

Cultivo de Tilapias y especies de fitoplancton asociadas a la acuicultura de Tilapias

Hernández Carmen; Martínez Evenor^{**}; Díaz Guillermo^{**} y Prieto Haymenrique^{***}

* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León)
Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias
e-mail: carisa584@gmail.com

** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León)
Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias

*** Shallman Seadjoy-Laboratorio

Recibido: 1/04/2016

Aceptado: 18/06/2016

Resumen

La necesidad de conocer como fluctúan las concentraciones de microalgas en cultivos de tilapias es crucial ya que estos animales son en su mayoría herbívoros y las microalgas representan parte principal de su dieta. Por ello se buscó identificar y clasificar, la diversidad de especies de fitoplancton asociadas al cultivo de Tilapias. Las muestras del fitoplancton se identificaron a nivel de género y se estimó la densidad poblacional (Cel/ml). Durante el periodo de estudio la comunidad de fitoplancton estuvo representada por las siguientes divisiones taxonómicas que son: clorofitas, Diatomeas, Cianofitas, sin encontrarse Dinoflagelados, sobresaliendo las especies de clorofitas en todos los muestreos. Se utilizaron 3 estanques de cultivos, las muestras se tomaron cada 4 días entre las 11 am y la 1 pm. Los resultados obtenidos en la investigación son los siguientes: en el estanque 1 se encontró que el nivel de Oxígeno oscilaba entre 1.1mg/L y 4.7 mg/L, en el estanque 2 entre 1.16 mg/L y 3.8 mg/L y el estanque 3 entre 1.15 mg/L y 3.6 mg/L. En cuanto a temperatura en el estanque 1, una fluctuación entre 28,4 °C y los 33.6 °C, el estanque 2, entre 27, 5 °C y los 33.3 °C, para el estanque 3, entre los 28 °C y los 33.4 °C, en cuanto a pH, el estanque 1 registró un pH de 7.8 y 10.6, para el estanque 2 de 7.2 y 11 presentando el valor más alto entre cada uno de los estanques, para el estanque 3 de 7.8 y 10,3. El mayor crecimiento de algas estuvo en el estanque 2 con un total de 165,000 Cel./ml, seguido por el estanque 1 con un total de 157,500 cel./ml y el estanque 3 con 152,500 cel./ml.

Palabras claves: Fitoplancton, conteo, Tilapia.

Abstract

The need to know how the concentrations of microalgae fluctuate in tilapia cultures is crucial since these animals are mostly herbivores and microalgae represent a main part of their diet. For this reason, we sought to identify and classify the diversity of phytoplankton species associated with the cultivation of Tilapia. Phytoplankton samples were identified at the gender level and the population density (Cel / ml) was estimated. During the study period, the phytoplankton community was represented by the following taxonomic divisions, which are: chlorophytes, diatoms, cyanophytes, without Dinoflagellates being found, with the chlorophyte species standing out in all the samplings. 3 culture ponds were used, samples were taken every 4 days between 11 am and 1 pm. The results obtained in the investigation are the following: in tank 1 it was found that the oxygen level oscillated between 1.1mg / L and 4.7 mg / L, in tank 2 between 1.16 mg / L and 3.8 mg / L and the tank 3 between 1.15 mg / L and 3.6 mg / L. Regarding temperature in pond 1, a fluctuation between 28.4 ° C and 33.6 ° C, pond 2, between 27, 5 ° C and 33.3 ° C, for pond 3, between 28 ° C and at 33.4 ° C, in terms of pH, pond 1 registered a pH of 7.8 and 10.6, for pond 2 of 7.2 and 11 presenting the highest value between each of the ponds, for pond 3 of 7.8 and 10, 3. The highest algae growth was in pond 2 with a total of 165,000 cel./ml, followed by pond 1 with a total of 157,500 cel./ml and pond 3 with 152,500 cel./ml.

Keywords: Phytoplankton, counting, Tilapia.

INTRODUCCIÓN

Las microalgas son esenciales en los ecosistemas acuáticos al ser la base de la cadena alimentaria, son además productoras de más del 40% de oxígeno en la atmósfera, y captadoras de desechos nitrogenados en los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, la acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el ser humano para incrementar la producción de alimento y el desarrollo económico sostenible, además que se presenta como una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos, dentro de la rama de la acuicultura, las Tilapias poseen buena demanda en el mercado internacional, el fitoplancton es uno de los factores claves del cultivo, al ser uno de los principales métodos de alimentación en las Tilapias, no se ha prestado la atención necesaria que permita valorar la importancia del fitoplancton dentro de la cadena de producción, por ello esta investigación consiste en elaborar y conocer las especies de fitoplancton asociado a la acuicultura de Tilapia.

El fitoplancton en los ecosistemas acuáticos se encarga de la producción de oxígeno además formar parte de la dieta de las especies que son cultivadas en acuicultura, haciendo que los costos de producción disminuyan, es importante resaltar que las microalgas tienen nutrientes que el alimento peletizado aún no ha podido sintetizar.

Con este estudio se podrá conocer las especies de fitoplancton que están asociadas al cultivo de tilapias, teniendo en cuenta que sus cargas proteicas permiten disminuir la dieta artificial y a su vez disminuir los costos de producción, siendo así accesible este rubro para los pequeños productores, para ello se monitoreó las variaciones de los factores Físicos y Químicos (Oxígeno, temperatura y pH); se identificaron las especies de fitoplancton asociadas al cultivo de tilapias presentes en las muestras de agua obtenidas y se determinó la importancia ecológica (índice de riqueza de especies, índice de diversidad), del fitoplancton encontrado en los estanques donde se cultivan Tilapias.

MATERIAL Y MÉTODO.

El estudio se realizó en La finca El Pegón que se encuentra ubicada del empalme La Ceiba 800 m al este, León-Nicaragua. Este estudio es experimental de corte transversal.

La fuente de agua se encuentra a una distancia de 200 m del área experimental proveniente de un pozo de 30 m, el agua se extrae con una bomba centrífuga marca: FAIRBANKS MORSE, de tipo KZKE, modelo: F377823 con una fuerza de empuje de 50 hp.

El estudio se realizó durante 42 días, tiempo en el cual se tomaron muestras de agua de 3 estanques cultivados con tilapia, para la identificación y conteo de las especies de fitoplancton, también se tomaron parámetros físicos y químicos de los estanques en cultivo: Oxígeno Disuelto, Temperatura y pH.

Conteo e identificación de fitoplancton.

Para tomar las muestras se utilizó un tubo de pvc de 2" diámetro × 1 m de largo y una pelota de esponja, este se introdujo para tomar muestra de agua del estanque, luego se depositó en un balde para homogenizar las muestras, esta no debía de exponerse al sol, se pasó el agua a probetas con capacidad de 250 ml, aplicando 1.5 ml de lugol, se dejó reposar durante un periodo de 18 a 24 horas, después de ese tiempo se sacó una muestra y se depositó en un beaker de 50 ml y se procedió al conteo en la cámara Neubauer; en esta cámara se contaron los organismos menores de 25 µm y bacterias filamentosas. Es recomendable hacer dos conteos por estanque utilizando esta cámara ya que el promedio de estos conteos será un dato más real. (Flores-Higuera, F 2007)

Para realizar el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ total de microalgas} = \frac{n^{\circ} \text{ de algas contabilizadas} * 10000}{4 (\text{numero de cuadrantes})}$$

Para la identificación de especies de fitoplancton se tomó fotografías, luego se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas (Fotografías y claves de identificación) se procedió a su identificación. Se usaron catálogos de Microalgas editados por López O. (2011). Atlas de Microorganismos de agua dulce editado por Novelo, (2011) además de Manual de fitoplancton (Hernández, 2014).

Índice de diversidad e índice de riqueza

Se caracterizaron ecológicamente las comunidades de fitoplancton mediante El índice de Shannon o índice de diversidad. Éste expresa el grado de uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies que se presentan en la muestra.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Prueba de confiabilidad de los resultados.

Los datos se recopilaron en la bitácora de Microsoft Excel donde se realizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, y las gráficas de los factores físicos y químicos, y el conteo total de las poblaciones de fitoplancton.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según Martínez (2006) el rango óptimo de oxígeno es de 5-9 mg/L, para el cultivo de peces como la Tilapias, el estudio presentó variaciones entre 4.7 mg/L en el 1 día y la más baja fue 1.1 mg/L por debajo de los rangos óptimos para el crecimiento en el día 20, en el estanque 1, el valor más alto fue de 4.7 mg/L (día 1), y el más bajo fue de 1.16 mg/L en el día 20, para el estanque 3 el más alto fue 3.6 mg/L (día 12) y el más bajo fue 1.15 mg/L (día 22). (Figura N° 1)

Tomando como referencia lo descrito por Martínez (2006) el cultivo estuvo por debajo de los rangos óptimos en muchas ocasiones.

Por otro lado, las microalgas no tienen un rango óptimo de oxígeno ya que ellos son los encargados de producirlo en los ecosistemas acuáticos, por lo que este parámetro no ejerció ningún efecto sobre la diversidad de especies en el cultivo.

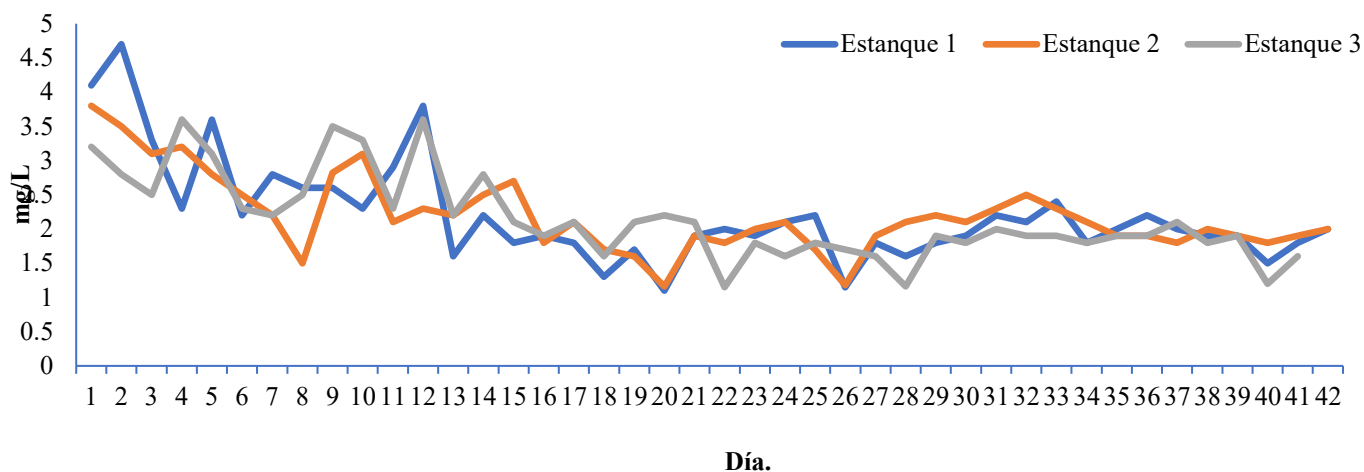


Figura N°1. Dinámica de Oxígeno Disuelto en el crecimiento de microalgas

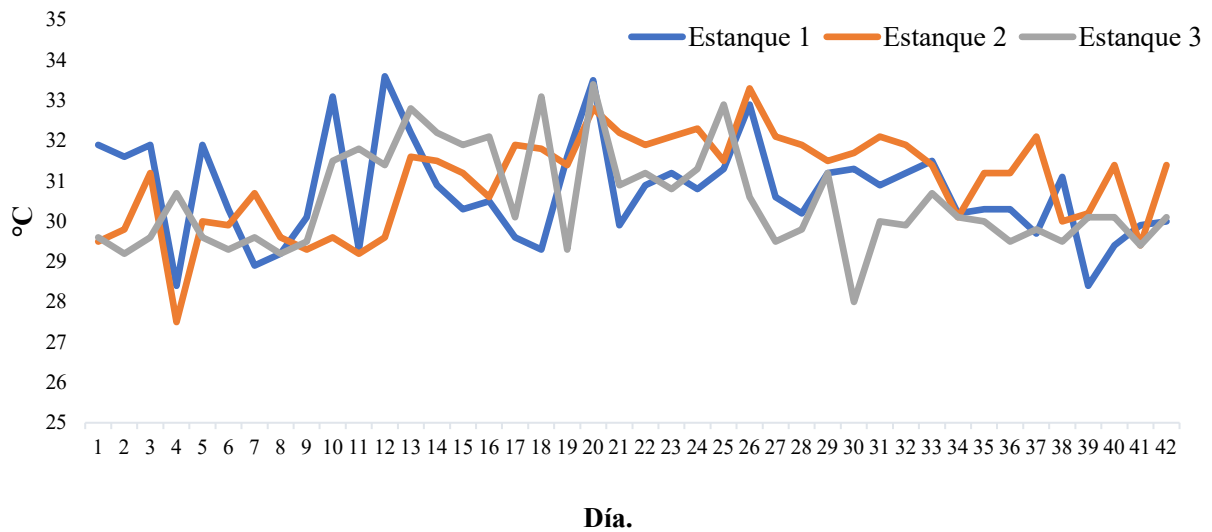


Figura N°2. Dinámica de Temperatura en el crecimiento de microalgas.

En la figura N°2 la temperatura del agua de los 3 estanques donde se realizaron los muestreos se observó que había una oscilación entre los 27.5 y los 33.6 °C, para el caso del estanque 1 la temperatura siempre tuvo una fluctuación entre los 28.4 y los 33.6 °C; el estanque 2 registro temperatura que variaban entre los 27.5 y los 33.3 °C; para el estanque 3 la oscilación de la temperatura entre los 28 y los 33.4 °C.

Según Lara, et al. (1996) la temperatura óptima para el crecimiento de microalgas varía en un intervalo que va desde 25 °C a los 34 °C, por lo que se considera que la temperatura no fue un limitante para el desarrollo de las microalgas durante el cultivo.

Según Martínez (2006) el rango óptimo para el cultivo de tilapias es de 28-32 °C, cuando disminuye a los 15 °C los peces dejan de alimentarse y cuando baja a menos de 12 °C no viven mucho tiempo. Durante los meses fríos los peces dejan de generar biomasa porque el consumo de alimento disminuye. Cuando la temperatura es mayor a 30 °C los peces consumen más oxígeno. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11 °C, por lo cual la temperatura tampoco fue un elemento limitante del crecimiento de las tilapias en cultivo.

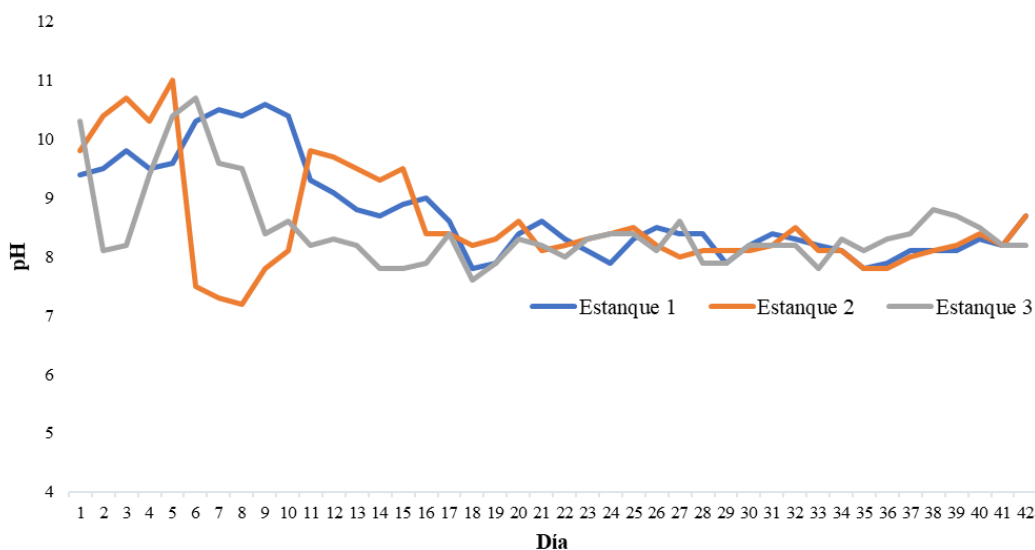


Figura N° 3. Dinámica de pH en el crecimiento de microalgas



Según Günther (2004), la tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5; un alto valor de pH (de 10 durante las tardes) no las afecta y el límite, aparentemente, es de 11. Con valores de 6.5 a 9 se tienen condiciones para el cultivo.

El pH que se registró en el agua de cada uno de los estanques fluctuaban en el estanque 1 entre 7.8 y 10.6; para el estanque 2 entre 7.2 y 11 presentando el valor más alto entre cada uno de los estanques, para el estanque 3 la variación de pH fue 7.8 y 10.3.

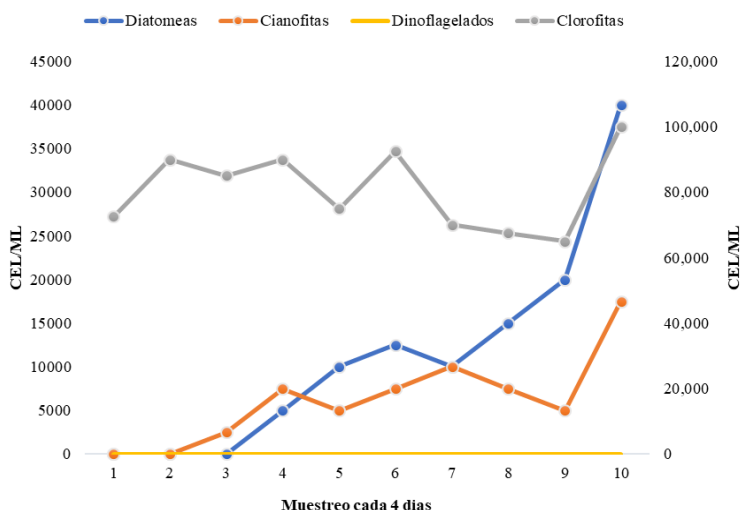


Figura N° 4 Dinámica de poblaciones de fitoplancton registradas en el estanque 1

Según Martínez et al (2009): Menciona que el pH varía entre 6.5 - 8.5 para el óptimo crecimiento de las microalgas. Sin embargo, cada especie tiene requerimientos ambientales diferentes existen especies como el *Acthynoticus* que puede sobrevivir a pH superiores a 11. (Hernández, 2014)

Monroy-Dosta et-al (2013) en su estudio sobre biofloc indica que la variación de las microalgas dependerá mucho del tipo de cultivo que se este empleando en el caso de cultivos de Tilapias predominan en su mayoría Clorofitas (figuras N°4, 5 y 6), seguidos por las diatomeas y por último las Cianofitas que su presencia u ausencia dependerán más de las técnicas utilizadas para manejar el agua del cultivo y de la temporada del año en que se realice el cultivo.

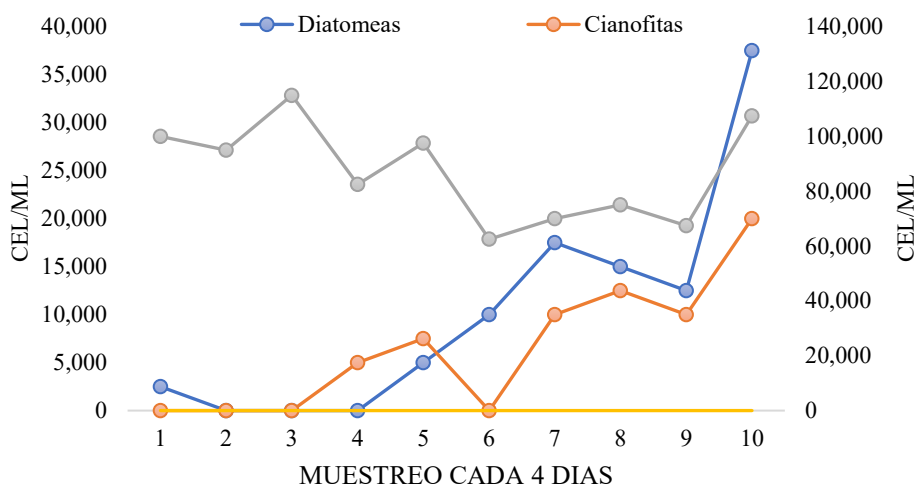


Figura N°5. Dinámica de poblaciones de fitoplancton registradas en el estanque 2.

Según Treece (1994), las densidades deseables de microalgas varían en el caso de Diatomeas pueden ir desde 20,000 cel/ml a más; las Cianofitas deben alcanzar una población máxima de 40,000 cel/ml, las clorofitas por encima de las 50,000 Cel./ml.

Por lo antes expuesto, se concluye que la cantidad de diatomeas encontradas no son similares a las reportadas por el autor antes señalado, sin embargo no representaron un problema en el cultivo. Para el caso de las, clorofitas y Cianofitas se encuentran en las cantidades adecuadas y no afectaron a los organismos en cultivo.

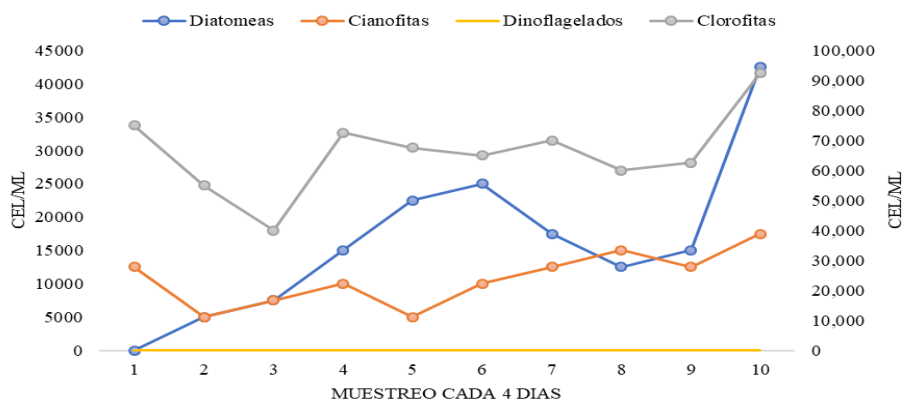


Figura N°6. Dinámica de poblaciones de fitoplancton registradas en el estanque 3.

Según Treece (1994), las densidades deseables de microalgas varían en el caso de Diatomeas pueden ir desde 20,000 cel/ml a más; las Cianofitas deben alcanzar una población máxima de 40,000 cel/ml, las clorofitas por encima de las 50,000 Cel./ml.

En la figura N°6 se puede observar que las Clorofitas, Cianofitas y Diatomeas, estuvieron por debajo del máximo permitido sin generar efectos negativos en el cultivo.

Tabla N°1. Índice de Riqueza y Diversidad de especies

N°	Especies.	<i>Estanque 1</i>			<i>Estanque 2</i>			<i>Estanque 3</i>		
		Cantidad	Pi	H'	Cantidad	Pi	H'	Cantidad	Pi	H'
1	<i>Spirulina Platensis</i>	2	0.0317	-0.1580	4	0.0606	-0.245	2	0.0328	-0.1617
2	<i>Oscillatoria Princeps</i>	3	0.0476	-0.2092	2	0.0303	-0.153	3	0.0492	-0.2137
3	<i>Oscillatoria Corallinae</i>	2	0.0317	-0.1580	2	0.0303	-0.153	2	0.0328	-0.1617
4	<i>Volvox Aereus</i>	9	0.1429	-0.4011	8	0.1212	-0.369	7	0.1148	-0.3584
5	<i>Oocystis solitaria</i>	2	0.0317	-0.1580	2	0.0303	-0.153	1	0.0164	-0.0972
6	<i>Chlorella Vulgaris</i>	12	0.1905	-0.4557	13	0.1970	-0.462	11	0.1803	-0.4456
7	<i>Chlorella Skoriniana</i>	17	0.2698	-0.5100	20	0.3030	-0.522	18	0.2951	-0.5196
8	<i>Chaetocero Pendulus</i>	2	0.0317	-0.1580	2	0.0303	-0.153	4	0.0656	-0.2578
9	<i>Skeletonema Tropicum</i>	2	0.0317	-0.1580	1	0.0152	-0.092	3	0.0492	-0.2137
10	<i>Navicula Trivialis</i>	4	0.0635	-0.2525	3	0.0455	-0.203	2	0.0328	-0.1617
11	<i>Gyrosigma Procerum</i>	3	0.0476	-0.2092	2	0.0303	-0.153	3	0.0492	-0.2137
12	<i>Rhizosolenia Alata</i>	2	0.0317	-0.1580	2	0.0303	-0.153	2	0.0328	-0.1617
13	<i>Skeletonema Costatum</i>	1	0.0159	-0.0949	3	0.0455	-0.203	1	0.0164	-0.0972
14	<i>Coscinodiscus Radiatus</i>	1	0.0159	-0.0949	1	0.0152	-0.092	1	0.0164	-0.0972
15	<i>Amphora Arenicola</i>	1	0.0159	-0.0949	1	0.0152	-0.092	1	0.0164	-0.0972
Total.		63		3.2702	66		3.195	61		3.2581

La riqueza de especies está determinada por la cantidad de especies encontradas y la variedad de estas. Como se puede observar en la tabla 2 el estanque que presenta mayor índice de riqueza es el estanque 1, con un valor por encima de 3, en el cual Moreno (2001) nos dice que Si $H' = 0$, solamente cuando hay una sola especie en la muestra y H' es máxima cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5.

Entre los valores encontrados de índice de riqueza por estanque podemos decir que para el estanque 1 el índice es 3.2702, para el estanque 2 es de 3.195, y para el estanque 3 es 3.2581

Según Hernández (2014), el índice de Diversidad, entre más alto más diverso en el ecosistema, el rango óptimo de diversidad se encuentra entre 2 y 3, índices por debajo de dos indican una población muy poco diversa y por encima de tres muy diversa.

CONCLUSIONES

En cuanto a los parámetros físicos y químicos se puede concluir que tanto, la temperatura y el pH, se encontraban en intervalos con valores óptimos para el crecimiento de fitoplancton y el cultivo de tilapias en cada uno de los estanques, el oxígeno estuvo fuera del intervalo óptimo para crecimiento de tilapias acercándose a valores críticos en cada uno de los tres estanques, sin embargo este factor no ejerce ningún efecto en el crecimiento de las microalgas.

Se encontraron 3 de los grupos de fitoplancton, la Clorofitas se presentaron en mayor cantidad entre las clorofitas se encontraron las siguientes especies: *Chlorella*, *Vulgaris*, *Chlorella Skoriniana*, *Volvox aereus*, *Oocystis solitaria*; luego el grupo de las diatomeas en las que se encontraron más especies pero en menor cantidad que las antes descritas entre estas están las siguientes: *Skeletonema Tropicum*, *Skeletonema Costatum*, *Chaetoceros Pendulus*, *navícula triviales*, *Gyrosigma Procerum*, *Rhizosolenia Alata*, *Coscinodiscus Radiatus* y *Amphora arenicola*; y por último el grupo de las cianofitas en el que se encontraron las siguientes especies: *Spirulina Platensis*, *Oscillatoria prínceps*, y *Oscillatoria Corallinae*.

En cuanto a la dinámica de cada uno de los grupos encontrados de fitoplancton se puede concluir que se mantuvieron entre los intervalos óptimos, por lo tanto, el agua de cultivo es apta para el cultivo de organismos acuáticos en el caso de *tilapia sp*.

El índice de diversidad de Shannon-Weiner, permite concluir que la diversidad de las especies es alta por los que esta se encuentra arriba del intervalo tres siendo su valor máximo cinco.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dulanto Ramos, L. S. (2011). Diseño de un sistema de monitoreo remoto de parámetros ambientales críticos de la planta piloto de acuicultura de la PUCP.
- Flores-Higuera, F (2007) Protocolo para la toma de muestra de fitoplancton en las unidades de producción de moluscos bivalvos de baja california sur, su fijación para la observación en campo y envío a La Paz. Comited de Sanidad Acuícola de Baja California Sur.
- Günther, J., & Jiménez-Montealegre, R. (2004). Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. *Revista de biología tropical*, 52(4), 937-943.
- Guiry, M.D. and Guiry, G.M. (2011) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Ireland. (En línea). Consultado el 21 de Agosto de 2015. Disponible en : <http://www.algaebase.org>.
- Vega-Villasante, F., del Carmen Cortés-Lara, M., Zúñiga-Medina, L. M., Jaime-Ceballos, B., Galindo-López, J., Basto-Rosales, M. E. R., & Nolasco-Soria, H. (2010). Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala, alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México?-Small-scale culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*), alimentary alternative for rural and peri-urban families in Mexico?. *REDVET*.
- Herrera Sirias, C. (2012). Calidad de Agua, Ingeniería Acuícola, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, LEON-NICARAGUA., folleto de Curso de Calidad de agua 2012.Pág. 8. (En línea). Consultado el 21 de Agosto de 2015 Disponible en:<https://docs.google.com/file/d/0B26D1eFiWs9AY1h1WTV1d2VKcDQ/edit>
- Hernández, R. C. (2014) Manual de fitoplancton. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León)
- López Osorio, R. (2011). Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed Dimar, Serie de Publicaciones Especiales CIOH Vol 5. Cartagena de Indias, Colombia. Pág. 135 (Consultado en Septiembre 4 de 2015) Disponible en:
<http://www.cioh.org.co/files/Doc/Fitoplancton2012.pdf>
- Martínez E y Herrera C. (2012). Folleto Guía para el componente curricular calidad de agua en estanques acuícolas. UNAN-León, Nicaragua. Pág.1-28. (en línea). Consultado el 21 de Agosto de 2015. Disponible en:
https://www.google.com/nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAAahUKEwjtauCxIbGAhVCI6wKHTtWAJ4&url=http%3A%2F%2Frevista.unanleon.edu.ni%2Findex.php%2Funiversitas%2Farticle%2Fdownload%2F72%2Fpdf_7&ei=-l4VaPMIsLGsAW7rIHwCA&usq=AFQjCNF_sdeYgVyDyQqUMwUYZ5ZyuwxM9w&sig2=pOov5jzGoJ4Vll3h0TO6mQ
- Martínez, M. A. S. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. Nicaragua, BIDEAUSAID, p15.
- Martínez Gonzales, E. Herrera Sirias, Claudia y Ortega, Salvador. (2009). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de Biología. Manual de fitoplancton en aguas marinas y estuarinas. León, Nicaragua.
- Monroy-Dosta, M. D. C., Lara-Andrade, D., Castro-Mejía, J., Castro-Mejía, G., & Coelho-Emerenciano, M. G. (2013). Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(3), 511-520.
- NICOVITA. (2002). Manual de crianza de Tilapia. (En línea). Consultado 23 abril 2012. Disponible en:
<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

- Novelo, E. (2012). Chlorophyta. Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. Fascículo 94:1-86. Pág. 14-28 (Agosto 21 de 2015) Disponible en: <http://www.ib.unam.mx/m/revista/pdfs/06.-1256.pdf>
- Novelo, E. y R. Tavera. (2011). Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica* 21:333-341. Pág. 23-32 (Agosto 21 de 2015) Disponible en: http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet? f=10&pident_articulo=90372260&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=91&ty=128&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=91v85nSupl.1a90372260pdf001.pdf
- Novelo, E., R. Tavera y C. Ibarra. (2007). Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico. *J. Cramer, Stuttgart*. pág 136. (Agosto 21 de 2015) Disponible en: http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet? f=10&pident_articulo=90372260&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=91&ty=128&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=91v85nSupl.1a90372260pdf001.pdf
- Pla, Laura, (2006). «Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza». *Interciencia* 31 (8). ISSN 0378-1844. Consultado el 24 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
- Vaulot, D. (2006). *Phytoplankton*. eLS. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. <http://www.els.net> (doi: 10.1038/npg.els.0004306). (en línea). Consultado el 21 de Agosto de 2015. Disponible en: <http://www.elsevier.es/en-revista-revista-mexicana-biodiversidad-91-articulo-biodiversidad-del-fitoplancton-aguas-continentales-90372260>