

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



Descripción de la infestación intestinal por gregarinas de
camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado en San Blas,
Nayarit

M.V.Z. RITO JESÚS HERNÁNDEZ JAIME

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de: Maestría en
Ciencias en el Área de Ciencias Pesqueras

Xalisco, Nayarit. Junio 20

Dedicatoria

A dios por darme la oportunidad de salir adelante día con día

A Mayra mi esposa por su amor, apoyo y gran ayuda

A mis tres hijos

Eduardo

Oswaldo

Diego

Que son mi motivación para salir adelante

Agradecimientos

Al Dr. Oscar Iram Zavala Leal por darme la oportunidad de desarrollarme en el área científica y apoyarme en la realización de este trabajo, sobre todo por sus consejos y palabras que todo el tiempo me motivaron para no rendirme y seguir adelante.

A los miembros de mi comité de tesis: Dr. Javier Marcial de Jesús Ruiz Velazco, Dr. Juan Manuel Pacheco Vega y Dr. Francisco Valdez González, por su apoyo durante la investigación y sus acertados consejos para mejorar mi trabajo.

Al Técnico Pesquero Armando Delgado Sandoval por el apoyo en la toma de muestras para realizar este trabajo.

Así mismo a las granjas Franco shrimp, La Única, Las Palmas y Buenos Aires por la donación de muestras durante la investigación.

Y a todas aquellas personas que de algún modo me ayudaron a la realización de este trabajo.

Índice General

Contraportada.....	i
Oficio de aprobación.....	ii
Oficio de conformidad del comité tutorial.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice General.....	vi
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	7
Hipótesis.....	8
Objetivos.....	8
Material y métodos.....	9
Resultados.....	15
Discusión.....	24
Sumario y conclusiones.....	28
Recomendaciones.....	29
Literatura Citada.....	30

Índice de cuadros

Tabla 1.- Ubicación Geográfica de las granjas muestreadas en San Blas Nayarit (Tomado de CESANAY, 2016).....	9
Tabla 2.- Muestreos de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> durante dos ciclos de cultivo en el municipio de San Blas, Nayarit.....	10
Tabla 3.- Esquema generalizado para la asignación de un valor numérico cualitativo a los grados de severidad de infecciones, infestaciones y síndromes en camarón.....	13
Tabla 4.- Número de gregarinas (promedio \pm desviación estándar) por granja y por ciclo de cultivo.....	17
Tabla 5.- Prevalencia de gregarinas y grados de severidad en el cultivo de camarón blanco de cuatro granjas de San Blas, Nayarit.....	19
Tabla 6.- Correlaciones entre la presencia de gregarinas y la salinidad en granjas de cultivo de camarón blanco en San Blas, Nayarit.....	22

Índice de figuras

Figura. 1.- Post-larvas de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> muestreadas previo a la siembra en las granjas del municipio de San Blas, Nayarit.....	10
Figura. 2.- Morfología de gregarinas. (a) Anatomía típica del esporonte de <i>Nematopsis sp.</i> (b) Sícigias bifurcadas de <i>Nematopsis sp.</i> en el lumen del intestino.....	15
Figura. 3.- Intestino de post-larva de camarón sin gregarinas.....	16
Figura 4.- Variación del número promedio de gregarinas en cuatro granjas camarónicas de San Blas, Nayarit. a) Ciclo Mayo-Agosto, b) Ciclo Agosto- Noviembre.....	18
Figura. 5.- Salinidad registrada en los estanques de cultivo de camarón blanco en cuatro granjas de San Blas, Nayarit. a) Ciclo Mayo-Agosto, b) Ciclo Agosto- Noviembre.....	21

RESUMEN

El camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, es la especie de crustáceos más cultivada en el estado de Nayarit y es una de las más afectadas por las gregarinas. La presencia de estos parásitos se asocia con intestinos vacíos o parcialmente vacíos, coincidiendo con una baja tasa de crecimiento. En la camaronicultura como industria de alto riesgo, el tiempo de crecimiento es fundamental para el éxito del cultivo. Por esta razón, en este trabajo se propone la descripción de la infestación intestinal por gregarinas en el camarón blanco cultivado en San Blas, Nayarit, que permite tomar las medidas necesarias para evitar pérdidas económicas del manejo del cultivo. El trabajo se realizó en cuatro granjas de San Blas, Nayarit. El muestreo se llevó a cabo durante Mayo-Agosto (temporada de secas) y en Agosto-Noviembre (temporada de lluvias). Se analizó un total de 580 organismos en las cuatro granjas. Se identificaron los géneros de las gregarinas presentes. Posteriormente, se determinó el grado de infestación y la prevalencia total de gregarinas. Finalmente, la presencia de gregarinas estuvo relacionada con la salinidad del agua en el cultivo. Las gregarinas encontradas en los dos ciclos de cultivo pertenecen al género *Nematopsis*. La prevalencia de gregarinas en ambos ciclos de cultivo fue alta. Esta varió del 75 al 90% de la estación seca y del 70 al 87% en la estación lluviosa. Los grados de severidad de la infestación mostraron diferencias, siendo mayor en la temporada de secas. La salinidad registrada durante el ciclo de secas varió de 26 a 47 UPS, mientras que en el ciclo de lluvia fue de 6 a 26 UPS. Se observó que existe una correlación positiva entre el grado de gravedad y la salinidad.

ABSTRACT

The white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*, is the most widely cultivated species of crustaceans in the state of Nayarit and is one of the most affected by gregarines. The presence of these parasites is associated with empty or partially empty intestines, coinciding with a low growth rate. In this high risk industry, the growing time is fundamental for the success of the culture. For this reason, in this work we propose the description of the intestinal infestation by gregarines in the cultured white leg shrimp in San Blas, Nayarit, that allows taking the necessary measures to avoid economic losses of the culture improving management. The work was carried out in four farms in San Blas, Nayarit. Sampling was conducted during May-August (dry season) and in August-November (rainy season). A total of 580 organisms in the four farms were analyzed. The genera of the present gregarines were identified. Subsequently, the degree of infestation and the total prevalence of gregarines was determined. Finally, the presence of gregarines was related to the salinity of the water in the culture. The gregarines found in the two culture cycles belong to the genus *Nematopsis*. The prevalence of gregarines in both crop cycles was high. This ranged from 75 to 90% dry season and from 70 to 87% in rainy season. The degrees of severity of the infestation showed differences, being higher in the dry season. The salinity recorded during dry season ranged from 26 to 47 UPS, while in the rain cycle was from 6 to 26 UPS. It was observed that there is a positive correlation between the degree of severity and salinity.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* se realiza en estanques controlados utilizando aguas costeras en un rango de salinidad entre 0.2 y 49 UPS (Bray *et al.*, 1994; Samocha *et al.*, 2001). Es una de las actividades acuícolas en las que el estado de Nayarit se desenvuelve con éxito e incursiona en los mercados nacionales e internacionales ocupando el cuarto lugar a nivel nacional (SAGARPA, 2015). Como industria, la camaronicultura genera empleo y tiene un impacto tanto social como económico, pero también mantiene exigencias relacionadas con el control de calidad, control de enfermedades nutricionales, víricas, bacteriológicas y parasitarias, disminuyendo los efectos negativos en la rentabilidad (OMS, 2006; Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014).

El camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, es la especie de crustáceos más cultivado en el estado de Nayarit y es una de las más afectada por parásitos de tipo esporozoarios, predominantemente las gregarinas que son endoparásitos intestinales (Prado-Garcés, 1996; Lightner, 2010). Las gregarinas son parásitos oportunistas, frecuentemente han sido reportadas como causantes de pérdidas económicas significativas en la camaronicultura (Auró y Ocampo, 2006; Morales-Covarrubias, 2010). Son los parásitos más grandes de los esporozoarios por su tamaño de la gimnospora de 5.1 -7.4 micras, el gametocito de 75-190 micras y las sicigias de 330-750 micras (Jiménez *et al.*, 2002). Las gregarinas son protozoarios apicomplejos que habitan y parasitan comúnmente el tracto intestinal de los camarones peneidos (Clopton, 2002; Lightner, 2010). Estos parásitos obtienen su alimento por ósmosis de la cavidad del intestino del huésped, algunos atraviesan

la pared intestinal para invadir otras partes del cuerpo de los camarones y de esta manera alimentarse, causando efectos ligeros o graves en el hospedero (Calderón-Pérez, 2009).

Los géneros más comunes que infectan al camarón son *Nematopsis spp.*, *Paraophioidina spp.* y *Cephalolubus spp.* De acuerdo con Lightner (2010), los esporozoitos de los géneros *Nematopsis spp.* y *Paraophioidina spp.* suelen pasar al estadio de trofozoito en el intestino medio, mientras que los esporozoitos de *Cephalolubus spp.* pasan a trofozoitos en el estómago posterior. La infestación de gregarinas del género *Nematopsis* es el más frecuente y se asocia específicamente con la disminución en la producción y el bajo peso, así como la posible predisposición a infecciones virales, bacterianas así como nutricionales (Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014). En esta industria de gran riesgo el tiempo de crecimiento es fundamental para el éxito y rentabilidad del cultivo. Es por ello que se considera que si se desarrolla una técnica de diagnóstico efectiva y un buen monitoreo en los estanques, se actuaría a tiempo y de esta manera se reducirían las pérdidas de organismos y por ende las económicas (Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014).

Por tal motivo, en este trabajo se propone describir la infestación intestinal por gregarinas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en cultivo en San Blas, Nayarit que permita tomar las medidas necesarias para evitar las pérdidas económicas del cultivo mejorando el manejo.

II. ANTECEDENTES

2.1. Generalidades de las gregarinas

Las gregarinas pertenecen al *Phyllum protozoa*, clase Esporozoa (Clopton, 2002). Estos esporozoarios se pueden dividir en tres grupos por la morfología del trofozoito. El primero son las gregarinas cefalinas (*Cephaline*), en donde el trofozoito se divide en 3 partes. El segundo es el de las gregarinas acefalinas (*Acephaline*) con sólo dos partes y las paraophioidinan que en estado adulto se presenta como una sola célula alargada con un solo núcleo en la zona media (Calderón-Pérez, 2009).

La transmisión de gregarinas al camarón puede ser por vectores como los moluscos o poliquetos los cuales son huéspedes intermediarios que transmiten las esporas de estos parásitos (Valigurová *et al.*, 2015). La infestación en el camarón comienza cuando ingiere las esporas expedidas por el molusco intermediario o las que se encuentran en el detritus del fondo de los estanques (Prado-Garcés, 1996). Las esporas típicamente tienen esporozoitos cada uno de los cuales entra en la célula epitelial del hospedador, que se adhieren a las células del epitelio del intestino (Morales-Covarrubias, 2010). Al alimentarse de la célula del hospedador, el esporozoito se convierte en trofozoito, saliendo finalmente a la luz del órgano (tracto digestivo). Los trofozoitos se liberan de su adhesión en el estómago o intestino medio y luego pasan a intestino posterior donde se acumulan (Prado-Garcés, 1996). En el intestino posterior cada célula individual se desarrolla en gametocito con algunas células formando microgametos y otras macrogametos

(Clopton, 2002). Los trofozoitos maduran, se asocian en parejas o cadenas, se forma una membrana de quiste alrededor de ellos para convertirse en gametocitos que se adhieren a la pared del recto (Morales-Covarrubias, 2010). Los gametocitos se unen para formar cigotos que se liberan al medio externo o en la mayoría de casos los cigotos se convierten en espora que segrega una membrana y se divide para formar esporozoitos que cada uno de los cuales podrá provocar nuevas infestaciones a hospederos susceptibles (Gómez-Gil *et al.*, 2000).

2.2. Aparato digestivo en camarones

En peneidos, el aparato digestivo inicia en la boca, la cual se caracteriza por presentar mandíbulas que es con la que inicia la digestión triturando el alimento. Esta se conecta con un esófago corto que termina en el estómago pilórico y que a su vez llega al hepatopáncreas (Auró y Ocampo, 2006; Morales-Covarrubias, 2010). En el hepatopáncreas inicia el intestino anterior; que presenta un ciego intestinal, el cual es donde se detectan gregarinas adultas con más frecuencia (Prado-Garcés, 1996). El intestino medio nace en el divertículo anterior y se proyecta longitudinalmente hasta el divertículo posterior atravesando segmentos abdominales a excepción del último segmento, que es donde se aloja el intestino posterior el cual contiene otro ciego y termina en el ano, en esta área se encuentra con más frecuencia el estadio de gametocistos (Morales-Covarrubias, 2010).

2.3. Afecciones de las gregarinas en los cultivos de camarón

La parasitosis por gregarinas juega un papel importante en los cultivos de granjas camaroneras. Se ha reportado que en Latinoamérica es una de las principales enfermedades que afectan el cultivo de camarón (Morales-Covarrubias *et al.*, 2011; Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014). En camarones del género *Litopenaeus* se ha reportado que la presencia de elevadas concentraciones (prevalencia alta) de gregarinas se asocian a intestinos vacíos o parcialmente vacíos, coincidiendo con una baja tasa de crecimiento y en algunos casos, invasiones masivas de gregarinas (hasta del 65 % de prevalencia) en camarones de tallas pequeñas han llegado a producir altas tasas de mortalidad (Jiménez, 1991). Morales-Covarrubias (1996) demostró que uno de los principales problemas de salud que presentaban los organismos silvestres de *Litopenaeus vannamei* que eran empleados como reproductores en esa época en la zona de San Blas, Nayarit es ocasionado por la infestación de gregarinas. Hernández-Jaime (2001) mostró que existe una fuerte relación entre la infestación de gregarinas y la presencia de infecciones bacterianas, lo cual lleva consigo pérdidas en los cultivos de camarón.

En la zona del Golfo de Guayaquil, Ecuador, se reportó la presencia de gregarinas en granjas de camarón *Litopenaeus vannamei*, con prevalencias del 50 al 80 % y con una carga parasitaria entre 100 a 5,000 gregarinas por organismo (Jiménez *et al.*, 2002). Estos mismos autores han asociado las altas prevalencias al medio ambiente marino. Aguado-García (2013) reportó para camarones peneidos del estado Delta Amacuro de Venezuela prevalencias de gregarinas *Nematopsis* spp. entre 5.3 y 5.8 % en un intervalo de salinidad de 5.5-18.1 UPS.

Por otro lado, Gutiérrez-Salazar *et al.* (2011) reportaron la ausencia de gregarinas del género *Nematopsis* en un sistema de cultivo de camarón blanco semi-intensivo en salinidades menores a 5 UPS en la zona norte de Tamaulipas, México. Mientras que Saavedra-Bucheli *et al.* (2008) menciona que existe una relación entre el parasitismo por gregarinas y la salinidad, presentándose un mayor grado de infestación al existir una menor estabilidad de este factor ambiental.

De manera específica, en la zona camaronícola de Nayarit , se ha reportado la presencia de este parásito y el daño que causa (Morales-Covarrubias, 1996; Hernández-Jaime, 2001). Sin embargo, pese a la importancia de este parásito, son muy escasos los trabajos que se han realizado para identificar o contrastar la infestación que pueden causar estos patógenos en ambientes marinos, estuarinos y dulce acuícolas ya que se ha registrado que la prevalencia varía de acuerdo a la modificación de la salinidad en los estanques en las granjas (Olivas-Valdez *et al.*, 2010).

III. JUSTIFICACIÓN

La camaronicultura es una de las actividades acuícolas más desarrollada en el estado de Nayarit siendo el camarón blanco el principal recurso acuícola que se produce. Esta industria es de gran riesgo debido a las enfermedades que pueden ocasionar pérdidas totales o bien afectar el crecimiento de los organismos, lo cual es fundamental para el éxito y la rentabilidad del cultivo.

Como se ha mencionado con anterioridad, la infestación de gregarinas se ha asociado con la disminución en la producción y el bajo peso en organismos en cultivo, así como la posible predisposición a infecciones virales, bacterianas y problemas nutricionales. Es por ello, que se considera que si se logra conocer la variación temporal de las gregarinas que parasitan el intestino del camarón en las granjas de San Blas, Nayarit, así como la relación con la salinidad en los sistemas de cultivo rústicos enclavados en tierra se lograrán proponer algunas medidas de manejo y por ende, se puede reducir la probabilidad de pérdidas de organismos y con ello las pérdidas económicas.

IV. HIPÓTESIS

La prevalencia de gregarinas estará influenciada por la salinidad encontrándose una prevalencia mayor al 50 % junto con grados de infestación de dos a cuatro en el ciclo de Mayo-Agosto y en el de Agosto a Noviembre prevalencia menor al 50 % y grados de infestación de uno a dos.

V. OBJETIVOS

Objetivo general:

Describir la infestación intestinal por gregarinas en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en San Blas Nayarit.

Objetivos específicos:

- Identificar los géneros de gregarinas que parasitan el intestino del camarón blanco en cultivo.
- Describir la variación temporal de las gregarinas del intestino del camarón blanco en cultivo.
- Determinar la relación de la salinidad con el número de gregarinas en el intestino.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en cuatro granjas del municipio de San Blas, Nayarit, ubicadas en diferentes áreas (Tabla. 1). Estas granjas se dedican al cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en estanques enclavados en tierra con sistemas de producción semi-intensiva. Los muestreos se realizaron durante Mayo-Agosto; en el ciclo llamado primavera-verano (periodo de secas), y de Agosto-Noviembre; en el ciclo llamado verano-otoño (periodo de lluvias).

Tabla 1. Ubicación geográfica de las granjas muestreadas en San Blas, Nayarit (tomado de CESANAY, 2016).

Granja	Latitud	Longitud
La Única	N 21°33'42.79"	W 105°16'32.65"
Franco Shrimp	N 21°36'16.04"	W 105°18'32.11"
Buenos Aires	N 21°37'49.54"	W 105°19'6.59"
Las Palmas	N 21°35'44.19"	W 105°18'6.70"

Los muestreos se realizaron desde antes de la siembra de las post-larvas en las granjas. Se muestrearon 50 post-larvas (Fig. 1) del laboratorio proveedor, de cada lote destinado a las cuatro granjas antes mencionadas. Una vez sembradas, se muestrearon 10 organismos de un estanque de cada granja con una frecuencia semanal hasta la cosecha. La duración del cultivo osciló entre 6 y 10 semanas. Los muestreos se realizaron de forma aleatoria variando el número de muestreos entre seis y ocho por ciclo de cultivo obteniendo un tamaño de muestra con un 95 % de confiabilidad ya que la prevalencia de gregarinas se

estimó en un 20 % en una población conformada por más de 100,000 especímenes (Pantoja y Lightner, 2008; Del Rio *et al.*, 2013).

Se muestrearon 290 camarones por ciclo de cultivo, durante los meses de Mayo-Agosto y Agosto-Noviembre analizando un total de 580 organismos en las cuatro granjas (Tabla 2). Los muestreos se realizaron con una atarraya de tres metros de diámetro. Se hicieron cinco lances distribuidos por todo el estanque y se tomaron 10 camarones de forma aleatoria para su posterior análisis. Los organismos que sería analizados se transportaron vivos; en la misma agua del estanque, en contenedores de 20L de capacidad al laboratorio del Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Nayarit. El lapso de tiempo transcurrido en el transporte fue de aproximadamente entre 5 y 10 minutos.



Figura. 1.- Post-larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* muestreadas previo a la siembra en las granjas del municipio de San Blas, Nayarit.

Tabla 2.- Muestreos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* durante dos ciclos de cultivo en el municipio de San Blas, Nayarit.

Granja	Número de muestreos		Número de organismos	
	Ciclo May-Ago	Ciclo Ago-Nov	Ciclo May-Ago	Ciclo Ago-Nov
La Única	5	7	50	70
Franco Shrimp	6	8	60	80
Buenos Aires	10	7	100	70
Las Palmas	8	7	80	70
Total	29	29	290	290

Los organismos fueron transportados al laboratorio y revisados con la técnica de análisis en fresco como propone Lightner (2010), la cual consiste en extraer el intestino completo y garantizar la obtención total de la muestra. La muestra fue observada a través de un microscopio compuesto (Marca Labomed) con aumentos de 4, 10 y 40 x. Una vez revisados los organismos se identificaron los géneros de gregarinas presentes de acuerdo con Levine (1970) y Clopton (2002).

Posteriormente, se determinó el grado de infestación o severidad. Para ello, se realizó un conteo de las gregarinas en los diferentes estadios de desarrollo a lo largo del intestino con la ayuda de un contador manual (marca Sper). Para determinar el grado de severidad se utilizó la clasificación propuesta por Pantoja y Lightner (2008) (Tabla 3). Finalmente, con la revisión de los organismos se estimó la prevalencia total de gregarinas de acuerdo Wayne (1991) mediante la siguiente ecuación:

$$P = (OI / N) \times 100$$

Donde;

P= Prevalencia

OI= Organismos infestados con gregarinas

N= Número de organismos analizados

A la par que se realizaron los muestreos en los estanques de cultivo, se determinó la salinidad (UPS) mediante un refractómetro (marca Biomarine). Las determinaciones se realizaron en tres zonas del estanque (entrada de agua, en el medio del estanque y en la salida). Finalmente se realizó un análisis de correlación entre la prevalencia y la salinidad.

Tabla 3.- Esquema generalizado para la asignación de un valor numérico cualitativo a los grados de severidad de infecciones, infestaciones y síndromes en camarón.

Grado de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de infección por el parásito (0). No presentan lesiones causadas por el parasitismo
1	Presencia muy baja del parásito (1-15/intestino/organismo). Se observan muy pocas lesiones causadas por el parasitismo como infiltración hemocítica.
2	Se observa la presencia moderada del parásito (16-50/intestino/organismo). Hay un incremento en las lesiones causadas por el parasitismo como infiltración hemocítica y formación de nódulos hemocítico. Se observa mortalidad si no se aplica tratamiento.
3	Se observa la presencia alta del parásito (51-100/intestino/organismo). Se observan lesiones moderadas a severas causadas por el parasitismo, como infiltración hemocítica y áreas multifocales mecanizadas y formación de nódulos hemocíticos. Potencialmente letal si no se aplica tratamiento.
4	Se observa gran cantidad del parásito (más de 100/intestino/organismo). Se observan severas lesiones causadas por el parasitismo. Como infiltración hemocítica, melanización multifocal y necrosis. Muy letal con altas mortalidades.

Análisis estadístico.

Se realizaron pruebas de normalidad (prueba de Komogorov-Smirnov) y homocedasticidad (prueba de Levine) de los datos. De acuerdo a los resultados se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para determinar la relación entre la presencia de gregarinas y la salinidad, se realizó una correlación de Spearman. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica

ver. 7 de StatSoft company. Las gráficas se realizaron con el programa SigmaPlot
ver. 12.0 de Systat Software Inc.

VII. RESULTADOS

De acuerdo a la descripción de Levine (1970) y Clopton (2002) las gregarinas encontradas en los dos ciclos de cultivo pertenecen al género *Nematopsis*.

Phylum: Apicomplexa

Clase: Sporozoa

Subclase: Gregarina

Orden: Eugregarinida

Familia: Porosporidae

Género: *Nematopsis*

En este género, los esporontes forman asociaciones de dos o más individuos; llamadas sicigias, la parte anterior se le conoce como Primito y al de la parte posterior se le conoce como Satélite (Fig. 2a). Estos esporontes también forman asociaciones pre-reproductivas con dos a más individuos ya sea en cadena, rectos o bifurcados (Fig. 2b), primito con epicito común ligeramente comprimido en la unión del deutomerito y protomerito formando un cuello muscular, protoplasma homogéneo, el gametocito presenta un solo núcleo, protomerito redondeado, primito más corto que el largo del satélite, el núcleo generalmente localizado entre la parte media y posterior del deutomerito y satélite, también presenta un adelgazamiento gradual en la última parte de la sicigia.

De manera general, durante los muestreos realizados se detectaron gametocitos y sicigias en el lumen del intestino de camarones analizados durante los dos ciclos de cultivo procedentes de las cuatro granjas. Los trofozoitos se observaron algunos libres en el lumen intestinal y otros adheridos al epitelio intestinal, los esporontes formando sicigias generalmente predominando las de dos asociaciones. El epimerito fue visible en la mayoría de las sicigias. Los gametocitos fueron observados en la ampolla rectal que se ubica en el último segmento abdominal en intestino posterior.

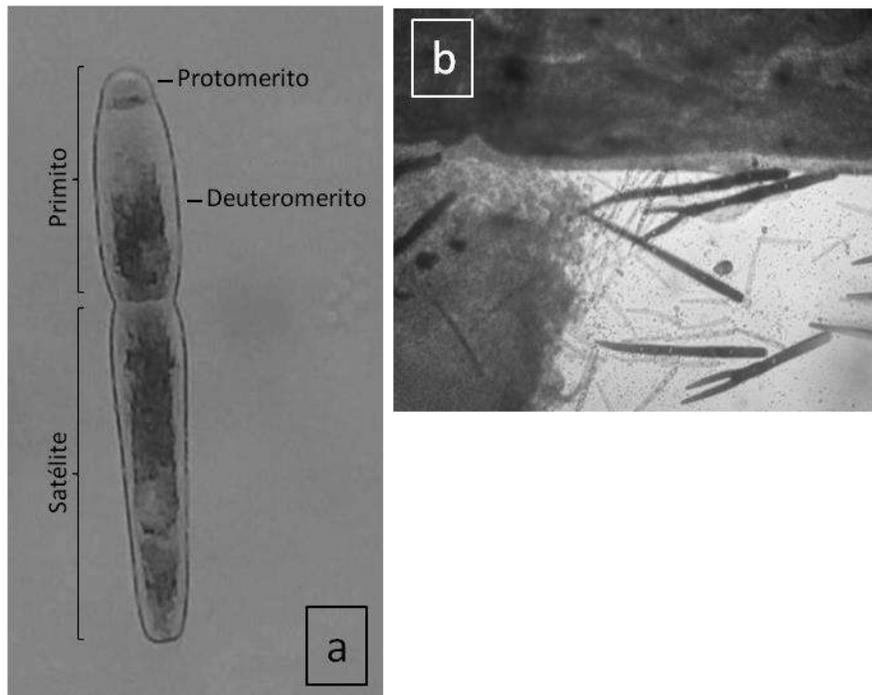


Figura. 2.- Morfología de gregarinas. (a) Anatomía típica del esporonte de *Nematopsis* sp. (b) Sicigias bifurcadas de *Nematopsis* sp. en el lumen del intestino.

Los análisis realizados de las 400 post-larvas de los lotes que fueron sembrados en las granjas mostraron que la prevalencia de gregarinas fue de cero por ciento, es decir, no hubo presencia de gregarinas en el intestino (Fig. 3).

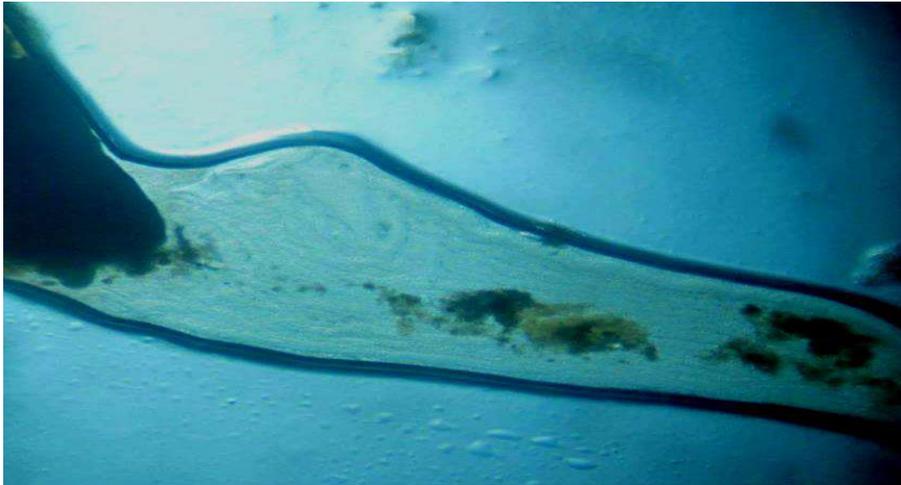


Figura. 3.- Intestino de post-larva de camarón sin gregarinas.

En los muestreos de los organismos sembrados en el primer (Mayo-Agosto) y segundo (Agosto-Noviembre) ciclo, se observó que durante la primera semana de cultivo no hubo presencia de gregarinas en ninguna de las cuatro granjas monitoreadas (Fig. 4a y b). En la segunda semana del cultivo, se observó la presencia del parásito en las granjas excepto en la granja Las Palmas (Fig. 4a) y en la granja La Única (Fig. 4b) en el primer y segundo ciclo, respectivamente. A partir de la primera aparición del parásito siempre estuvo presente hasta la cosecha (Fig. 4). En cuanto al número promedio de gregarinas por organismos (Tabla 4), no se observó diferencias significativas entre granjas durante el ciclo 1 ($p=0.2549$), ni en el ciclo 2 ($p=0.1517$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre ambos ciclos ($p=0.0001$).

Tabla 4.- Número de gregarinas (promedio \pm desviación estándar) por granja y por ciclo de cultivo.

Granja	Número de gregarinas	
	Ciclo May-Ago	Ciclo Ago-Nov
La Única	106.4 \pm 61.2	19.6 \pm 18.9
Franco Shrimp	109.7 \pm 63.8	33.0 \pm 21.4
Buenos Aires	161.5 \pm 88.9	16.0 \pm 13.4
Las Palmas	98.7 \pm 93.1	33.6 \pm 17.2
Promedio \pm D.E	119.1 \pm 28.6	25.5 \pm 9.0

D.E. Desviación estándar

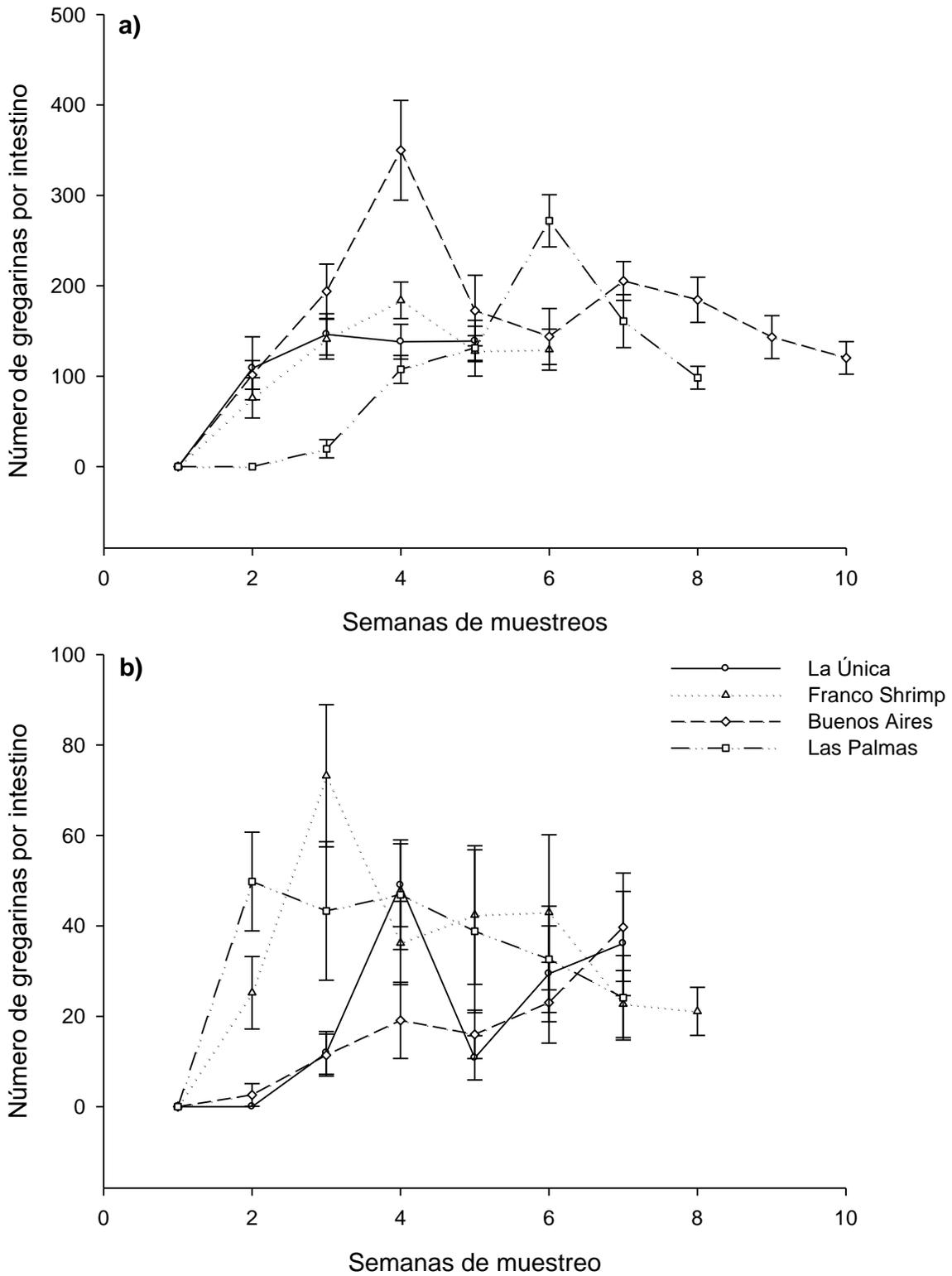


Figura 4.- Variación del número promedio de gregarinas en cuatro granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit. a) Ciclo Mayo-Agosto, b) Ciclo Agosto-Noviembre.

De manera general, la prevalencia de gregarinas en ambos ciclos de cultivo fue alta. Esta osciló de 75 a 90 % en el ciclo 1 y de 70 a 87 % en el ciclo 2 (Tabla 5). La comparación estadística no mostró diferencias significativas ($p=0.4852$) entre ciclos de cultivo. Los grados de severidad de la infestación fueron de cero a cuatro en el primer ciclo de cultivo y de cero a tres en el segundo (Tabla 5). En ese sentido, se observaron diferencias significativas ($p=0.0000$) entre ciclos de cultivo siendo mayor en el ciclo 1.

Tabla 5.- Prevalencia de gregarinas y grados de severidad en el cultivo de camarón blanco de cuatro granjas de San Blas, Nayarit.

Granja	Prevalencia (%)		Grados de severidad		Salinidad (UPS)	
	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo
	May-Ago	Ago-Nov	May-Ago	Ago-Nov	May-Ago	Ago-Nov
La Única	80	70	Cuatro	Cero-Uno	36	6
Franco Shrimp	83	87	Tres-Cuatro	Cero-Dos-Tres	35	26
Buenos Aires	90	81	Cuatro	Cero-Uno-Dos	44	16.4
Las Palmas	75	85	Dos-Tres-Cuatro	Cero-Dos	27	14

La salinidad registrada durante el primer ciclo de cultivo o secas (Mayo-Agosto) osciló de 26 a 47 UPS (Fig. 5a) mientras que en el ciclo de lluvias (Agosto-Noviembre) fue de 6 a 26 UPS (Fig. 5b). Durante el ciclo de secas se observó mayor prevalencia de gregarinas y grado de severidad en las granjas que presentaron mayor salinidad. Sin embargo, aún en salinidades menores tanto la prevalencia como el grado de severidad fueron altos (Tabla 5). Durante el ciclo de lluvias también se observó alta prevalencia de gregarinas aunque con grado de severidad considerados bajos en las cuatro granjas. Solo la granja Franco Shrimp que presentó más alta salinidad es donde se registró el más alto grado de severidad en este ciclo (Tabla 5).

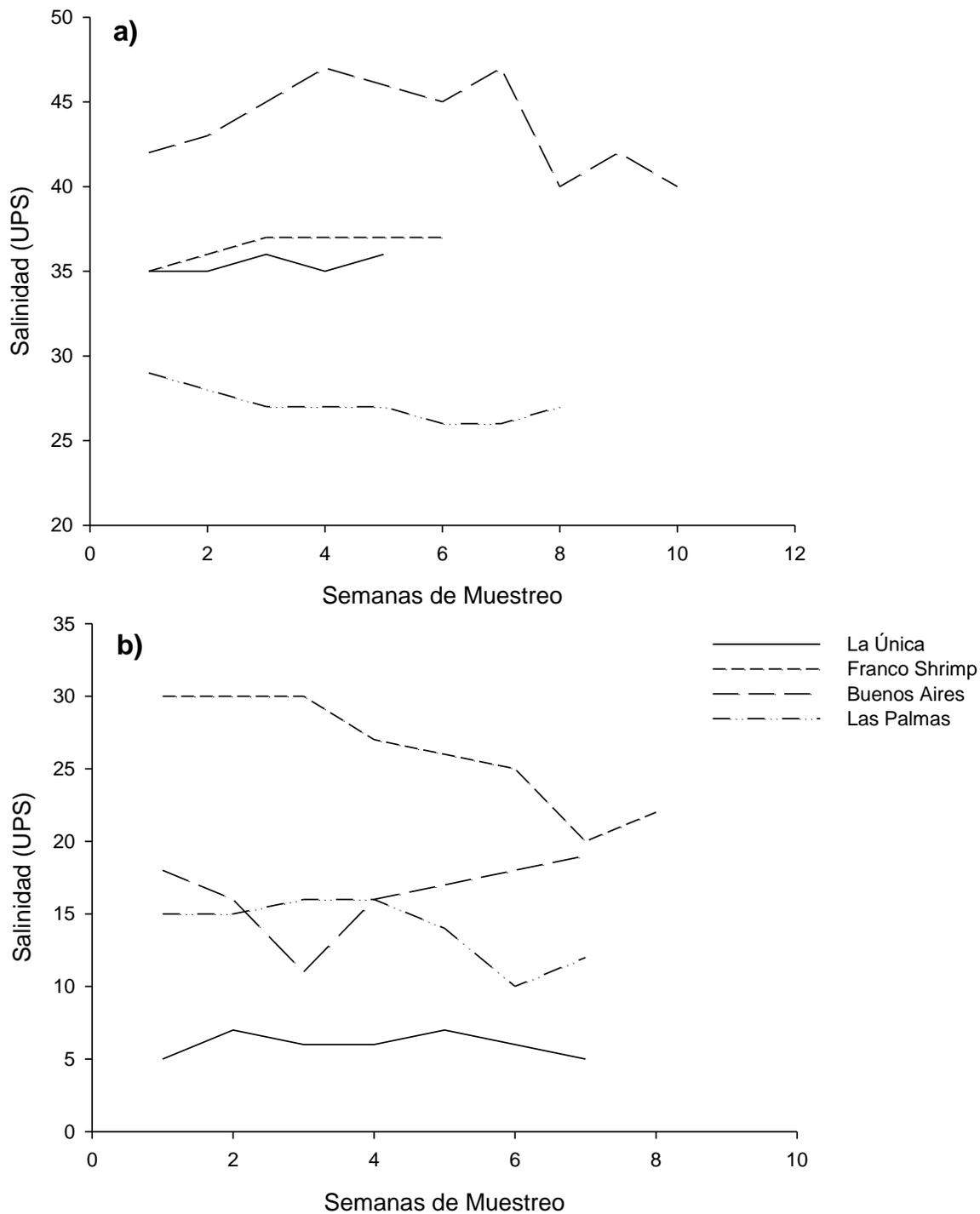


Figura. 5.- Salinidad registrada en los estanques de cultivo de camarón blanco en cuatro granjas de San Blas, Nayarit. a) Ciclo Mayo-Agosto, b) Ciclo Agosto-Noviembre.

Finalmente, se observó que existe una correlación positiva entre el número promedio de gregarinas y la salinidad (Tabla 6). De igual manera, existe una correlación entre la prevalencia de gregarinas y el grado de severidad con respecto a la salinidad (Tabla 6).

Tabla 6.- Correlaciones entre la presencia de gregarinas y la salinidad en granjas de cultivo de camarón blanco en San Blas, Nayarit.

Variables	Spearman <i>R</i>	<i>p</i>
No. de gregarinas & Salinidad	0.5918	0.0215*
Prevalencia & Salinidad	0.7229	0.0000*
Grado de severidad & Salinidad	0.6125	0.0000*

* Denota diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

VIII. DISCUSIÓN

Las gregarinas son parásitos causantes de enfermedades importantes en camarones peneidos silvestres y cultivados (Lightner, 1985; Lightner y Redman, 1998). Dentro de este grupo, los géneros más reportados en camarón son *Nematopsis* y *Cephalolobus* (Lightner, 1983). Sin embargo, en el presente trabajo solo se encontró la presencia de gregarinas del género *Nematopsis* tal y como se ha reportado en ocho regiones dedicadas al cultivo de camarón blanco *L. vannamei* de Latinoamérica (incluidos el Pacífico mexicano y el Golfo de México) (Morales-Covarrubias *et al.*, 2011). En organismos silvestres de especies como *Litopenaeus setiferus*, *Farfantepenaeus aztecus* y *F. duorarum* del Golfo de México se ha reportado la presencia de ambos géneros de gregarinas, aunque con mayor grado de severidad (número de parásitos por organismo) para *Nematopsis sp.* (Chávez-Sánchez *et al.*, 2002). Esta diferencia puede deberse a que estos últimos autores reportan la presencia del género *Cephalolobus* en el estómago y de *Nematopsis* a lo largo del intestino y en el presente estudio solo se revisó el intestino de los camarones. Aunque Saavedra-Bucheli *et al.*, (2008) reportan la presencia de *Nematopsis sp.* en estómago y hepatopáncreas.

Durante los muestreos de las post-larvas que se sembraron en las granjas no se observó la presencia de gregarinas. Este parásito se observó hasta la segunda semana de cultivo. Lo cual indica que los organismos estaban libres del endoparásito al ser sembrados y lo contrajeron en los estanques empleados para la engorda. Se ha observado que en tanques en los que no hay acumulación de materia orgánica; como en el caso de tanques recubiertos con plástico (liner), se

presenta una menor cantidad de parásitos y tienen una mayor producción de camarón que en tanques con fondos de tierra (Olivas-Valdez *et al.*, 2010). Los tanques empleados en las granjas monitoreadas presentan fondo de tierra lo cual permite la presencia de diversos organismos (además del camarón) durante el cultivo como poliquetos, crustáceos y moluscos. Este último grupo, es empleado como intermediarios para completar el ciclo de vida de las gregarinas (Lightner, 1983). Además, en el caso de las gregarinas son organismos endozóicos que absorben lo que necesitan a través de la superficie del cuerpo como organismos saprobios (Meglitsch, 1986). En ese sentido, la materia orgánica acumulada en los estanques podría favorecer a la presencia de gregarinas en el intestino del camarón a la segunda semana de cultivo debido a la condición mesosapróbica que presentan estos organismos (Meglitsch, 1986). De manera general, una vez que se detectó la presencia del parásito, se mantuvo presente hasta la cosecha tal y como se ha observado en otros estudios (Saavedra-Bucheli *et al.*, 2008; Calderón-Pérez, 2009; Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014). En este estudio, el número promedio de gregarinas por organismos osciló entre 25.5 y 119.1. El número de gregarinas por individuo puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales e inclusive a la especie de camarón (Chávez-Sánchez *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2002; Aguado-García, 2013). Por ejemplo, Guzmán-Sáenz *et al.* (2014), encontró una carga parasitaria en *L. vanammei* entre 8 y 12 gregarinas/organismo. Mientras que Saavedra-Bucheli *et al.* (2008) reportó valores promedios entre 23 y 59 gregarinas por intestino y Jiménez *et al.* (2002), reportaron una oscilación entre 10 y 5,000 gregarinas para esta misma especie. En camarón azul *L. stylirostris* de

cultivo, se ha reportado una variación de 54 a 134 gregarinas/organismo (Saavedra-Bucheli *et al.*, 2008).

Dentro de los principales factores ambientales que se han investigado son el pH, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto y temperatura (Saavedra-Bucheli *et al.*, 2008; Gutiérrez-Salazar *et al.*, 2011). Se ha observado que la temperatura afecta la prevalencia de gregarinas en camarón blanco (Gutiérrez-Salazar *et al.*, 2011). Estos autores mencionan que este factor ambiental puede influir en su ciclo biológico. Saavedra-Bucheli *et al.* (2008) reporta que al existir poca estabilidad en la salinidad; como lo fue la época de lluvias que alcanzó una oscilación de 16 UPS, el grado de infestación por gregarinas es mayor. En el presente estudio se observó que la prevalencia de gregarinas no mostró diferencias significativas entre ciclos (ciclo 1 o secas, 75-90%; ciclo 2 o de lluvias, 70-87%), sin embargo, el grado de infestación fue mayor en el primer ciclo. En ese sentido, también se observó que la salinidad fue diferente entre ciclos. Durante el ciclo de secas la salinidad fue más alta (26-47 UPS) y se observó una correlación positiva entre la salinidad y el grado de severidad. De acuerdo a lo reportado por Saavedra-Bucheli *et al.* (2008), en el presente trabajo no se observó ese mismo patrón de comportamiento del parásito. La inestabilidad de la salinidad u oscilación fue de 21 UPS y de 20 UPS para cada ciclo de cultivo y aun así se observaron diferencias significativas en el grado de infestación entre los dos ciclos muestreados. De acuerdo con los resultados de este estudio, altas salinidades podría propiciar un alto grado de infestación de gregarinas. Se ha reportado que los protozoos marinos; tal es el caso de las gregarinas de los camarones, son muy sensibles a

bajas salinidades y no se pueden aclimatar tan fácilmente (Meglitsch, 1986) lo que pudo haber contribuido a que se observará un mayor grado de infestación a mayores salinidades. Durán-Cobo (2016) reportó prevalencias similares (49-61%) en tres esquemas de manejo de la salinidad (10, 16 y 32 UPS) con grado de severidad de uno y dos. Por su parte, Olivas-Valdez *et al.* (2010) menciona que no hubo presencia de gregarinas en cultivos de baja salinidad (0.8-1.9 UPS).

IX. SUMARIO Y CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye lo siguiente:

- 1.- En el transcurso de los dos ciclos de cultivo de las cuatro granjas muestreadas, solo se detectó la presencia de gregarinas del género *Nematopsis*.
- 2.- Las post-larvas de camarón sembradas en las cuatro granjas no presentaban el parásito al momento de la siembra. Por tal motivo, se concluye que este parásito se encuentra presente en los estanques de las granjas.
- 3.- En los sistemas de cultivo para camarón blanco empleados en San Blas, Nayarit, es común encontrar gregarinas y se observó que una vez que se presenta este parásito en los camarones ya no desaparece del cultivo.
- 4.- La prevalencia de gregarinas registrada en ambos ciclos de cultivo en cada una de las granjas fue alta.
- 5.- El ciclo de secas (Mayo-Agosto) presentó un grado de severidad de la infestación mayor que el ciclo de lluvias (Agosto –Noviembre). Lo cual demuestra que la salinidad está directamente relacionada con el número de gregarinas por camarón.
- 6.- La salinidad afectó el grado de severidad de la infestación por gregarinas más no así la prevalencia de gregarinas.

X. RECOMENDACIONES

- 1) Para estudios futuros se recomienda realizar evaluaciones integrales sobre el efecto de la presencia de gregarinas en los cultivos, su impacto en la producción y rentabilidad económica.
- 2) Debido a que las gregarinas se presentan desde los inicios del ciclo de cultivo, se recomienda empezar a monitorear los camarones a partir de la segunda semana después de la siembra independientemente de los niveles de salinidad en los estanques.
- 3) Los resultados muestran una alta prevalencia de gregarinas en ambos ciclos de cultivo e inclusive altos grados de severidad. Por tal motivo, se recomienda a los productores emplear algún tratamiento para disminuir la carga parasitaria.

XI. LITERATURA CITADA

Aguado-García, N. 2013. Prevalencia y enfermedades y parásitos de camarones de Caño Mánamo, Estado Delta Amacuro Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venez. 52:145-153.

Auró, A. y L.C Ocampo. 2006. El libro del camarón. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

Bray, W.A., A.L. Lawrence y J.R. Leung-Trujillo. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Peneaus vannamei*, with observations on the interaction of IHNV virus and salinity. Aquaculture.122:133-146.

Calderón-Pérez, V. 2009. Determinación poblacional y control de Gregarinas en juveniles (*Litopenaeus vannamei*) con Diclazuril al 5%. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Chávez-Sánchez, M.C., M. Hernández-Martínez, S. Abad-Rosales, E. Fajer-Ávila, L. Montoya-Rodríguez y P. Álvarez-Torres. 2002. A survey of infectious diseases and parasites of penaeid shrimp from the Gulf of Mexico. JWAS. 33(3): 316-329.

Clopton, R.E. 2002. Phylum Apicomplexa Levine 1970: Order Eugregarinorida Léger 1900. p 205-288. In: J.J. Lee, G. Leedale, D. Patterson y P.C. Bradbury (eds.). Illustrated Guide to the Protozoa, 2 edition. Lawrence, Kansas.

del Rio-Rodríguez, R.E., R.S.A. Soto, P.D. Atahualpa y S.M.I. Gómez. 2013. A ten-month disease survey on wild *Litopenaeus setiferus* (Decapoda: Penaeinae) from the southern Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 61:32-55.

Durán-Cobo, M.G. 2016. Evaluación patológica de *Litopenaeus vannamei* cultivados en granjas ubicadas en el estuario de Rio Scone (Ecuador). *Revista Aquatic* 44:12-29.

Gómez-Gil, G.B., A. Roque y A.L. Guerra-Flores. 2000 Enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura en México y el impacto de uso de antimicrobianos. CIAD. A.C. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. Mazatlán Sinaloa. México.

Gutiérrez-Salazar, G.J., Z.J. Molina-Garza, M. Hernández-Acosta, J.A. García-Salas, R. Mercado-Hernández y L. Galaviz-Silva. 2011. Pathogens in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) and their relationship with physicochemical parameters in three different culture systems in Tamaulipas, Mexico. *Aquaculture*. 321: 34-40.

Guzmán-Sáenz, G.M.F., R. Pérez-Castañeda, G. Gutiérrez-Salazar, P. González-Alanís, M. Hernández-Acosta y G.J. Sánchez-Martínez. 2014. Impacto de la parasitosis por Gregarinas (*Nematopsis* sp) en el cultivo de camarón. *Ra Ximhai*. 10 (6): 1-8.

Hernández-Jaime, F.A. 2001. Prevalencia de gregarinas y lesiones por bacterias en camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo semi-intensivo en

San Blas, Nayarit. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Jiménez, R. 1991. Análisis de gregarinas asociadas al detenimiento de crecimiento en camarones *Penaeus vannamei*. Acuicultura de Ecuador. 16:38-44.

Jiménez, R., L. de Barnial y M. Machuca. 2002. *Nematopsis marinus* n. sp., a new septate gregarine from cultured *Litopenaeus vannamei* (Boone), in Ecuador. Aquacult. Res. 33: 231-240.

Levine, N.D. 1970. Phylum II Apicomplexa. An illustrated guide to the protozoa. Society off protozoologist. Lawrence Kansas USA.

Lightner, D.V. 1983. Diseases of cultured penaeid shrimp. p. 289-320. In: J.P. McVey (ed.). CRC handbook of mariculture, vol. 1, Crustacean aquaculture, CRC Press, Florida.

Lightner, D.V. 1985. A review of the diseases of cultured penaeid shrimps and prawns with emphasis on recent discoveries and developments. p. 79-103. In: Y. Taki, J.H. Primavera y J.A. Llobrera (eds.). Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. Iloilo City, Philippines.

Lightner, D.V. 2010. A handbook of shrimp pathology and diagnostic for disease of cultured shrimp (Crustacea: Decapoda) gross signs; The World Aquaculture Society. USA.

- Lightner, D.V. y R.M. Redman. 1998. Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*. 164: 201-220.
- Meglitsch, P. A. 1986. Zoología de invertebrados. 2ª Edición. Editorial Pirámide. Madrid, España.
- Morales-Covarrubias, M.S. 1996. Prevalencia y grado de severidad de las infecciones virales y bacterianas e infestaciones por organismos epicomensales y parásitos en reproductores silvestres de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) capturados en la zona de Platanitos, Nayarit. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Mazatlán, México.
- Morales-Covarrubias, M.S. 2010. Enfermedades del camarón. Detección Mediante el análisis en fresco e histopatología. Editorial Trillas. S.A.de C.V. México.
- Morales-Covarrubias, M.S., A. Ruiz-Luna, A.P. Moura-Lemus, V.T. Solís-Montiel y G. Conroy. 2011 Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en ocho regiones de Latinoamérica. *Revista Científica*. 21(5): 434-446.
- Olivas-Valdez, J.A. 2010. Patógenos que afectan el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en ambiente marino y dulce acuícola en el estado de Baja California. *Red Vet*. 18: 1-6.

Organización Mundial de Sanidad Animal. 2006. Manual acuático (en línea) disponible en Web.oie.int/esp/normes/manual/pdf-es/I3-informaciongeneral. (revisado en Noviembre 2016).

Padrón de Instalaciones Acuícolas de Nayarit, Crustáceos 2016. (en línea) disponible en web.CESANAY.org/cesanay.(revisado en Octubre 2016).

Pantoja, C. y D.V. Lightner. 2008. Enfermedades virales. p 55-114. In: Q. Vielka-Morales y J. Ángel-Cuellar (eds.). Guía Técnica de Patología e Inmunología de camarones *Penaeidos*. Programa CYTED Red II- D *vannamei*, Panamá, Rep. De Panamá.

Prado-Garcés, C.A. 1996. Diagnóstico, tratamiento y prevención de infestación causadas por gregarinas en camarones *Penaeus vannamei* mediante dieta medicada. Tesis de licenciatura. Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil Ecuador.

Saavedra-Bucheli, M., R. Álvarez-León y I. Rey-Carrasco. 2008. Análisis de la incidencia de gregarinas en cultivos comerciales de *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris* en el sur del Caribe colombiano. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza. 41(1): 9-23.

Samocha, T. M., A.L. Lawrence, C.R. Collins, C.R. Emberson, J.L. Harvin y P.M. Van Wyk. 2001. Development of integrated environmentally-sound inland shrimp production technologies for *Litopenaeus vannamei*. p. 64-75. In: C.L. Browdy y D.E. Jory (eds.). The New Wave: Proceedings of the Special Session

on Sustainable Shrimp Farming. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, USA.

SAGARPA. 2015. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2013.

Valigurová, A., G.G. Paskerova, A. Diakin, M. Kovasokova Y G.T. Simdyanov. 2015. Protococcidian *Eleutheroschizon duboscqi*, an Unusual Apicomplexa Interconnecting Gregarines an Cryptosporidia. PLoS ONE. 10: 4-27.

Wayne, W.D. 1991. Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud. 3ª edición. Editorial Limusa. Distrito Federal, México.