

Red de Investigación Estudiantil de la Universidad del Zulia
Revista Venezolana de Investigación Estudiantil

REDIELUZ

Sembrando la investigación estudiantil

Vol. 10 N° 2

Julio - Diciembre 2020



ISSN: 2244-7334
Depósito Legal: pp201102ZU3769



VAC

Universidad del Zulia
Vicerrectorado Académico

VARIACIÓN DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA EN PISCINAS DE CULTIVO SEMI-INTENSIVO DE *Litopenaeus vannamei* EN EL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA

Variation of the phytoplanktonic community in pools of semi-intensive culture
of *Litopenaeus vannamei* in lake Maracaibo, Venezuela

Rosnely Martínez¹, Daniel Polanco-Marin^{1,2}, Roberta Mora², Jeny Reyes-Luján²

Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela²

Dirección de correspondencia: rosnelysmartinez@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar la variación de la comunidad fitoplanctónica en piscinas de cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Se determinaron las siguientes variables fisicoquímicas al agua: Salinidad, oxígeno disuelto (mg/L), pH, Temperatura (°C), transparencia (cm), amonio (mg/L), nitrato (mg/L), nitrito (mg/L) y fósforo (mg/L). Para el análisis del fitoplancton se colectaron muestras de agua, la densidad se determinó utilizando una cámara de un hematocitometro con rayado de Neubauer (Cél/ml) y la ubicación taxonomica se realizó hasta la categoría de género. Se identificaron tres grupos funcionales: Cyanobacteria, Heterokontophyta y Chlorophyta, distribuidos en 16 familias y 20 géneros, siendo Cyanobacteria y Heterokontophyta (diatomeas) los más numerosos por el número de géneros identificados. La abundancia relativa fue: cianobacterias (70,79%) > clorofitas (22,74%) > Heterokontophyta (6,47%). En relación con la densidad, las cianobacterias ($570,59 \pm 96,56$ Cél/ml) fueron las más dominantes, seguidas por las

clorofitas ($183,31 \pm 30,01$ Cél/ml) y las heterokontofitas ($52,17 \pm 7,54$ Cél/ml). La densidad total del fitoplancton se relacionó positivamente con el nitrato ($r = 0,522$, $p < 0,05$) y de forma negativa con la salinidad del agua ($r = -0,511$, $p < 0,05$). Las Cianobacterias ($r = 0,541$, $p < 0,05$) y clorofitas se relacionaron con el nitrato ($r = 0,619$, $p < 0,05$), las cianobacterias con la salinidad ($r = -0,557$, $p < 0,05$) y las heterokontofitas con la transparencia del agua ($r = -0,411$, $p < 0,05$). La densidad máxima del fitoplancton, se registró en julio y agosto, durante la época de lluvia, lo cual incrementa la presencia de cianobacterias. La elevada densidad fitoplanctónica es consistente con lo esperado en este tipo de ambientes, donde el aporte de nutrientes, especialmente nitratos, favorece su crecimiento.

Palabras clave: Abundancia, camarones, cianobacterias, microalgas.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the variation of the phytoplankton community in semi-intensive cultivation pools of *Litopenaeus vannamei* in

Lake Maracaibo, Venezuela. The following physico-chemical water variables were determined: Salinity, dissolved oxygen (mg / L), pH, Temperature (°C), transparency (cm), ammonium (mg / L), nitrate (mg / L), nitrite (mg / L) and phosphorus (mg / L). For the analysis of the phytoplankton, water samples were collected, the density was determined using a chamber of a hemacytometer with Neubauer lines (Cell / ml) and the taxonomic location was made up to the genus category. Three functional groups were identified: Cyanobacteria, Heterokontophyta and Chlorophyta, distributed in 16 families and 20 genera, with Cyanobacteria and Heterokontophyta (diatoms) being the most numerous by the number of identified genera. The relative abundance was: cyanobacteria (70,79%) > chlorophytes (22,74%) > Heterokontophyta (6,47%). In relation to density, cyanobacteria ($570,59 \pm 96,56$ Cél / ml) were the most dominant, followed by chlorophytes ($183,31 \pm 30,01$ Cell / ml) and heterokontophytes ($52,17 \pm 7,54$ Cell / ml). The total density of phytoplankton was positively related to nitrate ($r = 0,522$, $p < 0,05$) and negatively to water salinity ($r = -0,511$, $p < 0,05$). Cyanobacteria ($r = 0,541$, $p < 0,05$) and chlorophytes were related to nitrate ($r = 0,619$, $p < 0,05$), cyanobacteria with salinity ($r = -0,557$, $p < 0,05$) and heterokontophytes with water transparency ($r = -0,411$, $p < 0,05$). The maximum density of phytoplankton was recorded in July and August, during the rainy season, which increased the presence of cyanobacteria. The high phytoplankton density is consistent with what is expected in this type of environment, where the contribution of nutrients, especially nitrates, favors its growth.

Keywords: Abundance, shrimp, cyanobacteria, microalgae.

Recibido: 10-09-2020 Aceptado: 18-12-2020

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos acuáticos desempeñan un papel importante en la dinámica de las piscinas de cultivo de *Litopenaeus vannamei*, siendo las bacterias y el fitoplancton los de mayor influencia en la calidad del agua (Bonilla, 2002, Yang *et al.* 2019).

La composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica, modifica la concentración de nutrientes, niveles de oxígeno disuelto, y de contaminantes tóxicos, como el amonio. Además, su estructura puede ser modificada por el aporte adicional de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a través

del alimento balanceado aplicado a las piscinas, que al no ser consumido completamente por los camarones, se descompone e incorpora más nutrientes, aumentando el fitoplancton y disminuyendo la concentración del oxígeno disuelto (Boyd *et al.* 2001, Lemonnier *et al.* 2017).

El Sistema de Maracaibo, constituye el mayor reservorio de agua de Suramérica con salida al mar; sin embargo se encuentra expuesto a un elevado proceso de eutrofización ocasionado principalmente por el aporte de nutrientes en forma de nitrógeno y fósforo, que ocasiona afloramientos masivos de microalgas y disminución de la calidad del agua (Parra-Pardi *et al.* 1984, Rodríguez 2000, Torres *et al.* 2010, Rincon 2013). Las granjas camaroneras ubicadas en la porción oriental del Lago, utilizan esta agua para sus procesos acuícolas, y una vez dentro del sistema es sometida a diferentes procesos de enriquecimiento debido al aporte extra de nutrientes obtenido a través del alimento suministrado, aunado al metabolismo propio de los camarones. Sin embargo, a pesar de la importancia del fitoplancton para la calidad del agua en estos sistemas de cultivo, la mayoría de los trabajos realizados se limitan a reportes técnicos de difícil acceso. En este trabajo se analiza la variación de la comunidad fitoplanctónica en piscinas de cultivo semintensivo de *L. vannamei* en el Lago de Maracaibo, Venezuela, estudiando su composición y densidad durante un ciclo de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área y estaciones de muestreo

La Granja camaronera se ubica en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Venezuela ($10^{\circ}22'$ Lat N; $70^{\circ}34'$ Long O hasta $09^{\circ}35'$ Lat N y $71^{\circ}03'$ Long Oeste). El estudio se realizó durante un ciclo de cultivo entre la segunda semana de Junio 2017 hasta la segunda semana de septiembre 2017, abarcando un total de 90 días de muestreo. Se seleccionaron ocho puntos: el primero (E1) situado en el Lago, próximo a la entrada del sistema de cultivo. El segundo punto (E2) corresponde al canal elevado (bomba de entrada) que suministra el agua hacia las piscinas. El resto de los muestreos se realizaron en tres piscinas (P5, P15, P27) donde se ubicaron dos puntos en cada una; el primero en el canal que surte de agua a la piscina y el segundo en la salida de la misma (P5:E3 y E4, P15:E5 y E6, P27:E7 y E8).

Colección y procesamiento de las muestras

Las muestras de agua se tomaron semanalmente en horas de la mañana, en lo posible a la misma hora, a partir del tercer día de llenado de las piscinas y culminaron un día antes de que fueran cosechadas y vaciadas. En cada punto se midieron *In situ* y por triplicado las siguientes variables del agua: el pH (pHmetro, marca EcoSense, modelo pH10A), salinidad (salinometro de campo), temperatura (°C), el oxígeno disuelto en mg/L (oxímetro, YSI 550A) y la transparencia (disco Secchi) (APHA 2005). En el laboratorio se determinó el amonio (NH_4), nitrato (NO_3), nitrito (NO_2) y fósforo (P) (fotómetro marca YSI modelo 9500) (APHA 2005).

Para el análisis del fitoplancton se colectaron muestras de agua con botellas ámbar. La densidad se determinó utilizando una cámara de un hematocitometro con rayado de Neubauer (Cél/ml). La identificación del fitoplancton se realizó hasta la categoría de género, organizando cada uno dentro de los siguientes grupos funcionales: Clorophyta, Cyanobacteria y Heterokontophyta (Diatomeas). Los datos fueron organizados en una hoja de cálculo, creada en el programa Excel versión 2013 y analizados con el paquete estadístico Statistix versión 10.0 (Statistix versión 10.0, 2015). Con la finalidad de detectar diferencias ($p < 0,05$) en relación a la abundancia del fitoplancton y las variables fisicoquímicas entre las estaciones y semanas de muestreo, se empleó un ANOVA de una vía; y en los casos pertinentes una prueba *a posteriori* de Tukey. La correlación entre las variables antes mencionadas se analizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

RESULTADOS

Variables fisiocquímicas del agua

En las estaciones de muestreo la temperatura osciló entre 30,68 y 32,17°C ($31,37 \pm 0,02$ °C), mientras que salinidad vario entre 3 y 6 ($4,57 \pm 0,05$). El oxígeno disuelto presento las mayores

fluctuaciones entre 1,99 y 7,82 mg/L ($3,47 \pm 0,08$ mg/L). En relación con la transparencia del agua, solo se tomaron registros en las salidas de las piscinas ($34,52 \pm 0,51$ cm) con rangos entre 20 y 70 cm, siendo relativamente constante entre los puntos muestreados (Tabla 1). El comportamiento semanal de cada variable (sin la transparencia del agua), durante el ciclo evaluado fue el siguiente: La temperatura del agua permaneció relativamente constante en todos los puntos muestreados. La salinidad mostro un ligero incremento por encima de 5, en agosto. La variación del oxígeno disuelto fue similar en todas las semanas del ciclo, tanto en las estaciones del lago (E1), canal elevado (E2) y en los canales que surten a las piscinas (E3, E5 y E7); sin embargo en las estaciones E4, E6 y E8 se observó un incremento por encima de 8 mg/L durante las tres semanas de junio (1, 2 y 3). En los puntos E6 y E8 se registró una disminución drástica a partir de la semana 8 (julio), con el pico más bajo (1,30 mg/L) en la semana 9 (agosto). En las piscinas (E4, E6 y E8) la transparencia del agua disminuyo a partir de la última semana de julio (20 y 30 cm).

En relación con los nutrientes, las variaciones más importantes se observaron para el nitrato con rangos entre 0,17 hasta 9,40 mg/L ($3,52 \pm 0,17$ mg/L). El amonio vario entre 0,13 y 0,80 mg/L ($0,42 \pm 0,02$ mg/L), el nitrito fluctuó entre 0 y 0,26 mg/L ($0,05 \pm 0,005$ mg/L) y el fósforo entre 0,01 mg/L hasta 0,35 mg/L (Tabla 2). El comportamiento semanal durante el ciclo fue el siguiente: El nitrato fue mínimo en la primera semana de junio ($0,74 \pm 0,48$ mg/L) y máximo a finales de septiembre en la semana 13 ($5,35 \pm 0,66$ mg/L) ($g/ = 13$; $F = 19,89$; $p < 0,05$). En cuanto al fosforo, los valores mínimos se observaron en la semana 1 (junio) ($0,07 \pm 0,02$ mg/L) y los máximos en la semana 9 (agosto) del ciclo ($0,27 \pm 0,01$ mg/L) ($g/ = 8$; $F = 12,32$; $p < 0,05$). No se detectaron diferencias significativas entre las semanas para el amonio ($g/ = 6$; $F = 0,92$; $p > 0,05$) y el nitrito ($g/ = 13$; $F = 0,92$; $p > 0,05$).

Tabla 1. Variables físicas tomadas *In situ* en el sistema de cultivo de *Litopenaeus vannamei*.

Estación	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Transparencia (cm)	Salinidad
E1	(31,44 ± 0,04) ^{a,b} 30,00 – 33,00	(3,21 ± 0,06) ^b 2,10 – 4,80	SD	(4,42 ± 0,16) 3,00 – 5,00
E2	(31,41 ± 0,03) ^{a,b} 30,50 – 32,20	(3,25 ± 0,07) ^{a,b} 2 – 4,90	SD	(4,50 ± 0,14) 3,00 – 5,00
E3	(31,37 ± 0,05) ^{a,b} 30 – 32,80	(3,29 ± 0,07) ^{a,b} 2,00 – 5,00	(33,71 ± 1,17) 20,00 – 70,00	(4,67 ± 0,17) 3,00 – 6,00
E4	(31,27 ± 0,05) ^{a,b} 30 – 32,50	(4,37 ± 0,14) ^a 1,80 – 9,10	SD	(4,50 ± 0,16) 3,50 – 5,50
E5	(31,49 ± 0,04) ^a 30 – 32,50	(3,33 ± 0,05) ^b 2,00 – 5,00	(34,14 ± 0,95) 20,00 – 50,00	(4,67 ± 0,17) 3,00 – 6,00
E6	(31,13 ± 0,06) ^b 29,60 – 32,20	(3,71 ± 0,13) ^{a,b} 0,80 – 8,80	SD	(4,57 ± 0,12) 3,50 – 5,00
E7	(31,51 ± 0,04) ^a 30,30 – 32,60	(3,35 ± 0,05) ^{a,b} 2,20 – 4,80	(33,33 ± 0,98) 20,00 – 60,00	(4,60 ± 0,16) 3,00 – 5,50
E8	(31,24 ± 0,06) ^{a,b} 29,50 – 32,60	(3,24 ± 0,16) ^b 1,10 – 8,30	SD	(4,64 ± 0,14) 3,50 – 5,50
Promedio	(31,37 ± 0,02)	(3,47 ± 0,08)	(34,52 ± 0,51)	4,58
Min – Max	30,68–32,17	1,99–7,82	20,00–70,00	3,00–6,00

Entre paréntesis promedio y error estándar (EE). Valores mínimos -máximos. Super índices diferentes indican $p < 0,05$ para una prueba *a posteriori* de Tukey. SD: Sin datos

Fuente: Datos de la investigación (2017).

Tabla 2. Valores promedio de los nutrientes (mg/L) en el sistema de cultivo de *Litopenaeus vannamei*.

Estación	Amonio	Nitrato	Nitrito	Fósforo
E1	(0,39 ± 0,06) 0,20 – 0,66	(3,50 ± 0,48) 0,20 – 5,80	(0,04 ± 5,95 x10 ⁻³) ^{b,c,d} 0,01 – 0,08	(0,19 ± 0,02) ^a 0,04 – 0,35
E2	(0,37 ± 0,05) 0,16 – 0,56	(3,46 ± 0,50) 0,22 – 6,20	(0,03 ± 4,65 x10 ⁻³) ^{b,c,d} 0,01 – 0,06	(0,16 ± 0,02) ^{a,b} 0,02 – 0,30
E3	(0,35 ± 0,06) 0,13 – 0,53	(4,34 ± 0,11) 3,60 – 5,0	(0,01 ± 3,29 x10 ⁻³) ^d 0 – 0,04	(0,14 ± 0,01) ^{a,b} 0,09 – 0,26
E4	(0,60 ± 0,04) 0,43 – 0,80	(3,18 ± 0,45) 0,53 – 5,20	(0,07 ± 0,01) ^{b,c} 0,01 – 0,16	(0,07 ± 0,01) ^b 0,02 – 0,17
E5	(0,36 ± 0,06) 0,18 – 0,58	(3,52 ± 0,54) 0,17 – 8,0	(0,01 ± 3,74 x10 ⁻³) ^d 0 – 0,04	(0,08 ± 0,02) ^{a,b} 0,01 – 0,28
E6	(0,49 ± 0,04) 0,32 – 0,62	(3,30 ± 0,51) 0,32 – 6,4	(0,13 ± 0,01) ^a 0,05 – 0,26	(0,10 ± 0,02) ^{a,b} 0,02 – 0,26
E7	(0,40 ± 0,05) 0,22 – 0,59	(3,46 ± 0,56) 0,17 – 8,0	(0,02 ± 0,01) ^{c,d} 0 – 0,22	(0,11 ± 0,02) ^{a,b} 0,02 – 0,29
E8	(0,40 ± 0,06) 0,20 – 0,66	(3,39 ± 0,62) 0,26 – 9,4	(0,07 ± 0,01) ^b 0,02 – 0,15	(0,12 ± 0,02) ^{a,b} 0,03 – 0,31
Promedio	0,42	3,52 ± 0,17	0,05	0,13
Min–Max	0,13–0,80	0,17–9,40	0,00–0,26	0,01–0,35

Entre paréntesis promedio y error estándar (EE). Valores mínimos -máximos. Súper índices diferentes indican $p < 0,05$ para una prueba *a posteriori* de Tukey.

Fuente: Datos de la investigación (2017).

Comunidad fitoplanctónica

Se identificaron tres grupos funcionales: Cyanobacteria, Heterokontophyta y Chlorophyta, distribuidos en 16 familias y 20 géneros, siendo Cyanobacteria y Heterokontophyta (diatomeas) los más numerosos por el número de géneros identificados (siete) (Tabla 3). La densidad promedio fue $806,08 \pm 127,77$ Cél/ml con una variación entre 0 y 9906 Cél/ml. Se detectaron diferencias significativas en relación con la abundancia total entre las estaciones ($g/ = 7$; $F = 8,35$; $p < 0,05$), con valores mínimos en la E5 ($107,14 \pm 19,02$ Cél/ml) y máximos en la E6 ($2446,40 \pm 742,16$ Cél/ml) (Piscina 5) (Fig.1). No se detectaron diferencias sinificativas entre semanas ($g/ = 13$; $F = 1,39$; $p > 0,05$).

La abundancia relativa de los grupos funcionales fue: cianobacterias (70,79%) > clorofitas (22,74%) > Heterokontophyta (6,47%). En relación con la densidad, las cianobacterias ($570,59 \pm 96,56$ Cél/

ml) fueron el grupo funcional dominante, seguido por las clorofitas ($183,31 \pm 30,01$ Cél/ml) y las heterokontofitas (diatomeas) ($52,17 \pm 7,54$ Cél/ml). Las cianobacterias dominaron en las estaciones E6 ($1678,60 \pm 570,16$ Cél/ml), E8 ($1147,30 \pm 307,17$ Cél/ml) y E4 ($850,45 \pm 140,37$ Cél/ml) respectivamente (Fig.2). Con respecto a la variación semanal, en general se observa un comportamiento similar durante todo el ciclo de cultivo: En las estaciones que van desde el Lago (E1), canal elevado (E2) hasta los canales que surten a las piscinas (E3, E5, E7), la densidad fitoplanctónica de todos los grupos funcionales no sobrepasa las 1000 cel/ml. Sin embargo, en E4, E6, E8, la densidad incremento a partir de la sexta semana del ciclo (julio), siendo este patrón más marcado en la E6 donde las cianobacterias (7125 cel/ml) y clorofitas (2593,75cel/ml) fueron las más abundantes entre las semanas 10 y 11 (agosto).

Tabla 3. Ubicación taxonómica de los grupos funcionales de la comunidad fitoplanctónica

CYANOBACTERIA		
CYANOPHYCEAE	NOSTOCALES	SYNECHOCOCCALES
CHROOCOCCALES	PSEUDANABAENACEAE	PSEUDANABAENACEAE
MERISMOPEDIACEAE	<i>Spirulina</i>	<i>Pseudanabaena</i>
<i>Merismopedia</i>		
CHLOROCOCCALES	NOSTOCACEAE	CYANOBACTERIA sp.
COELASTRACEAE	<i>Anabaena</i>	
<i>Coelastrum</i>		
CHROOCOCCACEAE	OSCILLATORIACEAE	
<i>Microcystis</i>	<i>Oscillatoria</i>	
HETEROKONTOPHYTA		
COSKINODISCOPHYCEAE	BACILLARIOPHYCEAE	NAVICULALES
MELOSIRALES	CHAETOCEROTALES	DIPLONEIDACEAE
MELOSIRACEAE	CHAETOCEROTACEAE	<i>Diploneis</i>
<i>Melosira</i>	<i>Chaetoceros</i>	
NAVICULALES	TRICERATIALES	MASTOGLOIALES
DIPLONEIDACEAE	TRICERATIACEAE	ACHNANTHACEAE
<i>Diploneis</i>	<i>Triceratium</i>	<i>Achnanthes</i>
NITZSCHIACEAE		
<i>Nitzschia</i>		
CHLOROPHYTA		
CHLOROPHYCEAE	OOCYSTACEAE	
CHLOROCOCCALES	<i>Monoraphidium</i>	
SCENEDESMACEAE	<i>Oocystis</i>	
<i>Desmodesmus</i>	<i>Chlorella</i>	
<i>Scenedesmus</i>		

Fuente: Elaboración propia (2020).

La densidad total del fitoplancton se relaciono positivamente con el nitrato ($r = 0,522$, $p < 0,05$) y de forma negativa con la salinidad del agua ($r = -0,511$, $p < 0,05$). En relación con los grupos funcionales se detectó la siguiente asociación: Cianobacterias ($r =$

$0,541$, $p < 0,05$) y clorofitas con el nitrato ($r = 0,619$, $p < 0,05$), cianobacterias con la salinidad ($r = -0,557$, $p < 0,05$) y heterokontofitas con la transparencia del agua ($r = -0,411$, $p < 0,05$).

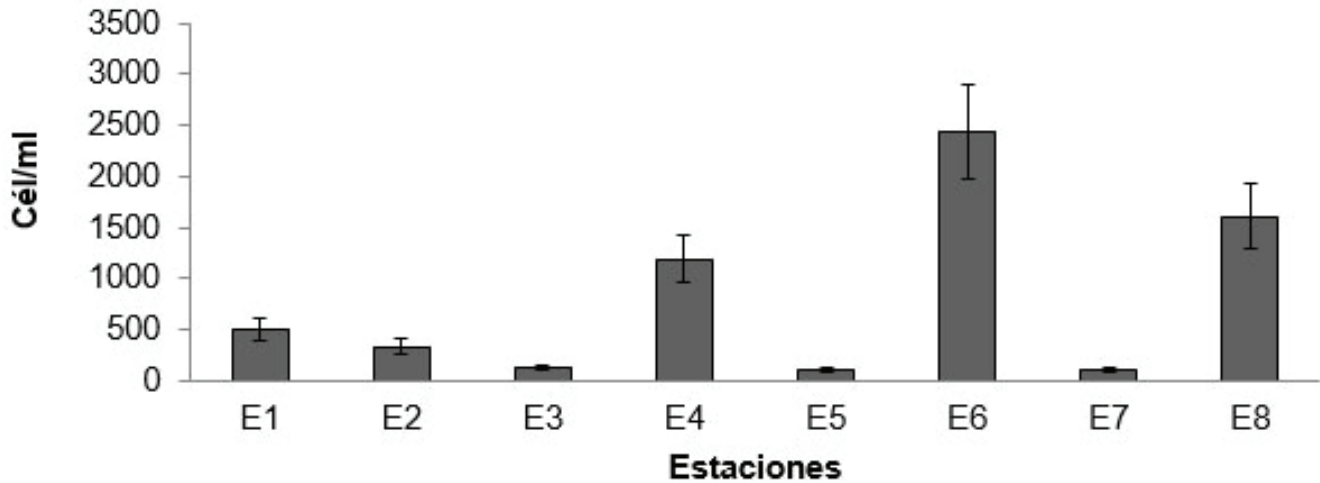


Figura 1. Densidad total del fitoplancton (cél/ml) en el sistema de cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Las barras de erros muestran el error estándar)
(Fuente: Datos de la investigación 2019)

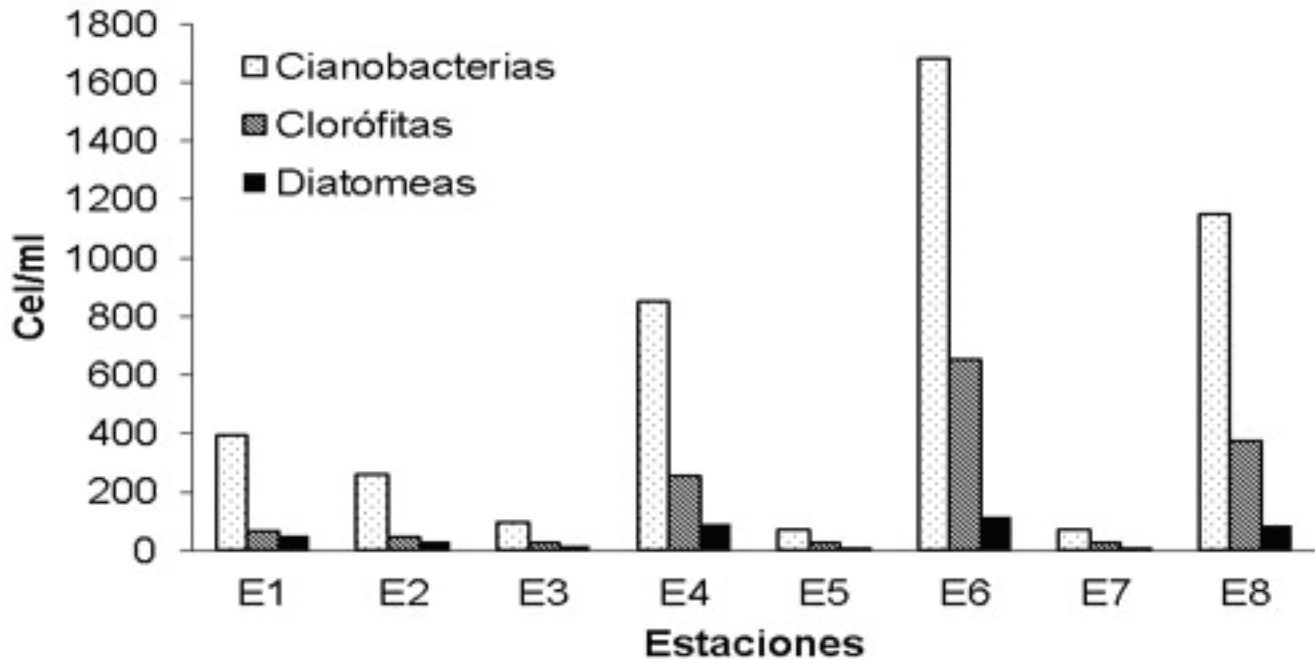


Figura 2. Densidad de los grupos funcionales de la comunidad fitoplanctónica
(Fuente: Datos de la investigación 2017).

DISCUSIÓN

En este trabajo la abundancia relativa de los grupos funcionales fue la siguiente: cianobacterias (70,79%) > clorofitas (22,74%) > Heterokontophyta (6,47%). Esto difiere a lo señalado por Quiroz-Castelan *et al.* (2016), en México quienes registraron 178 especies fitoplanctónicas, distribuidas en 79 cromofitas, 63 clorofitas, 31 cianobacterias y 5 euglenofitas. Por su parte, Case *et al.* (2008) identificaron 51 especies, siendo las diatomeas (69%) el grupo dominante, seguido por las cianobacterias (12%), pyrrophyta (8%), chlorophyta (6%) y euglenophyta 4%. Molina (1992) obtiene porcentajes de 88,57% cianofitas, 33,26% clorofitas y 12,28% de diatomeas. No obstante, nuestros hallagos son similares a los de Boyd (2009), quien registra como grupos dominantes (90%) a las clorofitas y cianofitas, siguiendo en orden de importancia las crisofitas, diatomeas, euglenofitas y pirrófitas; estas últimas raras y poco frecuentes. El número de géneros (20) obtenidos en este estudio, si bien es bajo en comparación con otros trabajos, es similar en cuanto a la composición reportada en otros sistemas de cultivo (Quiroz-Castelan *et al.* 2016; Molina-Astudillo *et al.* 2013, Ramírez 2014, Case *et al.* 2008, Boyd 2009).

La densidad promedio del fitoplancton registrada en esta investigación, osciló entre 0 a 9906 Cél/ml. Esta elevada abundancia concuerda con lo reportado por Quiroz-Castelan *et al.* 2016, quienes señalan un rango entre 107.834 y 307.777 Cél/ml; mientras que Molina-Astudillo *et al.* 2013 señalan un promedio de 76291 Cél/ml. Vázquez 2012 obtuvo densidades entre 664 y 5.488.517 Cél/ml y Case *et al.* (2008) varió entre 365218 Cél/ml a 1961675 Cél/ml.

En la presente investigación se observó el siguiente patrón: las estaciones correspondientes al Lago de Maracaibo y al canal (E1 y E2) se caracterizaron por presentar una densidad intermedia de fitoplancton, altos niveles de fósforo y bajos de nitrato, mientras que en la entrada de las piscinas (E3, E5 y E7) se registró la menor densidad de fitoplancton, altos niveles de nitrato y fósforo, y bajos niveles de nitrito y amonio. En la salida de las piscinas (E4, E6 y E8) se obtuvo la mayor densidad fitoplanctónica, altos niveles de nitrito y amonio, y bajos de fósforo y nitrato.

Los picos máximos observados en el conteo de fitoplancton, se obtuvieron en julio y agosto, época de lluvias, lo cual incrementa la presencia de cianobacterias especialmente en la E1, estación que pertenece al Lago de Maracaibo. Esto era de esperarse debido a la consecuencia de la eutrofización (Boyd 2009, Saldias *et al.* 2002, Rodríguez y Paez-Osuna 2003).

La densidad total del fitoplancton, se correlacionó significativamente con el nitrato, similar a lo aportado por Rodríguez (2000) y Campos *et al.* (2018), quienes indican que el nitrógeno es el factor limitante en el crecimiento del fitoplancton en el Lago de Maracaibo. A partir de la semana 5 – 6 (aproximadamente 35 – 42 días de cultivo) se registró el dominio total de las cianobacterias, reflejando que las piscinas pueden presentar algas verdes o café al inicio del cultivo. No obstante esta dominancia puede cambiar hacia las algas azul-verdosas, debido a un desbalance en los nutrientes en las piscinas (Rodríguez y Paez-Osuna 2003, Boyd 2009, May *et al.* 2013). Al respecto no hay métodos únicos que permitan mantener los florecimientos de algas en los sistemas de cultivo, debido a que su composición es altamente variable y puede cambiar rápidamente con el tiempo (Boyd 2009). Se requieren más investigaciones que permitan elucidar el efecto del aporte de aguas con elevada eutrofización, sobre los sistemas de cultivo de esta importante zona acuícola del Lago de Maracaibo.

CONCLUSIONES

Las cianobacterias fueron el grupo funcional predominante; su presencia puede obedecer a las características eutróficas del agua proveniente del Lago de Maracaibo, que surte a las piscinas de cultivo. La elevada densidad fitoplanctónica es consistente con lo esperado en este tipo de ambientes, donde el aporte de nutrientes, especialmente nitratos, favorece su crecimiento. Es importante, continuar estudios que permitan dilucidar los factores que regularan la variabilidad del fitoplancton, en estanques ubicados en áreas tropicales con aportes de aguas con elevado grado de eutrofización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Public Health Association (APHA), American Water Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF). (2005). Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. Washington, DC: American Public Health Association. 1000.

- Bonilla P. (2002). Dinámica del plancton en estanques camaroneros. Boletín informativo quincenal. CENAIM INFORMA, 52:1.
- Boyd C. (2009). Phytoplankton in Aquaculture Ponds. Boletín Nicovita, 12:65-66.
- Boyd C., Treece G., Engle R., Valderrama D., Lightner D., Pantoja C., Garrido V. (2001). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. Métodos para mejorar la camaronicultura Centroamérica. Managua: Imprenta USA. 30.
- Campos B., Lara M., Acuña M. (2018). Microalgas planctónicas en la laguna costera «el carmen», cárdenas, tabasco, México. 23-46.
- Case M., Eskinazi E., Neumann S., Eskinazi E., Schwamborn R., Moraes J. (2008). Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. Marine Pollution Bulletin, 56:1343-1352.
- Lemonnier H., Hochard S., Nakagawa K., Courties C., Rodier M. (2017). Response of phytoplankton to organic enrichment and shrimp activity in tropical aquaculture ponds: a mesocosm study. Aquat. Microb. Ecol, 80:105-122.
- Ma Z., Song X., Wan R., Gao L. (2013). A modified water quality index for intensive shrimp ponds of *Litopenaeus vannamei*. Ecological Indicators, 24:287-293.
- Molina-Astudillo F., Quiroz-Castelán H., García-Rodríguez J., Díaz-Vargas M. (2013). Distribución vertical del plancton en un estanque rústico de producción piscícola en el municipio de Cuautla, Morelos, México. Revista Electrónica de Veterinaria, 4:4.
- Parra-Pardi G., Sutton E., Marcano G. (1984). Estudio para determinar las acciones en el control de los afloramientos masivos de algas en el Lago de Maracaibo. Informe final ESCAM para el COIC según convenio 21-F-036. Maracaibo.
- Quiroz-Castelan H., Molina-Astudillo I., Ortega-Salas A. (2016). Abundancia y diversidad del fitoplancton en estanques con policultivo de peces, utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.
- Ramírez M. (2014). Variación de la composición específica y abundancia de cianofitas en estanques de camarón. Tesis de Grado. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Mexico.
- Rincon J. (2013). Pasado, presente y perspectivas de la eutrofización del lago de maracaibo. En eutrofización del Lago de Maracaibo: pasado, presente. Edit. José Elí Rincón y Mirixa B. Boves B. Editorial de la Universidad del Zulia (Ediluz), Maracaibo, Venezuela, 335 pp.
- Rodríguez A., Paez-Osuna F. (2003). Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California, Aquaculture, 219:317-336.
- Rodríguez G. (2000). El Sistema Maracaibo: Biología y Ambiente. Publicación del IVIC. Caracas, 264.
- Saldias C., Sonnenholzner S., Massaut L. (2002). Balance de Nitrógeno y Fósforo en estanques de producción de camarón en Ecuador. VI Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, 17.
- Torres Julio., Colina M., Cano Y., Montilla B., Sánchez O. (2010). Flujo de fósforo en la interfase agua-sedimento del cono hipolimnético del Lago de Maracaibo (Venezuela). Multiciencias, 10:49-54.
- Vazquez D. (2012). Dinámica estructural de la comunidad fitoplanctónica en la bahía de cispatá, asociada a la industria camaronera local. Tesis de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
- Yang W., Zheng Z., Lu Zheng, Du Y., Wang J., Zhu J. (2019). Manipulating the phytoplankton community has the potential to create a stable bacterioplankton community in a shrimp rearing environment. Aquaculture, 734789. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.734789.