



Title Paper/Título del artículo:

Infestación intestinal por gregarinas en el camarón blanco *Penaeus vannamei* de cultivo en Nayarit, México

Intestinal infestation by gregarines in farmed whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* in Nayarit, Mexico

Authors/Autores: Zavala-Leal, O.I., Hernández-Jaime, R.J., Valdez-González, F.J., Martínez-Cárdenas, L., González-Huerta, C.A., Cuevas-Rodríguez, B.

ID: e1277

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1277>

Received/Fecha de recepción: September 09th 2021

Accepted /Fecha de aceptación: May 26th 2022

Available online/Fecha de publicación: June 17th 2022

Please cite this article as/Como citar este artículo: Zavala-Leal, O. I., Hernández-Jaime, R. J., Valdez-González, F. J., Martínez-Cárdenas, L., González-Huerta, C. A., Cuevas-Rodríguez, B. (2022). Intestinal infestation by gregarines in farmed whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* in Nayarit, Mexico. *Revista Bio Ciencias* 9, e1277. <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1277>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de *Revista Bio Ciencias* para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Infestación intestinal por gregarinas en el camarón blanco *Penaeus vannamei* de cultivo en Nayarit, México

Intestinal infestation by gregarines in farmed whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* in Nayarit, Mexico

Título corto: Gregarinas en camarón blanco

Running title: Gregarines in whiteleg shrimp

Zavala-Leal, O.I.^{1,2*} (0000-0001-8581-5724), Hernández-Jaime, R.J.¹, Valdez-González, F.J.² (0000-0002-2517-4811), Martínez-Cárdenas, L.^{1,2} (0000-0002-8705-8146), González-Huerta, C.A.² (0000-0003-3489-202X), Cuevas-Rodríguez, B.²

¹*Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Km. 9 Carretera Tepic-Compostela, Xalisco, Nayarit, C.P. 63780, México.* ²*Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit. Km, 12 Carretera Los Cocos, Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, C.P. 63740, México.*

***Corresponding Author:** O. I. Zavala-Leal. *Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Km. 9 Carretera Tepic-Compostela, Xalisco, Nayarit, C.P. 63780, México. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit. Km, 12 Carretera Los Cocos, Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, C.P. 63740, México. Phone: (311) 103 24 53. E-mail: ziram28@hotmail.com.*

RESUMEN

La presencia de gregarinas en el cultivo de camarón está asociada con una baja tasa de crecimiento. En esta industria, el tiempo de crecimiento es fundamental para el éxito del cultivo. Este trabajo describe la infestación intestinal por gregarinas en *Penaeus vannamei*, y evalúa un método de control del parásito. El muestreo se realizó durante mayo-agosto (temporada seca) y agosto-noviembre (temporada de lluvias) en cuatro granjas. Se determinó el grado de infestación y la prevalencia de gregarinas y su relación con la salinidad. Finalmente, se probó el antiparasitario comercial PREOXOL® (oxibendazol) al 1.5 % como control contra estos parásitos, en la producción comercial. Se observó que la prevalencia de gregarinas en ambos ciclos de cultivo fue alta, osciló

entre el 75 y el 90 % en la estación seca y entre el 70 y el 87 % en la estación lluviosa. El grado de severidad de la infestación fue mayor en la estación seca. La salinidad registrada durante la estación seca osciló entre 26 y 47 UPS, mientras que en el ciclo de lluvias fue de 6 a 26 UPS. Se observó que existe una correlación positiva entre el grado de severidad y la salinidad. El antiparasitario logró disminuir la prevalencia de gregarinas más del 90 %. Mientras que el grado de severidad disminuyó hasta en tres grados. Existe una correlación positiva entre el grado de severidad y la salinidad, no así con la prevalencia. El método de control empleado con PREOXOL® resultó ser altamente eficiente en la producción comercial de camarón.

PALABRAS CLAVES: Grado de severidad, gregarinas, oxibendazol, producción comercial de camarón

ABSTRACT

The presence of gregarines in shrimp farming is associated with a low growth rate. In this industry, growing time is critical to the crop's success. This work describes the intestinal infestation by gregarines in *Penaeus vannamei* and evaluates a method of control of the parasite. Sampling was carried out from May-August (dry season) and August-November (rainy season) on four farms. The degree of gregarine infestation, prevalence and their relationship with salinity was determined. Finally, we tested the commercial antiparasitic PREOXOL® (oxibendazole) at 1.5 % as a control against these parasites in commercial production. The prevalence of gregarines in both crop cycles was high, ranging between 75 and 90 % in the dry season and between 70 and 87 % in the rainy season. The degree of severity of the infestation was higher in the dry season. The salinity recorded during the dry season ranged between 26 and 47 UPS, while it was between 6 and 26 UPS in the rainy season. We found a positive correlation between the degree of severity and salinity. The antiparasitic reduced the prevalence of gregarines by more than 90 %, while the severity decreased by up to three degrees. There is a positive correlation between the degree of severity and salinity, but not with prevalence. The control method used with PREOXOL® turned out to be highly efficient in commercial shrimp production.

KEY WORDS: Degree of severity, gregarines, oxibendazole, commercial shrimp production

Introducción

El cultivo de crustáceos ha crecido enormemente en la generación de divisas económicas alrededor de todo el mundo (FAO, 2016). El cultivo del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en México es una de las actividades acuícolas más importantes y exitosas. Por el volumen de producción se ubica en el lugar número tres, sin embargo, por su valor económico se encuentra en el primer lugar de todos los recursos pesqueros explotados en México. Del mismo modo, el camarón es el recurso pesquero que más se exporta, siendo Estados Unidos de América, Japón e Italia los principales destinos. La principal zona de producción de camarón blanco en México es la zona noroeste (Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Nayarit) (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 (OMSA, 2008; Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014).

El camarón blanco es la especie de crustáceos más cultivado en México y es una de las más afectadas por parásitos de tipo esporozoarios, predominantemente por 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 & Ocampo, 2006, Morales-Covarrubias, 2010). Los géneros más comunes que infestan al camarón son *Nematopsis spp.*, *Paraophioidina spp.* y *Cephalolubus spp.* 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 cantidades de gregarinas (prevalencia alta) se asocian a intestinos vacíos o parcialmente vacíos, coincidiendo con una baja tasa de crecimiento, así como la posible predisposición a infecciones virales, bacterianas y problemas nutricionales (Guzmán-Sáenz *et al.*, 2014). 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). En México, se han empleado algunos métodos empíricos en el control de

gregarinas a través del uso de antibióticos en granjas camaronícolas y cada vez con menor control en la aplicación y eficiencia en la acción (Fajer-Ávila *et al.*, 2005). Sin embargo, los registros sobre los efectos o el uso de los antibióticos que se emplean y su eficiencia son escasos.

En esta industria de gran riesgo la tasa de crecimiento del camarón es fundamental para el éxito y rentabilidad del cultivo. Por tal motivo, en este trabajo se propone describir la infestación intestinal por gregarinas de camarón blanco *P. vannamei* en cultivo en Nayarit, México, así como el uso de un método de control del parásito con oxibendazol Preoxol®. Esto permitirá tomar las medidas necesarias para evitar las pérdidas económicas del cultivo mejorando el manejo.

Material y Métodos

El trabajo se realizó en la zona noroeste de México. Se monitorearon cuatro granjas del estado de Nayarit, México, localizadas en diferentes áreas (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"). Estas granjas se dedican al cultivo de camarón blanco en estanques enclavados en tierra con sistemas de producción semi-intensiva. La densidad de siembra fue de 12 a 18 camarones por metro cuadrado según la granja y las características de los estanques. Los muestreos se llevaron a cabo 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).

La toma de muestra se realiza anticipadamente a la siembra de las post-larvas en las granjas. Se muestrearon 50 post-larvas del laboratorio proveedor, de cada lote destinado a las cuatro granjas. Una vez sembradas, se muestrearon 10 organismos de un estanque de cada granja con una frecuencia semanal hasta la cosecha. Los muestreos se realizaron de forma aleatoria variando el número de muestreos entre seis y ocho por ciclo de cultivo por granja. 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.

Los organismos fueron transportados al laboratorio y revisados con la técnica de análisis en fresco propuesta por Lightner (2010), la cual consiste en extraer el intestino completo

con la ayuda de tijeras y pinzas de disección. Cada muestra (intestino) se colocó en un portaobjetos con solución salina al 0.85 % (cloruro de sodio). Una vez revisados los organismos se identificaron los géneros de gregarinas presentes de acuerdo con Levine (1985) 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 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). Finalmente, con la revisión de los organismos se estimó la prevalencia total de gregarinas de acuerdo Wayne (1991) mediante la siguiente ecuación:

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

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) y se registró en la bitácora de campo.

Adicionalmente, se probó un método de control contra gregarinas en la producción comercial de dos granjas camaronícolas, El Estero (N 21°56'59.69" W 105°26'58.87") y Los Otates (N 21°58'10.12" W 105°26'36.95"), durante el ciclo de cultivo Mayo-Agosto. Para ello se usó el antiparasitario oxibendazol de nombre comercial PREOXOL® al 1.5 % en el alimento a razón de 2g por kg de alimento en todas las raciones de alimento durante tres días. Se emplearon cinco estanques de 10 ha en la granja El Estero y tres estanques de 5 ha en la granja Los Otates. El antibiótico se suministró cuando los camarones presentaban grado dos de severidad o mayor. Se muestrearon alrededor de 50 camarones antes de la aplicación del método de control y una semana después del inicio del tratamiento.

Se realizaron pruebas de normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (prueba de Levene's) 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.

Resultados

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 la parte posterior se le conoce como Satélite (Figura 1a). Estos esporontes también forman asociaciones pre-reproductivas con dos a más individuos ya sea en cadena, rectos o bifurcados (Figura 1b), 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.

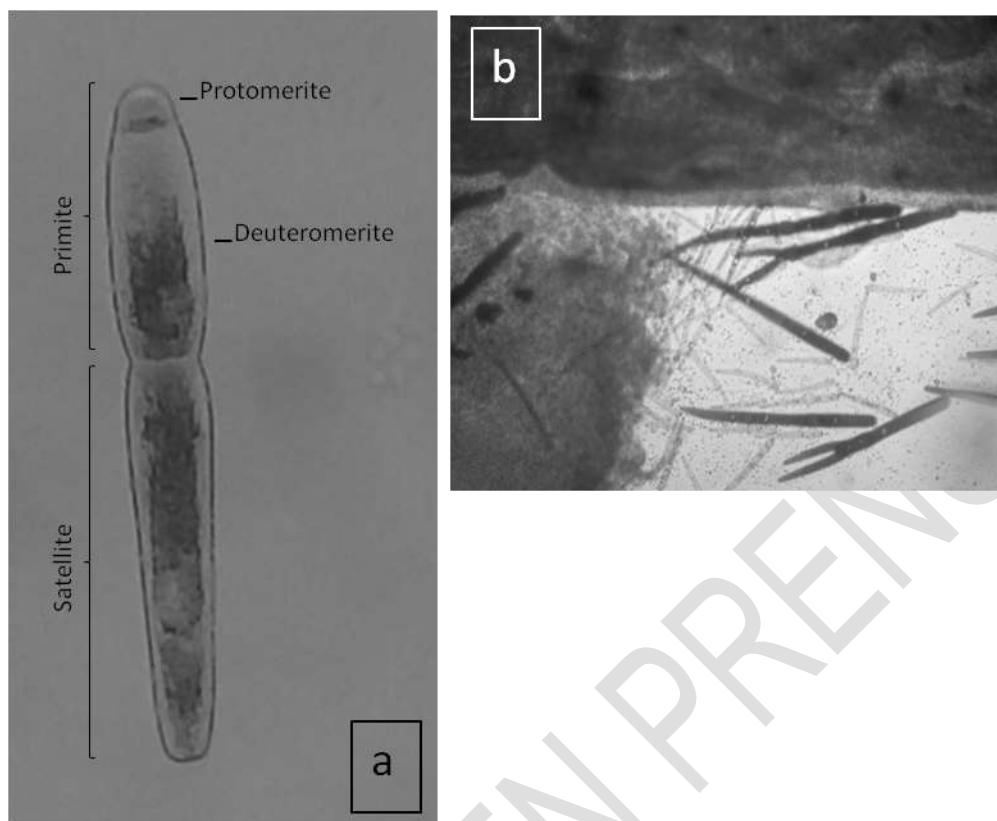


Figure 1. **Morphology of gregarines. (a) Typical anatomy of sporont of *Nematopsis* sp (b) Bifurcated syzygy of *Nematopsis* sp. in the lumen of the gut.**

Figura 1. **Morfología de gregarinas. (a) Anatomía típica del esporonte de *Nematopsis* sp. (b) Siciurias 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 no hubo presencia de gregarinas en el intestino. En los muestreos de los organismos sembrados en el primer ciclo (Mayo-Agosto) y segundo ciclo (Agosto-Noviembre), se observó que durante la primera semana de cultivo no hubo presencia de gregarinas en ninguna de las cuatro granjas monitoreadas (Figura 2a y b). En la segunda semana del cultivo, se observó la presencia del parásito en la mayoría de las granjas, excepto en la granja Las Palmas (Figura 2a) y en la granja La Única (Fig. 2b) en el primer y segundo ciclo, respectivamente. A partir de la primera aparición del parásito siempre estuvo presente hasta la cosecha (Figura 2). En cuanto al número promedio de gregarinas por organismos (Tabla 1), 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 ($p = 0.0001$).

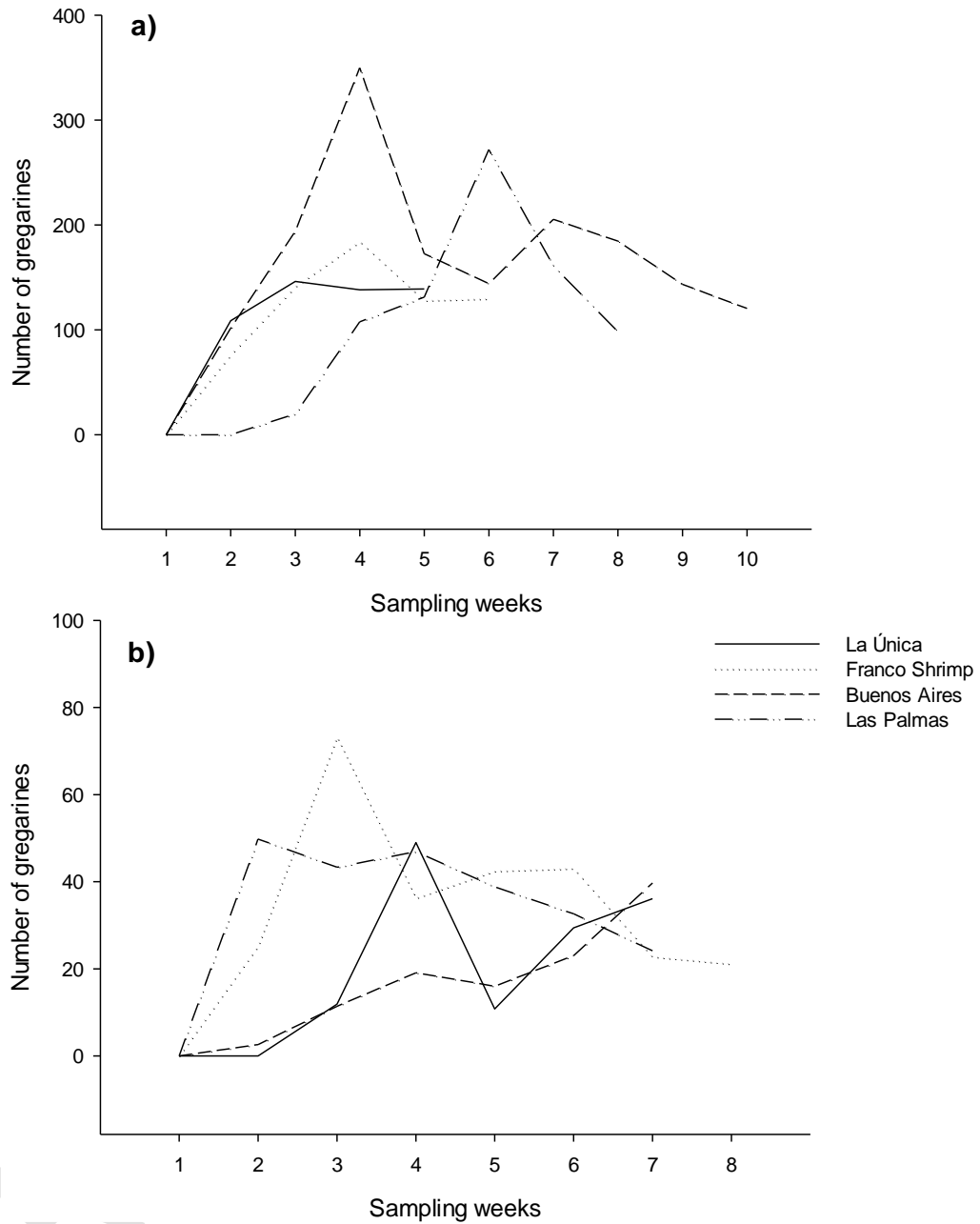


Figure 2. Variation in the mean number of gregarines in four shrimp farms from San Blas, Nayarit. a) May-August cycle, b) August-November cycle.

Figura 2. Variación del número promedio de gregarinas en cuatro granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit. a) Ciclo Mayo-Agosto, b) Ciclo Agosto-Noviembre.

Table 1. Number of gregarines (mean \pm standard deviation) by farm and by crop cycle.

Tabla 1. Número de gregarinas (promedio \pm desviación estándar) por granja y por ciclo.

Farm	Number of gregarines	
	May-Aug cycle	Aug-Nov cycle
La Unica	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
Mean	119.1	25.5

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 2). 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 2). En ese sentido, se observaron diferencias significativas entre ciclos de cultivo siendo mayor en el ciclo 1. La salinidad registrada durante el primer ciclo de cultivo o secas (Mayo-Agosto) osciló de 26 a 47 UPS, mientras que en el ciclo de lluvias (Agosto-Noviembre) fue de 6 a 26 UPS. 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 2). 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 2).

Table 2. Prevalence of gregarines and severity degrees in the white leg shrimp from four farms in San Blas, Nayarit.

Tabla 2. Prevalencia de gregarinas y grados de severidad en el cultivo de camarón blanco de cuatro granjas de San Blas, Nayarit.

Farm	Prevalence (%)		Severity degree		Salinity (UPS)	
	Cycle May-Aug	Cycle Aug-Nov	Cycle May-Aug	Cycle Aug-Nov	Cycle May-Aug	Cycle Aug-Nov
La Unica	80	70	Four	Zero-One	36 ± 0.8	6 ± 0.9
Franco Shrimp	83	87	Three-Four	Zero-Two-Three	35 ± 0.5	26 ± 3.8
Buenos Aires	90	81	Four	Zero-One-Two	44 ± 2.6	16.4 ± 2.2
Las Palmas	75	85	Two-Three-Four	Zero-Two	27 ± 0.9	14 ± 1.8

Finalmente, se observó que existe una correlación positiva entre el número promedio de gregarinas (grado de severidad) y la salinidad (Tabla 3). De igual manera, existe una correlación entre la prevalencia de gregarinas y el grado de severidad con respecto a la salinidad (Tabla 3).

Table 3. Correlation between the prevalence of gregarines and the salinity at farms cultivating whiteleg shrimp in San Blas, Nayarit.

Tabla 3. 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. of gregarines & Salinity	0.5918	0.0215*
Prevalence & Salinity	0.7229	0.0000*
Degree of severity & Salinity	0.6125	0.0000*

* Shows significant differences ($p \leq 0.05$)

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

En cuanto al método de control de gregarinas se observó que en ambas granjas el tratamiento con PREOXOL® redujo significativamente la carga parasitaria. De manera general la prevalencia de gregarinas después del tratamiento disminuyó más del 90 %. Mientras que el grado de severidad disminuyó hasta en tres grados (Tabla 4). En ambas granjas y para todos los estanques experimentales el desparasitante se empleó de 2 a 4 veces durante el ciclo de cultivo y ello permitió mantener el endoparásito con estos niveles de prevalencia y grados de severidad hasta la cosecha.

Table 4. **Effect of treatment with PREOXOL® against gregarines in shrimp in commercial production.**

Tabla 4. **Efecto del tratamiento con PREOXOL® contra las gregarinas en camarón en producción comercial.**

Farm	Initial (mean)	Prevalence (%)			Severity degree	
		Min-Max	Final (mean)	Min-Max	Initial	Final
El Estero	97	72 - 100	5	8 - 16	Cuatro	Uno
Los Otates	94	64 - 100	2	2 - 5	Tres	Cero-uno

Discusión

Las gregarinas son parásitos causantes de enfermedades importantes en camarones peneidos silvestres y cultivados (Lightner, 1985, Lightner & 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 *P. vannamei* de Latinoamérica (incluidos el Pacífico mexicano y el Golfo de México) (Morales-Covarrubias *et al.*, 2011). En organismos silvestres de especies como *L. 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 estanques 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 estanques 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). En ese sentido, se considera que esto pudo favorecer a la presencia de gregarinas en el intestino del camarón a la segunda semana de cultivo. 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 *P. 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 (Gutiérrez-Salazar *et al.*, 2011, Saavedra-Bucheli *et al.*, 2008). Se ha reportado que la temperatura afecta de manera directa la prevalencia de gregarinas en camarón blanco (Gutiérrez-Salazar *et al.*, 2011), mientras que 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 podrían propiciar un alto grado de infestación de gregarinas. 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).

En cuanto a métodos de control contra infecciones por gregarinas existe muy poca información. Algunos productores de la zona señalan que han hecho uso de métodos empíricos como la aplicación de cal viva (óxido de calcio) y algunos antibióticos, pero sin algún control ni registro como tal. De manera general, se emplean diversos antibióticos de uso veterinario para la producción de ganado porcino, bovino, caprino y aves de corral, sin embargo, el oxibendazol no ha sido un método de control que se haya empleado en la producción de camarón. Este antibiótico al igual que otros benzamidazoles (albendazol, mebendazol, fenbendazol, triclabendazol, oxfendazol, flubendazol y thiabendazol) han sido empleados contra parásitos en piel, branquias y en órganos internos, principalmente monogéneos, cestodos y protozoarios en peces en cultivos comerciales (Athanasopoulou *et al.*, 2009). Debido a la efectividad en peces y la aceptación del uso de este tipo de benzamidazoles en la producción, se buscó probar un tratamiento de control para gregarinas en el cultivo de camarón, el cual resultó ser muy eficiente. No obstante, dentro de los antibióticos más empleados en la medicina veterinaria son la sulfadimetoxina y la sulfametopirazina, debido a su bajo costo y su eficiencia relativamente alta contra parásitos (MVM, 1998, Fajer-Ávila *et al.*, 2005). Como

se mencionó con anterioridad, son escasos los reportes confiables sobre el uso de fármacos contra las gregarinas en camarón. Se han probado de manera rigurosa la monensina sódica y la sulfacloropiridazina (Fajer-Ávila *et al.*, 2005). Estos autores reportan que la monensina sódica disminuyó la presencia de gregarinas en un 92 y 94 % (a concentración de 5.5 y 6 g Kg⁻¹ de alimento, respectivamente), mientras que la sulfacloropiridazina la redujo en un 85 y 83 % (a concentración de 2.5 y 3.5 g Kg⁻¹ de alimento, respectivamente), aunque la eficiencia de ambos fármacos se puede considerar alta, estas pruebas se realizaron a una escala pequeña y por un corto periodo de tiempo. En este estudio, se demostró que el oxibendazol a concentración de 2g Kg⁻¹ de alimento es eficiente en más del 90 % contra las gregarinas, a lo largo de todo el ciclo de producción.

Conclusiones

Debido a que los camarones sembrados en los estanques no presentaron gregarinas hasta la segunda semana de cultivo para la mayoría de los casos, es preciso asegurar que este parásito se encuentra presente en los estanques. Además, se observó que una vez que se detectó el parásito en los camarones ya no desapareció del cultivo, por ello es evidente la necesidad de un método de control eficiente. De igual manera, se pone de manifiesto que la salinidad está directamente relacionada con la concentración de este parásito ya que este factor afectó el grado de severidad de la infestación. En cuanto al método de control empleado con PREOXOL[®] al 1.5 %, se pudo comprobar a nivel de producción comercial que es altamente eficiente (más del 90 %).

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los representantes de las granjas camaronícolas La Única, Franco Shrimp, Buenos Aires y Las Palmas por la donación de los organismos muestreados, así como también a las granjas El Estero y Los Otates por permitirnos utilizar algunos de sus estanques durante su producción comercial, para emplear el método de control de endoparásitos.

Referencias

- Aguado-García, N. (2013). Prevalencia y enfermedades y parásitos de camarones de Caño Mánamo, Estado Delta Amacuro Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 52(1), 145-153. <https://core.ac.uk/download/pdf/235929323.pdf>
- Athanassopoulou, F., Pappas, I. S., & Bitchava, K. (2009). An overview of the treatments for parasitic disease in Mediterranean aquaculture. In: The use of veterinary drugs and vaccines in Mediterranean aquaculture. Rogers C. and Basurco, B. eds. 65-83 pp. Zaragoza, CIHEAM.
- Auró, A, & Ocampo, L.C. (2006). *El libro del camarón*. Distrito Federal, México, Editorial Universidad Nacional Autónoma de México.
- 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, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala]. <https://1library.co/document/y651e55z-determinacion-poblacional-gregarinas-juveniles-camaron-litopenaeus-vannamei-diclazuril.html>
- Chávez-Sánchez, M. C., Hernández-Martínez, M., Abad-Rosales, S., Fajer-Ávila, E., Montoya-Rodríguez, L., & Álvarez-Torres, P. (2002). A survey of infectious diseases and parasites of penaeid shrimp from the Gulf of Mexico. *Journal of the World Aquaculture Society*. 33(3), 316-329. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00508.x>
- Clopton, R. E. (2002). Phylum Apicomplexa Levine 1970: Order Eugregarinorida Léger 1900. In: Illustrated guide to the protozoa, 2 edition. Lee J. J., Leedale, G., Patterson, D. and Bradbury, P. C. eds. 205-288 pp. Lawrence, Kansas, USA. Society of Protozoologists.
- Durán-Cobo, M. G. (2016). Evaluación patológica de *Litopenaeus vannamei* cultivados en granjas ubicadas en el estuario de Rio Chone (Ecuador). *Revista Aquatic*, 44, 12-29. <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/272/256>
- Fajer-Ávila, E. J., Morales-Covarrubias, M. S., Abad-Rosales, S., Roque, A., Meza-Bojórquez, P., & Hernández-González, C. (2005). Effectiveness of oral Elancoban™ and Avimix-ST™ against *Nematopsis* (Apicomplexa: Porosporidae) gametocysts infecting the shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 244, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.005>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/3/i5555e/i5555e.pdf>
- Gutiérrez-Salazar, G. J., Molina-Garza, Z. J., Hernández-Acosta, M., García-Salas, J. A., Mercado-Hernández, R., & Galaviz-Silva, L. (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(1-2), 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.032>
- Guzmán-Sáenz, F. M., Pérez-Castañeda, R., Gutiérrez-Salazar, G., González-Alanís, P., Hernández-Acosta, M., & Sánchez-Martínez, G. J. (2014). Impacto de la parasitosis por Gregarinas (*Nematopsis* sp) en el cultivo de camarón. *Ra Ximhai*, 10(6), 1-8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132135001>
- Jiménez, R (1991). Análisis de gregarinas asociadas al detenimiento de crecimiento en camarones *Penaeus vannamei*. *Acuicultura de Ecuador*, 16, 38-44.
- Jiménez, R., de Barniol, L., & Machuca, M. (2002). *Nematopsis marinus* n. sp., a new septate gregarine from cultured *Litopenaeus vannamei* (Boone), in Ecuador. *Aquaculture Research*, 33(4), 231-240. <https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2002.00647.x>
- Levine, N. D. (1985). Phylum II Apicomplexa Levine, 1970. In: An illustrated guide to the protozoa. Lee, J. J., Hunter, S. H. and Bovee. E. C. eds. 322-374 pp. Lawrence, Kansas. USA. Society of Protozoologists.
- Lightner, D. V. (1983). Diseases of cultured penaeid shrimp. In: Handbook of mariculture, vol. 1, Crustacean aquaculture. McVey, J. P. ed. 289-320 pp. Boca Raton, Florida. CRC Press.
- Lightner, D. V. (1985). A review of the diseases of cultured penaeid shrimps and prawns with emphasis on recent discoveries and developments. In: Proceedings of the first international conference on the culture of penaeid prawns/Shrimps. Taki, Y., Primavera, J. H. and Llobrera, J. A. eds. 79-103 pp. Iloilo City, Philippines. Publisher Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Lightner, D. V. (2010). *A handbook of shrimp pathology and diagnostic for disease of cultured shrimp (Crustacea: Decapoda) gross signs*. USA. The World Aquaculture Society.

- Lightner, D. V., & Redman, R. M. (1998). Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*, 164, 201-220. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00187-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00187-2)
- MVM. (1998). *The Merck Veterinary Manual, eighth edition*. New Jersey. Merck and Co.
- Morales-Covarrubias, M. S. (2010). *Enfermedades del camarón, detección mediante el análisis en fresco e histopatología*. Editorial Trillas. S.A. de C.V.
- Morales-Covarrubias, M. S., Ruiz-Luna, A., Moura-Lemus, A. P., Solís-Montiel, V. T., & Conroy, G. (2011). Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en ocho regiones de Latinoamérica. *Revista Científica*, 21(5), 434-446. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95919362010>
- Olivas-Valdez, J. A., Cáceres-Martínez, J., & Vásquez-Yeómans, R. (2010). Patógenos que afectan el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en ambiente marino y dulce acuícola en el estado de Baja California. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18 (3), 1-25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63613123013>
- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2008). Manual de pruebas de diagnóstico para los animales acuáticos 2006. Ed. OMSA.
- Pantoja, C., & Lightner, D. V. (2008). Enfermedades virales. In: Guía Técnica de Patología e Inmunología de camarones Penaeidos. Vielka-Morales, Q. and Ánjel-Cuellar, J. eds. 55-114 pp. Panamá. Programa CYTED Red II- D vannamei. http://www.cesasin.com.mx/LIBRO_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf
- 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. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencia del Mar. Guayaquil, Ecuador. 1-23 pp. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4634/1/7155.pdf>
- Saavedra-Bucheli, M., Álvarez-León, R., & Rey-Carrasco, I. (2008). Análisis de la incidencia de gregarinas en cultivos comerciales de *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris* en el sur del Caribe colombiano. *Arquivos de Ciências do Mar*, 41(1), 9-23. <https://labomar.ufc.br/wp-content/uploads/2017/01/acm-2008-41-1-02.pdf>
- SAGARPA, (2015). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013. Mazatlán, México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

<https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca>

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

[https://www.academia.edu/17988752/Bioestadistica Base para el analisis de las ciencias de la salud](https://www.academia.edu/17988752/Bioestadistica_Base_para_el_analisis_de_las_ciencias_de_la_salud)

ARTÍCULO EN PRENSA