

## Artículo Científico

**COMPOSICIÓN DE ZOOPLANCTON EN LA LAGUNA EL PINO, BARBERENA, SANTA ROSA****Mariela Yulissa Rodríguez García**Ingeniera Civil, MSc. en Ingeniería Sanitaria, ERIS-USAC, Guatemala  
Dirección para recibir correspondencia [yuli310687@gmail.com](mailto:yuli310687@gmail.com)

Recibido 27.04.2015 Aceptado 08.06.2015

**RESUMEN.**

El presente artículo plantea la evaluación de la contaminación en la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa, Guatemala, mediante la utilización del plancton animal como indicador y la relación con los factores ambientales determinantes para su desarrollo, en el periodo de noviembre 2014 a febrero del 2015. Se identificaron 13 especies pertenecientes a tres clases: 4 protozoos, 3 rotíferos, 6 crustáceos (2 cladóceros, 4 copépodos). La especie más frecuente durante el estudio fue *Achanthocyclops vernalis*, presente en la mayoría de muestras alcanzando una densidad de 54 org/ml. Entre los cladóceros se encontró como especie más frecuente a la *Daphnia* (47 org/ml). Entre los rotíferos la especie con mayores densidades fue la *Polyarthra* (54 org/ml). En los protozoos la especie más frecuente y de mayores densidades fue *Strobilidium* (93 org/ml). La mayor abundancia de zooplancton se registra al iniciar el estudio en noviembre del año 2014. Este cuerpo de agua está catalogado como mesotrófico, con temperaturas entre 27.0 – 23.0 °C, con una transparencia que oscila entre 1.60m.- 5.55m. El sistema lacustre presenta una buena calidad de agua, con buena producción de peces y crustáceos, razón por la cual poblados cercanos practican la pesca que representa una buena fuente de ingresos.

PALABRAS CLAVE: Limnología, zooplancton, calidad de agua.

**ABSTRACT.**

This article presents the assessment of pollution in the lagoon El Pino, Barberena, Santa Rosa, Guatemala, using as an indicator of animal plankton and the relationship with the determining environmental factors for its development in the period November 2014 to February 2015. There are 13 species identified belonging to three types: 4 protozoa, 3 rotifers, 6 crustaceans (2 cladocerans, 4 copepods). The most common specie during the study was *Achanthocyclops Vernal* presents in most samples reaching a density of 54 org/ml. Among cladocerans was found like a frequent specie the *Daphnia* (47 org/ml). Among the rotifer specie with highest densities was *Polyarthra* (54 org/ml). In the protozoa, the most frequent specie and highest densities was *Strobilidium* (93 org/ml). The greatest abundance of zooplankton is recorded at beginning to the study in November 2014. This water body is listed as mesotrophic, with temperatures between 27.0 - 23.0 °C, with a transparency of between 1.60m - 5.55m. The lake system has good water quality, with good production of fish and crustaceans, for that reason the villages near practice the fishing that represents a good source of income.

KEY WORDS: Limnology, zooplankton, water quality

**INTRODUCCIÓN**

Se presentan algunos antecedentes de la Laguna El Pino y del zooplancton en general. La metodología que se desarrolló para alcanzar lo establecido en la investigación, los cuadros de resultados de transparencia, nutrientes (nitratos y fosfatos), las especies que conforman el zooplancton actual, la cantidad de organismos por mililitro (org/ml) de cada especie y las gráficas; que permiten realizar la discusión de resultados y concluir acerca de la composición de zooplancton de la Laguna El Pino.

**ANTECEDENTES**

Guatemala es un país que cuenta con diversos recursos hídricos, como: nacimientos, pozos, quebradas, agua subterránea, sistemas lóticos y lénticos. Dentro de los sistemas lacustres o lénticos se cuenta con 7 lagos y alrededor de 350 lagunas de distintos tamaños (Much, 2013). Los cuerpos de agua lénticos representan un suministro de agua dulce, además de intervenir como el ente que equilibra su propio ecosistema.

El estado de cada sistema lacustre es único, debido a que se ve afectado de manera independiente. Los

cambios pueden ser más perceptibles en algunos casos, situaciones evaluadas por la limnología, siendo esta la ciencia que estudia y analiza las características físico-químicas y biológicas de un sistema lacustre.

Las características biológicas ayudan a determinar las masas de agua de forma integral, no solo por medio de variables físico-químicas (Morales, 2008), sino a través de la interacción de los seres vivos más diminutos y sensibles a los cambios; dentro de estos, se puede mencionar a los organismos planctónicos.

El plancton está integrado por microorganismos que viven en la zona fótica de un cuerpo de agua, realizando sus procesos de reproducción en la misma; el cual se divide en fitoplancton y zooplancton.

El zooplancton o parte animal del plancton, constituye un elemento que por medio de su abundancia y distribución puede describir las variaciones de calidad del agua tomando en cuenta factores biológicos como la distribución de fitoplancton, depredadores y grado de contaminación del sistema en el que se desarrolla (Armengol, 1982). Debido a lo anterior el presente trabajo de zooplancton brinda información acerca de la calidad del agua y su productividad secundaria.

La Laguna El Pino, está localizada en el municipio de Barberena del departamento de Santa Rosa, está catalogada como un Parque Nacional, ofrece la oportunidad de interactuar con la naturaleza. En los últimos años se ha visto una acelerada degradación de este cuerpo de agua, por la invasión de la planta acuática hydrilla verticillata, que actualmente cubre grandes áreas, tomando en cuenta que inicia en la zona béntica y llega hasta la superficie del agua.

En la laguna se han practicado estudios de carácter limnológico abordando las áreas físico-químicas, pero no, al área biológica; por consiguiente, no se tiene una base de datos correspondiente al zooplancton que posee.

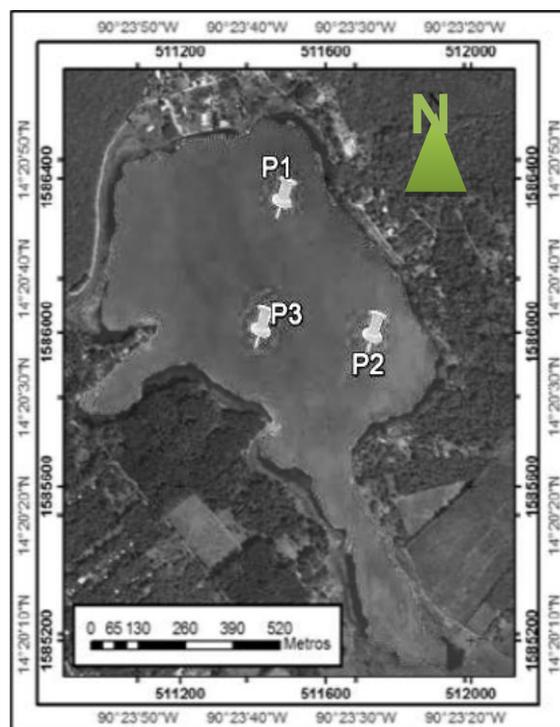
### UBICACIÓN

La Laguna El Pino está situada a 50 km de la ciudad capital, se considera de origen volcánico-tectónico, situada en la cordillera volcánica del pacífico (Quijivix, 2002), tiene un espejo de agua registrado de 72.5 has. Es considerada como eutrófica (Castañeda 1995, Duarte 2014), debido a la poca profundidad y baja transparencia según los parámetros de Organización para la Cooperación

Económica y Desarrollo. La laguna recibe los desechos originados por las actividades antropogénicas (aguas residuales, turismo, pesca).

En la **figura 1** se muestra la ubicación de la laguna y de las 3 estaciones de muestreo; en el **cuadro 1** se muestran las coordenadas.

Figura 1. Mapa de Laguna El Pino y Estaciones de muestreo.



Fuente: Google Earth (Consulta 4 de nov. 2014)

Cuadro 1. Ubicación de estaciones de muestreo

Estación	Coordenadas
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latitud 14° 20' 47" N</li> <li>• Longitud 90° 23' 36" O</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latitud 14° 20' 32" N</li> <li>• Longitud 90° 23' 28" O</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latitud 14° 20' 33" N</li> <li>• Longitud 90° 23' 39" O</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### METODOLOGÍA

El presente artículo expone el estudio de zooplancton en 3 estaciones, se estratificó a 0 m, 1 m y 3 m de profundidad cada estación, para ver la composición en la zona fótica; se realizaron 5 muestreos en un periodo de 4 meses, que inicia en noviembre del 2014 y finaliza en febrero del 2015. El

estudio se realizó en tres etapas: campo, laboratorio y gabinete.

➤ **Primera etapa**

Campo, etapa donde se visualizaron las condiciones ambientales y los sitios más adecuados para situar las 3 estaciones de muestreo, tomando en consideración que se desarrollaba una investigación del área planctónica.

En las 3 estaciones se tomaron muestras para los respectivos análisis, posteriormente se midió la transparencia y temperatura. Para este trabajo se tomaron 6 muestras en cada una de las 3 estaciones, 3 para zooplancton, las cuales fueron colocadas en recipientes con un recubrimiento de papel aluminio para eliminar el paso de luz solar y 3 para análisis de nutrientes.

La recolección de muestras de zooplancton en campo se dividió en dos partes; la parte superficial (0 m) de cada estación se utilizó una red de plancton de 75 micras, por medio de un método de filtrado, haciendo pasar 20 L de agua por la red y tomando el volumen de 50 ml del recolector de la red hasta concentrar una muestra de 1L. La segunda parte es la toma de muestras a profundidad de 1 y 3 metros, en cada estación se hizo por medio de un captador, el volumen de la muestra captada es de 1L. Todas las muestras fueron fijadas con 1 cm<sup>3</sup> de Lugol para preservar los organismos.

Las muestras para análisis de nutrientes fueron tomadas después de las de zooplancton, en estas muestras se realizó la medición de temperatura. Todas las muestras fueron colocadas en frascos de polietileno con capacidad de 1L, seguidamente almacenadas en un recipiente con hielo para preservar las condiciones de origen, hasta el momento que fueron analizadas.

En cada muestreo se ubicaron las estaciones por medio de un dispositivo GPS y se realizó el mismo procedimiento en todos.

➤ **Segunda etapa**

Laboratorio, esta etapa se dividió en dos partes: la primera implica un análisis sobre la cantidad de nutrientes que ingreso al cuerpo de agua; la segunda tuvo como objetivo realizar una identificación de las especies pertenecientes al zooplancton; posterior a la determinación, se realizó un conteo de la cantidad de organismos correspondiente a cada especie.

Los estudios de laboratorio correspondientes al análisis de nutrientes se realizaron en el laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria “Dra. Alba Tabarini Molina”, ERIS, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y los análisis de zooplancton se realizaron en el laboratorio de la División de Control Ambiental de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Amatitlán (AMSA).

➤ **Tercera etapa**

Gabinete, fue la última etapa y consistió en la tabulación de datos, generación de resultados finales y gráficas, los cuales permitieron realizar finalmente el análisis correspondiente.

**RESULTADOS**

Los cuadros del 2 al 6 muestran los resultados obtenidos en las 3 estaciones de muestreo y su respectiva estratificación, los cuales se explican por si solos.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de transparencia en las tres estaciones de muestreo; en el cuadro 3 los resultados de temperatura; en el cuadro 4 los resultados de nitratos; en el cuadro 5 los resultados de fosfatos; en el cuadro 6 los resultados de las especies determinadas y la cantidad de organismos de cada especie.

Como se indica en el Cuadro 6, los muestreos se iniciaron en el mes de noviembre 2014, finalizada la época de invierno, este mismo cuadro detalla las fechas de muestreo.

**Cuadro 2.** Resultados de Transparencia.

TRANSPARENCIA (m)						
Muestreo	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Media
E-1	1.85	2.25	3.35	5.55	2.55	3.11
E-2	1.60	2.65	4.45	2.90	3.65	3.05
E-3	1.95	2.95	3.90	3.00	3.05	2.97
Media	1.80	2.62	3.90	3.82	3.08	3.04

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3. Resultados de Temperatura.**

TEMPERATURA °C						
Muestreo	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Media
E1-0m	27.5	27.0	24.0	23.0	23.0	24.90
E1-1m	26.5	26.0	23.5	22.0	23.0	24.20
E1-3m	25.0	24.5	22.8	22.0	22.0	23.26
E2-0m	26.0	26.5	24.0	23.0	23.0	24.50
E2-1m	26.0	25.0	23.0	23.0	23.0	24.00

TEMPERATURA °C						
Muestreo	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Media
E2-3m	25.0	25.0	22.9	23.0	23.0	23.78
E3-0m	27.0	27.0	23.9	23.0	23.0	24.78
E3-1m	26.0	25.0	23.0	23.0	23.0	24.00
E3-3m	26.0	24.0	23.0	22.0	23.0	23.60
Media	26.11	25.56	23.34	22.67	22.89	24.11

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 4. Resultados de Nitratos.**

NITRATOS (mg/L)						
Muestreo	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Media
E1-0m	5.28	7.04	7.92	4.84	11.44	7.30
E1-1m	7.04	6.60	8.80	6.16	9.24	7.56
E1-3m	7.92	7.48	3.08	7.48	7.48	6.68
E2-0m	4.84	5.28	4.40	8.36	5.72	5.72
E2-1m	7.48	6.60	3.52	8.80	10.56	7.39
E2-3m	3.96	11.00	6.16	4.84	6.60	6.51
E3-0m	3.96	12.32	7.48	9.24	9.68	8.53
E3-1m	8.36	8.80	7.92	7.04	15.40	9.50
E3-3m	5.28	7.04	5.72	12.32	7.04	7.48
Media	6.01	8.02	6.11	7.68	9.24	7.41

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 5. Resultados de Fosfatos.**

FOSFATOS (mg/L)						
Muestreo	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Media
E1-0m	0.59	0.68	0.35	0.23	0.57	0.48
E1-1m	0.99	0.75	0.22	0.61	2.08	0.93
E1-3m	0.30	0.70	0.49	0.35	0.78	0.52
E2-0m	0.60	0.63	0.20	0.21	2.61	0.85
E2-1m	0.61	0.29	0.12	0.63	1.72	0.67
E2-3m	0.66	0.43	0.53	0.24	0.40	0.45
E3-0m	1.06	0.58	0.72	0.49	0.66	0.70
E3-1m	0.36	0.29	0.40	0.26	2.65	0.79
E3-3m	0.29	0.15	0.30	0.28	0.83	0.37
Media	0.61	0.50	0.37	0.37	1.37	0.64

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6. Resultados de Especies determinadas y Cantidad de organismos de cada especie (org/ml).**

Especie / (No Org/ml)	ESTACIÓN 1					ESTACIÓN 2					ESTACIÓN 3					
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	
<b>Fechas muestreo 3 Estaciones</b>						4/11/14	13/11/14	22/01/15	06/02/15	20/02/15						
<b>Protozoos</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>93</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>66</b>	
Ciliados	Halteria	0	0	0	0	7	21	0	0	0	13	0	0	0	0	53
	Holophya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Strobilidium	0	7	0	7	20	7	0	80	93	27	0	0	14	7	13
Lepnociclis salina	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Rotíferos</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>61</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Filinia		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hexarthra		0	7	0	0	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	

Especie / (No Org/ml)	ESTACIÓN 1					ESTACIÓN 2					ESTACIÓN 3				
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Fechas muestreo 3 Estaciones</b>						4/11/14	13/11/14	22/01/15	06/02/15	20/02/15					
Polyarthra	14	21	0	0	0	54	14	7	0	0	0	0	0	0	
<b>Crustáceos</b>															
<b>Cladóceros</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
Dhaphnia	7	0	0	7	0	47	0	0	7	7	0	0	13	0	0
Dhaphnosoma	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<b>Copépodos</b>	<b>21</b>	<b>87</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>128</b>	<b>74</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
Cyclopoida	Acanthocyclops														
	7	14	0	0	20	54	20	0	0	7	0	7	0	0	0
Calanoida	Diaptomus														
	7	26	14	0	0	34	20	0	0	0	20	7	0	0	0
	Larva nauplius														
	7	20	0	0	0	7	7	0	0	7	0	0	0	0	7
Ostrácodo	0	27	0	0	14	33	27	0	0	7	13	20	13	0	13

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La transparencia es un factor que incide en la producción primaria (fitoplancton) de forma directa, debido a que se utilizan los rayos solares para el proceso de fotosíntesis; en el caso de la producción secundaria (zooplancton), la transparencia incide en permitir que los microorganismos migren hacia la superficie, debido a que la ausencia de rayos solares no permite que los depredadores los puedan localizar.

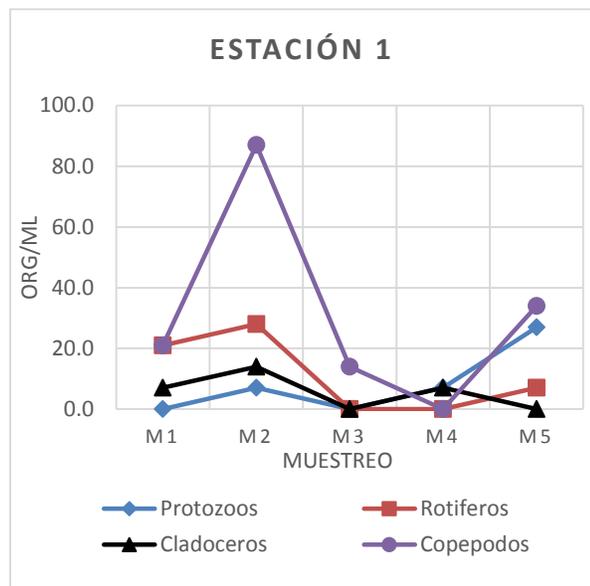
Se puede visualizar en los primeros 2 muestreos de cada estación realizados en el mes de noviembre 2014, que la transparencia es menor a 3 metros y es precisamente donde se registran las densidades más altas de zooplancton; el grupo de los copépodos mostró la densidad más alta, ya que alcanzaron una población de 128 org/ml; a medida que los valores de transparencia ascienden la población de estos últimos disminuye y da paso a los protozoos para aumentar su población hasta una densidad de 93 org/ml, como se evidencio en el muestreo 4 realizado en el mes de febrero 2015.

En el caso de la temperatura sucede algo similar a la transparencia; en los primeros 2 muestreos realizados en noviembre del 2014, se registran las temperaturas más altas entre 27.5 - 24.5 °C y simultáneamente se tienen las mayores densidades de copépodos; a medida que la temperatura se estabiliza en 23 °C, disminuye la población de zooplancton a excepción de los protozoos que

alcanzan una densidad de 66 org/ml como se pudo establecer en el muestreo 5.

Los valores de nitratos más altos se encuentran en las zonas más cercanas a la población y con mayor acceso a la laguna, el rango medio durante el estudio oscila entre 6.01 a 9.24 mg/l. En el caso de los fosfatos durante el estudio se tienen valores medios entre 0.61 a 1.37 mg/l, los cuales se incrementaron en el mes de febrero 2015 a valores superiores a 2 mg/l, lo que indica una contribución por alguna situación especial. Con los datos bajos de fosfatos se presume que la composición del fitoplancton tiene una baja cantidad de cianofitas, que da paso al dominio de otros grupos de fitoplancton, lo cual es positivo para el zooplancton, ya que se genera un mejor alimento y más abundante, indicando que el cuerpo de agua aún mantiene sus propiedades para equilibrar el ecosistema.

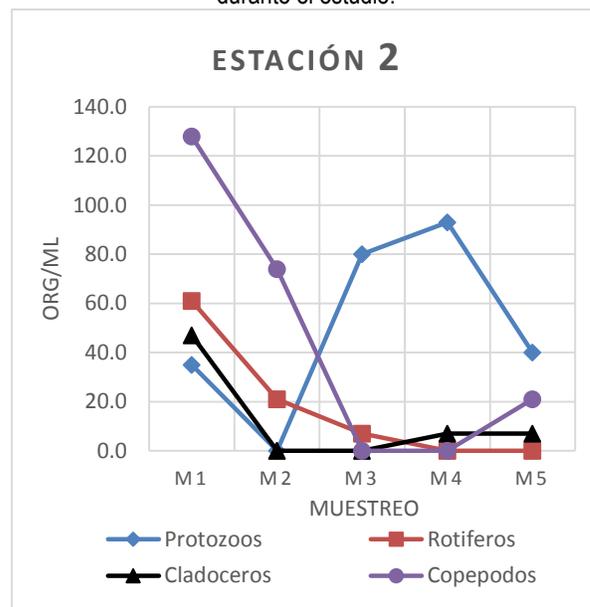
**Figura 2.** Comportamiento de zooplankton en Estación 1, durante el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 2** se observa como los copépodos alcanzan una densidad de 87 org/ml y durante el periodo de estudio se mantienen con valores por encima de los demás grupos; el grupo de los rotíferos da indicios de que la calidad de agua tiene cierta degradación, ya que hay poblaciones arriba de los 20 org/ml, a pesar que no son aguas con altas tasas de productividad; si este fuera el caso, sería el grupo dominante.

**Figura 3.** Comportamiento de zooplankton en Estación 2, durante el estudio.



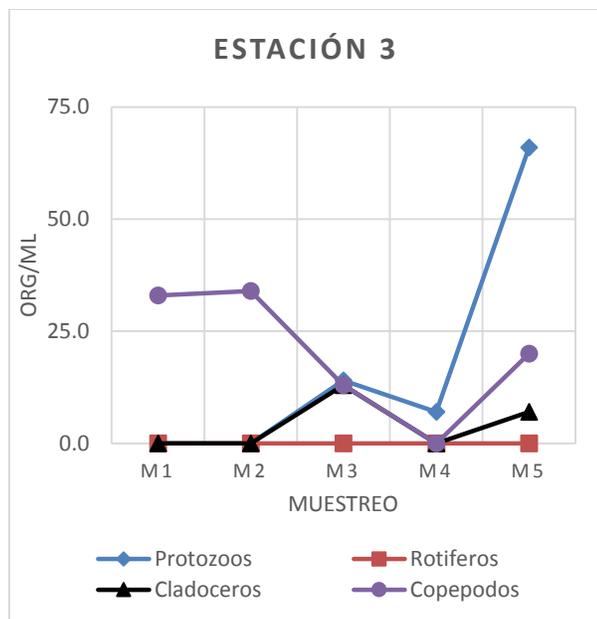
Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 3** se muestra el comportamiento del zooplankton en la estación 2. En el muestreo 1 los copépodos alcanzan la mayor densidad con 128 org/ml, en el muestreo 2 disminuye la población a 74 org/ml y en el muestreo 5 tuvieron 21 org/ml. Los rotíferos solo están presentes al inicio del estudio, en el muestreo 1 alcanza su mayor densidad con 61 org/ml, en el muestreo 2 desciende a 21 org/ml, en el muestreo 3 a 7 org/ml.

Los protozoos tienen un comportamiento diferente; a medida que avanzó el estudio aumentan sus poblaciones; en el muestreo 3 indican una población de 80 org/ml y en el muestreo 4 alcanzan su máxima densidad con 93 org/ml. La presencia tan elevada de protozoos indica que la calidad del agua está un poco más degradada debido a que algunas de sus poblaciones se desarrollan en aguas ricas en nutrientes.

Los cladóceros tienen su máxima densidad en el muestreo 1 con 47 org/ml compuestos únicamente por Daphnia, en los muestreo 4 y 5 se tiene una densidad de 7 org/ml.

**Figura 4.** Comportamiento de zooplancton en Estación 3, durante el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 4** se muestra el comportamiento de zooplancton en la estación 3. Los copépodos tienen densidades entre 34 y 13 org/ml entre el muestreo 1 y 3. En el muestreo 5 solamente tienen una densidad de 20 org/ml. Los protozoos al inicio del estudio no tienen presencia, pero hacia el final del mismo alcanzan una población de 66 org/ml. Se hace notar que mientras hay dominio de copépodos los protozoos están ausentes y a medida que la población de uno decrece la del otro aumenta. Los cladóceros están presentes en los muestreos 3 y 5 con densidades de 13 y 7 org/ml respectivamente. Los rotíferos están ausentes en esta estación durante todo el estudio.

El zooplancton es afectado indirectamente por el ingreso de nutrientes, estos como consecuencia producen una variación en las propiedades físico-químicas y en la composición del fitoplancton de un cuerpo de agua.

De acuerdo con el estudio “Determinación de plancton en la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa” realizado en Junio 2015, donde se toman en cuenta el estado trófico en el cual las comunidades plantónicas se pueden desarrollar, se cataloga al cuerpo de agua como mesotrófico con una inclinación al deterioro, con un reducido número de

especies de cianofitas que forman al fitoplancton con un 8% del total, lo que es positivo para el zooplancton debido a que tiene más diversidad alimentaria.

El plancton animal tiene una dieta compuesta principalmente por algas de diferente tamaño, por lo que dependen de la abundancia y la calidad del fitoplancton. Se resisten a ingerir especies de cianofitas.

### CONCLUSIONES

Los copépodos es el grupo dominante, ya que alcanzan densidades de 128 org/ml donde la especie más frecuente durante el estudio es *Acanthocyclops Vernalis* con 54 org/ml. La presencia y dominio de las especies que forman los copépodos se debe a que el agua de la Laguna El Pino es de buena calidad, debido a que estos organismos son susceptibles a cambios por contaminación.

La presencia de copépodos es un claro indicativo que el cuerpo de agua tiene una composición de fitoplancton bajo en cianofitas, corroborada por los bajos niveles de fosfatos menores a 1mg/l.

La presencia de rotíferos como la *Polyarthra* con una densidad de 54 org/ml, acompañada de la presencia intermitente de *Hexarthra* indica degradación del cuerpo de agua, ya que estos se desarrollan mejor en aguas donde hay gran presencia de bacterias y cianofitas, es decir en aguas más productivas.

La *Daphnia* es un cladóceros presente en la Laguna El Pino con una densidad máxima de 54 org/ml, con mayor tolerancia a la contaminación en el agua, pero incapaz de adaptarse en aguas eutróficas.

Los estudios complementarios al zooplancton tuvieron valores promedio de 3.04 m de transparencia, 24.11 °C de temperatura, 7.41 mg/l de nitratos y 0.64 mg/l de fosfatos, durante el estudio.

El *Strobilidium* es un protozoo que se desarrolla en aguas productivas, al tener densidades máximas de 93 org/ml manifiesta una situación especial como un aporte de nutrientes previo a los días de muestreo en la Laguna el Pino, debido a que se tienen otras especies que no se pueden desarrollar en aguas con alta productividad.

## RECOMENDACIONES

Esta investigación fue realizada en los meses de noviembre del 2014 a febrero 2015, tiempo en cual no se pudo apreciar integralmente el comportamiento del zooplancton, por lo cual, se recomienda complementar la investigación con un estudio que permita apreciar el comportamiento en los meses de marzo a octubre.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial al asesor de esta investigación MSc. Ing. Zenón Much, al personal de la División de Control Ambiental de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Amatitlán (AMSA) y a todo el personal docente y administrativo de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS).

## BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA and WPCF. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18 ed. U.S.A.: APHA, AWWA, WEF. 400 p.

ARMENGO, X. (1995). *Caracterización del zooplancton de la zona sur del parque natural del Hondo (Alicante)*. Valencia, España: Departamento de Microbiología y Ecología. Universidad de Valencia. 15 p.

CASTAÑEDA C. (1995). *Sistemas Lacustres de Guatemala, Recursos que mueren*. Guatemala: Editorial Universitaria. USAC, 190 p.

COMITE DE LIMNOLOGÍA DE CHILE. (1985). *Boletín informativo limnológico*. Valdivia: Instituto de zoología Facultad de Ciencias y Dirección de Extensión de la Universidad Austral de Chile. 112 p.

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA, GENÉTICA Y EVOLUCIÓN. (2006). *Limnología*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. 251 p.

DUARTE, J. (2014). "Caracterización fisicoquímica del agua de la Laguna El Pino, ubicada entre los municipios de Barberena y Santa Cruz Naranjo del departamento de Santa Rosa, de la República de Guatemala". Estudio Especial de Maestría en Ciencias de Ingeniería Sanitaria. Universidad de San

Carlos de Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). 189 p.

GÓMEZ, J. (2002). *Composición, abundancia y calidad de agua en un micro-reservorio en el estado de Morelos*. México: UNAM. 14p.

MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Omega. 1008 p.

MORALES, A. *Caracterización del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla de Coco (ACMIC), océano Pacífico de Costa Rica*. Costa Rica. Centro de investigaciones del mar y Limnología (CIAMR) y Escuela de Biología. 2008. 12 p.

MUCH SANTOS, Z. (2013). *Manual de prácticas de laboratorio química y microbiología sanitaria*. Guatemala: ERIS- USAC. 11 p.

RODRÍGUEZ, E., et al. (2008). *Manual práctico para el estudio de grupos bioindicadores en fangos activos*. España: Grupo de Bioindicación de Sevilla. 220 p.

VIGNATI, A; ECHANIZ, S., & MARTIN, M. (2007). *Zooplancton de tres lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida Pampeana (Argentina)*. Facultad de Ciencias exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa. Argentina. 15 p.

WETZEL, R. (1981). *Limnología*. Barcelona, España: Omega. 679 p.