

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Cuerpos hidrográficos de la ecorregión pino-encino (Altiplano central): diagnóstico del estado actual basado en niveles de nutrientes y macroinvertebrados como indicadores.

Melissa Rocío Orozco Figueroa

Guatemala

2010



Cuerpos hidrográficos de la ecorregión pino-encino (Altiplano central): diagnóstico del estado actual basado en niveles de nutrientes y macroinvertebrados como indicadores

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Cuerpos hidrográficos de la ecorregión pino-encino (Altiplano central): diagnóstico del estado actual basado en niveles de nutrientes y macroinvertebrados como indicadores.

Trabajo de graduación presentado por Melissa Rocío Orozco Figueroa para optar al título de Licenciatura en Biología

Guatemala

2010

## PREFACIO

Podría decir que desde pequeña he tenido un lazo fuerte con la naturaleza, y fue así como fui desarrollando sensibilidad ante las problemáticas ambientales en las que nos vemos envueltos actualmente. Es de esta manera que, al terminar mi bachillerato, decidí estudiar Biología en la Universidad del Valle de Guatemala.

Durante mi carrera, los cursos de Ecología impartidos por la Licda. Mayra Maldonado, Dra. Margaret Dix y el Ing. César Castañeda, fueron muy influyentes en mis intereses, introduciéndome así a un nicho de la biología. La ecología luego me llevó a lugares más específicos, así orientándome a la rama de la Limnología. Este interés fue reforzado gracias a la Dra. Margaret Dix que me introdujo al mundo de la ecología acuática, permitiendo con esto involucrarme en la investigación en la temática referente al recurso agua.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesora, la Dra. Margaret Dix y al Dr. Michael Dix, por su apoyo y consejos, sin los cuales la realización de este trabajo, no hubiera sido posible. Además expreso mi agradecimiento a la Licda. Margarita Palmieri por su colaboración. Por último, pero no menos importante, a mi familia por el apoyo que me ha brindado en estos años de estudios.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
PREFACIO	v
ACRÓNIMOS	xv
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xviii

<b>Capítulo</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
I.	INTRODUCCIÓN	1
	A. ANTECEDENTES	4
	1. Datos generales sobre la región	4
	2. Macroinvertebrados acuáticos	20
	3. Índices bióticos	24
	4. Parámetros fisicoquímicos para evaluación de calidad de agua	31
	B. JUSTIFICACIÓN	36
	C. OBJETIVOS	37
	D. HIPÓTESIS	38
II.	MÉTODOS	39
	A. Sitios de muestreo	39
	B. Colecta de muestras	45
	C. Análisis	46

<b>Capítulo</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
III.	RESULTADOS	48
	3.1. Factores fisicoquímicos	48
	3.2. Macroinvertebrados	57
	3.3. Índices bióticos	71
	3.4. Correlaciones canónicas	77
	3.5. Posibles fuentes de perturbación de los hábitats acuáticos	82
IV.	DISCUSIÓN	84
	A. Índices bióticos	84
	B. Factores fisicoquímicos y macroinvertebrados	87
	1. Agua Escondida, Tecpán, Chimaltenango.	89
	2. Finca Filadelfia, Jocotenango, Sacatepéquez	92
	3. Chinique, Las Vigas, Quiché	95
	4. El Chol Baja Verapaz	97
	5. Sta. Isabel, Las Trojas, Salamá, Baja Verapaz	99
	6. San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz	101
	C. Correlaciones Canónicas	103
	1. Correlación entre el orden Díptera: Culicidae y Chironomidae	103
	2. Correlación entre el orden Hemíptera: Corixidae, Veliidae y Gerridae	105
	3. Correlaciones con los factores fisicoquímicos	106
	D. Fuentes de perturbación	106
V.	CONCLUSIONES	109
VI.	RECOMENDACIONES	111
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	112
IX.	APÉNDICES	118

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Tipo de roca madre y su extensión en el territorio del Altiplano Central de Guatemala.	6
2	Zonas de vida (Holdridge) ubicadas en la región del Altiplano Central de Guatemala	7
3	Especies forestales encontradas en la región del altiplano central de Guatemala	9
4	Cuencas hidrográficas de las de las vertientes ubicadas dentro del altiplano central de Guatemala.	10
5	Accidentes hidrográficos del municipio de Salamá	14
6	Clasificación de los órdenes con referencia a insectos acuáticos según el tipo de desarrollo	22
7	Niveles de calidad del agua según el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP-CR).	25
8	Niveles de calidad del agua según el índice de tolerancia a la contaminación (PTI)	27
9	Niveles de tolerancia de los macroinvertebrados, según los índices bióticos utilizados en el estudio en el altiplano central	29
10	Niveles de tolerancia de los macroinvertebrados, según el índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Chironomidae (EPT) para el altiplano central	30
11	Coordenadas de los puntos de muestreo en el altiplano central	40
12	Clasificación de los tipos de cuerpos hidrógraficos seleccionados para su análisis, ubicados en el área de altiplano central	42
13	Calidad fisicoquímica de las muestras según área de colecta en el altiplano central	49

## Título

Cuadro	Título	Página
14	Macroinvertebrados presentes en las muestras colectadas por sitio en el altiplano central	58
15	Grupos funcionales alimenticios de macroinvertebrados presentes en las muestras colectadas en el altiplano central.	71
16	Índice BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica) de los macroinvertebrados presentes en	72
17	Índice PTI (Pollution Tolerance Index) de los macroinvertebrados acuáticos presentes en las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	73
18	Índice IBF-SV (Índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en el Salvador) para macroinvertebrados presentes en el altiplano central	74
19	Índice EPT (Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) para el altiplano central	75
20	Cuadro comparativo de los cuatro índices bióticos aplicados a las muestras de macroinvertebrados colectados en el altiplano central: Índice BMWP-CR, IBF-SV, PTI y EPT	76
21	Similitudes encontradas en resultados de los índices bióticos aplicados al altiplano central	76
22	Posibles fuentes de perturbación de los sitios de colecta en el altiplano central.	83

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Mapa de los departamentos dentro del al altiplano central y las cuencas hidrográficas.	5
2	Ciclo del Nitrógeno	33
3	Mapa de ubicación de cuencas hidrográficas y sitios de muestreo en los departamentos seleccionados en el altiplano central.	43
4	Muestra del Charco, M6. Finca Filadelfia, Sacatepéquez.	42
5	Muestra del Tanque, M10. Finca Filadelfia, Sacatepéquez	42
6	Muestra de Riachuelo 2, M9. Finca Filadelfia, Sacatepéquez	43
7	Laguna Chichoy M4. Agua Escondida, Tecpán, Chimaltenango	43
8	Laguna Chichoj, muestra M34. San Cristóbal, Alta Verapaz	43
9	Río Cucabaj, M13. Chinique Las Vigas, Quiché	43
10	Laguna Lemoa M16. Santa Cruz, Quiché	44
11	Quebrada casa de teja, M22. El Chol, Baja Verapaz	44
12	Río Agua Caliente M 23. El Chol, Baja Verapaz	44
13	Laguna Chichoj, muestra M34. San Cristóbal, Alta Verapaz	44
14	Comparación de los niveles de nitritos encontrados en las muestras de agua ubicados en los sitios de muestreo en el altiplano central.	50
15	Comparación de los niveles de nitrato encontrados en las muestras de agua ubicados en los sitios de muestreo en el altiplano central.	51
16	Comparación de los niveles de orto-fosfato encontrados en las muestras de agua en los sitios de muestreo en el altiplano central	52
17	Comparación de los niveles de sulfato encontrados en las muestras de agua en los sitios de muestreo en el altiplano central.	53
18	Comparación del color de las muestras de agua en cada sitio muestreado en el altiplano central.	54

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
19	Comparación de la turbidez de las muestras de agua de cada sitio muestreado en el altiplano central.	55
20	Comparación del pH de las muestras de agua de cada sitio muestreado en el altiplano central	56
21	Comparación de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos en las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	59
22	Comparación de las familias del orden Trichoptera encontradas en las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	60
23	Comparación de las familias del orden Ephemeroptera, encontradas en las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	61
24	Comparación de las familias del orden Hemíptera encontrados en las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	61
25	Comparación de las familias del orden Díptera encontradas en las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	62
26	Comparación de las familias del orden Odonata encontradas en las muestras de agua colectadas en el altiplano central	63
27	Comparación de las familias del orden Coleoptera encontradas en las muestras de agua, colectadas en el altiplano central.	63
28	Familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en las tres muestras de agua colectadas en el sitio de Agua Escondida, Chichoy, Chimaltenango	65
29	Familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en las dos muestras de agua, colectadas en la Finca Filadelfia, Sacatepéquez	66
30	Familias de macroinvertebrados acuáticos presentes las dos muestras de agua colectadas en el sitio de Chinique, Quiché	68

## Título

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
31	Familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en las cuatro muestras de agua colectadas en El Chol y Salamá, Baja Verapaz	69
32	Familias de macroinvertebrados acuáticos presentes a diferentes altitudes del altiplano central.	70
33	Órdenes de macroinvertebrados acuáticos presentes a diferentes altitudes del altiplano central	70
34	Correlación entre las familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el altiplano central: Chironomidae vrs. Gerridae, Baetidae y Coenagrionidae	77
35	Correlación entre las familias de macroinvertebrados acuáticos de las muestras de agua del altiplano central: Culicidae vrs. Baetidae y de los factores físicos de color y turbidez.	78
36	Correlación entre las familias de macroinvertebrados acuáticos de las muestras de agua colectadas en el altiplano central: Veliidae vrs. Gerridae y Coeniagrionidae	79
37	Correlación entre las familias de macroinvertebrados acuáticos de las muestras de agua colectados en el altiplano central: Corixidae y Belostomatidae.	80
38	Correlación entre las familias de macroinvertebrados acuáticos de las muestras de agua colectados en el altiplano central: Gerridae y Coenagrionidae.	80
39	Correlación entre color y turbidez de las muestras de agua colectadas en el altiplano central.	81
40	Correlación entre nitritos y fosfatos de las muestras de agua colectadas en el altiplano central	82

## ACRÓNIMOS

CEA	Centro de Estudios Ambientales
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
CONAP	Concejo Nacional de Áreas Protegidas
EPA	Enviromental Protection Agency
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
OMS	Organización Mundial de la Salud
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

## **RESUMEN**

Este trabajo tiene como fin realizar un diagnóstico del estado actual de algunos cuerpos hidrográficos de la ecorregión pino-encino del Altiplano Central de Guatemala, en los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Quiché y Alta y Baja Verapaz.

El trabajo de campo se realizó en el año 2009, su mayoría durante la época lluviosa. En cada sitio se levantó información de los factores fisicoquímicos y biológicos del agua. Como indicadores en este estudio, se utilizaron entre los factores fisicoquímicos: concentraciones de nitratos, nitritos, orto-fosfatos, sulfatos, color, turbidez y pH. Complementariamente se integró el uso de macroinvertebrados, una herramienta que se manejó para determinar presencia de perturbación; esto se logró en base al uso de cuatro índices bióticos Índice de Tolerancia a la contaminación (PTI), Índice Biológico a nivel de Familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV), Índice de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT) y el Índice de Monitoreo Biológico del Grupo Trabajador modificado para Costa Rica (BMWP-CR).

La introducción del uso de macroinvertebrados como herramienta de investigación, se propone dado a que su identificación y estudio es de bajo costo y fácil de realizar; esto permite que sea aplicable en las comunidades aledañas por personas de cualquier edad. La importancia de esta herramienta radica no sólo en su sencillez, pero genera a la vez una idea de la dinámica del ecosistema acuático. Esto último crea una visión más integral de los componentes del sitio de estudio, que funda el entendimiento de las condiciones actuales en que se encuentra. Lastimosamente es una herramienta poco utilizada en Guatemala, y es por ello que con este estudio se busca demostrar su utilidad en el campo de la investigación, especialmente en el ámbito del recurso agua.

Dentro de los hallazgos del estudio se identificaron 14 órdenes y 29 familias de macroinvertebrados, distribuidos en toda el área. En cuanto a las concentraciones de nutrientes se estableció que los niveles de nitritos en al área oscilan entre 0 - 0.25 mg/l, para nitratos 0 - 8.8 mg/l, sulfato 0 -170 mg/l y orto-fosfatos 0.01 - 2.75 mg/l. En cuanto a los factores físicos los niveles de color se encuentran entre 0 – 550 PtCo, la turbidez 0 – 182 FTU y el pH 6.4 – 10.

Se concluyó que el área del Altiplano Central presenta perturbaciones en los sistemas acuáticos por parte de las actividades antropogénicas aledañas a los sitios de colecta. El uso tanto de macroinvertebrados como los indicadores fisicoquímicos hizo posible el análisis del estado actual del área.

## **ABSTRACT**

This paper aims to diagnose the current state of some of the hydrographic bodies found within the pine-oak forest ecoregion of the Central Highlands of Guatemala; which includes the departments of Sacatepéquez, Chimaltenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz and El Quiché.

The fieldwork was conducted in 2009, mostly during the rainy season. At each site was gathered information on physicochemical and biological characteristics of the water. The physicochemical factors used as indicators were: concentrations of nitrates, nitrites, ortho-phosphates, sulfates, color, turbidity and pH. Additionally, macroinvertebrates were used as a tool to determine the presence of disturbance of the aquatic ecosystems; this was accomplished based on the use of four biotic indices: Pollution tolerance Index (PTI), Revision of protocol for Biological Monitoring for Costa Rica Working Group (BMWP-CR), Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera index (EPT) and the Biological index at the family level for aquatic invertebrates in El Salvador (IBF-SV).

The use of macroinvertebrates in monitoring aquatic resources a research tool is proposed because their identification and study is inexpensive, easy to use and allow participation by surrounding communities by people of all ages. The importance of this technique lies not only in its simplicity, but it also generates an idea of the dynamics of the aquatic ecosystem. This helps to create an integrated site evaluation, which is fundamental to understand the conditions and quality of the watershed. Unfortunately it is an underutilized tool in Guatemala, and that is why with this study we propose to demonstrate its research utility, especially for water resources.

During this study, it was identified 14 orders and 29 families of macroinvertebrates, distributed throughout the area. The nutrient concentrations that indicate nitrite levels in the area range from 0 - 0.25 mg / l. Nitrates from 0 - 8.8 mg / l, sulfate from 0 -170 mg / l and ortho-phosphate from 0.01 - 2.75 mg / l. As for physical factors, the color levels were between 0 to 550 PtCo, turbidity between 0 to 182 FTU and pH 6.4 - 10.

In conclusion, the aquatic systems of the Central Highland region of Guatemala show disturbance, coming from anthropogenic activities in the surrounding area. The use of macroinvertebrates combined with physical and chemical analyses were very useful for determining the current state of the aquatic systems studied.