

Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del sistema de lagunas de estabilización de Zamorano

Tangni Lisamra Carias Llezett

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del sistema de lagunas de estabilización de Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Tangni Lisamra Carias Llezett

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del sistema de lagunas de estabilización de Zamorano

Presentado por:

Tangni Lisamra Carias Llezett

Aprobado:

Lucía Isabel Lopez, M.Sc.
Asesora principal

Laura Suazo, Ph.D.
Directora
Departamento de Ambiente y
Desarrollo

José Manuel Mora, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del sistema de lagunas de estabilización de Zamorano

Tangni Lisamra Carias Llezett

Resumen. Los análisis de la calidad del agua están comúnmente basados en los métodos fisicoquímicos y microbiológicos. El biomonitoreo es una alternativa que se utiliza para evaluar los niveles de contaminación e indicar la calidad del agua. En este sentido los macroinvertebrados acuáticos son ideales pues poseen ciclos de vida largos, viven en microhábitats específicos, son sensibles a los cambios ambientales y son fáciles de identificar. El estudio se realizó en las cinco lagunas de estabilización de la Escuela Agrícola Panamericana. Los objetivos fueron determinar la diversidad de los macroinvertebrados y las condiciones fisicoquímicas de cada laguna, relacionar éstas con la diversidad de los taxa encontrados y determinar el grado de contaminación de cada laguna mediante el uso de los índices bióticos. Se midieron los parámetros fisicoquímicos en el campo y se analizaron los datos de los macroinvertebrados mediante los índices de la diversidad, la riqueza y los bióticos que determinan la calidad del agua. Se determinó que los niveles bajos del oxígeno y el grado de contaminación hacen que solo se encuentren órdenes tolerantes a esos niveles como Diptera, del que se recolectaron más de mil individuos y sobrevive en condiciones ambientales extremas. Se determinó una variación de 85% del oxígeno disuelto entre las lagunas evaluadas. Estos cambios determinaron la ausencia o la presencia de los bioindicadores. Los macroinvertebrados funcionan como organismos indicadores de la calidad de agua y la presencia de la contaminación. Sin embargo, se requiere de información adicional para determinar el tipo de contaminante.

Palabras claves: Biomonitoreo, Culicidae, diversidad, índices bióticos.

Abstract: Analyzes of water quality are commonly based on chemical and microbiological methods. Biomonitoring is an alternative that is used to assess contamination levels and to indicate water and allowed to witness rapid changes in environmental conditions using aquatic macroinvertebrates. These organisms have long life cycles, they live in specific microhabitats and are sensitive to environmental changes and are easy to identify. The study was conducted in five stabilization ponds at Zamorano University. The objectives were to determine the diversity of macroinvertebrates, report physicochemical values of each lagoon, to relate these values to the diversity of taxonomic groups using biotic indices to determine the degree of contamination of each pond. The methodology was based on field sampling, measurement of physicochemical parameters, identification and analysis of the data using the diversity, richness and biotic indices that determine water quality. It was found that low oxygen levels and a high degree of contamination are suitable for the order Diptera. Dissolved oxygen showed a variation of 85% between the ponds evaluated, these changes determined the absence or presence of indicator organisms. Macroinvertebrates are useful as indicators of water quality and the presence of contamination, however, additional information is required to determine the type of contaminants.

Key words: Biomonitoring, biotic factors, Culicidae, diversity.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Página de firmas.....	ii
	Resumen.....	iii
	Contenido.....	iv
	Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3	RESULTADOS.....	8
4	DISCUSIÓN.....	14
5	CONCLUSIONES.....	17
6	RECOMENDACIONES.....	18
7	LITERATURA CITADA.....	19
8	ANEXOS	22

Cuadros	Página
---------	--------

1. Clasificación de la calidad del agua según el índice de Shannon (H').	4
2. Clasificación de la calidad del agua según el BMWP-CR.	6
3. Clasificación de la calidad del agua según el IBF-SV-2010.	7
4. Promedio y desviación estándar para cada parámetro fisicoquímico medido en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.	8
5. Orden, familia y número de individuos (cantidad) recolectados en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.	10
6. Número de individuos y número de taxa de los macroinvertebrados acuáticos recolectados en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.	11
7. Valores de los índices de diversidad de Shannon, dominancia de Simpson, riqueza de Margalef y equidad de Pielou en las lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.	12
8. Calidad del agua en las lagunas de estabilización de Zamorano, según el BMWP-CR. Honduras, 2013.	12
9. Calidad del agua según el Índice Biótico de Familias (IBF-SV), en las lagunas de estabilización de Zamorano. Honduras, 2013.	13

Figuras	Página
---------	--------

1. Porcentaje de los cinco órdenes con mayor cantidad de individuos recolectados en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.	9
2. Curva de acumulación de taxa de los macroinvertebrados acuáticos en las cinco lagunas de estabilización, Zamorano, Honduras 2013.	11

Anexos	Página
--------	--------

1. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número uno en Zamorano, Honduras, 2013.	22
2. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número dos en Zamorano, Honduras, 2013.	22
3. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número tres en Zamorano, Honduras, 2013.	23

4. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número cuatro en Zamorano, Honduras, 2013.....	24
5. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas en siete muestreos en laguna de estabilización número cuatro en Zamorano, Honduras, 2013.	25

1. INTRODUCCIÓN

Los análisis de la calidad de las aguas están basados casi exclusivamente en los métodos fisicoquímicos y microbiológicos (Chávez y Orantes 2010). El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua está teniendo un auge importante en todo el mundo (Prat *et al.* 2010). El biomonitoreo es una alternativa rápida en comparación con las pruebas fisicoquímicas. El biomonitoreo se utiliza para evaluar los niveles de contaminación e indicar la calidad ambiental en el agua, para revisiones a largo plazo, para presenciar cambios rápidos en las condiciones ambientales y para la evaluación de los recursos acuáticos (Flowers 2011).

El biomonitoreo no sustituye a los parámetros fisicoquímicos, ya que éste solo puede indicar que existen problemas de contaminación o calidad del agua, pero no identificar el agente que lo está contaminando. El punto fuerte del biomonitoreo es la determinación de la contaminación orgánica no puntual como, por ejemplo, la ocasionada por los sistemas agrícolas y la urbanización (Flowers 2011). Los bioindicadores de calidad del agua son microorganismos que cuentan con características específicas, sin embargo, de todos los grupos utilizados en el biomonitoreo, los macroinvertebrados acuáticos son los más recomendados (Roldán 2003). Entre las características que presentan los macroinvertebrados que los hace recomendables para el biomonitoreo es su ciclo de vida relativamente largo en los ecosistemas acuáticos. Los macroinvertebrados se pueden encontrar en diferentes microhábitats tales como los sustratos rocosos y los materiales vegetales (Vanegas 2004). Adicionalmente, los macroinvertebrados son fáciles de ver sin la necesidad de un microscopio y poseen otras características importantes. Por ejemplo los macroinvertebrados son de amplia distribución, son sedentarios de tal manera que pueden reflejar las condiciones en las que se encuentran, se pueden criar en laboratorios y tienen una alta riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, por lo que son sensibles a los cambios ambientales (Roldán 2003).

Las características fisicoquímicas del agua como por ejemplo el pH, la temperatura y el oxígeno disuelto, determinan que especies de macroinvertebrados habitan en ese lugar, ya que estos organismos viven en ecosistemas con características definidas. En general, el agua con abundante oxígeno se espera encontrar grupos dominantes como Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera y Odonata, mientras que se encontrarían en bajas proporciones grupos de Odonata, Hemiptera y Diptera entre otros. Cuando el agua está muy contaminada con materia orgánica y tiene poco oxígeno se espera encontrar grupos dominantes de Oligochaeta, Diptera y algunos moluscos (Roldán 1999).

- Determinar la diversidad de macroinvertebrados por cada laguna.

- Determinar factores fisicoquímicos de cada laguna.
- Relacionar la diversidad de cada grupo taxonómico a los factores fisicoquímicos obtenidos.
- Relacionar los índices bióticos y el grado de contaminación de cada laguna.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana. (Zamorano). El sistema de lagunas de estabilización de Zamorano consiste en cinco lagunas, de las cuales dos se encuentran en paralelo y las últimas tres lagunas son de maduración. Este sistema de lagunas, reciben el agua de la mayor parte del campus central de Zamorano y de las plantas industriales.

Las dos lagunas en paralelo reciben el agua con un pretratamiento de rejillas y las cargas de materia orgánica son altas. En éstas dos lagunas es donde directamente cae el agua. Las otras tres lagunas se encargan de la remoción de los patógenos y hacen que la descarga al río sea bajo la normativa de Honduras. Las lagunas facultativas se encargan de la remoción de la DBO₅ a través de la simbiosis de las algas y las bacterias, mientras que, las lagunas de maduración se encargan de la remoción de los patógenos. Entre las lagunas 2 y 3 existe un humedal de 2.1 ha que funciona como tratamiento secundario. Las lagunas primarias tienen 6,941 m² y las secundarias 21,395 m², todas con una profundidad de 1.80 m y un promedio de 305m³/día de caudal.

Cuando se cuenta con lagunas de estabilización es necesario saber los parámetros fisicoquímicos y las condiciones de la calidad del agua para tener un mejor control sobre el funcionamiento de éstas. Zamorano realiza mensualmente análisis del agua, sin embargo, estos análisis dependen del presupuesto con el que se cuente, por lo cual se prioriza en dependencia de su importancia en otras áreas generadoras de aguas residuales. El presente estudio se llevó a cabo en mayo y junio de 2013. Las cinco lagunas fueron muestreadas durante siete semanas una vez por semana, para un total de 35 muestras.

Recolecta de las muestras. La recolecta de las muestras se realizó de forma directa con el uso de una red D de 25 mm de poro. La recolección de los macroinvertebrados se realizó en los microhábitats observados (vegetación, sedimento y rocas sumergidas). Se hizo un arrastre con la red D en los microhábitats identificados. La muestra fue colocada en bandejas con agua y se recolectaban los macroinvertebrados con la ayuda de pinzas entomológicas. Cada muestreo duró 20 minutos por laguna. Los macroinvertebrados fueron colocados en frascos rotulados con alcohol a 70%, para su posterior identificación. Los macroinvertebrados acuáticos fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante la ayuda de un estereoscopio y de claves taxonómicas.

Parámetros fisicoquímicos. Adicional a la toma de muestras biológicas (recolecta de los macroinvertebrados), se midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad eléctrica y turbidez. Lo anterior, con el fin de relacionar las comunidades de los macroinvertebrados acuáticos con las características

fisicoquímicas de cada una de las lagunas de estabilización. Los parámetros fisicoquímicos fueron medidos *in situ* por medio de un medidor multiparámetros marca Horiba.

Análisis de los datos. Se realizó una curva de acumulación de taxa para las cinco lagunas de estabilización con el número acumulado de taxa en los siete muestreos realizados. Se calculó la riqueza de especies esperadas en las lagunas de estabilización por medio del índice de Chao-1. Adicionalmente, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') para determinar la estructura numérica de la comunidad de los macroinvertebrados en los sistemas de lagunas de estabilización de Zamorano. Los índices de diversidad fueron comparados por medio de una *t* modificada para los índices de diversidad. La riqueza de la comunidad se calculó mediante la riqueza de Margalef (R), la abundancia de especies más comunes se determinó por medio del índice de dominancia de Simpson (D). La equidad en cada uno de los sistemas de lagunas se determinó mediante el índice de equidad de Pielou (E). Para estos análisis se utilizaron los paquetes estadísticos “Paleontological Statistic” PAST y MVSP 3.1.

Los índices utilizados para el análisis de datos fueron:

- Shannon-Weaver (H').

$$H' = -\sum k p_i \log p_i \quad [1]$$

donde:

K es el número de categorías

p_i es la proporción de observaciones en cada categoría

n_i es el número de individuos por especie

N es el número total de individuos en una muestra

Según diversos autores el índice de Shannon-Weaver puede ser usado para determinar el grado de contaminación del agua. Lo anterior, de acuerdo al valor del índice obtenido, así se clasifica la calidad del agua (Cuadro 1)

Cuadro 1. Clasificación de la calidad del agua según el índice de Shannon (H').

Esquema de Wilhm y Dorris (1968)		Esquema de Staub <i>et al.</i> (1970)		Ramírez y Roldán (2008)	
H'	Condición	H'	Condición	H'	Condición
> 3	Agua limpia	3.0 - 4.5	Contaminación débil	3.0-3.5	Aguas muy limpias
1 -3	Contaminación moderada	2.0 -3.0	Contaminación ligera	1.5-3.0	Aguas medianamente contaminadas
		1.0 - 2.0	Contaminación moderada	0.0-1.5	Aguas muy contaminadas
		0.0 - 1.0	Contaminación severa		

Segnini (2000), adaptado por la autora.

- Dominancia de Simpson (D)

Calcula la abundancia de las especies más comunes y sus valores van de 0-1.

$$D_s = 1 - \sum n_i \frac{(n_i - 1)}{N(N-1)} \quad [2]$$

donde:

D_s : Dominancia de Simpson

n_i : número de individuos de una especie

N : número total de individuos

- Riqueza de Margalef

Determina el mayor número de individuos representados en cada muestra.

$$R = \frac{S-1}{\text{Log}_{(n)}} \quad [3]$$

donde:

R : Riqueza

S : número total de especies

n : número total de individuos detectados

- Riqueza de Chao₁

Determina la riqueza de las muestras

$$S_{\max} = S_{\text{obs}} + \left(\frac{a^2}{2b} \right) \quad [4]$$

donde:

$S_{\max}$: riqueza máxima esperada

S_{obs} : cantidad total de especies observadas

a : la cantidad

- Equidad de Pielou

Determina la relación que existe entre la muestra encontrada y la que se espera observar

$$J' = \frac{H'}{\log_2} * S \quad [5]$$

donde:

S : número de máximo de taxa en la muestra.

- Índices Bióticos

En el presente estudio se utilizaron dos índices bióticos: Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-CR), (MINAE-SALUD 2007) y el Índice de Biótico de Familias (IBF-SV-2010) modificado para El Salvador.

- Biological Monitoring Working Party (BMWP-CR)

Ordena las familias de los macroinvertebrados en una escala de 1-10 según el grado de tolerancia a la contaminación, donde 1 es mayor tolerancia y 10 menor tolerancia, independientemente de la cantidad de familias o géneros presentes en la muestra. La clasificación de las aguas según este índice adquiere valores comprendidos entre 0 y un máximo indeterminado (Cuadro 2).

$$BMWP = T1+T2+T3+T4.....T10$$

T: es el nivel de tolerancia asignada a cada familia.

Cuadro 2. Clasificación de la calidad del agua según el BMWP-CR.

Clase	Calidad	Valor	Significado
I	Buena	>150	Aguas muy limpias
		101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	Aceptable	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	Dudosa	36 - 60	Aguas contaminadas
IV	Crítica	16 - 35	Aguas muy contaminadas
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Chavez *et al.* (2010), adaptado por la autora.

- Índice de Biótico de Familias (IBF-SV-2010)

Considera las familias indicadoras de calidad del agua y su cantidad en la muestra, dándole un valor de tolerancia a la contaminación. El IBF es un promedio de los valores de tolerancia de todas las familias de artrópodos en una muestra (Cuadro 3).

$$IBF = 1/N \sum ni.ti \quad [6]$$

donde:

N: número total de individuos en una muestra

ni: número de individuos en una familia

ti: puntaje de tolerancia de cada familia

Cuadro 3. Clasificación de la calidad del agua según el IBF-SV-2010.

Clase	IBF	Calificación	Grado de contaminación orgánica
1	0.00 - 3.75	Excelente	Contaminación Orgánica Improbable
2	3.76 - 4.25	Muy buena	Posible contaminación Ligera
3	4.26 - 5.00	Buena	Alguna contaminación probable
4	5.01 - 5.75	Regular	Probable contaminación regular considerable
5	5.76 - 6.50	Regular-Pobre	Probable contaminación considerable
6	6.51 - 7.25	Pobre	Probable contaminación muy considerable
7	7.26 - 10.00	Muy pobre	Probable contaminación orgánica severa

Sinfonies *et al.* (2010), adaptado por la autora.

La principal diferencia entre el BMWP-CR y el IBF-SV, radica en que el primero toma en cuenta solo la presencia de las familias y sus valores asignados, mientras que, el IBF se basa en la cantidad de individuos por familia y pondera el dato, mediante una multiplicación por el grado de tolerancia de cada taxón (Springer 2010). El uso combinado o separado dependerá de la zona donde se esté utilizando.

3. RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos. Para las cinco lagunas de estabilización la temperatura y el pH tendieron a variar poco (Cuadro 4). Se determinó que la turbidez no tuvo valores normales (entre 0 y 10 UNT) y varió entre 45.3 a 421.9 UNT (Cuadro 4) en las cinco lagunas estudiadas. Otro parámetro que tendió a variar fue el oxígeno disuelto (Cuadro 4), que osciló entre 0.4 mg L⁻¹ en la laguna 4 y 3.3 mg L⁻¹ en la laguna uno (Cuadro 4). Los valores de saturación de oxígeno en las lagunas de estabilización fueron bajos en general, el valor más alto fue para la laguna 5 con 49.1% de saturación de oxígeno. El mínimo porcentaje de saturación de oxígeno fue para la laguna dos con 6.0%. Los valores de saturación de oxígeno disuelto de las lagunas uno, tres y cuatro fueron 17.9%, 19.3% y 13.4% respectivamente.

Cuadro 4. Promedio y desviación estándar para cada parámetro fisicoquímico medido en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.

Laguna	Parámetro									
	Turbidez		Temperatura		pH		Oxígeno disuelto		Conductividad eléctrica	
	UNT		°C		-		mg L ⁻¹		ms/cm	
1	421.9	± 115.8	25.4	± 0.6	7.2	± 0.2	1.2	± 0.5	0.4	± 0.0
2	620.6	± 102.8	24.4	± 0.8	6.9	± 0.4	0.4	± 0.0	2.1	± 3.0
3	355.3	± 167.0	24.6	± 0.8	7.1	± 0.2	1.3	± 0.7	0.5	± 0.1
4	178.1	± 45.9	24.4	± 0.8	7.3	± 0.2	0.9	± 0.9	0.5	± 0.0
5	45.3	± 27.8	26.1	± 0.8	7.4	± 0.4	3.3	± 2.1	1.4	± 1.3

(-) sin unidades.

Estructura de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos. En las cinco lagunas de estabilización de Zamorano se recolectaron 2,799 individuos de macroinvertebrados acuáticos, pertenecientes a 14 órdenes y 37 familias identificadas. Solo un individuo no fue identificado a nivel de familia (Cuadro 5). El orden con mayor número de individuos fue Diptera con 2,156 individuos, que corresponde a 77% de la muestra (Figura 1).

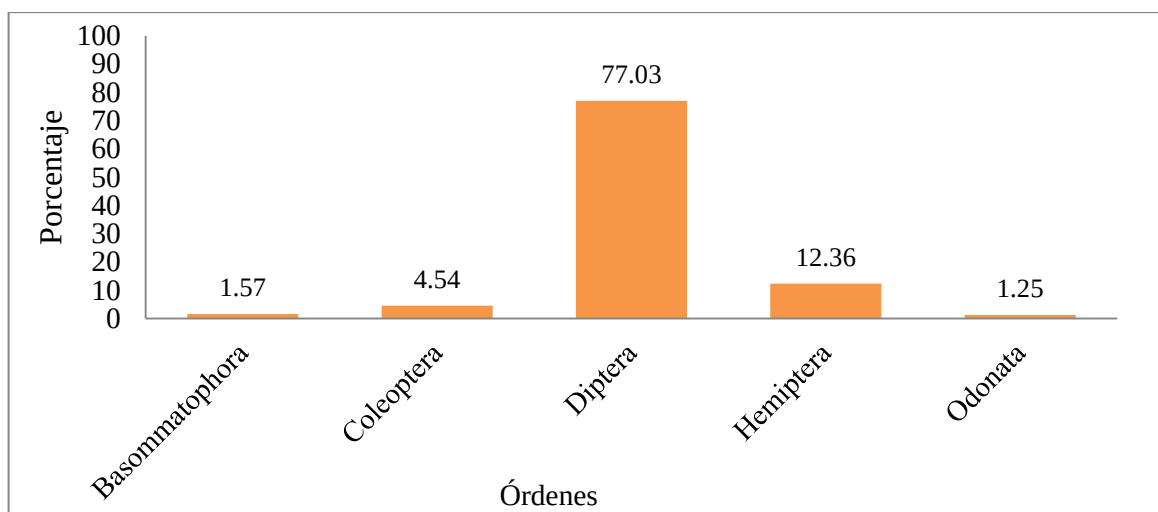


Figura 1. Porcentaje de los cinco órdenes con mayor cantidad de individuos recolectados en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.

El orden con el mayor número de familias fue Hemiptera con 10, mientras que la familia con la mayor cantidad de individuos recolectados fue Chironomidae (Diptera) con 900 (Cuadro 5), seguido por la familia Culicidae (Diptera) con 647. El orden con menor número de individuos fue Blatodea con un solo individuo, seguido por Trichoptera con dos individuos de la familia Hydroptilidae (Cuadro 5).

Cuadro 5. Orden, familia y número de individuos (cantidad) recolectados en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.

Orden	Familia	Cantidad
Acari	Lymnessiidae	4
Basommatophora	Ancylidae	1
	Physidae	20
	Limnaeidae	2
	Planorbiidae	21
Blatodea	Blaberidae	1
Colembolla		9
Coleoptera	Dysticidae	2
	Elmidae	1
	Gyrinidae	1
	Hydrophilidae	103
	Noteridae	1
	Scirtidae	19
Diptera	Culicidae	657
	Chironomidae	900
	Ephydriidae	454
	Psychochidae	93
	Seratopogonidae	3
	Sirphyidae	43
	Stratiomyidae	7
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Caenidae	6
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	12
Haplotaxida	Tubificidae	34
Hemiptera	Belostomatidae	42
	Corixidae	56
	Gerridae	11
	Hebridae	10
	Hydrometridae	2
	Nepidae	6
	Notonectidae	147
	Pleidae	51
	Veliidae	5
	Mesovelidae	15
Mesogastropoda	Thiaridae	19
Odonata	Coenagrionidae	25
	Libellulidae	10
Trichoptera	Hydroptilidae	2
	Total	2799

La cantidad de taxa nuevos aumentó con cada muestreo realizado en las lagunas de estabilización estudiadas (Figura 2). El mayor número de taxa se recolectó en el primer muestreo. El índice de Chao-1 para las lagunas de estabilización es de 77.3

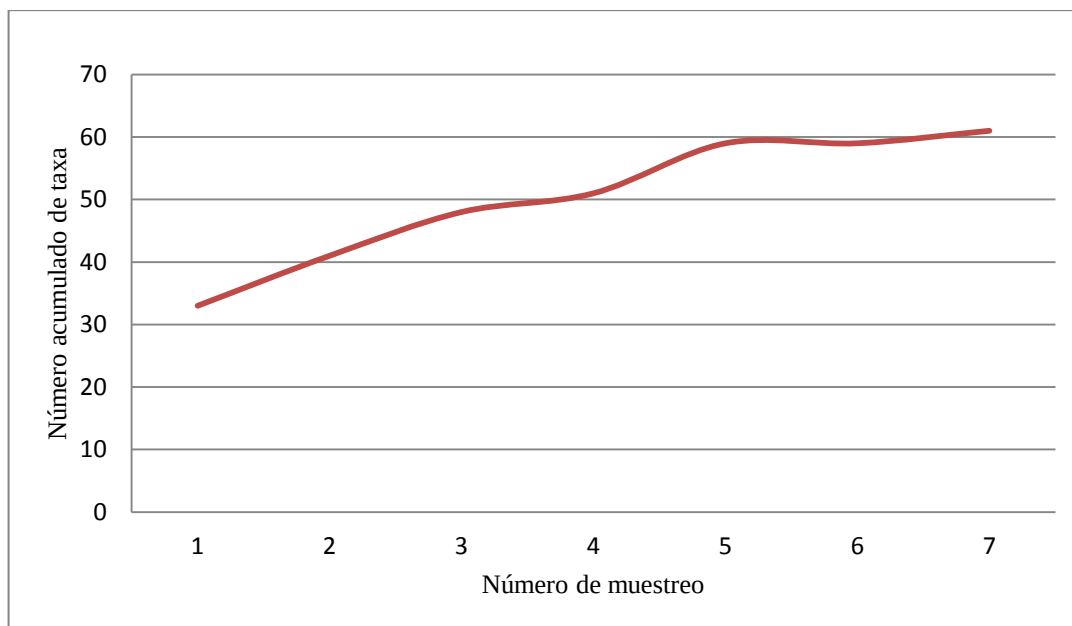


Figura 2. Curva de acumulación de taxa de los macroinvertebrados acuáticos en las cinco lagunas de estabilización, Zamorano, Honduras 2013.

La mayor cantidad de individuos fueron recolectados en la número 2 (1,034, cuadro 6). Sin embargo, la laguna con el mayor número de taxa fue la número 5 con 40, seguido por la laguna cuatro con 24 taxa (Cuadro 6). Familias como Ancyliidae, Limnaeidae y Planorbidae (Basommatophora) solo se recolectaron en la laguna 5. Las familias Chironomidae (Diptera) y Notonectidae (Coleoptera) estuvieron presentes en las cinco lagunas. La familia Culicidae (Diptera) no fue recolectada en la laguna 5.

Cuadro 6. Número de individuos y número de taxa de los macroinvertebrados acuáticos recolectados en las cinco lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.

Laguna	Nº individuos	Nº Taxa
1	553	12
2	1,034	11
3	395	22
4	529	25
5	288	40
Total	2,799	

Diversidad de los macroinvertebrados Acuáticos. La diversidad más alta determinada fue en la laguna 5, mientras el valor más bajo fue en la laguna 2 (Cuadro 7). La dominancia fue alta en las cinco lagunas, los valores encontrados oscilaron entre 0.67 en la laguna 2 y 0.81 en la laguna 5 (Cuadro 7). Los valores máximo y mínimo de la riqueza fue de 6.89 y 1.44 para las lagunas 5 y 2 respectivamente (Cuadro 7). La equidad fue más alta para las lagunas 1 y 5 con un valor de 0.69 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores de los índices de diversidad de Shannon, dominancia de Simpson, riqueza de Margalef y equidad de Pielou en las lagunas de estabilización de Zamorano, Honduras, 2013.

Laguna	Shannon	Margalef	Simpson	Pielou
1	1.70	1.74	0.75	0.69
2	1.40	1.44	0.67	0.58
3	1.96	3.68	0.78	0.63
4	1.85	3.83	0.70	0.57
5	2.55	6.89	0.81	0.69

Índices Bióticos de las lagunas de estabilización de Zamorano. La laguna donde obtuvo el mayor valor del BMWP-CR fue la 5 (Cuadro 8) y el menor valor del IBF-SV (Cuadro 9). El valor más bajo del BMWP-CR se determinó para la laguna 1 (Cuadro 8), mientras en la laguna 2 se determinó el valor más alto del índice biótico de familias (Cuadro 9). La correlación entre ambos índices de calidad de agua fue alta ($r = -0.95$, $p = 0.01$).

Cuadro 8. Calidad del agua en las lagunas de estabilización de Zamorano, según el BMWP-CR. Honduras, 2013.

Laguna	Valor del BMWP	Significado
1	21	Agua muy contaminada
2	26	Agua muy contaminada
3	42	Agua contaminada
4	51	Agua contaminada
5	78	Algunos efectos de contaminación

Cuadro 9. Calidad del agua según el Índice Biótico de Familias (IBF-SV), en las lagunas de estabilización de Zamorano. Honduras, 2013.

Laguna	IBF	Calificación	Descripción
1	8.82	Muy pobre	Probable contaminación orgánica severa
2	9.05	Muy pobre	Probable contaminación orgánica severa
3	7.51	Muy pobre	Probable contaminación orgánica severa
4	6.97	Pobre	Probable contaminación muy considerable
5	6.33	Regular-Pobre	Probable contaminación considerable

4. DISCUSIÓN

La oxidación de la materia orgánica dentro de las lagunas de estabilización se lleva a cabo por la relación que existe entre las bacterias, las algas y otros microorganismos (Martínez y Quintal s.f). Las algas utilizan la energía de la luz solar para hacer la fotosíntesis, lo cual hace que se libere oxígeno, que a su vez es consumido por los microorganismos (Mendonca s.f). Uno de los mejores indicadores que las lagunas facultativas y de maduración están trabajando en su óptimo es el oxígeno disuelto. Este gas es utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica. La concentración de oxígeno disuelto puede estar a menos de 1 mg L^{-1} en horas de la madrugada y durante el día mientras el sol no ha salido, esto debido a un crecimiento masivo de algas durante la noche (Martínez y Quintal s.f). El oxígeno disuelto medido en las lagunas de estabilización fue bajo (Cuadro 4). El requerimiento mínimo de oxígeno disuelto para la mayor parte de organismos acuáticos es de 3 mg L^{-1} (Georgia Adopt-A-Stream 1994). Sin embargo, algunas larvas de mosquito (Diptera) pueden sobrevivir a concentraciones de 1 mg L^{-1} , lo cual puede explicar su abundancia en el presente estudio. Concentraciones de oxígeno disuelto tan bajas afectan la vida acuática, de hecho la diversidad de los organismos es mucho mayor a altas concentraciones de oxígeno disuelto (Correa 2000).

Los valores determinados de la turbidez en las cinco lagunas estudiadas no presentó valores normales (entre 0 y 14 UNT) (Cuadro 4) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto fue bajo. La variación de los parámetros fisicoquímicos puede ser afectada por diversos factores, entre los que están el clima. En el presente estudio, el proceso de toma de datos se realizó en días tanto lluviosos como días soleados. Esta variación interviene directamente en las actividades microbianas, por lo que en los días lluviosos las algas no pueden realizar la fotosíntesis y el oxígeno se reduce (Guillen *et al.* 1998). Los valores altos de la turbidez pueden estar relacionados con el alto grado de erosión de las zonas aledañas a las lagunas de estabilización, junto con las altas descargas que entran a las lagunas que afectan la calidad del agua (Sánchez *et al.* 2010).

El pH y la temperatura en las lagunas no variaron considerablemente. El pH tuvo una variación de dos unidades y la temperatura fue de solo una unidad (Cuadro 4). El pH en las lagunas varía según la hora del día en que se mida, con valores más altos en la superficie. Las lagunas trabajan de forma más eficiente con valores de pH alcalino (Mendonca s.f).

Las temperaturas arriba de los $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aceleran la biodegradación, mientras que, a temperaturas más bajas la población de algas y el metabolismo de las bacterias disminuyen, por lo cual la eliminación de la DBO (demanda biológica de oxígeno) es más lenta (Martínez Y Quitan s.f). Sin embargo, ambos parámetros (pH y temperatura) tienden

a ser constantes a través de los muestreos en las lagunas de estabilización, por lo que no influyen sobre la vida acuática.

La calidad del agua de los ríos, los lagos y las lagunas cada día se ven más afectados por las descargas de los residuos domésticos y los industriales, así como por los agroquímicos (Plazas 1999), a lo cual, los sistemas en Zamorano no son la excepción. Existen varios factores que afectan a los macroinvertebrados con respecto a su diversidad y su distribución. Las características fisicoquímicas como la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto pueden influenciar la presencia o la ausencia de los macroinvertebrados. Esta característica de los macroinvertebrados de responder a las condiciones ambientales, los hace útiles para determinar la calidad del agua, ya que pueden expresar la toxicidad en el agua o el grado de contaminación (Velasquez y Miseredino 2003).

La cantidad de los macroinvertebrados presenten en un área también dependerá de la disponibilidad de los alimentos en el medio (Muñoz *et al.* 2001). Por estas razones, la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos puede dar información sobre la calidad del agua y su grado de contaminación. De acuerdo a la diversidad encontrada en el sistema de lagunas de estabilización y a la clasificación de la calidad del agua, todas las lagunas tienen algún grado de contaminación, que va desde aguas muy contaminadas en la laguna 2 a aguas con contaminación ligera en la laguna 5 (Cuadro 1).

Por otro lado, en cuanto a los taxa representativos en las lagunas, el orden con el mayor número de familias fue Hemiptera. Los hemípteros, pueden presentar diferentes hábitos de vida. Tanto las ninfas como los adultos de hemípteros acuáticos, tienen adaptaciones para vivir dentro o sobre la superficie del agua y algunos incluso independientes del oxígeno del agua ya que lo toman del aire (Roldán y Ramírez 2008), de ahí su representatividad en las lagunas. En general, los hemípteros se encuentran adaptados a vivir en aguas lénticas o estancadas (Escudero 2009).

La abundancia de los quironómidos y culícidos (Diptera) (Cuadro 5) en las lagunas estudiadas se relaciona con su capacidad para tolerar altos grados de contaminación del agua. Estas larvas viven en aguas estancadas o de corriente, resisten altos grados de contaminación y son indicadores de agua de mala calidad (Gamboa *et al.* 2008).

Adicionalmente, los quironómidos pueden tolerar altas concentraciones de carga orgánica y bajas concentraciones de oxígeno, lo que le facilita tener altas tasas de reproducción (Figuroa *et al.* 2007), de ahí su abundancia en las lagunas. Además, los quironómidos tienen preferencias por sitios donde el sedimento es fino característico de aguas lénticas y lólicas (Medina y Paggi 2004), por lo que pueden predominar en este tipo de microhábitats, como el encontrado en las lagunas de estabilización de Zamorano (Figura 1). A nivel mundial esta familia es utilizada para determinar los niveles de toxicidad en los sedimentos por lo que son modelos biológicos en los cuerpos de agua (Iannacone *et al.* 2003). Al contrario, existen macroinvertebrados que son sensibles a la contaminación y no resisten grandes cambios, tal es el caso de los miembros del orden Blatodea y de la familia Hydropsychidae (Trichoptera) que fueron raros en el estudio (Cuadro 5) (Figuroa *et al.* 2007).

Las comunidades naturales se caracterizan por tener varias familias que los representan pero pocos individuos por familias. Sin embargo, en los ambientes donde existe un mayor grado de contaminación, las familias se reducen pero aumentan la cantidad de los individuos por familia (Roldán 1999). Basado en esto se puede decir que las lagunas con mayor grado de contaminación por la presencia de la materia orgánica son la número 1 (Anexo 1) y la número 2 (Anexo 2). Los cambios en la sedimentación y en la disminución del oxígeno disuelto suelen ser evidencia de una mayor presencia de la materia orgánica, lo que ocasiona una reducción de los órdenes de macroinvertebrados, lo que provoca que las familias que no son tolerantes a estos cambios vayan desapareciendo (cuadro 6), por lo tanto la diversidad (Muñoz *et al.* 2001). En relación a la laguna 5 donde el grado de contaminación es menor, la abundancia de los individuos fue baja, no obstante, el número de taxa fue alta, que es lo que se espera encontrar en los lugares no contaminados o con poca contaminación (Roldán 1999).

Cuando se trabaja con macroinvertebrados acuáticos se debe tomar en cuenta la sensibilidad de cada especie, para así calificar la calidad del agua (Mafla 2005). Según los resultados obtenidos del BMWP-CR (Cuadro 8) que indica el grado de sensibilidad a la contaminación, las lagunas con mayor grado de contaminación son las números 1 y 2 lo anterior se debe a la descarga de las aguas residuales de Zamorano, ya que llegan directamente, sin tratamiento previo. Las descargas a los sistemas, en este caso el sistema de lagunas de estabilización de Zamorano, son una de las principales amenazas para la calidad de las aguas y la fauna acuática (Oscóz *et al.* 2006), por lo que la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos disminuye y afecta el valor del BMWP-CR. La laguna con menor grado de contaminación fue la número 5. Al ser la última laguna y presentar las mejores condiciones fisicoquímicas (Cuadro 7), se espera que el proceso de depuración del agua residual haya sido eficiente. Al igual que el BMWP-CR, el IBF clasificó las lagunas 1, 2 y 3, con altos grados de contaminación orgánica severa, mientras en la laguna cinco se determinó el menor valor del índice (Cuadro 9).

En las lagunas de estabilización de Zamorano la estructura y la diversidad de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos está determinada por factores como la descarga de las aguas residuales y la contaminación orgánica. La eficiencia de la depuración del agua residual también afecta la comunidad de los macroinvertebrados, por lo que conforme se va eliminando la materia orgánica de las lagunas y mejoran las condiciones fisicoquímicas, la abundancia de las familias de los macroinvertebrados aumenta y se reduce el número de individuos por familia.

5. CONCLUSIONES

- La mayor diversidad de los macroinvertebrados acuáticos se obtuvo en la laguna número cinco. Sin embargo por las condiciones que se determinaron en las lagunas 1 y 2, estas tienen mayor presencia de individuos pero menor número de taxa.
- A medida que las condiciones ambientales son favorables y la contaminación del agua se reduce, aumenta el número de los taxa y la curva de acumulación de éstos se va estabilizando.
- Los factores fisicoquímicos tuvieron leves cambios, sin embargo, esos cambios determinan la ausencia o la presencia de los bioindicadores.
- Los macroinvertebrados como bioindicadores proveen información de la calidad del agua y la presencia de la contaminación que se relaciona directamente con los parámetros fisicoquímicos obtenidos y los órdenes encontrados. Sin embargo, se requiere de información adicional para poder determinar el origen y el tipo de contaminante.
- La predominancia de larvas de zancudo (Culicidae) en los muestreos realizados determina que las lagunas de estabilización de Zamorano son una fuente de crianza de los mismos.

6. RECOMENDACIONES

- Tomar muestras de DBO para ayudar a determinar específicamente el grado de contaminación de las lagunas y así obtener una correlación más alta entre los indicadores utilizados y los parámetros fisicoquímicos.
- Hacer un estudio después de la laguna 5 para evaluar la diferencia de la vida acuática entre las lagunas de estabilización y el desemboque de la laguna a la quebrada El Gallo
- Adaptar un índice biótico al sistema de lagunas de estabilización porque son habitat de vectores de enfermedades.

7. LITERATURA CITADA

Chavez, J.M.; y E.D. Orantes. 2010. Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Río Sensunapán, Departamento de Sonsonate, El Salvador, C.A. Tesis Ing. Agrónomo. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.113 p.

Correa, I. 2000. Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua en los ríos de la cuenca alta del Río Chama utilizando macroinvertebrados bénticos. Tesis de grado de Licenciado en Biología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Venezuela. 61 p.

Flower, W.R. 2011. Biomonitorio-calidad de agua, calidad de suelos. Cuarto congreso ecuatoriano de la papa (2011 Guaranda Ecuador). A&M University, Florida Estados Unidos. 131 p.

Escudero, J. 2009. Guía de campo: Macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. Confederación hidrográfica del Ebro. España, Cofederación internacional del Ebro. 126 p.

Figuerola, R.; A. Palma; V. Ruiz; y X. Niell. 2007. Análisis comparativos de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile; río Chillan VIII región. Revista Chilena de Historia Natural 80(2): 225-242.

Figuerola, R.; C. Parra; E. Araya; y O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos de sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 72(2): 275-285.

Gamboa, M.; R. Ryes; y J. Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. Malariología y Salud Ambiental 48(2): 109-108.

Georgia Adopt-A-Stream. 1994. Manual de Monitoreo Biológico y Químico en Arroyos. Department of Natural Resources. Environmental Protection Division. Georgia.64p.

Guillen, O; E, Cárcamo; W, Arévalo; y S, Silvias.1998. Monitoreo e impacto ambiental de la Bahía Ferrol. Instituto de investigación de la facultad de ingeniería geológica, Minera, Metalúrgica y geográfica 1(2): 71-95.

Iannacone, J; J, Mansilla; y K, Ventura. 2003. Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima-Perú. Ecología Aplicada. 2(1): 116-124.

Mafla, M. 2005. Guía para evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca-Costa Rica. Ed. A. Cortes. Turrialba, Costa Rica. s.n.t

Martínez, C; y C, Quitan Franco. s.f. Condiciones de carga orgánica, temperatura, precipitación, radiación solar, sulfuros y sulfatos en la estratificación de la biomasa algal en las lagunas de estabilización. (En línea) consultado el 8 octubre de 2013. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/mexicon/R-0080.pdf>.

Medina, A; y A, Paggi. 2004. Composición y abundancia de Chironomidae (Díptera) en un río Serrano de zona semiárida San Luís, Argentina. *Sociedad Entomológica Argentina* 63(3-4): 107-118.

Mendonca, S. 1990. Lagunas de estabilización. (En línea). Consultado el 8 octubre 2013. Disponible en: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Febrero2006/CD-2/pdf/spa/doc13030/doc13030-1.pdf>.

MINAE-S. 2007. Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales. Decreto, No. 33903, La Gaceta No. 178. San José, Costa Rica.

Muñoz, E.; G. Mendoza; y C. Valdovinos. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en cinco sistemas lenticos de Chile central: macroinvertebrados bentónicos. *Gayana*. 65(2): 173-180.

Oscos J. y F. Campos; M.C. Escala. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25 (3): 683-692

Plazas, J. 1999. Organismos indicadores de contaminación en un cuerpo de agua. *Investigación y Desarrollo social* 21 (1):79-82.

Prat, N., B. Ríos, R. Acosta y M. Rieradevall. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. (En línea). Consultado el 8 de octubre del 2013. Disponible en: <http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>

Roldán, G. 1999. los macroinvertebrados y valor como indicadores de la calidad de agua. *Académica Colombia* 23(88): 375-387.

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP/Col. Colombia. Universidad de Antioquía. 141 p.

Sánchez, R.; A. Cornejo; L. Boyero; y A. Santos Murgas. 2010. Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Capira, Panamá. *Tecnociencia* 12(2): 57-70.

Segnini, S. 2000. Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua en los ríos de la cuenca alta del río Chama, utilizando macroinvertebrados béticos. Tesis licenciatura en biología, Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes. 47p.

Springer, M. 2010. Biomonitorio acuático. *Biología tropical* 48(5): 53-59.

Vanegas, W. 2004. Aspectos tróficos y ecológicos de los macroinvertebrados acuáticos. *Ecology explorer* 4(1): 1-7.

Velasquez, M; y M, L, Miseredino. 2003. Analisis de la materia orgánica alóctona y organización funcional de los macroinvertebrados en relación con el tipo de hábitat en ríos de montaña de Patagonia. *Ecología Austral* 13(1): 67-82.

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número uno en Zamorano, Honduras, 2013.

Orden	Familia	Genero	1	2	3	4	5	6	7	Suma
Haplotaxida	Tudificidae	<i>Oligoquetos</i>	0	0	17	0	8	0	0	25
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>NI</i>	0	0	0	2	1	1	1	5
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropistermo</i>	2	0	0	0	0	0	0	2
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus</i>	4	1	0	2	6	2	11	26
Diptera	Culicidae	<i>Aede</i>	44	15	27	0	0	0	1	87
Diptera	Chironomidae	<i>Chironominii</i>	42	7	5	6	36	35	3	134
Diptera	Sirphyidae	<i>NI</i>	26	0	2	0	2	0	0	30
Diptera	Ephydriidae	<i>NI</i>	4	53	96	0	4	11	50	218
Diptera	Psychochidae	<i>Clognia</i>	2	2	3	0	1	0	0	8
Gastrópoda	Physidae	<i>Physa</i>	5	0	7	0	1	0	0	13
Hemiptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i>	0	0	0	3	0	1	0	4
Mesogastrópoda	Thiaridae	<i>NI</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
Total			129	78	157	13	59	50	67	553

NI: No identificada.

Anexo 2. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número dos en Zamorano, Honduras, 2013. .

Orden	Familia	Genero	1	2	3	4	5	6	7	Total
Haplotaxida	Tudificidae	<i>Oligoquetos</i>	0	0	0	2	0	0	0	2
Blatodea	Blaberidae	<i>Epilampra</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>NI</i>	0	0	0	2	0	1	16	19
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropistermo</i>	0	0	0	0	1	0	1	2
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus</i>	0	0	0	4	17	0	0	21
Diptera	Culicidae	<i>Aede</i>	156	189	172	0	5	0	2	524
Diptera	Chironomidae	<i>Chironominii</i>	167	25	4		13	5	1	215
Diptera	Sirphyidae	<i>NI</i>	0	0	5	3	3	0	2	13
Diptera	Ephydriidae	<i>NI</i>	6	45	79	9	3	1	8	151
Diptera	Psychochidae	<i>Clognia</i>	70	3	1	4	3	1	3	85
Hemiptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
Total			399	262	261	26	45	8	33	1034

NI: No identificada.

Anexo 3. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número tres en Zamorano, Honduras, 2013.

Orden	Familia	Genero	1	2	3	4	5	6	7	Total
Haplotaxida	Tudificidae	<i>Oligoquetos</i>	0	3	0	0	0	0	0	3
Coleoptera	Dysticidae	<i>Dysticidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	0	0	0	0	2	0	0	2
Coleoptera	Hidrophilidae	<i>Tropistermo</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus</i>	4	0	1	0	3	0	1	9
Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i>	3	0	2	1	1	0	0	7
Colembolla	NI	<i>NI</i>	2	0	3	0	0	0	0	5
Diptera	Culicidae	<i>Aede</i>	0	0	35	0	0	0	0	35
Diptera	Culicidae	<i>anopheles</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomini</i>	33	13	18	34	49	3	13	163
Diptera	Culicidae	<i>Culex</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Diptera	Ephydriidae	<i>NI</i>	6	1	32	0	16	0	0	55
Gastrópoda	Physidae	<i>Physa</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Avedus</i>	2	1	2	0	9	1	7	22
Hemiptera	Gerridae	<i>Euriguerris</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus</i>	0	1	0	0	1	0	0	2
Hemiptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i>	25	20	1	2	4	1	0	53
Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
Hemiptera	Pleidae	<i>Paraplea</i>	1	1	1	0	0	0	0	3
Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i>	1	2	0	22	0	0	0	25
Hemiptera	Corixidae	<i>NI</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Hemiptera	Corixidae	<i>Centrocorixia</i>	0	1	0	0	1	0	0	2
Total			82	44	95	59	89	5	21	395

NI: No identificada.

Anexo 4. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas durante siete muestreos en laguna de estabilización número cuatro en Zamorano, Honduras, 2013.

Orden	Familia	Genero	1	2	3	4	5	6	7	Total
Haplotaxida	Tudificidae	<i>Oligoquetos</i>	0	2	0	1	1	0	0	4
Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Coleoptera	Hidrophilidae	<i>Tropistermo</i>	1	0	4	0	0	0	0	5
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus</i>	1	1	2	0	4	0	1	9
Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i>	0	2	0	0	5	0	0	7
Colembolla	NI	NI	0	1	2	1	0	0	0	4
Diptera	Culicidae	<i>Aede</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
Diptera	Culicidae	<i>anopheles</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomini</i>	59	25	44	25	85	19	14	271
Diptera	Culicidae	<i>Culex</i>	0	0	7	0	0	0	0	7
Diptera	Ephydriidae	NI	0	0	26	0	4	0	0	30
Diptera	Stratiomidae	NI	0	0	0	0	0	0	1	1
Gastrópoda	Physidae	<i>Physa</i>	1	0	0	0	1	0	0	2
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Avedus</i>	8	3	2	0	0	4	3	20
Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus</i>	3	2	0	0	1	1	1	8
Hemiptera	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
Hemiptera	Nepidae	<i>ranatra</i>	1	1	0	0	0	0	1	3
Hemiptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i>	19	23	8	2	4	14	2	72
Hemiptera	Pleidae	<i>Paraplea</i>	10	3	22	0	0	2	6	43
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia</i>	1	0	0	0	1	0	0	2
Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i>	17	5	0	3	0	0	1	26
Hemiptera	Corixidae	NI	0	0	1	0	0	0	1	2
Hemiptera	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i>	3	0	2	0	1	1	0	7
Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Odonata	Libellulidae	<i>Perithemis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Total			127	68	121	32	108	42	31	529

NI: No identificada.

Anexo 5. Cuadro de los órdenes y las familias recolectadas en siete muestreos en laguna de estabilización número cuatro en Zamorano, Honduras, 2013.

Orden	Familia	Genero	1	2	3	4	5	6	7	Total
Acari	Lymnessiidae	Lymnessiidae	1	0	0	1	0	0	2	4
Basommatophora	Ancylidae	Ancylidae	0	0	0	0	1	0	0	1
Basommatophora	Limnaeidae	NI	0	0	1	0	0	0	1	2
Basommatophora	Planorbiidae	Planorbiidae	5	2	11	0	2	1	0	21
Coleoptera	Dysticidae	Dysticidae	0	1	0	0	0	0	0	1
Coleoptera	Hydrophilidae	NI	2	0	0	0	0	0	0	2
Coleoptera	Noteridae	NI	0	0	1	0	0	0	0	1
Coleoptera	Scirtidae	elodes	0	0	2	0	0	0	0	2
Coleoptera	Scirtidae	Scirtes	0	0	0	0	3	0	0	3
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomini</i>	8	5	8	21	34	38	3	117
Diptera	Stratiomidae	Odontomya	0	0	0	0	0	0	1	1
Diptera	Stratiomidae	NI	0	1	2	1	0	0	0	4
Diptera	Ceratopogonidae	NI	2	0	0	1	0	0	0	3
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Callibaetis</i>	0	1	0	0	2	1	0	4
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i>	3	0	1	1	0	1	0	6
Gastrópoda	Physidae	<i>Physa</i>	2	1	0	0	1	0	0	4
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>sanguijuelas</i>	0	0	2	0	4	2	4	12
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Hemiptera	Gerridae	<i>trepobates</i>	0	0	2	0	0	0	0	2
Hemiptera	Gerridae	Limnogonus	0	0	0	0	1	0	0	1
Hemiptera	Gerridae	NI	1	2	4	0	0	0	0	7
Hemiptera	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Hemiptera	Nepidae	<i>ranatra</i>	0	1	1	0	0	0	1	3
Hemiptera	Notonectidae	Notonectidae	0	0	0	1	0	0	0	1
Hemiptera	Notonectidae	Buenoa	13	0	0	2	0	0	0	15
Hemiptera	Pleidae	<i>Paraplea</i>	0	1	1	0	3	0	0	5
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia</i>	1	1	0	0	0	1	0	3
Hemiptera	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i>	2	0	0	1	0	4	1	8
Mesogastrópoda	Thiaridae	NI	6	9	0	0	1	2	0	18
Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	0	2	5	3	4	2	1	17
Odonata	Coenagrionidae	NI	6	0	0	0	0	1	0	7
Odonata	Libellulidae	<i>Brachymesia</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
Odonata	Libellulidae	<i>Eritrodiplax</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
Odonata	Libellulidae	<i>Erythemis</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Odonata	Libellulidae	NI	0	1	0	0	0	0	0	1
Odonata	Libellulidae	<i>Nepheltia</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Odonata	Libellulidae	<i>Sympetron</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
Odonata	Libellulidae	<i>Perithemis</i>	0	1	1	0	0	0	0	2
Odonata	Libellulidae	<i>Tramea</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	1	0	0	0	0	1	0	2
			53	30	43	33	60	54	15	288

NI: No identificada.