

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

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC  
ASOCIACION VIVAMOS MEJOR GUATEMALA  
Julio 2010 – Julio 2011

JULIO ARMANDO PALENCIA VILLASENOR  
SUPERVISORA: Licda. GABRIELA ARMAS

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

INFORME FINAL DE INVESTIGACION  
Evaluación del uso de macroinvertebrados bentónicos como  
indicadores biológicos de la calidad de agua en dos microcuencas del  
lago de Atitlán, departamento de Sololá.  
ASOCIACION VIVAMOS MEJOR GUATEMALA  
Julio 2010 – Julio 2011

JULIO ARMANDO PALENCIA VILLASENOR  
SUPERVISORA: Licda. GABRIELA ARMAS  
ASESORA: Licda. JENNIFFER CARBONELL  
Vo.Bo. ASESOR DE INVESTIGACION

## INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	1
Planteamiento del Problema.....	1
Justificaciones.....	2
Referente teórico.....	2
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
Metodología.....	3
Resultados.....	5
Discusión de Resultados.....	10
Conclusiones.....	12
Recomendaciones.....	12
Bibliografía.....	12
Anexos.....	15

## **RESUMEN**

Producto de los cambios que provoca el mal uso de los recursos hídricos, y la contaminación del agua que utilizamos en gran parte en nuestras actividades como seres vivos, surge una problemática de salud y preocupación que es importante considerar. En el departamento de Sololá se ha dado poca importancia a la contaminación de las cuencas y microcuencas que desembocan en el lago de Atitlán. Este trabajo propone un diagnóstico de la calidad de agua que tome en cuenta a los macroinvertebrados que habitan estos ecosistemas y características fisicoquímicas que ayuden a determinar la calidad de esta. La tolerancia a contaminantes de tricópteros y efemerópteros, como grupos, es más amplia comparada con la de plecópteros. Para la colecta de la muestra se utilizó red de patada (método cualitativo). Las variables fisicoquímicas medidas en el agua del río midiendo su (pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, caudal). Se analizó distribución espacial de la fauna bentónica en las microcuencas al nivel taxonómico de familia y los cambios de la abundancia (EPT) y sensibilidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos asociados con la contaminación producto de actividad humana. El dominio taxonómico correspondió a los insectos con 101 familias (79 %), y dentro de éstos, dípteros (20 familias) y tricópteros (15 familias) fueron los órdenes mejor representados. La riqueza de familias total y la de todos los grupos taxonómicos en particular se muestra aquí condicionado negativamente de forma neta por la contaminación.

## **INTRODUCCION**

La contaminación del agua es un problema de salud de todos los seres vivos que habitan en el planeta. Gran parte de nuestras actividades dependen del agua, por lo tanto debemos considerarlo un recurso estratégico cuya conservación es indispensable para el futuro. En el departamento de Sololá se ha dado poca importancia a la contaminación de las cuencas y microcuencas que desembocan en el lago de Atitlán. El presente trabajo propone un diagnóstico de la calidad de agua que tome en cuenta a los seres vivos que habitan estos ecosistemas y características fisicoquímicas que ayuden a determinar la calidad de esta. La determinación del estado ecológico de cada cuenca debe realizarse de acuerdo con las condiciones de referencia que deben compararse con los datos de los diferentes ecosistemas acuáticos de la cuenca de características similares (ríos, lagos, embalses, etc.) (Fernández, 2006, p.42). Mediante este tipo de estudio se desea conocer el estado de eutrofización o contaminación de las microcuencas, su potabilidad para el consumo humano animal y su grado de aceptabilidad para irrigación, para piscicultura y demás actividades humanas relacionadas con el uso del recurso hídrico (Lanza, 2000, p.15).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los cambios que provoca el mal uso de los recursos hídricos, crea un problema en las diferentes microcuencas del lago de Atitlán. La mínima atención ante esta problemática está siendo motivo para utilizar métodos biológicos para estimar el estado ecológico del lago, ya que se ven afectadas diferentes comunidades que requieren este recurso para sobrevivir. Los factores

antropogénicos como obras de ingeniería, transformaciones de paisaje, los cambios en el uso de la tierra, la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación de los recursos, eliminación o degradación del bosque, la contaminación, mala práctica agropecuaria son algunas causas de la problemática a considerar durante la investigación. La combinación de un crecimiento poblacional y las necesidades básicas, lleva a incrementar los vertidos comunales así como el aumento en la demanda del agua para uso cotidiano. Por medio de estrategias de bioevaluación del agua se fundamenta la capacidad natural que tiene la biota de responder a los efectos de perturbaciones eventuales o permanentes (Pérez, 1999). Por lo tanto es de suma importancia reconocer el valor de la bioindicación como un método para evaluar la calidad de agua. La presencia de una comunidad en un medio determinado es un índice inequívoco de las condiciones que allí están dominando y de que las fluctuaciones de contaminación que pueden presentarse no son lo suficientemente fuertes como para provocar un cambio significativo en la misma (Roldan, 1999, p. 64).

## **JUSTIFICACION**

Nuestro país posee un número alto de cuerpos de agua interiores y costeros; sin embargo, por ubicarse en una latitud tropical, presenta un déficit hídrico significativo con más de 50% de cuerpos de agua temporales, es decir, que tienden a desecarse anualmente por la alta evaporación y por sus derivas geológicas con el azolvamiento natural, acelerado por el hombre (Lanza, 2000, p.15). A pesar de lo anterior el agua se trata de un bien de dominio público, al Estado le corresponde el deber inalienable de su gestión; es decir, la regulación de su uso o aprovechamiento en función del interés público. Su ejercicio por parte del estado se orienta hacia los objetivos de conservación y protección del recurso, acorde con la función ecológica del mismo; de equidad en el acceso en relación a sus funciones sociales y culturales, buscando solucionar conflictos entre múltiples usuarios, tanto directos (quienes usan el agua para aprovechamiento sectorial, como abastecimiento de agua potable y saneamiento, riego, generación hidroeléctrica, pesca y navegación) como indirectos (la sociedad en su conjunto), quienes, queriéndolo o no, dependen de un recurso compartido (Jouraviev, 2003, p.1680). Por esta razón se considero que el método biológico para determinar la calidad de agua, juega un papel importante en la interpretación y manejo del recurso hídrico por ciertas ventajas, dentro de las cuales esta su nivel integrativo y su bajo costo. El empleo de bioindicadores está enfocado no solo para medir la salud del ecosistema acuático, sino también para determinar el impacto potencial al ámbito humano, especialmente económico (Alba-Tercedor, 1996, p.203). Esto revela la utilidad que tiene la investigación como una herramienta para implementar acciones de conservación y promover una educación ambiental más integral en el que las personas que reciben el beneficio tomen mayor conciencia sobre el valor del recurso hídrico.

## **REFERENTE TEORICO**

Un ecosistema acuático es el resultado de la interacción de los organismos que allí viven con la calidad fisicoquímica del agua, la atmosfera y el medio terrestre que lo rodea. Por lo tanto

cualquier alteración que el hombre cause en ella, repercute en la estructura de las comunidades que la habitan (Roldan, 1992, p. 16).

La evaluación de la calidad de agua se ha realizado tradicionalmente con base en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años muchos países han aceptado la inclusión de las comunidades acuáticas como un hecho fundamental para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos.

Un ecosistema acuático es un sistema funcional en el cual, hay un intercambio cíclico de materia y energía entre los organismos vivos y el ambiente abiótico. El hecho que la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleje la calidad de los ecosistemas acuáticos demuestra que los métodos de evaluación basados en estos organismos han permitido un conocimiento del estado ecológico de los ríos y lagos en los últimos años (Alonso, 2005, pp. 87).

## **OBJETIVOS**

### ***General***

- Evaluación del uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de calidad de agua en dos microcuencas de la cuenca del Lago de Atitlán.

### ***Específicos***

- Analizar distribución espacial de la fauna bentónica en las microcuencas al nivel taxonómico de familia.
- Analizar los cambios de la abundancia (EPT) y sensibilidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos asociados con la contaminación producto de actividad humana.
- Caracterizar y analizar los parámetros fisicoquímicos del agua.

## **HIPOTESIS**

Es posible conocer el estado de la calidad de agua de dos microcuencas por medio del uso de parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del lago de Atitlán.

## **METODOLOGIA**

### ***Población***

Los macroinvertebrados bentónicos de las dos microcuencas a estudiar.

### ***Selección de los sitios***

Se realizará un recorrido a lo largo de las dos microcuencas que se analizaran, observando las condiciones en que se encuentra cada una, tomando en cuenta el acceso al lugar de muestreo y que esto permita elegir por lo menos tres puntos en cada microcuena en las que se realizara el

monitoreo: Se establecerá un punto de control, donde el río es saludable, sin alteraciones, con buena vegetación en sus orillas; donde el agua sea transparente. Un área semi -perturbada en la que se muestre impacto por la agricultura o desechos orgánicos. Y un área con alto impacto en donde existan cambios notorios de contaminación, malos olores, falta de vegetación en la orilla, escasez de animales, turbidez en el agua y gran intervención de población humana. La selección se realizó con un criterio de representatividad, tratando de abarcar los gradientes ambientales más característicos de cada cuenca, criterio que forzosamente fue modulado por las condiciones de accesibilidad a los cauces (Segnini, 2003, p. 49).

### *Muestra*

Para la colecta de la muestra se utilizó red de patada (método cualitativo). Esta técnica consiste en remover el fondo del río en varios microhabitats para atrapar macroinvertebrados. Se utiliza cualquier tipo de sustratos: fango, hojas, troncos, piedras, etc. Esta red se construye con una malla plástica o metálica de aproximadamente un metro cuadrado. El ojo de la red o luz de malla debe ser de 0.5 a 1 milímetro (Rosenberg, 1993, p. 488).

En cada una de las 12 localidades de muestreo se procedió a atrapar a los macroinvertebrados con la red de Suber, durante un periodo de 15 minutos, en una sección de 30 metros.

Las muestras obtenidas fueron limpiadas de piedras y cuerpos extraños y puestas en frascos con alcohol al 70% para su preservación y posterior traslado, limpieza y reconocimiento en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Departamento de Biología, utilizando un estereoscopio de 40X de aumento, empleando claves taxonómicas (Wigging 1984; Fernández – Domínguez eds. 2001; Roldán 1996).

En cada localidad y por cada fecha de muestreo se midieron in situ temperatura, pH y conductividad del agua, mediante sensores portátiles, y el caudal, que se estimó midiendo la corriente con un correntímetro en una sección transversal del río de superficie conocida (Roldan, 1996, p.44).

### *Análisis de Datos*

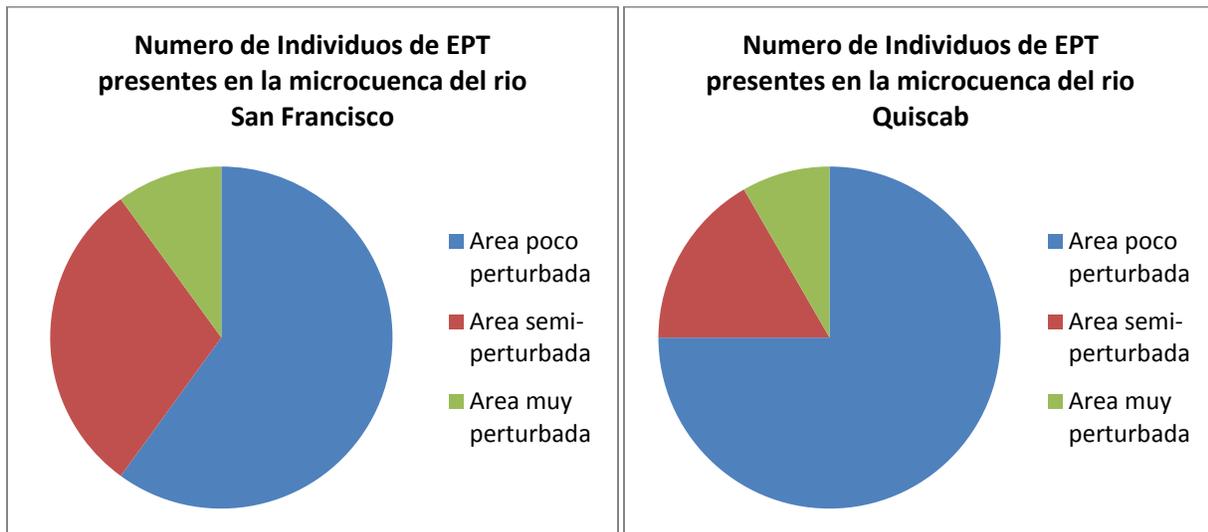
Para explorar las principales tendencias de variación de las familias de macroinvertebrados y su relación con las variables físico-químicas del agua estudiadas se han aplicado dos tipos de análisis de ordenación: Se utilizó estadística descriptiva para evaluar el comportamiento de la composición de macroinvertebrados en las diferentes condiciones de muestreo. De la misma manera se utilizó estadística descriptiva para evaluar el comportamiento de los parámetros físicoquímicos. Con los datos de la media y la varianza se procedió a estimar el patrón espacial de los diferentes grupos de macroinvertebrados. Para determinar si el patrón obtenido fue estadísticamente significativo, se realizó una prueba de bondad de ajuste. Se realizó un segundo análisis de ordenación de componentes principales para determinar el grado de asociación entre las variables.

La matriz de variables ambientales estuvo compuesta por las variables físico-químicas medidas en el agua del río midiendo su (pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, caudal) (Roldan, 1996, p.44).

Se llevaron a cabo análisis de correlación mediante la distribución de cuartiles para estudiar la relación de riqueza total de familias, riqueza de familias por ordenes de insectos, moluscos y crustáceos, riqueza de familias de grupos EPT (efemerópteros, plecópteros y tricópteros) y valores resultantes de los índices bióticos IBMWP para obtener datos de sensibilidad a contaminantes, con las variables fisico-químicas del agua y fisiográficas de cada localidad (altitud, orden del río y área de cuenca drenada) (Alonso-Camargo, 2005, p.91).

## RESULTADOS

**Grafica 1.** Número de individuos de EPT presentes en las dos microcuencas.



Fuente: datos experimentales.

La riqueza de familias total y la de todos los grupos taxonómicos en particular se muestra aquí condicionada negativamente de forma neta por la contaminación (Grafica 1). El empobrecimiento de la comunidad de macroinvertebrados por contaminación orgánica es un patrón extensamente documentado, que ofrece poca discusión cualquiera que sea la resolución taxonómica utilizada (Lanza, 2000, p.120). También es cierto que se ha descrito cierto incremento de la riqueza de invertebrados a consecuencia de una ligera fertilización (eutrofización), especialmente cuando ocurre en tramos fluviales muy oligotróficos, no obstante, en sistemas fluviales claramente eutrofizados la comunidad bentónica sufre un neto empobrecimiento taxonómico (Roldan, 1999, p.64).

**Tabla 1.** Resultados de los parámetros físico-químicos de la microcuenca del rio San Francisco.

Localidad	PH	Temperatura	Oxigeno disuelto	Conductividad
	<i>Punto I</i>			
Sitio 1	8.20	36.20 ° C	7.1 mg O <sub>2</sub> /l	1302.06 μS/cm

Sitio 2	8.58	35.11 ° C	8.5 mg O2/l	1240.11 μS/cm
Sitio 3	7.60	32.05 ° C	8.9 mg O2/l	1210.02 μS/cm
<b>Punto II</b>				
Sitio 1	7.45	34.02 ° C	6.2 mg O2/l	1145.35 μS/cm
Sitio 2	7.93	33.07 ° C	7.9 mg O2/l	1221.10 μS/cm
Sitio 3	8.03	36.01 ° C	8.4 mg O2/l	1234.21 μS/cm

Fuente de datos experimentales

**Tabla 2.** Resultados de los parámetros físico-químicos de la microcuenca del río Quiscab.

Localidad	PH	Temperatura	Oxígeno disuelto	Conductividad
<b>Punto I</b>				
Sitio 1	7.60	37.10 ° C	6.3 mg O2/l	1232.03 μS/cm
Sitio 2	7.90	37.11 ° C	6.5 mg O2/l	1242.15 μS/cm
Sitio 3	8.01	35.49 ° C	7.9 mg O2/l	1210.02 μS/cm
<b>Punto II</b>				
Sitio 1	8.40	35.10 ° C	7.2 mg O2/l	1239.15 μS/cm
Sitio 2	7.03	35.07 ° C	9.9 mg O2/l	1257.78 μS/cm
Sitio 3	7.63	34.21 ° C	8.8 mg O2/l	1298.43 μS/cm

Fuente de datos experimentales

La temperatura se considera el factor ambiental más importante que condiciona la eclosión de los huevos, el desarrollo de las ninfas, y en general, la distribución de las especies de plecópteros, de tal forma que estos sólo aparecen si la temperatura se mantiene por debajo de 25 °C (Fernández, Romero, Cuezco, 2006, p.42). Como lo muestra la (tabla 1-2) los datos obtenidos de temperatura mostraron rangos entre 32 a 37 ° C, lo que quiere decir que la sensibilidad de este grupo depende de condiciones climáticas estacionales de eclosión.

**Tabla 3.** Análisis EPT para sitio poco perturbado de la microcuenca del río San Francisco.

Clasificación	Abundancia (Número de Individuos)	EPT presentes
Baetidae	51	51
Helicopsychidae	1	1
Hydropsychidae	37	37
Leptohyphidae	13	13
Leptophlebiidae	117	117
Perlidae	42	42
Philopotamidae	2	2
Polycentropodidae	1	1
Otros grupos	153	--

<b>Total</b>	<b>417</b>	<b>264</b>
EPT total /abundancia total		264 / 417 = 0.63 0.63 x 100 = 63 %

Basado en el índice BMWP Col descrito en Roldan, 2001.

**Tabla 4.** Análisis EPT para sitio semi- perturbado la microcuenca del rio San Francisco.

<b>Clasificación</b>	<b>Abundancia</b>	<b>EPT presentes</b>
	<i>(Número de Individuos)</i>	
Baetidae	12	12
Hydropsychidae	4	4
Hydoptilidae	2	2
Leptohyphidae	111	111
Leptophlebiidae	42	42
Perlidae	36	36
Philopotamidae	1	1
Polycentropodidae	1	1
Otros grupos	116	--
<b>Total</b>	<b>325</b>	<b>209</b>
EPT total /abundancia total		209 / 325 = 0.64 0.64 x 100 = 64 %

Basado en el índice BMWP Col descrito en Roldan, 2001.

**Tabla 5.** Análisis EPT para sitio muy perturbado la microcuenca del rio San Francisco.

<b>Clasificación</b>	<b>Abundancia</b>	<b>EPT presentes</b>
	<i>(Número de Individuos)</i>	
Baetidae	16	16
Euthyplociidae	2	2
Hydoptilidae	6	6
Leptohyphidae	28	28
Leptophlebiidae	21	21
Perlidae	3	3
Polycentropodidae	1	1
Otros grupos	121	--
<b>Total</b>	<b>198</b>	<b>77</b>
EPT total /abundancia total		77 / 198 = 0.38 0.38 x 100 = 38 %

Basado en el índice BMWP Col descrito en Roldan, 2001.

**Tabla 6.** Análisis EPT para sitio poco perturbado de la microcuenca del río Quiscab.

<b>Clasificación</b>	<b>Abundancia</b>	<b>EPT presentes</b>
	<i>(Número de Individuos)</i>	
Baetidae	26	26
Helicopsychidae	4	4
Hydropsychidae	12	12
Leptohyphidae	7	7
Leptophlebiidae	84	84
Perlidae	31	31
Philopotamidae	2	2
Polycentropodidae	2	2
Otros grupos	66	--
<b>Total</b>	<b>234</b>	<b>168</b>
EPT total /abundancia total		168 / 234 = 0.71 0.71 x 100 = 71 %

Basado en el índice BMWP Col descrito en Roldan, 2001.

**Tabla 7.** Análisis EPT para sitio semi- perturbado de la microcuenca del río Quiscab.

<b>Clasificación</b>	<b>Abundancia</b>	<b>EPT presentes</b>
	<i>(Número de Individuos)</i>	
Baetidae	7	7
Helicopsychidae	2	2
Hydropsychidae	26	26
Leptohyphidae	4	4
Leptophlebiidae	49	49
Perlidae	39	39
Philopotamidae	4	4
Polycentropodidae	3	3
Otros grupos	198	--
<b>Total</b>	<b>332</b>	<b>134</b>
EPT total /abundancia total		134 / 332 = 0.40 0.40 x 100 = 40 %

Basado en el índice BMWP Col descrito en Roldan, 2001.

**Tabla 8.** Análisis EPT para sitio muy perturbado de la microcuenca del río Quiscab.

<b>Clasificación</b>	<b>Abundancia</b>	<b>EPT presentes</b>
	<i>(Número de</i>	

	<i>Individuos)</i>	
Baetidae	3	3
Helicopsychidae	3	3
Hydropsychidae	7	7
Leptohyphidae	11	11
Leptophlebiidae	33	33
Perlidae	26	26
Philopotamidae	1	1
Polycentropodidae	2	2
Otros grupos	212	--
<b>Total</b>	<b>298</b>	<b>86</b>
EPT total /abundancia total		86 / 298 = 0.28
		0.28 x 100 = 28 %

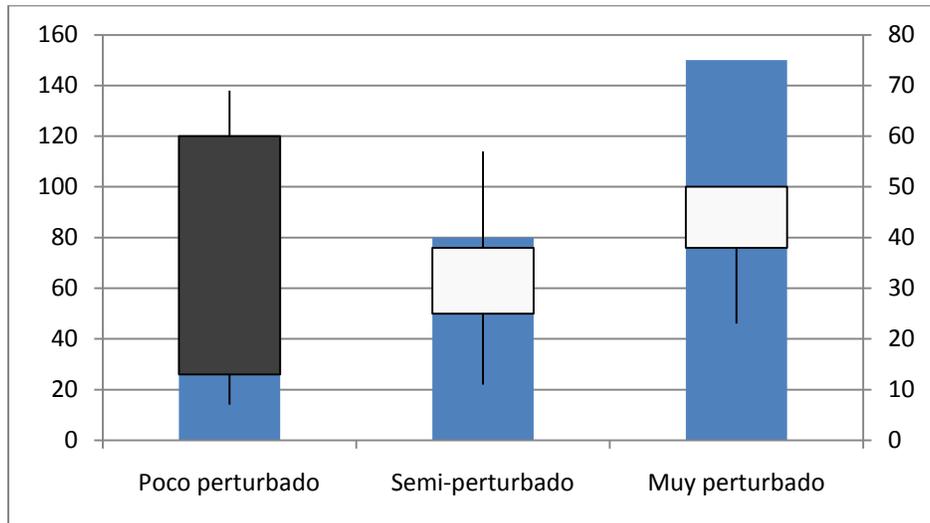
Basado en el índice BMWP Col descrito en Roldan, 2001.

El dominio taxonómico correspondió a los insectos con 101 familias (79 %), y dentro de éstos, dípteros (20 familias) y tricópteros (15 familias) fueron los ordenes mejor representados. Los grupos con mayor frecuencia de aparición fueron Chironomidae (presente en el 96 % de las muestras), Baetidae (89 % de las muestras) y Leptophlebiidae (70 % de las muestras). Tan sólo 4 familias más aparecieron en más del 50 % de las muestras: Caenidae, Dytiscidae, Hydropsychidae y Simuliidae. Veinticinco familias aparecieron muy esporádicamente las más raras fueron: Corduliidae, Ecnomidae, Prosopistomatidae y Hebridae. El número medio de taxones por muestra fue de 18, mientras que el máximo número de taxones por muestra fue de 46 en las 3 localidades de los dos sitios de la microcuenca del Río San Francisco y dos localidades del Río Quiscab.

De Insecta, el Ephemeroptera fue el más abundante, dentro del cual se encontró las familias Baetidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Oligoneuridae que son indicadoras de aguas limpias. El género más abundante en este orden fue Baetodes de la familia Baetidae. Lo cual constituye un indicativo de que esta familia es sensible a un tipo de contaminación rutinaria debido a desechos de aguas residuales.

Es así como para punto alto se encontraron 29 familias y para punto bajo 40 familias, de las que Ephydriidae, Gyrinidae, Helodidae, Heteroceridae, Limnichidae, Perlidae y Tabanidae son únicas en punto alto y Caenidae, Calopterygidae, Corduliidae, Culicidae, Dytiscidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Libellulidae, Siphonuridae, Veliidae, Carabidae y Curculionidae son exclusivas para punto bajo, aunque las dos últimas familias pueden proceder de ambientes terrestres y por lo tanto, no hacer parte de la comunidad acuática. Esto a gran escala muestra diferencias en la composición de las comunidades presentes en cada una de las microcuencas.

**Grafica 2.** Distribución de los cuartiles de los macroinvertebrados indicadores en los diferentes tratamientos, de las dos microcuencas de los ríos trabajados (San Francisco, Quiscab).



Fuente de datos experimentales

El objetivo del análisis de correlación de cuartiles (Grafica 2) fue disociar las variables que puedan determinar una relación eventos de contaminación y bioindicadores, para poder interpretar con mayor certidumbre la correlación que existe entre la contaminación del agua y riquezas de familias de macroinvertebrados e índices bióticos.

## DISCUSION DE RESULTADOS

Las microcuencas están caracterizadas por las interacciones geomorfológicas, hidrológicas y biológicas que determinan las comunidades presentes en sus ríos. Observando los cambios graduales en composición taxonómica y características físicas y químicas que demuestran dos aspectos importantes como lo son la distribución de especies en cada microcuenca (Segnini, 2003, p.45), y zonación de los ríos, que se refiere a tramos definidos dentro del río en los que el uso de la tierra determina la composición de las comunidades (Williams, Felmate, 1992). Cada unidad experimental está constituida por distintas fracciones de materia orgánica y en su conjunto representan la estructura física y la oferta de recursos alimenticios para la biota de las dos microcuencas (Pérez, 1999).

Basados en las características de los dos puntos de muestreo de cada microcuenca se observó que comparten características fisicoquímicas (oxígeno disuelto y pH) similares (Tabla 1-2) y presentan una diferencia altitudinal de solo 200 m entre ellas. A pesar de lo anterior, se presentan en puntos de menor altitud, característica que difieren de los puntos de mayor altitud con respecto a la abundancia de invertebrados encontrados. Así mismo la conductividad del agua disminuye respecto a los diferentes estratos analizados que denotan una degradación progresiva del recurso orgánico conforme a su uso (Tabla 1-2).

Al evaluar las condiciones de los sitios de muestreo se encontró dos factores que influyen directa e indirectamente en las diferencias halladas entre los diferentes puntos. El primero es la deforestación de la zona aledaña al punto bajo o punto II, lo que disminuye drásticamente la

vegetación riparia, así como la densidad del dosel, reduciendo de igual manera el aporte de material orgánico de hojarasca y aumentando en gran medida la cantidad de luz que entra al río en ese punto. El segundo es el aporte de residuos provenientes de las viviendas aledañas al río en el punto bajo. Los índices de diversidad para la fauna general reflejan similitud pero no igualdad, siendo ligeramente mayor el índice para punto bajo de las dos microcuencas. Ya que en fauna general no se observa una diferencia significativa, los valores de los índices de diversidad cambian entre los dos puntos de cada microcuenca de acuerdo a las necesidades alimenticias y reproductivas de los diferentes individuos indicadores analizados.

Se observa que en hojarasca hay una gran diferencia entre los dos puntos de los sitios poco perturbados de cada microcuenca en el número de individuos; esto se puede explicar con la mayor cantidad de material orgánico que entra al sistema en el punto alto comparada con el punto bajo (Tabla 3-6). Al presentar mayor cantidad de material orgánico en el punto alto se facilita el establecimiento de microorganismos descomponedores, que en compañía de los macroinvertebrados inician los procesos de degradación de la misma. Ésto se contrasta con el punto bajo, en el cual se presenta un menor aporte alóctono de material orgánico representada fundamentalmente en la que ha sido previamente procesada en el punto alto, la cual es arrastrada con mayor facilidad por la corriente, influyendo negativamente en el establecimiento de organismos en la misma.

El orden de macroinvertebrados que parece mostrarse con menos frecuencia es el de plecópteros, seguido de efemerópteros y tricópteros; la riqueza de familias de los tres órdenes se correlaciona negativamente con esta dimensión.

La tolerancia a contaminantes de tricópteros y efemerópteros, como grupos, es más amplia comparada con la de plecópteros, ya que algunos taxones están adaptados para medrar en aguas leníticas, cálidas y/o salobres, aunque la mayor parte de las familias pertenecientes a estos grupos suelen distribuirse en aguas dulces, corrientes y relativamente frías (Williams, Felmate, 1992; Wiggins, 1996; Tachet et al., 2000). Esta tolerancia es demostrada en la abundancia encontrada en la (tabla 3) ya que se encontraron más especímenes de estos grupos en los ambientes más perturbados.

De los ácaros se registro únicamente la familia Limnocharidae con el género Limnocharis. En Amphipoda se colectó a la familia Hyalellidae con un único género Hyalellia. De los ordenes Haploutaxidae y Nematomorpha, no se logro identificar la familia. Se registraron 7 familias del Orden Trichoptera de las cuales las familias Hydropsychidae y Leptoceridae, estuvieron representadas por dos géneros cada una, encontrándose como más abundante el género Smicridea. Finalmente se identificó el género Dugesia de la familia Planaridae perteneciente al Orden Tricladidae (Tabla 4).

La distribución de tricópteros ha sido también relacionada con la magnitud y calidad de la cubierta vegetal riparia (Wiberg- Larsen, 2000, p.639). En la región estudiada, la calidad y grado de cobertura de la vegetación de ribera resultó bastante dependiente del gradiente altitudinal (Caicedo-Palacios, 1998) por lo que ambos factores podrían determinar la distribución observada para este grupo de familias, y probablemente de otras.

Existe amplio consenso acerca de que un uso racional, al menos, de los macroinvertebrados como indicadores biológicos, puede ser llevado a cabo con un conocimiento previo de sus patrones de distribución y de las circunstancias biogeográficas y respuestas a los factores de estrés más importantes que los determinan (Segnini, 2003, p.63).

Tales aspectos, sin duda, estarán muy condicionados por el marco climático, geológico e histórico de cada región en particular. Este conocimiento previo debería permitir el ajuste de dichos índices a las peculiaridades faunísticas y ecológicas de cada región diferenciada y sus gradientes ambientales (Pérez, 1999).

## **CONCLUSIONES**

La gran diversidad de macroinvertebrados encontrados en la zona de estudio, exigen la continuidad de la investigación respecto a su clasificación y claridad sobre su indicador, representado en tablas comparativas y gráficos.

La riqueza de familias total y la de todos los grupos taxonómicos en particular se muestra aquí condicionada negativamente de forma neta por la contaminación.

La temperatura se considera el factor ambiental más importante que condiciona la eclosión de los huevos, el desarrollo de las ninfas, y en general, la distribución de las especies de macroinvertebrados.

Es necesario continuar y ampliar este estudio en otras zonas de la cuenca del lago de Atitlan con la finalidad de construir el primer BMWP para los ríos de la zona de la cuenca.

Una solución a estos problemas puede surgir por la vía del desarrollo de trabajos de investigación que planteen como objetivo principal el uso de macroinvertebrados como bioindicadores, y abarcando amplias áreas geográficas para asegurar todo el rango de variación de condiciones ambientales en la región.

## **RECOMENDACIONES**

Dentro de los parámetros de clasificación, se encuentra el número de especies por familias, fue muy evidente durante la recolección de las muestras, la gran disminución de especies aguas abajo de los puntos críticos, lo que indica que las labores realizadas en esta parte de las quebradas si afectan la calidad del agua detectada por la ausencia de macroinvertebrados.

Para tratar de solucionar el problema planteado en esta investigación, la prevención sigue siendo el factor más crítico ya que la calidad del agua no se debe en ningún caso a causas naturales sino a la presencia de seres humanos y de organismos del estado, por tanto al ser estos en su gran mayoría los generadores, si se interviene en forma efectiva este factor por medio de estrategias educativas se evitara que estos vertimientos lleguen a contaminar las microcuencas.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Alonso, A., Camargo, J. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de

los ecosistemas fluviales españoles. Asociación Española de Ecología Terrestre. Ecosistemas. Ecosistemas 14 (3): 87-99. <http://revistaecosistemas.net/pdfs/133.pdf>

- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, Vol. II: pp. 203-213.
- Alba-Tercedor, J., Jimenez-Millan, F. (1987). Evaluación de las variaciones estacionales de la calidad de las aguas del rio Guadalfeo, basado en el estudio de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Monogr. Pp. 48-91.
- Caicedo O., Palacios, J. (1998). Los Macroinvertebrados Bénticos y la contaminación orgánica en la Quebrada la Mosca. Colombia. Actual Biol 20(69): pp. 61-73. [http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/publicaciones\\_pdf/1998/RAB%20\(69\)/MS%20pdf%20\(69\)/1%20O%20Caicedo.pdf](http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/publicaciones_pdf/1998/RAB%20(69)/MS%20pdf%20(69)/1%20O%20Caicedo.pdf)
- Fernández, H. R., Domínguez, E., Romero, F., Cuezco, G. (2006) La calidad del agua y la bioindicación en los ríos de montaña del Noroeste Argentino. *Serie Conservación de la Naturaleza*. No. 16. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. p. 42
- Jouraviev, A. (2003). Serie Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL. *Los municipios y la gestión de los recursos hídricos*. Naciones Unidas, Santiago de Chile. ISBN: 92-1-322280-7. ISSN 1680-9025. Pp. 42
- Lanza, E. G. (2000). Organismos indicadores de la calidad de agua y de la contaminación (Bioindicadores). 1ra ed. *Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*. Comisión Nacional del Agua. México. ISBN: 968-856-853-8. p. 15
- Matute, J. (1998). Diseño de proyectos de investigación. *Dirección General de Investigación*, Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 34-36
- Pérez, G. R. (1999). Los Macroinvertebrados y su valor como indicadores de calidad de Agua. *Ecología. Rev. Académica de Colombia. Ciencia*. [http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_23/88/375-387.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_23/88/375-387.pdf)
- Roldan, P. G. (1992). Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. *Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Editorial Universidad de Antioquia. Ciencia y tecnología. Colombia. pp. XVI
- Roldán, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicadores de la Calidad de Agua. Departamento de Biología. Universidad de Antioquia, Medellín Colombia. p. 64

- Rosenberg, D.M., Resh, V.H. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall. New York & London. p. 488.
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía. 1ra reimpresión. Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá Colombia. Pp. 43-44
- Segnini, S. (2003). Benthic Macroinvertebrates as indicators in the ecological assessment of streams. *Sociedad Venezolana de Ecología*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. *Ecotropicos* 16(2): pp. 45-63
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P. (2000). Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. Paris: CNRS Editions. p. 126
- Williams, D., Feltmate, B. W. (1992). Aquatic Insects. Oxon: CAB International. <http://ecostrimed.net/docs/CERA/MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>
- Wiggins, G. B. (1996). Trichoptera Families. In An introduction to the aquatic insects of North America, 3<sup>rd</sup> ed. R.W. Merritt & K.W. Cummins (eds.): Kendal/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. Pp. 309-349
- Wiberg-Larsen, P., Brodersen, K., Birkholm, S., Gron, P., Skriver, J. (2000). Species Richness and assemblage structure of Thricoptera in Danish streams. *Freswat. Biol.*, 43: pp. 633-647.

## ANEXOS



**Imagen 1.** Contaminación de de los ríos.



**Imagen 2.** Intervención por agricultura.



**Imagen 3.** Planta de tratamiento en desuso.

**Evaluación del uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos microcuencas del lago de Atitlan, departamento de Sololá.**

Palencia Villaseñor, Julio Armando

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, Centro de Estudios Conservacionistas, USAC.

[julalegab@gmail.com](mailto:julalegab@gmail.com)

**Palabras clave:** Macroinvertebrados, recurso hídrico, distribución espacial, abundancia.

**Resumen:**

Este trabajo propone un diagnóstico de la calidad de agua que toma en cuenta a los macroinvertebrados que habitan estos ecosistemas y características fisicoquímicas que ayuden a determinar la calidad de ésta. Se considera que el método biológico para determinar la calidad de agua, juega un papel importante en la interpretación y manejo de recurso hídrico por ciertas ventajas, dentro de las cuales esta su nivel integrativo y bajo costo. El empleo de bioindicadores está enfocado no solo para medir la salud del ecosistema acuático, sino también para determinar el impacto potencial al ámbito humano, especialmente económico. Para la colecta de las muestras se utilizó red de patada (método cualitativo) y las variables fisicoquímicas medidas en el río midiendo su (pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, caudal). Se analizó distribución espacial de la fauna bentónica en las microcuencas a nivel taxonómico de familia y los cambios de la abundancia (EPT) y sensibilidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos asociados con la contaminación producto de actividad humana. La tolerancia a contaminantes de Tricópteros y efemerópteros, como grupos, es más amplia comparada con la de plecópteros. El dominio taxonómico correspondió a los insectos con 101 familias (79%), y dentro de estos, dípteros (20 familias) y tricópteros (15 familias) fueron los órdenes mejor representados. La riqueza de familias total y la de todos los grupos taxonómicos en particular se muestra condicionada negativamente de forma neta por la contaminación. La temperatura se considera el factor ambiental más importante que condiciona la eclosión de los huevos, el desarrollo de las ninfas y en general, la distribución de las especies de macroinvertebrados. Para tratar de solucionar el problema planteado en esta investigación, la prevención sigue siendo el factor más crítico ya que la calidad de agua no se debe en ningún caso a causas naturales sino a la presencia de seres humanos y de organismos del estado, por tanto al ser estos en su gran mayoría los generadores, si se interviene en forma efectiva este factor por medio de estrategias educativas se evitara que estos vertimientos lleguen a contaminar las microcuencas.

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

INFORME FINAL DE SERVICIO Y DOCENCIA  
ASOCIACION VIVAMOS MEJOR GUATEMALA  
Julio 2010 – Noviembre 2010

JULIO ARMANDO PALENCIA VILLASENOR  
SUPERVISORA: Licda. GABRIELA ARMAS  
ASESOR INSTITUCIONAL: Lic. ESTUARDO RENE GIRON SOLORZANO

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS .....	1
LISTA DE ACTIVIDADES .....	2
ACTIVIDADES DE SERVICIO.....	2-4
ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	5
BIBLIOGRAFIA.....	6

## INTRODUCCION

El informe parcial del programa de EDC permitirá el desarrollo académico integrado, aplicando estrategias para contribuir al estudio y manejo de fuentes hidrológicas de diferentes microcuencas del lago de Atitlan en el departamento de Sololá, así como el apoyo docente en lo que respecta a escuelas e instituciones municipales de la comunidad del área. La estructuración de programas calendarizados para este tipo de prácticas tiene como finalidad consolidar y fortalecer la educación ambiental, creando responsabilidad social ante las diferentes comunidades que requieren de este recurso hídrico para su consumo. La investigación y recopilación de datos de interés histórico podrán proveer suficiente información acerca del lago de Atitlan, y de esta manera ser aprovechadas y bien utilizadas por la unidad de practica como registros para posteriores estudios.

## RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS

Programa Universitario	Fecha Propuesta	Horas de EDC asignadas	Horas de EDC Acumuladas	% de Horas de EDC
Realización de informes mensuales de actividades de EDC	Agosto - julio	70	70	100%
Realización de informes bimensuales de actividades de la asociación	Agosto - Noviem	60	60	100%
Apoyo y coordinación de taller para manejo integral de aguas pluviales	18 noviembre	20	20	100%
Apoyo y coordinación de taller de manejo y disposición de las excretas y aguas residuales.	5 Octubre	20	20	100%
Realización de Módulo de uso de manejo del agua.	20 Octubre	15	15	100%
Recopilación de investigaciones biológicas.	Agosto - noviem	180	180	100%
Apoyo en programa Conviviendo con la naturaleza; hacia una agricultura ecológica; generando desarrollo atreves del ecoturismo.	Agosto - noviem	140	140	100%
Capacitaciones a las comunidades	Enero-Febrero 2011	70	70	100%
Modulo de tratamiento de Aguas Residuales	4 Noviembre	20	20	100%
Trabajo en herbario USCG.	Noviembre	30	30	100%

## LISTA DE ACTIVIDADES

- Servicio

### **No.1**

Titulo: Realización de informes mensuales de actividades de EDC

Objetivo: Llevar un control de las actividades realizadas durante cada mes en la práctica de experiencia docente con la comunidad (EDC).

Procedimientos: Se realizaron informes detallados de las actividades realizadas por el estudiante durante el programa de EDC dentro de la Asociación y de las actividades en las que se participo durante los seis meses.

Resultados parciales: Se le dio un seguimiento a las conclusiones y recomendaciones que generaron cada una de las actividades, de tal manera que fue útil para la consecución de las actividades realizadas.

Objetivos alcanzados: se pudo tener un record de las actividades realizadas durante cada mes obteniendo una buena estrategia de control de las actividades realizadas por el estudiante.

Limitaciones: una de las dificultades que se tuvo fue la falta de acceso a la unidad de práctica durante 3 meses. Lo que provoco un retraso en las actividades las cuales fueron respuestas en el mes de diciembre y enero.

### **No.2**

Titulo: Realización de informes bimensuales de actividades de la asociación

Objetivo: Llevar un control de las actividades realizadas en la institución en cada uno de sus programas.

Procedimientos: Los informes fueron entregados con detalles de cada uno de los programas de Vivamos Mejor, recalando la información generada en reuniones, talleres, conferencias, etc., También fueron entregados datos con información de: quien la organizo, el motivo por el que se hizo, los objetivos que se trazaron y los resultados obtenidos.

Resultados obtenidos: Se le dio un seguimiento a cada una de las actividades que estaban programadas por la asociación, y de esta manera se logro tener un control especifico de las metas propuestas y las metas cumplidas.

Objetivos alcanzados: se logro implementar un registro de las actividades realizadas por la asociación para poder mejorar lo que se hizo durante los programas, así como la calificación de cada uno de los programas y la conclusión de estos con todas las metas propuestas cumplidas.

Limitaciones: la falta de tiempo para abarcar todos los programas creó una deficiencia en la información, ya que son varios programas y se trato de tomar en cuenta los de mayor interés.

### **No. 3**

Titulo: Apoyo y coordinación de taller para manejo integral de aguas pluviales

Objetivo: Introducir la Permacultura y conocimiento teórico y práctico de tecnologías apropiadas para la captación, el almacenamiento, el tratamiento y la reutilización de aguas pluviales.

Procedimientos: Planificar y coordinar el taller de Introducción a la permacultura, y tecnologías apropiadas para la captación de los recursos, instalaciones, acabados, zanjas, presas, almacenamiento en cisternas, bomba de mecate, tratamiento de aguas negras y grises con biodigestor y biofiltro

Resultados parciales: Se coordinó el taller con el Grupo de mujeres Ixoq Ajkeem de San Juan La Laguna, para poder realizar la actividad el 18 de noviembre.

Objetivos alcanzados: se obtuvo una respuesta positiva al taller realizado con el grupo de mujeres ya que se expresaron opiniones e ideas de estrategias que se están poniendo en marcha en San Juan la Laguna, al igual que la aceptación de nuevas opciones para manejo de agua pluvial.

Limitaciones: lastimosamente esta actividad estaba prevista para el 18 de septiembre, y a causa de los desastres naturales que sufrieron la mayoría de aldeas de la cuenca del lago, la actividad se tuvo que recalendarizar para noviembre.

#### **No. 4**

Título: Apoyo y coordinación de taller de manejo y disposición de las excretas y aguas residuales.

Objetivo: Conocer metodologías que permitan contribuir a la educación comunitaria acerca del manejo inadecuado de los residuos en la actualidad y la dependencia del recurso hídrico para consumo cotidiano.

Procedimientos: Se coordinó el taller para la red de turismo comunitario. Estas charlas fueron impartidas por personal de Vivamos Mejor, y mi persona, para discutir temas específicos relacionados con los desechos y aguas residuales.

Resultados parciales: Se emplearon metodologías efectivas para la realización de estas actividades, educando a un grupo de 18 personas interesadas en implementar técnicas para el mejoramiento de estos servicios.

Objetivos parciales: se logró concientizar a líderes comunitarios de la importancia de gestionar a las municipalidades para la utilización de plantas de tratamiento de agua.

Limitaciones: el lugar donde se realizó el taller no estaba diseñado para más personas, y a consecuencia de esto varias personas que estaban interesadas en el tema no pudieron asistir. Lo positivo de la actividad fue que desean que se realice el taller una vez más el siguiente año.

#### **No. 5**

Título: Realización de Módulo de uso de manejo del agua.

Objetivo: Proporcionar fundamentos técnicos/ conceptuales que permitan la discusión en relación a los elementos que favorecen o desfavorecen el uso y manejo del agua. Elaborar el módulo educativo en los temas ambientales, administrativos, legales (leyes ambientales), contabilidad, perfilación y gestión de proyectos.

Procedimiento: Se entregaron manuales didácticos que se elaboraron para ser impartidos a líderes comunitarios de San Marcos la Laguna para que estos sean aplicados en las comunidades.

Resultados parciales: Formaron dos grupos comunitarios que funcionaran de manera auto gestionable al momento de acudir a las autoridades con proyectos y temas de conservación ambiental y cultural.

Limitaciones o dificultades: se intento implementar esta estrategia con comunidades del Santiago Atitlan, sin éxito alguno, por desacuerdo entre lideres e intereses personales por otras metodologías.

#### **No. 6**

Titulo: Recopilación de investigaciones biológicas.

Objetivo: Recopilar información biológica producida para la cuenca del lago de Atitlan que pueda ser utilizada en proyectos ambientales de Vivamos Mejor que puedan proporcionar un beneficio educativo e histórico acerca del lago de Atitlan.

Procedimiento: Se realizo una recopilación de toda la información disponible en diferentes fuentes tales como; bibliotecas nacionales, investigaciones de EPS, información municipal, datos geográficos, información agroecológica de carácter socioeconómico, etc. así también entrevistas a personas de la municipalidad, líderes comunitarios y de asociaciones o instituciones que trabajaban los temas ambientales y educativos, para tener un record de información así como una base de datos de estas.

Resultados parciales: Se obtuvo información valiosa de instituciones y agrupaciones comunitarias que trabajan en las áreas y en la ciudad capital y con esta información se logro elaborar un programa que recopilo información útil para estudios de interés ambiental.

Objetivos parciales: se logro tener una base de datos de información importante relacionada con el Lago de Atitlan principalmente.

Dificultades: no hubieron dificultades ya que esa información estaba disponible sin ningún problema.

#### **No. 7**

Titulo: Apoyo en programa Conviviendo con la naturaleza; hacia una agricultura ecológica; generando desarrollo atreves del ecoturismo.

Objetivo: proveer una ayuda significativa en la logística de actividades de este programa.

Procedimiento: Se recopilo material bibliográfico aplicable al desarrollo de temas ambientales, se realizaron folletos y trifoliales de utilidad didáctica.

Resultados parciales: se consiguió información útil, reciente y pertinente sobre temas ecológicos y de conservación aplicables a los objetivos del proyecto que se estaban realizando.

Objetivos alcanzados: se logro proveer a la comisión de la mujer (Luna Katchiquel) de libros y bibliografía digital, así como documento de utilidad didáctica para la docencia.

Limitaciones: una de las dificultades fue el transporte de todo este material ya que no se contaba con el automóvil adecuado para llevarlo, aunque todo fue un éxito ya que se logro trasladar a un lugar donde fue trasladado posteriormente.

- Docencia

**No. 1**

Titulo: Capacitaciones a las comunidades

Objetivo: Dar a conocer a las personas de las comunidades la importancia que tienen los recursos naturales para el desarrollo socioeconómico.

Procedimiento: Las capacitaciones se realizaron en las comunidades dependiendo las necesidades de los programas de Vivamos Mejor tenga, es decir, en que comunidad se necesite una, en el periodo que el estudiante realice el EDC, abarcando diferentes temas relacionados dentro del marco de conservación y recursos naturales. Para estas capacitaciones se cuenta con el apoyo del personal de Vivamos mejor así como de otros participantes invitados.

Resultados parciales: esta actividad no se pudo realizar ya que las actividades fueron suspendidas por los desastres ocurridos, fueron recalendarizadas, pero se traslaparon con exámenes finales de los estudiantes.

Limitaciones: esta actividad fue recalendarizada para el siguiente año ya que las actividades académicas terminaron. Es posible llevar acabo la actividad con otro grupo de personas.

**No. 2**

Titulo: Modulo de tratamiento de Aguas Residuales

Objetivo: Dar a conocer el modulo de tratamiento de aguas residuales a instituciones educativas y personas de diferentes comunidades alrededor del lago de Atitlan.

Procedimiento: Se desea presentar el modulo de tratamiento de aguas residuales a comisión de la Mujer (Luna Cachiquel) y Grupos comunitarios de reforestación, el modulo esta conformado por 3 fases o etapas, en las cuales se indica la importancia del recurso hídrico y su tratamiento respectivo, cada fase tiene una parte teórica y una parte practica, que se realiza en el campo.

Resultados parciales: dentro de los resultados se obtuvo una aceptación hacia la alternativa propuesta, esperando tener los equipos y fondo necesarios para poder contar con un mejor control de los desechos cotidianos.

Limitaciones: la fecha para la realización de esta actividad fue propuesta para principios del mes de noviembre. Lo cual creo cierto problema ya que el acceso por Sololá fue bloqueado por trabajos de compostura vial. Hubo ausencia de algunos invitados.

**No. 3**

Titulo: Trabajo en herbario USCG.

Objetivo: Conocer el funcionamiento del Herbario USCG.

Procedimiento: Colaborar en el montaje, etiquetado, inventariado de especímenes del Herbario.

Resultados parciales: Conocer las habilidades necesarias para desarrollar trabajo de herbario.

Dificultades: falta de tiempo para poder asistir al herbario. Pero las horas se cumplirán en el mes de diciembre, con previo aviso a colaborador Juan José Vega hasta cumplir las 30 horas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, H. R., Domínguez, E., Romero, F., Cuezco, G. (2006) La calidad del agua y la bioindicación en los ríos de montaña del Noroeste Argentino. *Serie Conservación de la Naturaleza*. No. 16. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. p. 42
- Matute, J. (1998). Diseño de proyectos de investigación. *Dirección General de Investigación*, Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 34-36
- Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad. 2010. Anexo No. 2 Programa Analítico EDC-Integrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rodríguez, F. L. (2005-2011) Planificación Estratégica. Vivamos Mejor Guatemala. Revisión. Jaime Bran. Serviprensa, S.A.
- Segnini, S. (2003). Benthic Macroinvertebrates as indicators in the ecological assessment of streams. *Sociedad Venezolana de Ecología*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. *Ecotropicos* 16(2): pp. 45-63