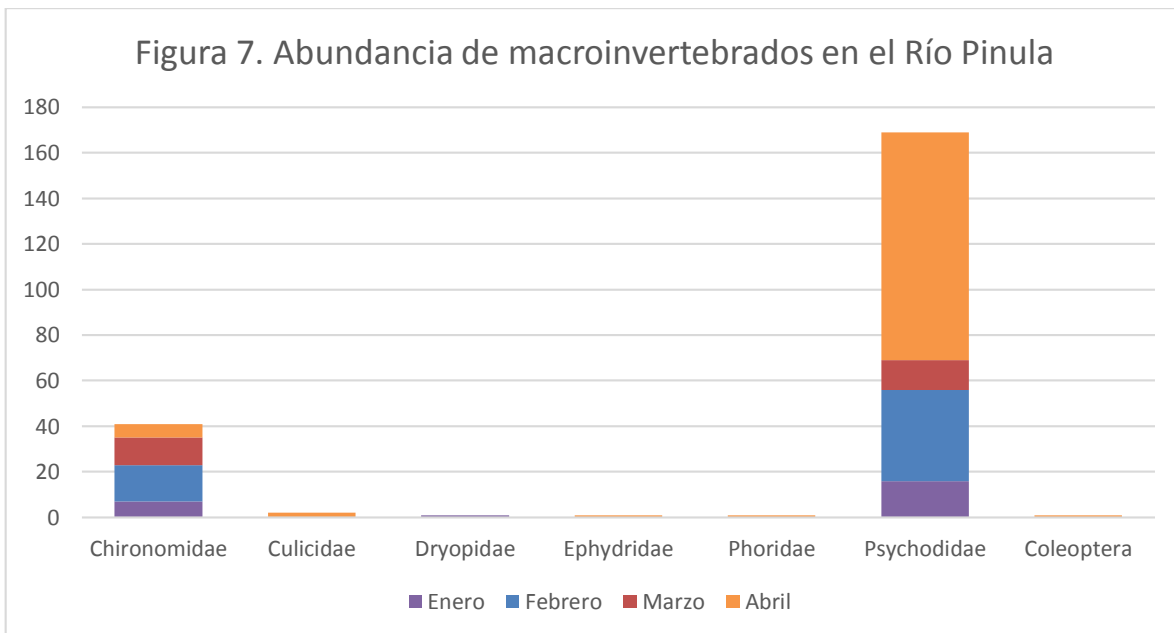
Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

En la gráfica se muestran la presencia de familias características de aguas altamente contaminadas, siendo la familia dominante Psychodidae. Existiendo una mayor cantidad de familias en el mes de Abril.



Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

En la figura 6 se muestran la presencia de familias características de aguas altamente contaminadas, siendo la familia dominante Psychodidae. Las 3 familias estuvieron presentes en los meses de febrero y abril.



Fuente: Datos experimentales, AMSA 2017

En la gráfica se muestran la presencia de familias características de aguas altamente contaminadas, siendo la familia dominante Psychodidae. Las familias estuvieron presentes juntas en el mes de abril.

## CONCLUSIONES:

La mayoría de los ríos se comporta de maneras muy similares, poseen baja diversidad de macroinvertebrados y la mayor parte de los presentes son altamente resistentes a las malas condiciones de aguas de los ríos. El puntaje del BMWP, como se observa en la tabla 5, los ubica en el último nivel, siendo aguas de mala calidad y con extrema contaminación. Las familias Psychodidae y Chironomidae ambas pertenecientes al orden de los dípteros, se encuentran ampliamente distribuidos, sus larvas y pupas se encuentran adaptadas para vivir en zonas con elevadas corrientes y bajas concentraciones de oxígeno.

El río que presenta una diferencia significativa es el río Pampumay, este presenta una diversidad más alta con comparación a los demás y las familias presentes son indicadoras de aguas en buena calidad. Al hacer el puntaje se cataloga en aguas de mala calidad pero esto se puede deber a que se han obtenido muy pocas familias al hacer los muestreos. La familia más abundante fue Baetidae, los cuales son de una tolerancia baja a malas condiciones de agua, la cual nos indica que las condiciones de este río están aún buenas.

En el mes de abril se obtuvieron la mayor abundancia y diversidad en todos los ríos. Esto puede deberse a que este es un mes de verano en el que las lluvias son casi nulas, por lo que los ríos poseen una menor corriente y un menor arrastre de sedimentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Gutiérrez-Fonseca, P. & Lorion, C. (2014). Application of the BMWP-Costa Rica biotic index in aquatic biomonitoring: sensitivity to collection method and sampling intensity. *Rev. Bio. Trop.* 62(2), 275-289.
- Ladrera, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental*, 39.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 40(155), 254-274. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Zamora, J. y Ortuño, C. (2012). Guía para la evaluación de la calidad acuática mediante el índice BMWP/Bol. Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Anexo 4. Poster de los macro invertebrados comunes de los ríos de la cuenca del Lago de Amatitlán

# MACROINVERTEBRADOS COMUNES DE LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL LAGO DE AMÁTITLÁN

Francis Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

**Diptera: Chironomidae (Larva)**

**Descripción:**

Las larvas son alargadas, tubulares, divididas en segmentos bien definidos, con una cabeza desarrollada y pequeña. No presentan patas

Manchas oculares presentes, claramente separadas.



Fuente: AMSA, 2017

**Diptera: Culicidae**

**Descripción:**

Cabeza esclerotizada, redondeada, claramente separada del tórax; labrum con cepillos de setas; segmentos torácicos fusionados e hinchados, más ancho que el abdomen; Propatas ausente; 8 segmentos usualmente soportando un sifón respiratorio.



Fuente: AMSA, 2017

**Diptera: Chironomidae (Pupa)**

**Descripción:**

Son tubulares. El cefalotórax se encuentra hinchado, y dorsiventralmente aplanado; el terguito y esternito 9 modificados como un lóbulo natatorio; Manchas oculares presentes, claramente separadas.



Fuente: AMSA, 2017

**Diptera: Syrphidae**

**Descripción:**

Larva: cabeza achatada, reducida, puede retraerse en el tórax. Propatas presentes, 1 par en el tórax y el resto en los segmentos abdominales; el abdomen termina en un largo tubo respiratorio que es al menos de la mitad del largo de su cuerpo.



Fuente: AMSA, 2017

**Odonata: Coenagrionidae**

**Descripción:**

Ninfa de cuerpo delgado y corto, con presencia de laminillas caudales. Setas mentonianas presentes o ausentes, ligula sin hendidura media. Laminillas caudales de formas variables, algunas veces con la porción apical ovalada o puntiaguda.



Fuente: AMSA, 2017

**Ephemeroptera: Baetodes**

**Descripción:**

Patas largas que salen del cuerpo. Branquias presentes en el vientre, en los segmentos abdominales 1-5 solamente; con una hilera de proyecciones medianas elevadas o mechones densos de pelo en medio del tergo abdominal; dos filamentos caudales, el filamento terminal está reducido.



Fuente: AMSA, 2017

**Diptera: Stratiomyidae (Larva)**

**Descripción:**

Cuerpo aplanado dorsalmente, integumento grueso; cabeza reducida a una cápsula, visible; tórax más ancho que la cabeza.



Fuente: AMSA, 2017

**Diptera: Simuliidae**

**Descripción:**

Pseudopatas solo en el protórax; tercio posterior del abdomen hinchado, el abdomen termina en un anillo simple de ganchos



Fuente: AMSA, 2017

**Coleoptera: Elmidae (Larva)**

**Descripción:**

Alargadas. Cuerpo dividido en 9 segmentos, el noveno segmento presenta en la superficie ventral el opérculo, el cual contiene las branquias a modo de finas pilosidades.



Fuente: AMSA, 2017

**Trichoptera: Hydropsychidae**

**Descripción:**

Estas larvas tienen los segmentos torácicos esclerotizados, branquias ventrolaterales abdominales y torácicas ramificadas y un denso cepillo de setas adyacentes a cada uña anal. La cabeza es más o menos aplanada dorsalmente, el cuerpo frecuentemente se encuentra arqueado en forma de C.



Fuente: AMSA, 2017

**Referencias Bibliográficas:**

Bouchard, R. W. (2004). *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, Mn.  
 Edmunds, G., Jensen, S. & Berner, L. (1976). *The mayflies of North and Central America*. EE. UU: North Central Publishing Company.  
 Merritt, R. & Cummins, K. (1996). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. EE. UU: Kendal/Hunt Publishing Company.



**Anexo 5. Listados de asistencia a AMSA**

**LISTA DE ASISTENCIA EDC**

Nombre: Francis Mariel Santos Ruiz – DPI: 2538 28961 0710 –  
 Unidad: AMSA – Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán –

Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Total horas	Horas acumuladas	Firma
23/01/2017	7:30 AM	12:30 PM	5hrs	5hrs	
24/01/2017	7:15 AM	12:15 PM	5hrs	10hrs	
25/01/2017	7:30 AM	2:00 PM	6:30hrs	16:30hrs	
30/01/2017	7:15 AM	12:15 PM	5:00hrs	21:30hrs	
27/02/2017	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	25:30hrs	
28/02/2017	9:30 AM	12:30 PM	5:00hrs	30:30hrs	
01/03/2017	7:50 AM	12:00 PM	4:30hrs	35:00hrs	
06/03/2017	7:50 AM	2:00 PM	6:10hrs	41:10hrs	
07/03/2017	8:00 AM	11:00 AM	3:00hrs	44:10hrs	
08/03/2017	7:40 AM	12:30 PM	4:50 hrs	49:00hrs	
09/03/17	7:50 AM	11:50 AM	4:00hrs	53:00hrs	
10/03/17	8:00 AM	11:00 AM	3:00 hrs	56:00hrs	
13/03/17	8:00 AM	12:20 PM	4:20 hrs	60:20hrs	
14/03/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00 hrs	64:20hrs	
16/03/17	8:00 AM	1:00 PM	5:00hrs	69:20hrs	

Vo. Bq. Lic. Manuel Cano

### LISTA DE ASISTENCIA EDC

Nombre: Francis Mariel Santos Ruiz - DPI: 2538 28961 0710 -  
 Unidad: AMSA -Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán -

Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Total horas	Horas acumuladas	Firma
17/03/2017	8:00 AM	11:30 AM	3:30 hrs	72:50 hrs	
21/03/2017	8:00 AM	12:00 PM	4:00 hrs	76:50 hrs	
22/03/2017	8:00 AM	12:00 PM	4:00 hrs	80:50 hrs	
23/03/2017	8:00 AM	11:30 AM	3:30 hrs	84:20 hrs	
26/03/2017	9:00 AM	1:00 PM	4:00 hrs	88:20 hrs	
27/03/2017	8:00 AM	12:00 PM	4:00 hrs	92:20 hrs	
28/03/2017	8:00 AM	12:00 PM	4:00 hrs	96:20 hrs	
29/03/2017	7:00 AM	12:00 PM	5:00 hrs	101:20 hrs	
30/03/2017	7:00 AM	12:00 PM	5:00 hrs	106:20 hrs	
18/03/2017	8:00 AM	12:00 PM	4:00 hrs	110:20 hrs	
19/03/17	8:00 AM	12:30 PM	4:30 hrs	114:50 hrs	
20/04/17	8:00 AM	11:00 AM	3 hrs	117:50 hrs	
23/04/17	8:00 AM	12:00 PM	4 hrs	121:50 hrs	
24/04/17	8:00 AM	12:00 PM	4 hrs	125:50 hrs	
25/04/17	8:00 AM	12:00 PM	4 hrs	129:50 hrs	

Vo.Bo. Lic. Manuel Cano





### LISTA DE ASISTENCIA EDC

Nombre: Francis Mariel Santos Ruiz - DPI: 2538 28961 0710 -  
 Unidad: AMSA -Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán -

Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Total horas	Horas acumuladas	Firma
20/04/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	133:50hrs	
27/04/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	137:50hrs	
02/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	141:50hrs	
03/05/17	8:00 AM	12:30 PM	4:30hrs	146:20hrs	
09/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	150:20hrs	
10/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	154:20hrs	
11/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	158:20hrs	
12/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	162:20hrs	
16/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	166:20hrs	
17/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	170:20hrs	
18/05/17	8:00 AM	5:00 PM	9:00hrs	179:20hrs	
19/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	183:20hrs	
22/05/17	8:00 AM	12:00 PM	4:00hrs	187:20hrs	
23/05/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	195:20hrs	
24/05/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	204:20hrs	

Vo.Bo. Lic. Manuel Cano

### LISTA DE ASISTENCIA EDC

Nombre: Francis Mariel Santos Ruiz – DPI: 2538 28961 0710 –  
 Unidad: AMSA –Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán –

Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Total horas	Horas acumuladas	Firma
25/05/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	212:20hrs	
26/05/17	1:00 PM	5:00 PM	4:00hrs	216:20hrs	
29/05/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	224:20hrs	
30/05/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	228:20hrs	
31/05/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	236:20hrs	
1/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	244:20hrs	
2/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	252:20hrs	
3/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	260:20hrs	
<b>5/06/17</b>	<b>8:00 AM</b>	<b>4:00 PM</b>	<b>8:00hrs</b>	<b>268:20hrs</b>	
06/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00hrs	276:20 hrs	
07/06/17	8:00 AM	4:10 PM	8:10 hrs	284:30 hrs	
08/06/17	8:00 AM	4:15 PM	8:15 hrs	292:45 hrs	
09/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	300:45 hrs	
12/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	308:45 hrs	
13/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	316:45 hrs	

Vo.Bo. Lic. Manuel Cano





### LISTA DE ASISTENCIA EDC

Nombre: Francis Mariel Santos Ruiz – DPI: 2538 28961 0710 –  
 Unidad: AMSA – Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán –

Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Total horas	Horas acumuladas	Firma
14/06/17	7:50 AM	4:30 PM	8:40 hrs	325:25 hrs	
19/06/17	8:00 AM	4:30 PM	8:30 hrs	333:55 hrs	
20/06/17	8:00 AM	4:10 PM	8:10 hrs	342:05 hrs	
21/06/17	8:00 AM	12:15 PM	4:15 hrs	346:20 hrs	
23/06/17	8:00 AM	11:30 AM	3:30 hrs	349:50 hrs	
26/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	357:50 hrs	
27/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	365:50 hrs	
28/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	373:50 hrs	
29/06/17	8:00 AM	4:00 PM	8:00 hrs	381:50 hrs	

Vo.Bo. Lic. Manuel Cordero