

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

INFORME FINAL INTEGRADO DOCENCIA Y SERVICIO
AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE
DE LA CUENCA Y DEL LAGO DE AMATITLÁN
AMSA-
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2013 – ENERO 2014

AGUILAR ENRIQUEZ, BEATRIZ ALEJANDRA
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDO. BILLY ALQUIJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. ANA BEATRIZ SUÁREZ

Vo.B. ASESOR INSTITUCIONAL

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
ACTIVIDADES DEL ESTUDIANTE.....	2
A. SERVICIO.....	2
B. DOCENCIA.....	4
C. INVESTIGACIÓN.....	5
D. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS.....	6
RESUMEN DE ACTIVIDADES.....	7
ACTIVIDADES DETALLADAS	9
BIBLIOGRAFIA.....	7

1. INTRODUCCION

A lo largo de las prácticas realizadas en EDC, se ha podido observar la experiencia adquirida en relación al desarrollo de actividades formales de servicio, docencia e investigación en una unidad académica. La herramienta del EDC es un facilitador para poder tener una experiencia cercana relacionada con el área de interés de cada estudiante, dando una idea de cómo puede llegar a ser su desempeño profesional biólogo en una institución.

En el caso de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán se mantuvo una relación de apoyo con diferentes actividades que estuvieran disponibles tales como muestreos en el lago, colaboración con la extracción de núcleos de sedimento en el lago y su posterior preparación: pesado, secado, pulverizado y almacenado; y se recibió la explicación del uso del desionizador, y del equipo de Absorción atómica para determinación de metales pesados..

El estudio relacionado con los cuerpos de agua de la cuenca del Lago de Amatitlán incluyendo ríos y el lago, fue de gran importancia para complementar la información, conocimientos prácticos y teóricos relacionados con las metodologías a seguir para las colectas o muestreos, análisis e interpretación de los resultados y así poder implementar el conocimiento que el estudiante adquirió en la unidad académica en diferentes ámbitos o investigaciones posteriores, aportando al desarrollo integral del estudiante en el área que sea de su interés.

2. ACTIVIDADES DE SERVICIO

Actividad No. 1 Monitoreos de los ríos Villalobos en el sitio Frutal-Zacatal, río Pinula, río Molino, y río Pampumay; plantas de tratamiento de aguas residuales San Jacinto y Santa Isabel.

- Objetivos: realizar monitoreos bimensuales y mensuales de los ríos y plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Descripción método: se realizaron los monitoreos con el diferente equipo: potenciómetro, conductímetro, oxímetro y el molinete para la medición del caudal, el cual se encuentra disponible en la institución.
- Resultados parciales: se tomaron las muestras del río Villalobos en su punto Frutal-Zacatal, y de los ríos Pinula, Molino (punto Pansalic - Panchiguaja), Pampumay; además en las plantas de tratamiento de aguas residuales San Jacinto, Santa Isabel.; y se realizaron las mediciones en el campo a las muestras tomadas en cada punto como: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, salinidad, sólidos disueltos totales (TDS) y luego se trasladaron y almacenaron para su posterior análisis en el laboratorio.
- Objetivos alcanzados: se obtuvieron los resultados de los monitoreos realizados en los ríos, plantas de tratamiento.
- Limitaciones o dificultades: Se logró participar en la mayoría de monitoreos debido al tiempo de vacaciones en la universidad, en otros casos se tuvo que solicitar permisos para participar en los monitoreos.

Actividad No. 2 Monitoreo del Lago de Amatitlán.

- Objetivos: realizar monitoreo mensual del lago de Amatitlán.
- Descripción método: se realizaron los monitoreos con el diferente equipo: potenciómetro, conductímetro y oxímetro; también se tomaron muestras de fitoplancton que fueron colocadas en botes de coloración oscura y agregándoles Lugol para realizar la preservación, se tomaron muestras de agua a diferentes profundidades con la botella de Van Dorn y se agregaron en un bote debidamente identificado, para luego realizar análisis fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos.

- Resultados parciales: se tomaron las muestras de Lago de Amatitlán, y se realizaron las mediciones en el campo a las muestras tomadas en cada punto como: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, salinidad, TDS, transparencia y luego se trasladaron y almacenaron para su posterior análisis en el laboratorio.
- Objetivos alcanzados: se obtuvieron los resultados de los monitoreos realizados en el Lago de Amatitlán.
- Limitaciones o dificultades: Se logró participar en la mayoría de monitoreos debido al tiempo de vacaciones en la universidad, en otros casos se tuvo que solicitar permisos para participar en los monitoreos.

Actividad No.3 Calibración de los aparatos de medición físico-química.

- Objetivos: calibrar los aparatos de medición físico-química para las diferentes salidas de campo.
- Descripción método: se calibró el Conductímetro y el potenciómetro con los estándares, esto con el fin de garantizar la calidad de los resultados, Resultados parciales: la calibración de los aparatos de medición físico-química para su posterior uso en las salidas de campo.
- Objetivos alcanzados: se calibraron los aparatos de medición físico-química.

Actividad No.4 Acompañamiento a extracción de sedimentos del Lago de Amatitlán.

- Objetivos: Colaborar con la extracción de sedimentos y toma de datos del Lago de Amatitlán.
- Descripción método: Se acompañó al Lago de Amatitlán, se tomaron las coordenadas utilizando un GPS, se midió la profundidad y se extrajeron los sedimentos por medio de núcleos.
- Resultados parciales: se extrajeron los sedimentos a diferentes profundidades del lago de Amatitlán.
- Objetivos alcanzados: se obtuvieron los núcleos de sedimento del Lago de Amatitlán.

Actividad No. 5 Purificar agua por medio del purificador de agua Marca Thermo Scientific Barnstead nanopure obteniendo agua ultra pura.

- Objetivos: Obtener agua ultra pura.
- Descripción método: se purificaron 3 garrafones de agua por medio del purificador de agua Marca Thermo Scientific Barnstead nanopure.
- Resultados parciales: se obtuvieron 3 garrafones de agua ultra pura.
- Objetivos alcanzados: se obtuvo agua ultra pura por medio del purificador Marca Thermo Scientific Barnstead nanopure.

Actividad No. 6 Análisis fisicoquímicos de las muestras tomadas en ríos, plantas de tratamiento de aguas residuales y del lago de Amatitlán.

- Objetivos: Realizar análisis fisicoquímicos de las muestras de ríos, plantas y el lago.
- Descripción de método: se realizaron los análisis fisicoquímicos con diferentes metodologías dentro de ellas se encuentran los diferentes kits para medir DQO; también diferentes procedimientos como: color, olor, salinidad, nitrógeno total, metales pesados, conductividad, sólidos, sólidos suspendidos que se tienen en el laboratorio de AMSA.
- Resultados parciales: se obtuvieron los resultados de los análisis fisicoquímicos.
- Objetivos alcanzados: se obtuvieron los análisis para su posterior interpretación.

Actividad No. 7 Realizar análisis de absorción atómica por medio de espectrofotómetro de Absorción Atómica, como actividad de apoyo.

- Objetivos: Apoyar en el análisis metales pesados por medio de dos técnicas de absorción atómica en las muestras tomadas en ríos, plantas de tratamiento de aguas residuales y el lago de Amatitlán.
- Descripción método: se apoyó en la realización de la espectrofotometría de metales pesados en agua por medio de dos técnicas, la técnica de horno de grafito que analiza plomo, cadmio, cromo y arsénico; y la técnica de espectrofotometría de llama que analiza hierro, cobre y zinc.

- Resultados parciales: se obtuvieron las concentraciones de metales pesados en las muestras tomadas en ríos, plantas de tratamiento de aguas residuales y el lago de Amatitlán.
- Objetivos alcanzados: se apoyó en la realización absorción atómica por medio de espectrofotómetro de Absorción Atómica. Pregunto, tu trabajaste las muestras o viste como Julio las trabajaba?.

Actividad No. 8 Limpieza de estanque del proyecto de peces.

- Objetivos: Apoyar en la limpieza de los tinacos con peces
- Descripción de método: Todos los viernes durante 6 meses se vaciaban los tinaco para la eliminación de algas que se encontraban en la superficie, luego se vaciaban y limpiaban con escobas para luego agregarles nuevamente agua limpia.
- Resultados parciales: limpieza de los tinacos quedó limpio, para crear un espacio apto de crecimiento de los peces.
- Objetivos alcanzados: El estanque de los peces quedó limpio, logrando mantener a los peces para su liberación .

Actividad No.9 Extracción de clorofila de muestras de agua que contienen fitoplancton del Lago de Amatitlán.

- Objetivos: Extraer clorofila de muestras de agua que contienen fitoplancton tomadas del Lago de Amatitlán.
- Descripción de método: Se filtraron las muestras de agua que contienen fitoplancton, y en el papel filtro se quedó el fitoplancton concentrado, luego se agrego en cristalería especial para triturar la muestra y así extraer la clorofila con acetona para deshacer la pared que contiene al fitoplancton y permitir que la extracción de la clorofila.
- Resultados parciales: Se obtuvo la clorofila extraída de la muestra de agua que contenían fitoplancton.
- Objetivos alcanzados: se extrajo la clorofila de las muestras tomadas de agua que contenían fitoplancton.

3. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

Actividad No. 10 Aprender a purificar agua por medio del purificador marca Thermo Scientific Barnstead nanopure obteniendo agua ultra pura.

- Objetivos: Aprender a purificar agua por medio del purificador de agua marca Thermo Scientific Barnstead nanopure.
- Descripción método: se aprendió a purificar agua por medio del purificador de agua marca Thermo Scientific Barnstead nanopure realizando la purificación de agua.
- Resultados parciales: se obtuvo agua ultra pura.
- Objetivos alcanzados: se aprendió a purificar agua por medio del purificador marca Thermo Scientific Barnstead nanopure.

Actividad No. 11 Aprender sobre la técnica de absorción atómica por medio de espectrofotómetro de Absorción Atómica

- Objetivos: Aprender a analizar metales pesados por medio de dos técnicas de absorción atómica.
- Descripción método: se aprendió realizar la espectrofotometría de metales pesados en agua por medio de dos técnicas, la técnica de horno de grafito que analiza plomo, cadmio, cromo y arsénico; y la técnica de espectrofotometría de llama que analiza hierro, cobre y zinc.
- Resultados parciales: se obtuvieron las concentraciones de metales pesados en las muestras tomadas en ríos, plantas de tratamiento de aguas residuales y el lago de Amatitlán.
- Objetivos alcanzados: se aprendió a realizar absorción atómica por medio de espectrofotómetro de Absorción Atómica

Actividad No. 12 Curso de formación profesional relacionada con BASES TEORICAS DE OCEANOGRAFÍA Y ECOLOGÍA MARINA APLICADAS A LA INVESTIGACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES.

- Objetivos: recibir curso de formación profesional creando las bases teóricas en relación al funcionamiento de ecosistemas tropicales.
- Descripción método: se recibió el curso de formación profesional como oyente durante el semestre, en el cual se recibieron laboratorios y clases teóricas relacionadas con el tema de ecosistemas tropicales.
- Resultados parciales: se aprendió el funcionamiento de ecosistemas tropicales y se recibieron herramientas relacionadas con ecosistemas acuáticos que posteriormente servirán de base para análisis de datos obtenidos en la investigación a realizar.
- Objetivos alcanzados: se aprendió el funcionamiento de los ecosistemas tropicales, los organismos que lo componen, creando bases teóricas para el análisis posterior de la muestras relacionadas con la investigación a realizar.

Actividad No. 13 Participación en el II TALLER DE ARMONIZACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS COMO UNA HERRAMIENTA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL EN GUATEMALA.

- Objetivos: participar en el taller y poder informarse acerca de las metodologías utilizadas en el estudio de macroinvertebrados y cómo van los avances de estudios en Guatemala.
- Descripción método: participar en el curso en el CENAME, a lo largo del día escuchando las diferentes pláticas informativas y participando en la mesa de trabajo.
- Resultados parciales: mantenerse informada acerca de las metodologías utilizadas para el estudio de macro invertebrados y obtener asesoría de diferentes especialistas del tema.

Actividad No. 14 Lectura y Análisis de artículos relacionados con Macro invertebrados y su distribución en los cuerpos de agua.

- Objetivos: informarse de estudios relacionados con macro invertebrados y mantenerse actualizado con las publicaciones que se realizan constantemente.
- Descripción de método: búsqueda, lectura y análisis de artículos científicos relacionados con macro invertebrados.
- Resultados parciales: mantenerse informada acerca de las investigaciones realizadas de macro invertebrados.

4. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Actividad No. 15 Capacitación de identificación de Macroinvertebrados (4 hrs)

- Objetivos: Recibir capacitación de Macroinvertebrados para poder identificar los organismos.
- Descripción método: se recibieron capacitaciones de identificación de macroinvertebrados impartidas por el Licenciado Boris McDonald, Moisés López.
- Resultados parciales: tener más accesibilidad a las muestras de organismos que se identificarán más adelante.

Actividad No. 16 Identificación de Macro Invertebrados por medio de claves dicotómicas.

- Objetivos: Identificar Macro invertebrados para su posterior análisis dependiendo de su distribución.
- Descripción del Método: por medio de claves dicotómicas, estereoscopio, pinzas y un vidrio de reloj, se identificaron Macro Invertebrados.
- Resultados parcial: se obtuvieron las respectivas familias de los macroinvertebrados.

Actividad No. 17 Limpieza de muestras de Macro Invertebrados. Esta actividad ya estaba realizada. Tu olo viste la parte de identificación.

- Obsis.

Actividad No. 18 Revisión de la Identificación de Macro Invertebrados por medio de expertos que manejen el tema como medida de control de la identificación.

- Objetivos: Identificar y confirmar la identificación de los Macroinvertebrados para llevar un control de las muestras identificadas.
- Descripción del Método: por medio de expertos en la identificación.
- Resultados parcial: se comprobaron las familias identificadas.

5. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

Actividad No. 19 Apoyo en la Realización de la Alfombra y acompañamiento a la institución en la actividad del Día de La Cruz. Por motivo de la Feria de Amatitlán

- Objetivo: Apoyar en la realización de la alfombra y acompañamiento a la institución en la actividad del Día de La Cruz.
- Descripción método: se apoyó en la elaboración de la alfombra del Día de La Cruz y acompañamiento en la actividad.
- Resultados parciales: se apoyó en la elaboración de la alfombra.
Objetivos alcanzados: se completó la alfombra

Actividad No. 20 Pesaje, secado, y pulverizado de los lodos obtenidos del núcleo de sedimentos del lago (20 hrs) tomados para el Estudio de Batimetría y arrastre de sedimentos del Río Villalobos en el año 2012.

- Objetivos: pesar, secar y pulverizar los lodos obtenidos del núcleo del sedimento del lago.
- Descripción de método: por medio de una balanza analítica se realizó el pesaje, luego se colocó en la secadora durante 42 hrs y se pulverizaron las muestras del núcleo del sedimento del lago.
- Resultados parciales: obtener las muestras pesadas, secas y pulverizadas para su posterior análisis.
- Limitaciones o dificultades: el tiempo que tomaba la realización de cada muestra.

Actividad No. 21 Apoyo a estudiante del extranjero en los muestreos para su tesis de maestría.

- Objetivo: apoyar en la extracción, preparación y empaquetamiento para el transporte de las muestras tomadas del lago de Amatitlán.
- Descripción de método: Por medio de un extractor de sedimento se extrajeron diferentes muestras del lago y posteriormente se realizó el proceso de medición dependiendo de la profundidad de la muestra extraída, se separaba el sedimento y posteriormente las muestras fueron secadas en el horno marca Binder y se almacenaron en papel aluminio para su transporte.
- Resultados parciales: se logró apoyar al estudiante extranjero con diferentes actividades para el avance de su tesis.
- Limitaciones o dificultades: debido a que el estudiante de tesis debía tener listas sus muestras para una fecha, se tuvo que trabajar intensamente para poder terminar a tiempo. Creo que esta actividad fue la misma de la numero 21.

Actividad No. 22 Gira de Campo a punta de Manabique por el curso de formación profesional con relación BASES TEORICAS DE OCEANOGRAFÍA Y ECOLOGÍA MARINA APLICADAS A LA INVESTIGACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES.

- Objetivos: Participar en la gira de campo a punta de Manabique del curso de formación profesional obteniendo practica
- Descripción método: participación a la gira de campo del curso de formación profesional 5 días, en el cual se recibieron prácticas relacionadas con el tema de muestreo de ecosistemas tropicales, colecta de fauna y flora acuática.

- Resultados parciales: se obtuvo el conocimiento de métodos de colecta, utilización de equipo de buceo, toma de muestras de sedimento con un núcleo, medición de parámetros fisicoquímicos (DBO, OD, concentración de sal, pH, temperatura, conductividad por medio de una sonda multiparamétrica marca HACH, y la medición de profundidad y transparencia por medio del disco de Secchi), colecta de muestras de pastos marinos y macro invertebrados.
- Objetivos alcanzados: se aplicaron los métodos de análisis fisicoquímicos, colecta de flora y fauna; aplicando lo aprendido en el campo.

Actividad No.23 Muestra de agua tomadas del lago Amatitlán.

- Descripción del método: se preparó el medio de fermentación por tubos múltiples, se preparan en medio de agua peptonada dependiendo de la turbidez de la muestra de agua, se agrega y se diluye dependiendo de la coloración de la muestra.
- Objetivos alcanzados: se apoyó en la preparación del medio agregando agua peptonada en los tubos de ensayo.

Actividad No.24 Participación como staff en el “II Simposio Latinoamericano de Ictiología” Sede: Antigua, Guatemala, Guatemala.

- Objetivos: Participar como Staff en el Simposio, aprendiendo acerca de Ictiología y de organización de eventos.
- Descripción del Método: Se apoyó en las actividades necesarias para la realización del simposio realizado en la Ciudad de Antigua Guatemala, Guatemala del 4 al 8 de Noviembre y los días previos de organización.
- Objetivos alcanzados: se logró apoyar en las actividades necesarias del simposio y aprender acerca de la organización de simposios y de la temática relacionada con peces.

Resumen de Actividades

Programa/ Actividades	Fecha propuesta	Horas de EDC	Horas acumuladas
Servicio Pre-Establecido	Febrero	80 hrs	80 hrs
Realización de informes, protocolos.	Febrero-Noviembre	180 hrs	180 hrs
Total Horas		260 hrs	260 hrs
SERVICIO			
Monitoreo de río, plantas de tratamiento de aguas residuales.	Marzo- Agosto	40 hrs	30 hrs
Monitoreo del Lago Amatitlán	Marzo-Agosto	20 hrs	15 hrs
Calibración de aparatos para medición fisicoquímica.	Marzo-agosto	10 Hrs	5 hrs
Acompañamiento a extracción de sedimentos del Lago de Amatitlán en apoyo a tesis de maestría.	Marzo-Agosto	20 Hrs	12 hrs
Extracción de clorofila de muestras de Fitoplancton	Marzo- Agosto	5 Hrs	4.5 Hrs
Purificar agua por medio del purificador de agua obteniendo agua ultra pura	Mayo- Agosto	5 hrs	5 hrs

Realización de análisis fisicoquímicos.	Marzo-Agosto	30 Hrs	20 hrs
Apoyo en la realización de análisis de absorción atómica por medio de espectrofotómetro de Absorción Atómica	Marzo- Agosto	15 Hrs	13 Hrs
Limpieza de estanque de proyecto de peces.	Abril- Mayo	20 hrs	20 hrs
Total Horas		165 hrs	124.5 hrs
DOCENCIA			
Aprender a purificar agua por medio del purificador de agua obteniendo agua ultra pura.	Mayo	2 Hrs	2 hrs
Aprender a realizar absorción atómica por medio de espectrofotómetro de Absorción Atómica	Mayo	2 hrs	2 hrs
Aprender a realizar monitoreos de ríos, plantas y lago de Amatitlán	Marzo- Abril	4 Hrs	4 hrs
Realización de material didáctico para actividad relacionada con el día de la tierra	Abril	4 hrs	4 hrs
Participación en el II TALLER DE ARMONIZACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS COMO UNA HERRAMIENTA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL EN GUATEMALA.	Julio	8 hrs	8hrs
Lectura y Análisis de artículos relacionados con Macro invertebrados y su distribución en los cuerpos de agua.	Julio- agosto	25 hrs	25 hrs
Total Horas		45 hrs	45 hrs
INVESTIGACIÓN			
Ordenamiento de las muestras de Macro-Invertebrados.	Abril	20 hrs	15 hrs
Capacitación de	Mayo	20 hrs	8 hrs

identificación de Macro Invertebrados			
Identificación de Macro Invertebrados por medio de claves dicotómicas.	Mayo-octubre	70 hrs	70hrs
Limpieza de muestras de Macro Invertebrados.	Marzo-Noviembre	80 hrs	50 hrs
Total Horas		190 hrs	143 hrs
NO PLANIFICADAS			
Realización de material didáctico para actividad relacionada con el día de la tierra	Abril	4 hrs	4 hrs
Pesaje, secado, y pulverizado de los lodos obtenidos del núcleo de sedimentos del lago.	Abril-Junio	60 hrs	46 Hrs
Gira de Campo a punta de Manabique de curso de formación profesional con relación BASES TEORICAS DE OCEANOGRAFÍA Y ECOLOGÍA MARINA APLICADAS A LA INVESTIGACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES.	Mayo	60 hrs	60 hrs
Acompañamiento en elaboración de alfombra y stand informativo de – AMSA- en la feria de Amatitlán, el día de la cruz.	Mayo	8 hrs	8 hrs
Curso de formación profesional relacionada con BASES TEORICAS DE OCEANOGRAFÍA Y ECOLOGÍA MARINA APLICADAS A LA INVESTIGACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES.	Febrero -Agosto	80 hrs	80 hrs
Preparación de medio para prueba de coliformes totales	Mayo	4 hrs	4 hrs
Apoyo a estudiante del extranjero en los muestreos para su tesis de maestría.	Abril-junio	40 hrs	47 hrs
Participación como Staff en el “II Simposio Latinoamericano de Ictiología” Sede: Antigua, Guatemala, Guatemala.	Noviembre	80 hrs	80 hrs

		336 hrs	333 hrs
Total Horas EDC		996hrs	911.5

Bibliografía

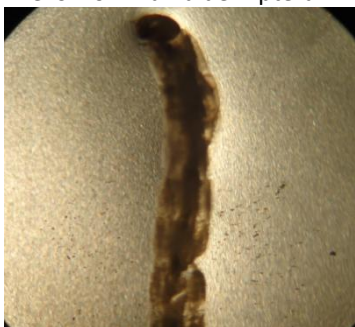
- Entrevista: Juárez, Julio 22/05/2013 Realizado en AMSA
- Alquijay, B., Enríquez, E. y Armas, G. (2013). *PROGRAMA ANALITICO. PROGRAMA DE EDC. ANEXO NO. 2 GUIA PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICO INFORME BIMENSUAL*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Anexos

Bibliografía y Artículos Revisados:

- García, Pavel. (2010) Evaluación de los efectos del cambio del uso del a tierra sobre la calidad del agua y los patrones de diversidad de macroinvertebrados acuáticos en la eco-región Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Proyecto Fodecyt No. 72-2007.
- Ivanildo, R. (1999) Control de Contaminación del agua. Perú: CEPIS.
- Berezki, C. y otros. (2012) Variation of aquatic insect assemblages among season and microhabitats in Hungarian second-order streams. Hungary: Department of ecology and Hidrobiology. 103-112.
- Mykra, H., Heino, J., Oksanen, J. y Muotka, T. (2011) The stability-diversity relationship in stream macroinvertebrates: influences of sampling effects and habitat complexity. Finlandia: University Oulu. 1122-1132.
- Suurkuukka, H., Meissner, K. y Muotka, T. (2012) Species turnover in lake littorals: spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrate diversity and community composition. Finlandia: Universidad de Oulu. DOI: 10.1111
- Dudgeon, D. (2012) Responses of benthic macroinvertebrate communities to altitude and geology in tributaries of the Sepik River (Papua New Guinea): the influence of taxonomic resolution on the detection of environmental gradients.

Anexo No. 1 Larva de Díptera



Anexo No. 2 Odonata



Anexo No.3 Muestras pulverizadas



Anexo No.4 Equipo de muestreo



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

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
Variación de los Macroinvertebrados en función a la calidad del agua, Río Molino, Mixco,
Guatemala durante la época lluviosa de los años 2010-2012.

ENERO 2013-ENERO 2014
AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE
DE LA CUENCA Y DEL LAGO DE AMATITLÁN

AMSA-
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2013 – ENERO 2014

AGUILAR ENRIQUEZ, BEATRIZ ALEJANDRA
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICD. BILLY ALQUIJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. ANA BEATRIZ SUÁREZ

Vo.Bo. ASESOR INSTITUCIONAL

Indice

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCIÓN	1
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
4.	JUSTIFICACIÓN	2
5.	REFERENTE TEÓRICO	3
5.1.	El Carácter de contaminación del agua.....	3
5.2.	El Lago de Amatitlán	3
5.3.	Río Villalobos.....	3
5.4.	Rio Molino.....	3
5.5.	Macro Invertebrados	4
5.6.	Índice de Calidad del agua	4
5.7.	Índice de Calidad de Agua de El Salvador (ICA-SV)	4
5.8.	Bio-indicadores	5
5.9.	ÍNDICES	5
5.9.1.	Índice Biológico a nivel de Familia para El Salvador (IBF-SV)ç.....	5
5.9.2.	Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-CR).....	6
5.9.3.	Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)	7
6.	OBJETIVOS	7
6.1.	General.....	7
6.2.	Específicos.....	8
7.	HIPÓTESIS	8
8.	METODOLOGÍA	8
8.1.	DISEÑO	8
8.1.1.	POBLACIÓN	8
8.1.2.	MUESTRA	8
8.1.3.	TÉCNICAS A UTILIZAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	8
9.	RESULTADOS.....	10
10.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	13
11.	CONCLUSIONES	14
12.	RECOMENDACIONES	14
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
14.	ANEXOS	16

1. RESUMEN

Del año 2010 al 2012 la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA- se ha encargado de la toma de muestras de Macroinvertebrados de diferentes ríos, entre ellos el río Molino. A pesar de que la División de Control Ambiental ha tomado varias muestras, los datos no han sido del todo analizados, y no ha sido posible interpretar las variaciones temporales de estos indicadores; por el contrario se han enfatizado únicamente en las variables fisicoquímicas del agua. Estas variables son tan solo una fotografía, representando las condiciones del río en el momento de la toma de la muestra. En Guatemala existen pocos antecedentes acerca de la aplicación de índices biológicos que consideren el uso de Macroinvertebrados acuáticos para establecer la calidad de los cuerpos de agua, a pesar de que se ha demostrado la eficacia de estos (Alba-Tercedor, 1996). En esta investigación se utilizaron índices adaptados a otros países; se compararon tres índices biológicos: el Índice de Calidad de Agua de El Salvador (ICA-SV) relacionado con la salinidad del agua, el Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-CR) que utiliza ausencia, presencia de los organismos dependiendo de la calidad del agua y el Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) que utiliza presencia y ausencia de organismos con relación a buena calidad de agua; comparados con el índice de calidad de agua (ICA) en el cual se utilizaron únicamente 7 parámetros, debido a que estos son los datos que se obtienen en el monitoreo de AMSA. Es necesario recalcar que los índices propuesto para el análisis de la calidad del agua no son un sustituyente de los métodos analíticos realizados previamente sino que pueden complementar o reducir el tiempo periódico de monitoreo.

Al utilizar el ICA en el río Molino se clasificó como calidad “Regular” a “Mala”, existiendo un aumento de contaminación con el paso de los años. En el año 2010 se observó la mejor calidad de agua, tanto en parámetros fisicoquímicos como biológicos, obteniendo dos de los tres índices con el valor más alto de calidad de agua, se colectaron 31 organismos en el 2010, 90 organismos en el 2011 y 26 en el 2012. El orden más abundante fue Diptera, representados por las familias: Psychodidae, Chironomidae, Tipulidae y Cerapotogonidae; posteriormente se encuentra el orden Hemiptera y el filo Annelidae.

2. INTRODUCCIÓN

El uso desmedido y descuidado del agua representa un problema para la humanidad pues las reservas de agua dulce en el planeta se están agotando y están siendo contaminadas constantemente. La organización Mundial de la salud en 1961, expone la definición de aguas contaminadas: “debe considerarse agua contaminada, cuando su composición o su estado están alterados de tal modo que ya no reúnen las condiciones naturales”. (Salvat, M. 1973)

El fin primordial de realizar una investigación es realizar una actividad sistemática y creadora, pretendiendo descubrir los fenómenos que ocurren en la naturaleza con el fin de establecer

principios, conceptos teorías, leyes que orienten y planteen soluciones de las problemáticas del hombre y la sociedad. Es por eso que conociendo la situación del recurso hídrico en nuestro país, se buscó abordar un tema que fuera relevante para la sociedad, seleccionando como área de estudio la cuenca que desemboca en el lago de Amatitlán, la cual es receptora de constantes cargas de contaminantes. A partir del 2010 se evaluó una alternativa que pudiera complementar los análisis fisicoquímicos realizados en el laboratorio de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos de AMSA para la determinación de la calidad del agua y se inició con la colecta de Macroinvertebrados.. Es necesario resaltar que la diversidad de macroinvertebrados puede reflejar perturbaciones ocurridas hasta por 3 a 4 semanas (Alba-Tercedor, 1996). El presente estudio se enfoca en las muestras colectadas durante la época lluviosa de los años del 2010 al 2012. Se realizó la identificación de los organismos previamente colectados y se analizaron los datos comparando los resultados de tres índices biológicos de calidad de agua con el índice de calidad de agua (ICA), esto con el objetivo de observar la calidad de agua del río Molino.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir del año 2010 al 2012 AMSA se ha encargado de la toma de muestras de Macroinvertebrados del río Molino (punto Pansalic-Panchiguaja). A pesar de que se han tomado muestras, no se han analizado los datos por completo, por lo se desconocen las variaciones temporales, enfatizándose únicamente en las variables fisicoquímicas del agua. existen pocos estudios que interpreten la relación de la calidad del agua medidas con variables fisicoquímicas y con indicadores biológicos. Es por eso que se realizó una investigación la cual, con apoyo de tres índices biológicos de calidad de agua, se pudo analizar la variación de la misma con respecto a los años; además, se determinó cuál de los tres índices biológicos tenía mejor correspondencia con el ICA. En este caso se utilizó la misma temporalidad, (época lluviosa) debido a la accesibilidad a los datos.

4. JUSTIFICACIÓN

En la sub-cuenca que desemboca en el lago de Amatitlán se ha observado un aumento desmedido de la contaminación, uso indebido del suelo, presencia de sustancias tóxicas activas, jabones, detergentes, contaminantes industriales, que han deteriorado por completo la calidad de los recursos hídricos. A pesar de que existe inversión de recursos económicos, recursos humanos en la colecta, almacenamiento y cuidado de las muestras, los datos no han sido del todo analizados, y no ha sido posible interpretar las variaciones de la calidad del agua. Es por esto que necesario la colecta y limpieza de las muestras, realizados por la división de control ambiental, y la identificación, ordenación de datos e interpretación de los resultados para observar la calidad de del agua en el Río Molino.

Además, es necesario analizar la variación de la calidad del agua en el río Molino debido a que puede cambiar a lo largo del tiempo. Se pretende observar como esas posibles variaciones pudieron afectar la distribución de los macroinvertebrados presentes en el río.

5. REFERENTE TEÓRICO

5.1. El Carácter de contaminación del agua

El concepto de agua pura, se considera como una mezcla de sustancias de diversos componentes químicos conteniendo, pequeñas cantidades de sales minerales disueltas. El agua pura de un manantial, es una mezcla natural de agua y una pequeña cantidad de mineral inofensiva. La calidad de agua es la aptitud de la misma para los usos beneficiosos como bebida del hombre, animales, riego de la tierra, etc; mientras que la contaminación del agua, se define como la adición de materia extraña indeseable (plomo, mercurio, microorganismos) que deteriora su calidad. (Turk, A., Turk, J. y Wittes, J., 1973).

5.2. El Lago de Amatitlán

El Lago de Amatitlán, se encuentra ubicado a una latitud norte de 14° 30" y su cuenca de 381 km², se encuentra localizado a 1,188 metros sobre el nivel del mar, abarca la parte sur de la Ciudad de Guatemala, así como parte de los municipios de Mixco, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Villa Canales, Amatitlán, Santa Catarina, San José pínula y San Lucas Sacatepéquez. El Lago de Amatitlán recibe las aguas de la microcuenca del Río Villalobos, ubicada en la parte más alta de la cuenca del Río María Linda que drena al Océano Pacífico (Basterrechea, 1997).

El Lago, es un recurso hídrico de gran importancia para el país debido a las funciones que realiza en la ciudad, puesto que en él se realizan descargas de aguas residuales domésticas y agroindustriales, se desarrollan actividades pesqueras, y se utiliza para abastecimiento de agua, recreación y turismo, aunque en los últimos años el turismo ha venido en descenso debido a la contaminación (Basterrechea, 1997).

5.3. Río Villalobos

El Río Villalobos forma parte de la cuenca del Lago de Amatitlán. (Gil de Castillo, NE. 2008). Los ríos tributarios que forman parte de la cuenca del Río Villalobos son los siguientes: Río Las Flores, Río Pancochá, Río Pansalic, Río Panchiguajá, Río Mariscal, Río Mansilla, Río San Lucas, Río Parrameño, Río Molino, Río Platanitos, Río Guadrón, Río Pínula, Río las Minas, Río Blanco, Río Tuluja, Río El Molino y Río El Bosque. (Gil de Castillo, NE. 2008).

En función de los municipios que forman la cuenca (14) encontramos algunos del departamento de Guatemala y otros del departamento de Sacatepéquez. De éstos, siete tienen influencia directa en el lago, debido al impacto producido por la degradación de los recursos naturales, siendo los municipios de: Villa Nueva, Villa Canales, Santa Catarina Pínula, San Miguel Petapa, Mixco, Amatitlán y la Ciudad de Guatemala (parte sur de la ciudad capital, zonas 7, 11, 12, 13 y 21). La población de la cuenca es aproximadamente dos millones de personas, siendo el municipio de Villa Nueva el más poblado (AMSA, 2004).

5.4. Río Molino

La micro-cuenca del Río Molino es la tercera en tamaño dentro de la sub cuenca. Las áreas urbanas y de suelos expuestos están localizadas en la parte media y tierras bajas de la micro cuenca. El río está rodeado por áreas agrícolas, arbustos y árboles. Tiene un área de 4,455.28 hectáreas con una longitud del cauce principal de 23,322 metros y está ubicado a 1,600 msnm. (Gil

de Castillo, NE. 2008). Según Gil de Castillo, 2008, es importante recordar que esta micro cuenca contribuye con un caudal a la cuenca del lago con un 6.30 %.

5.5. Macro Invertebrados

Bajo el término de Macroinvertebrados podemos encontrar todos los invertebrados que sean visibles a simple vista y que tienen más de 0.5 mm de largo. Dentro de esta categoría encontramos poríferos, hidozoos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. (Roldán, G. y Ramírez, J. 2008)

Entre los grupos considerados como indicadores, los macroinvertebrados son los más utilizados, proporcionando excelentes señales sobre la calidad ambiental de los ríos. Esto se debe a que algunas especies necesitan condiciones de buena calidad para poder desarrollarse, y otros se han adaptado a aguas muy contaminadas (Sermeño, J., Et. Al. , 2010).

5.6. Índice de Calidad del agua

Entre los más importantes se encuentran los siguientes: Calidad del agua para estudios ambientales, entre los que se encuentran los limnológicos, oceanográficos, de impacto ambiental etc. calidad del agua potable, calidad del agua en estanques para cultivos de especies acuícolas, calidad del agua para cultivos agrícolas, entre otros (Gil de Castillo, NE. 2008).

5.7. Índice de Calidad de Agua de El Salvador (ICA-SV)

Para determinar el ICA, se analizan 9 parámetros: Coliformes fecales (NMP/100ml), pH (Unidades de pH), Demanda bioquímica de Oxígeno en 5 días (mg/L), Nitratos (mg/L), Fosfatos (mg/L), Cambio de temperatura (°C), Turbidez (FAU), Sólidos disueltos totales (mg/L) y oxígeno disuelto (% saturación) (Servicio Nacional de Estudios Territoriales), de los cuales –AMSA- únicamente posee 7 en sus bases de datos, por lo tanto se adecuará y se redistribuirá el porcentaje de valor a cada características fisicoquímica para poder utilizar el ICA.

Así mismo, El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2004), menciona que este índice adopta para condiciones óptimas un valor de 100, que disminuye conforme aumenta la contaminación del agua. Posteriormente al cálculo del índice, se clasifica la calidad del agua, basándose en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 1 Clasificación del “ICA” propuesto por Brown

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, ICA.

5.8. Bio-indicadores

Todo organismo es indicador del medio donde se desarrolla, ya que en ese medio puede desarrollarse en las condiciones ideales. Un indicador biológico acuático se considera como aquel cuya presencia y abundancia señala algún proceso o estado del sistema en el cual habita. Se encuentran directamente relacionados con la calidad del agua (Pinilla, G., 2010).

El uso de especies para detectar procesos y factores en los ecosistemas acuáticos tiene varias ventajas:

- Las poblaciones de animales y plantas acumulan información que los análisis físico-químicos no detectan. Estos necesitan condiciones específicas para habitar en determinado espacio, por lo tanto al realizar una descarga, los organismos que no soporten la contaminación, no se encontraran hasta repoblar el espacio.
- Evita el número excesivo de parámetros físicos y químicos que necesitan para describir la calidad del agua. La presencia de estos organismos describe los parámetros.
- Permiten detectar la aparición de elementos contaminantes nuevos o insospechados (Pinilla, G., 2010).

Las características que se pueden determinar por los bioindicadores son: saturación de oxígeno, condiciones de anoxia y pH, estratificación térmica y de oxígeno en la columna de agua, turbulencia del agua, torrencialidad, procesos de mezcla entre el epilimnion y el hipolimnion en cuerpo lénticos, eutroficación natural, grado de mineralización del agua, presencia de hierro, sílice y calcio; fenómenos de sedimentación, transparencia del agua, cambios climáticos y cambios sucesionales (Pinilla, G., 2010).







5.9. ÍNDICES

5.9.1. Índice Biológico a nivel de Familia para El Salvador (IBF-SV)

Índice biológico o biótico de Hilsenhoff desarrollado en 1977; los organismos que se utilizan para este índice son únicamente los que requieren oxígeno disuelto como recurso vital, por lo tanto aquellos organismos que son sensibles a bajas concentraciones de oxígeno son considerados de baja tolerancia, mientras que los que tengan un amplio rango de tolerancia se le asignan valores altos (Sermeño, J., Et. Al. , 2010).

Se utilizó este índice puesto que es útil para lugares con altas concentraciones de contaminación, presenta una buena capacidad para separar comunidades de invertebrados acuáticos, provenientes de puntos diferentes de muestreo, este índice toma la abundancia relativa dando como resultado un puntaje balanceado (Sermeño, J., Et. Al. , 2010). En el cuadro No.2 se observan la clasificación de la calidad de agua según el punteo obtenido.

Cuadro No. 2 Índice Biológico a Nivel de Familias para El Salvador (IBF-SV)

VALOR IBF-SV-2010	CATEGORIA	CALIDAD DEL AGUA	INTERPRETACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN ORGÁNICA
0.00 – 3.75	 1	Excelente	Contaminación orgánica improbable
3.76 – 4.25	 2	Muy buena	Contaminación orgánica leve posible
4.26 – 5.00	 3	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
5.01 – 5.75	 4	Regular	Contaminación orgánica bastante sustancial es probable
5.76 – 6.50	 5	Regular pobre	Contaminación sustancial probable
6.51 – 7.25	 6	Pobre	Contaminación muy sustancial probable
7.26 – 10.00	 7	Muy pobre	Contaminación orgánica severa probable

Fuente: Sermeño, J., Et. Al. , 2010

5.9.2. Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-CR)

El método se adaptó para Costa Rica del método BMWP (Biological Monitoring Working Party), este índice puntea del 1 al 10, siendo 10 el punto óptimo de la calidad del agua, dependiendo de los grupos de Macroinvertebrados, y su relación de sensibilidad ante la contaminación orgánica. Es por eso que los efeméridos pueden presentar valores altos (8-10), indicando con su presencia aguas de excelente a muy buena calidad; mientras que organismos, como lombrices u otros gusanos, con valor de 1 en la escala, serían indicadores de aguas de mala a muy mala calidad (Consejo nacional para investigaciones Científicas y Tecnológicas. 2011). En el cuadro No.3 y No.4 podemos observar la clasificación que se tiene dependiendo de la contaminación del agua y la puntuación según los organismos respectivamente.

Cuadro No. 3 Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-CR)

Nivel de calidad	BMWP'	Color
Aguas de calidad excelente	>120	Excelente
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Muy bueno
Aguas de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada	61-100	Buena
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Regular
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Pobre
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	<15	Muy pobre

Fuente: Consejo nacional para investigaciones Científicas y Tecnológicas. 2011.

Cuadro No. 4 Puntuación de las familias de Macroinvertebrados para obtener BMWP

Familias	Puntuación
<i>Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophebiidae Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molamidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae</i>	10
<i>Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae</i>	8
<i>EphemereIIDae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae</i>	7
<i>Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platycnemididae, Coenagriidae</i>	6
<i>Oligoneuriidae, Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae</i>	5
<i>Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sialidae, Piscicolidae, Hidracarina</i>	4
<i>Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dysticidae, Gyrinidae, Valvatidae,, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Sphaeridae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae</i>	2
<i>Oligochaeta (todas las clases)</i>	1

Fuente: (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988)

5.9.3. Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)

Carrera, C, et al (2001) indica que este índice se basa en 3 grupos de Macroinvertebrados que son indicadores de la calidad de agua, debido a su sensibilidad a la contaminación del ambiente. Se debe contabilizar el número total de individuos por Orden Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, y dividirlos con el número total de individuos capturados, de modo que se obtiene un promedio que se compara con el siguiente cuadro.

Cuadro No. 4 Clasificación de la calidad de agua según el Índice EPT (%EPT)

CLASE	ÍNDICE EPT (%)	CALIDAD DEL AGUA
1	75-100	Muy buena
2	50-74	Buena
3	25-49	Regular
4	0-24	Mala

Fuente: Carrera, C; et al (2001).

6. OBJETIVOS

6.1. General

- Evaluar la calidad del agua, según índices de calidad de agua utilizando Macroinvertebrados indicadores en el río Molino, Mixco, Guatemala en época lluviosa del año 2010 al 2012.

6.2. Específicos

- Evaluar la calidad del agua, según tres índices biológicos para Macroinvertebrados en el río Molino, (punto Pansalic-Panchiguaja) Mixco, Guatemala desde el año 2010 al 2012 en época lluviosa comparado con el ICA.
- Identificar las principales familias de Macroinvertebrados acuáticos presentes en el río, utilizando guías dicotómicas de identificación.
- Actualizar la base de datos de los Macroinvertebrados del río Molino, Mixco, Guatemala de los años 2010 al 2012.

7. HIPÓTESIS

Existe variación de la calidad del agua en los sitios de estudio del río Molino durante la época lluviosa de los años 2010 al 2012 según índices biológicos para Macroinvertebrados.

8. METODOLOGÍA

El presente estudio es de tipo descriptivo analizando los datos a lo largo del tiempo (3 años). El universo de estudio corresponde a la micro-cuenca del Río Molino.

Se evaluó el río Molino debido a que se cuenta con los datos colectados de esa área y se conoce la calidad de sus aguas según los resultados fisicoquímicos, por lo tanto el estudio se podría complementar por medio de los Indicadores biológicos.

8.1. DISEÑO

8.1.1. POBLACIÓN

Macroinvertebrados en el río Molino, Mixco, Guatemala

8.1.2. MUESTRA

Macroinvertebrados colectados durante la época seca de los años 2010 al 2012 en un tramo de 100 metros del río Molino.

8.1.3. TÉCNICAS A UTILIZAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

8.1.3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

Se analizaron los datos tomados durante tres años en los que se colectaron macroinvertebrados y se midieron las variables fisicoquímicas (pH, DBO, ortofosfatos, cambio de T° C, Turbidez, TDS, OD) en el río Molino.

Para la colecta de Macroinvertebrados se utilizó una red en D de un haz de malla de 500µm. Para recolectar las muestras se colocó la red en contra corriente mientras se removió el fondo (sustrato pedregoso) del río en un área de 1m² durante un minuto. (De acuerdo a la metodología propuesta por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos US-EPA). Este procedimiento se

realizó en 5 sitios a lo largo de un tramo de 100m. Se utilizaron los datos de época lluviosa del año 2010-2012, los cuales fueron colectados por la división de Control Ambiental de AMSA.

8.1.3.2. ANÁLISIS DE DATOS

Debido a que son únicamente 3 años, con un dato por año, no es posible aplicar un análisis de varianza más complejo, pero si se puede realizar un análisis comparativo a lo largo de los años para ver la variación de la calidad de agua según índices de calidad de agua utilizando macroinvertebrados comparándolo con el ICA a manera que sea complementario, no se puede realizar un análisis de varianza entre índices debido a que no existe normalidad entre los índices.

En el caso de AMSA únicamente cuenta con 7 parámetros por lo tanto se adecuó y se redistribuyó el porcentaje de valor que se le da a cada características fisicoquímica para poder utilizar el ICA, la siguiente tabla muestra la repartición de porcentajes.

Tabla No.1 Adaptación del ICA a las variables de AMSA.

Parámetro	Unidades	Wi
pH	Unidades de pH	0.15
DBO ₅	mg/L	0.15
Ortofosfatos Fosfatos	mg/L	0.14
Cambio de °T	°C	0.14
Turbidez	NTU	0.1
TDS	mg/L	0.1
OD	% saturación	0.22

Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a 1. Subi: Subíndices del parámetro i. (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, ICA.)

8.1.3.3. INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICION DE LAS OBSERVACIONES

Para la limpieza de las muestras se utilizaran frascos, pinzas, bandejas, etiquetas y etanol al 70%.

Para la identificación de los macroinvertebrados se utilizaron claves del Neártico de Alpina (Alpine, F. y otros. 1981) que contiene organismos con distribución de Estados unidos a México y la Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Diptera en El Salvador (Menjívar, R., 2010) incluyendo otros órdenes. También se confirmó por medio de expertos en la taxonomía, si los organismos identificados eran correctos.

Y para el análisis de los datos únicamente se utilizó una computadora, una calculadora para realizar el cálculo de los índices biológicos. Así como también bibliografía que ayudó a la elaboración y explicación de los índices.

9. RESULTADOS

Tabla No.1 Valor de IBF-SV2010 del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2010.

Calidad del agua	Interpretación del grado de contaminación orgánica	Valor
Pobre	Contaminación sustancial muy probable	7

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Se puede observar como según el índice del Salvador en el año 2010 el río Molino presenta contaminación sustancial muy probable.

Tabla No.2 Valor de Índice de Calidad del Agua (ICA) del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2010.

Río Pansalic- Panchiguaja					
Cuenca Media Julio-Octubre 2010					
ICA					
Parámetro	Valor	Unidades	Subi	wi	Total
Ph	7.62	Unidades de pH	93	0.15	13.95
DBO ₅	238.33	mg/L	2	0.15	0.3
Fosfatos	2.16	mg/L	28	0.14	3.92
Cambio de °T	0.7	°C	91	0.14	12.74
Turbidez	504	NTU	5	0.1	0.5
TDS	338.3	mg/L	58	0.1	5.8
OD	87.4	% saturación	81	0.22	17.82
			ICA 55.03		

Calidad de Agua

Regular

Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a 1. Subi: Subíndices del parámetro i. (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, ICA.)

Según el ICA en el año 2010 la calidad de agua del río Molino es regular, tomando en cuenta puntajes para diferentes variables fisicoquímicas como pH, Demanda química de oxígeno, Fosfatos, cambio de temperatura, turbidez, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto.

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Tabla No.3 Valor de IBF-SV2010 del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2011.

Calidad del agua	Interpretación del grado de contaminación orgánica	Valor
Pobre	Contaminación sustancial muy probable	6.76

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA

Se puede observar como según el índice del Salvador en el año 2011 el río Molino presenta contaminación sustancial muy probable.

Tabla No.4 Valor de Índice de Calidad del Agua (ICA) del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2011.

Río Pansalic- Panchiguaja					
Cuenca Media Julio-October 2011					
ICA					
Parámetro	Valor	Unidades	Subi	wi	Total
Ph	7.82	Unidades de pH	90	0.15	13.5
DBO ₅	108.3	mg/L	2	0.15	0.3
Fosfatos	2.17	mg/L	28	0.14	3.92
Cambio de °T	1.7	°C	83	0.14	11.62
Turbidez	100.33	NTU	5	0.1	0.5
TDS	176.6	mg/L	74	0.1	7.4
OD	14.06	% saturación	9.06	0.22	1.9932
ICA					39.2332
Calidad del Agua					Mala

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Según el ICA en el año 2011 la calidad de agua del río Molino es mala.

Tabla No.5 Valor de IBF-SV2010 del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2012.

Calidad del agua	Interpretación del grado de contaminación orgánica	Valor
Pobre	Contaminación sustancial muy probable	6.917

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Se puede observar como según el índice del Salvador en el año 2012 el río Molino presenta contaminación sustancial muy probable.

Tabla No.6 Valor de Índice de Calidad del Agua (ICA) del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2011.

Río Pansalic- Panchiguaja					
Cuenca Media Julio-Octubre 2012					
ICA					
Parámetro	Valor	Unidades	Subi	wi	Total
Ph	7.9	Unidades de pH	90	0.15	13.5
DBO ₅	50	mg/L	2	0.15	0.3
Fosfatos	3.52	mg/L	19	0.14	2.66
Cambio de °T	0.3	°C	90	0.14	12.6
Turbidez	139.05	NTU	5	0.1	0.5
TDS	173	mg/L	75	0.1	7.5
OD	91.4	% saturación	7	0.22	1.54
				ICA	38.6
Calidad del Agua				Mala	

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Según el ICA en el año 2012 la calidad de agua del río Molino es mala.

Tabla No.7 Valor de Índice de BMWP-CR del Río Pansalic-panchiguaja época lluviosa Julio-octubre 2010-2012

	BMWP	Nivel de Calidad
2010	20	Pobre
2011	18	Pobre
2012	10	Muy pobre

Índice biológico en el transcurso de los años 2010-2012 donde se puede observar que la calidad del agua del Río Molino ha aumentado la contaminación.

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Tabla No.8 Valor de Índice de ETP del Río Pansalic-panchiguaja época lluviosa Julio-octubre 2010-2012.

	ETP	Nivel de Calidad
2010	0	Mala
2011	0	Mala
2012	0	Mala

Índice biológico que utiliza organismos muy sensibles a la contaminación que debido a su ausencia determinan la calidad de agua como mala.

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dentro de los ecosistemas acuáticos existe una interacción compleja entre los ciclos físicos y químicos. El estrés antropogénico, en particular la introducción de productos químicos al agua, puede perjudicar a muchas especies de la fauna acuática que dependen de las condiciones abióticas y bióticas (Helmer, R. y Hespánhol, I., 1999) como por ejemplo al aumentar la temperatura que influye directamente la concentración de Oxígeno disuelto y por lo tanto los organismos.

Según la clasificación del libro de Salvat (1975) existen tres tipos de contaminación, las aguas residuales urbanas, estas contienen los residuos colectivos de la vida diaria; aguas de origen industrial, como principal fuente de contaminación, ya que industrias utilizan grandes cantidades de agua en los diferentes procesos de fabricación; y la contaminación de origen agrícola, la cual proviene de productos utilizados en agricultura (plaguicidas), residuos de origen animal.

En Guatemala no existe un buen manejo de aguas residuales, por lo tanto un alto porcentaje de aguas se encuentran contaminadas. Particularmente, la calidad de agua del río Molino según el ICA ha ido empeorando, desde el año 2010 que presentaba una calidad de agua "Regular" según el servicio Nacional de Estudios territoriales, los cuerpos de agua con esta calidad presentan menor diversidad de organismos acuáticos (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, ICA.), en el año 2011 y 2012 la calidad de agua disminuyó a "mala" encontrando poca diversidad de organismos acuáticos.

Esto puede ser debido a un alto crecimiento de colonias, condominios, industrias que no cumplen con el Reglamento de Aguas Residuales, vertiendo descargas de aguas directamente a drenajes que van directamente a los ríos tributarios, siendo estas aguas no aptas para consumo humano, o que inclusive no clasifican para riego de plantas. El deterioro de la calidad del río Molino también es debido a las deforestaciones inmoderadas, quemas, prácticas agrícolas, ganaderas, un acentuado crecimiento urbano, demostrando la razón de los cambios en la calidad de agua a lo largo del tiempo.

Dentro de los organismos con mayor representantes en el río está el orden Diptera, un grupo de metamorfosis completa, quiere decir que pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adulto (Menjinvar, R, 2010). Las larvas de díptera pueden ser acuáticas o semi-acuáticas y pueden estar presentes en costas marinas, estuarios y lagos poco profundos, ríos con corrientes rápidas o lentas. Son organismos generalistas, es probable que por eso se encontraran en un alto porcentaje en el río Molino.

La familia Tipulidae se describe como larvas que se encuentran en agua limpia, entre sedimento orgánico fino, suelen ser depredadoras de otras larvas (Sermeño, J y otros. 2010), en el grupo de las muestras encontramos en la fecha de septiembre es muy probable que el caudal aumentara con las lluvias y se llevara el sedimento grueso, dejando una capa de sedimento orgánico fino, esto podría haber provocado la permanencia de estos organismos.

La familia Cerapotonidae, son mosquitos pequeños, chupadores de sangre, el ser humano no se da cuenta de su presencia hasta que son picados, son conocidos como jejenes rodadores, suelen parasitar a las libélulas (Cano, Manuel. 1994). Los hábitos de estos son semi-acuáticos, habitan en el área húmeda, lodo, lagunas y márgenes del río. Muchas especies acuáticas son carnívoras y a veces se alimentan de los huevos de otros insectos acuáticos. (Sermeño, J y otros. 2010)

La familia Chironomidae se encuentra en sistemas lenticos, pueden vivir en una variedad de sustratos y hábitats, en aguas muy contaminadas, aguas pobres o ricas en oxígeno. Se encuentran adaptadas a su entorno puesto que los especímenes que viven en aguas pobres en oxígeno, contienen hemoglobina, la cual almacena oxígeno dentro de sus cuerpos y les permite existir en estos ambientes, la mayoría de especies son bentónicas. (Sermeño, J y otros. 2010)

Los sólidos totales disueltos aumentaron significativamente del año 2010 al 2011, mientras que en el 2012 se mantuvo constantes, esto se debe al aumento de sales, minerales, metales y residuos orgánicos, lo que puede afectar a la distribución de los organismos en el río Molino.

11. CONCLUSIONES

- La calidad de agua según los tres índices biológicos ha ido disminuyendo desde el año 2010 al 2012 siendo el último año quien presentó la peor calidad de agua, tanto en el análisis químico como biótico?.
- Se colectaron 31 organismos en el 2010, 90 organismos en el 2011 y 26 del años 2012; siendo díptera el orden más abundante, representados por las familias: Psychodidae, Chironomidae, Tipulidae, Cerapotonidae; posteriormente se encuentra el orden Annelidae y Hemiptera.
- Los índices bióticos IBS-SV y BMWP-CR reportan la misma clasificación de calidad de agua para el río Molino en los monitoreos por lo tanto pueden ser útiles para comprobar la calidad de agua de este cuerpo.

12. RECOMENDACIONES

- Que la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán realice una línea base de la presencia de macroinvertebrados en las cuencas y micro cuencas del lago de Amatitlán.
- Se recomienda realizar el muestreo dos veces por temporalidad para tener mayor replicas de los organismos presentes en el río molino.
- Buscar otra metodología de conservación de los organismos puesto que muchas muestras se perdieron debido a mala conservación.
- Se recomienda al momento de realizar colectas que se tome en cuenta variables como el sustrato, la estructura del hábitat en el que son colectados los organismos pues puede proporcionar información útil

13. .REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del Lago de Amatitlán. (2004). La cuenca y el Lago de Amatitlán. Guatemala, JADE. p. 40.
- Arriola, Ana Isabel. 2012. ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO PINULA, CUENCA DEL LAGO AMATITLÁN. Tesis. Guatemala: Universidad de San Carlos. Consultado 04 de abril del 2013
- Basterrechea Díaz, M. El Lago de Amatitlán: década de estudios limnológicos 1985-1995. 1997. Guatemala, Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala. p. 41
- Cano, Manuel. (1994) Introducción a la Entomología. Guatemala: URL.
- Carrera, C; Fierro, K. 2001. Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua: manual de monitoreo. Quito, Editorial Eco Ciencia. 67 p.
- Consejo nacional para investigaciones Científicas y Tecnológicas. 2011. Bio-indicadores de calidad del agua.
- Fuentes, Sthéfany (2006) Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado Realizado en la Autoridad para el manejo sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán - AMSA
- Gil de Castillo, NE. 2008. Interpretación quimiométrica de la calidad del agua de los ríos que conforman la microcuenca del río Villalobos, principal tributario del Lago de Amatitlán, durante los años 1996 a 2006 (en línea). Tesis Mg. Sc. Guatemala, USAC. Consultado 04 abril. 2013.
- Helmer, R. y Hespanhol, I. (1999) Control de contaminación del agua.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2005. Reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores: Acuerdo Gubernativo No. 66-2005. Guatemala: Congreso de la República.
- Menjinvar, R. (2010) Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Diptera en El Salvador. En: Springer, M. & J.M. Sermeño Chicas (eds). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos en el Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador.
- Pinilla, G., (2010) Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación Bibliográfica. Colombia: Jorge Tadeo Lozano. P.11-13
- Reyes, Fátima. (2012) Uso de Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua en la cuenca del lago atitlán, Guatemala.
- Roldán, G. y Ramírez, J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2ª ed. Colombia: Universidad de Antioquia. P. 324
- Salvat, M. (1973) LA CONTAMINACIÓN. Barcelona: SALVAT.
- Sermeño, J., Serrano, L., Springer, M., Paniagua, R., Pérez, D., Rivas, A., Menjivar, R., Bonilla, B., Carranza, F., Flores, J., Gonzales, C., Guitérrez, P., Hernandez, M., Monterrosa, A. y Arlas, A. (2010) Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010). El Salvador: Ciudad Universitaria.

- Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Índice de Calidad del Agua General “ICA”. El Salvador
- Turk, A., Turk, J. y Wittes, J., 1973, Ecología, Contaminación, Medio Ambiente. México: Nueva Editorial Interamericana.

14. Anexos

Variación de los Macroinvertebrados en función a la calidad del agua, Río Molino, Mixco, Guatemala durante la época lluviosa de los años 2010-2012.

Aguilar, Alejandra¹, Suarez, Ana².

1 Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del lago de Amatitlán. -AMSA- alecitabiologia@gmail.com

Palabras clave: Macroinvertebrados, Control ambiental, Índices biológicos, calidad del agua.

Del año 2010 al 2012 la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA- se ha encargado de la toma de muestras de Macroinvertebrados de diferentes ríos, entre ellos el río Molino. A pesar de que la División de Control Ambiental ha tomado varias muestras, los datos no han sido del todo analizados, y no ha sido posible interpretar las variaciones temporales de estos indicadores; por el contrario se han enfatizado únicamente en las variables fisicoquímicas del agua. Estas variables son tan solo una fotografía, representando las condiciones del río en el momento de la toma de la muestra. En Guatemala existen pocos antecedentes acerca de la aplicación de índices biológicos que consideren el uso de Macroinvertebrados acuáticos para establecer la calidad de los cuerpos de agua, a pesar de que se ha demostrado la eficacia de estos (Alba-Tercedor, 1996). En esta investigación se utilizaron índices adaptados a otros países; se compararon tres índices biológicos: el Índice de Calidad de Agua de El Salvador (ICA-SV) relacionado con la salinidad del agua, el Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-CR) que utiliza ausencia, presencia de los organismos dependiendo de la calidad del agua y el Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) que utiliza presencia y ausencia de organismos con relación a buena calidad de agua; comparados con el índice de calidad de agua (ICA) en el cual se utilizaron únicamente 7 parámetros, debido a que estos son los datos que se obtienen en el monitoreo de AMSA. Es necesario recalcar que los índices propuesto para el análisis de la calidad del agua no son un sustituyente de los métodos analíticos realizados previamente sino que pueden complementar o reducir el tiempo periódico de monitoreo.

Al utilizar el ICA en el río Molino se clasificó como calidad “Regular” a “Mala”, existiendo un aumento de contaminación con el paso de los años. En el año 2010 se observó la mejor calidad de agua, tanto en parámetros fisicoquímicos como biológicos, obteniendo dos de los tres índices con el valor más alto de calidad de agua, se colectaron 31 organismos en el 2010, 90 organismos en el 2011 y 26 en el 2012. El orden más abundante fue Diptera, representados por las familias: Psychodidae, Chironomidae, Tipulidae y Cerapotogonidae; posteriormente se encuentra el orden Hemiptera y el filo Annelidae.

Imagen No. 1 Larva Díptera Familia: Psychodidae



Imagen No.2 Larva Díptera Familia Psychodidae



Tabla No.1 Muestras de Macroinvertebrados del Río Pasalic-panchiguaja época lluviosa Julio-octubre 2010.

Río Pasalic- Panchiguaja						
Cuenca Media Julio-Octubre 2010						
Calculo de índice IBF-SV2010						
No	Grupo taxonómico		Abundancia	Puntaje	Abu*punt	A*p/tot
	Orden/Clase	Familia				
1	Diptera	Dolichopodidae	1	6	6	0.273
2	Diptera	Psychodidea	10	7	70	3.182
3	Diptera	Ceratopogonidae	3	8	24	1.091
4	Diptera	Chironomidae	3	8	24	1.091
5	Diptera	Tipulidae	3	5	15	0.682
6	Diptera	Muscidae	1	9	9	0.409
7	Diptera	Stratiomyidae	1	6	6	0.273

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Tabla No.2 Muestras de Macroinvertebrados del Río Pasalic-panchiguaja época lluviosa Julio-octubre 2011.

Río Pasalic- Panchiguaja						
Cuenca Media Julio-Octubre 2011						

Calculo de índice IBF-SV2010						
No	Grupo taxonómico		Abundancia	Puntaje	Abu*punt	A*p/tot
	Orden/Clase	Familia				
1	Diptera	Psychodidea	15	7	105.000	4.03846154
2	Diptera	Chironomidae	3	8	24.000	0.92307692
3	Coleoptera	Staphylinidae	2	6	12.000	0.46153846
4	Diptera	Tipulidae	4	5	20.000	0.76923077
5	Ephemeroptera	baetidae	1	6	6.000	0.23076923
6	Diptera	Muscidae	1	9	9.000	0.34615385

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.

Tabla No.3 Muestras de Macroinvertebrados del Río Molino época lluviosa Julio-octubre 2012.

Río Molino						
Cuenca Media Julio-Octubre 2012						
Calculo de índice IBF-SV2010						
No	Grupo taxonómico		Abundancia	Puntaje	Abu*punt	A*p/tot
	Orden/Clase	Familia				
1	Diptera	Dolichopodidae	3	6	18	0.75
2	Diptera	Psychodidea	20	7	140	5.83333333
3	Diptera	Chironomidae	1	8	8	0.33333333

Fuente: Datos Experimentales obtenidos en AMSA.