

Aproximación al uso de los análisis en fresco del camarón como indicador predictivo de su crecimiento en cultivo

Approximation to the use of wet mount shrimp analysis as a predictive indicator of its growth in culture

Alexander Varela Mejías 

Consultor en Sanidad Acuicola, Sonora, México

Correspondencia: Alexander Varela Mejías, E-mail: alexander.varela@gmail.com

Artículo original | Original article

Palabras clave

Gregarinas
Crecimiento
Camarones
Análisis en fresco
Correlación

Keywords

Gregarines
Weight
Increase
Shrimp
Wet mount
Correlation

RESUMEN | Se realizaron análisis de correlación múltiple exploratorio y correlaciones entre las variables del análisis en fresco (Grado de condición de hepatopáncreas, Gregarinas y Epibiontes) y el Incremento Semanal Promedio -ISP- de 76 estanques de cultivo de camarones en Sonora, México. Aunque estas variables del análisis en fresco presentaron tendencias de correlaciones negativas con el ISP, únicamente la infestación de gregarinas presentó una correlación significativa con el ISP, sugiriendo que la parasitosis provoca efectos negativos sobre el crecimiento de los cultivos, incluso en organismos que no están severamente infestados.

ABSTRACT | Analyzes of multiple explorations and correlations between the variables of the wet mount analysis (degree of condition of hepatopancreas, Gregarines and Epibionts) and the Average Weekly Increase -AWI- of 76 shrimp ponds in Sonora, Mexico, were performed. Although the wet mount analysis variables showed negative correlation trends with the AWI, only the gregarine infestation showed significant evidence with the AWI, suggesting that parasitosis causes negative effects on shrimp growth, even in organisms that are not severely affected.

INTRODUCCIÓN

Los incrementos en los costos de producción, la competitividad de los mercados y los impactos ocasionados por los brotes de enfermedades infecciosas, sobre los sistemas productivos de camarones en Latinoamérica, han representado un gran desafío para esta industria. La principal amenaza que se presenta sobre esta actividad, lo constituye, sin duda, la creciente incidencia de enfermedades, tanto endémicas como emergentes, muchas de ellas de alta virulencia, fenómeno que se ha tornado cada vez más común (Cuéllar-Anjel *et al.*, 2010; Morales-Covarrubias, 2013; Peña *et al.*, 2013; Morales *et al.*, 2015; O.I.E, 2018; Varela y Choc, 2020).

El incremento tanto en la incidencia como en la severidad de los brotes infecciosos, así como el impacto directo que ocasionan sobre las producciones, sobrevivencias y utilidades, ha dado lugar a una creciente necesidad de establecer sistemas de vigilancia sanitaria y epidemiológica (de Blas y Muniesa, 2014). Con este fin, se han desarrollado diversas técnicas diagnósticas, cada una con sus particulares niveles de complejidad, aplicabilidad, sensibilidad y especificidad. Siendo las más comunes el análisis en fresco, la bacteriología, la histopatología y las técnicas moleculares (Prieto y Rodríguez, 1993; Lightner, 1996; Morales-Covarrubias, 2010 y 2013; Cuéllar-Anjel, 2014a).

Con el fin de minimizar el impacto de estos brotes, las empresas camaroneras han establecido programas para el monitoreo del estado sanitario de los animales cultivados, realizando análisis en los sitios de producción o apoyándose en laboratorios externos especializados. Actividad necesaria, si se considera que la

falta de evaluaciones frecuentes de la salud de los camarones, puede dar lugar a la diseminación desapercibida de enfermedades entre estanques, no solamente dentro de la misma granja, sino hacia granjas en la misma región e incluso fuera de ellas (Cuéllar-Anjel *et al.*, 2010; de Blas y Muniesa, 2014; Varela y Choc, 2020).

Dentro de las técnicas desarrolladas con este fin, el análisis en fresco presenta algunas características que han propiciado su difusión y aplicación universal. Por ejemplo, se requiere de poco equipo de laboratorio, la inversión de recursos es mínima y el tiempo de entrenamiento para el personal es relativamente corto y simple. Además, el análisis puede ser realizado en la granja, brindando información rápida sobre el estado general de los camarones (Lightner, 1996; Morales-Covarrubias, 2013, Cuéllar-Anjel, 2014a; Varela y Choc, 2020).

Las principales limitantes de estos análisis en fresco, son su relativamente baja sensibilidad y especificidad. Sin embargo, es posible obtener resultados preliminares, con los cuales se pueden emprender acciones correctivas inmediatas en las granjas (Lightner, 1996; Varela y Choc, 2020), de vital importancia, para minimizar el impacto y diseminación de patologías.

Paradójicamente, a pesar de que muchas granjas realizan análisis en fresco y poseen información preliminar sobre el estado sanitario de sus animales, ésta no siempre se utiliza para emprender acciones basadas en ello, y consecuentemente se pierde la aplicabilidad de los resultados. Incluso, algunos de los indicadores, como los grados de infestación por gregarinas o epibiontes, pueden ser subestimados por el personal técnico de granja; considerándoles, en ocasiones, como de bajo o nulo impacto en la sobrevivencia, pero sin evaluar objetivamente su posible efecto en otros indicadores zootécnicos como lo son el incremento semanal promedio de los organismos o la conversión alimenticia.

Con el fin de analizar la aplicabilidad y aporte en aproximación real de los análisis en fresco y sus resultados, se realizó una evaluación de las correlaciones entre tres parámetros: el grado de condición en hepatopáncreas, la presencia de gregarinas y la determinación de las cargas de epibiontes, utilizándolos como variables asociativas a efectos en el Incremento Semanal Promedio (ISP), utilizando a éste como posible variable de respuesta, teniendo como base los resultados del análisis de 76 estanques de producción de camarones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis de los datos generados en estanques de camarones marinos de la especie *Penaeus vannamei*, ubicados en Sonora, México, durante el año 2018. Los datos disponibles correspondieron a 76 estanques, cultivados en ciclo corto, a una densidad promedio de 15 organismos/m², durante el segundo semestre del año.

La base de datos utilizada provino de los resultados promedios de análisis en fresco realizados sobre el grado de calificación o condición en el hepatopáncreas del camarón, el grado de infestación por gregarinas y el nivel de incidencia de epibiontes en lámelas branquiales y apéndices, obtenidos a partir de registros semanales para cada estanque, utilizando muestras de 10 animales capturados al azar. Los análisis y diagnósticos fueron realizados por técnicos en patología entrenados bajo protocolos estandarizados, lo cual incluyó el análisis en forma individual de 6400 organismos totales con un procesamiento inmediato en virtud de reducir el estrés o deterioro de los organismos.

La calificación de los resultados se realizó bajo metodologías estándares, en escalas que oscilaron entre grado 0 (G0), en el caso de ausencia de lesiones o patógenos y grado 4, en orden de baja a alta afección, siguiendo la metodología según Lightner (1996). En todos los casos se utilizaron los grados de condición numérica estandarizada, lo que permitió realizar la comparación cuantitativa entre las variables a lo largo del ciclo.

El incremento semanal promedio (ISP), se determinó mediante la realización de biometrías semanales, con muestras compuestas de al menos 100 animales capturados al azar, procesadas por el personal de la granja. Estos animales fueron capturados, pesados y contabilizados, con el fin de establecer el peso promedio.

Dichas biometrías fueron utilizadas para calcular el incremento en base a la duración total de ciclo y se presentó como incremento promedio en gramos por semana, para cada estanque.

Se desarrollaron análisis estadísticos para determinar si se detectaban patrones o tendencias de comportamiento entre las variables predictivas y los valores del ISP correspondiente como variable de respuesta. Para ello, se realizó un análisis de correlación múltiple exploratorio, utilizando el software R studio. Posteriormente, las variables seleccionadas se sometieron a un análisis de regresión lineal simple, utilizando los valores de R^2 ajustado, así como análisis por datos agrupados mediante R^2 ajustado y análisis de varianza (ANOVA) de una vía, luego de verificar los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los datos (Gutiérrez y de la Vara, 2008), a $p < 0,5$ utilizando para ello el software *Statgraphic plus*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis de correlación múltiple inicial, se detectó una posible asociación, donde las correlaciones entre las variables predictivas y el ISP fueron negativas en los tres casos (coloración rojiza). Sin embargo, la escala cromática de la imagen muestra que dichas correlaciones fueron bajas para dos de las variables analizadas, sugiriendo más bien tendencias de comportamiento, con baja correlación entre el grado del hepatopáncreas y los epibiontes con el ISP, las cuales fueron débiles bajo las condiciones descritas. En tanto que la asociación entre gregarinas y el ISP fue más marcada (Fig. 1).

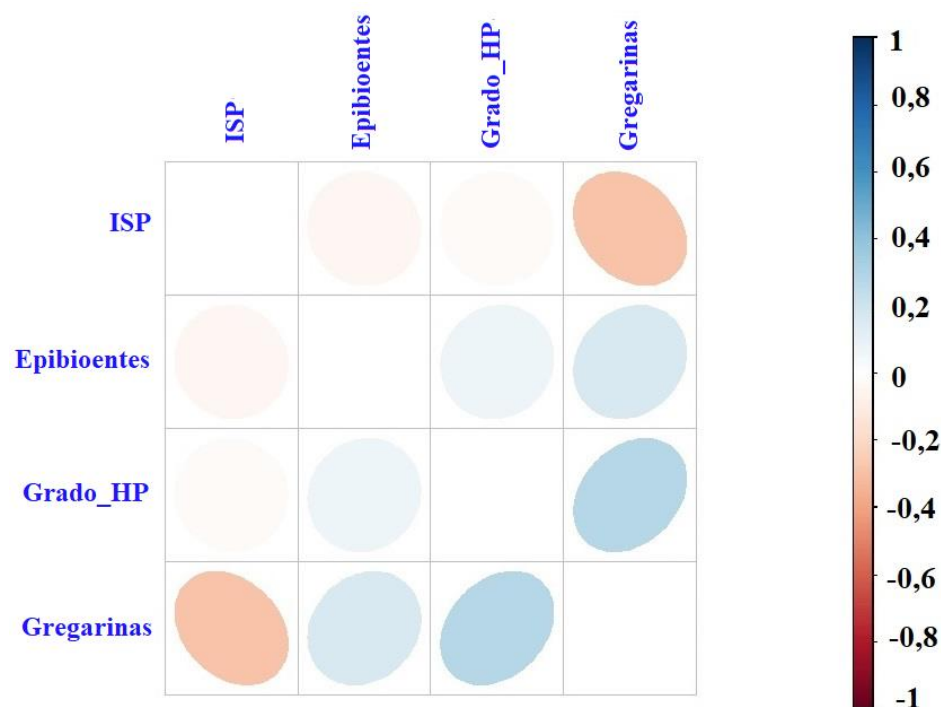


Figura 1. Coeficientes de correlación múltiple entre las diferentes variables predictivas Grado de condición de hepatopáncreas (Grado_HP), Epibiontes y Gregarinas y la variable de respuesta del Incremento Semanal Promedio del camarón (ISP).

Los histogramas de frecuencias para cada variable considerada, presentaron distribuciones sin valores elevados. El ISP presentó un rango que osciló entre 0,90g/semana y 1,80g/semana. Con un promedio de $1,17 \pm 0,17$ g/semana (Fig. 2).

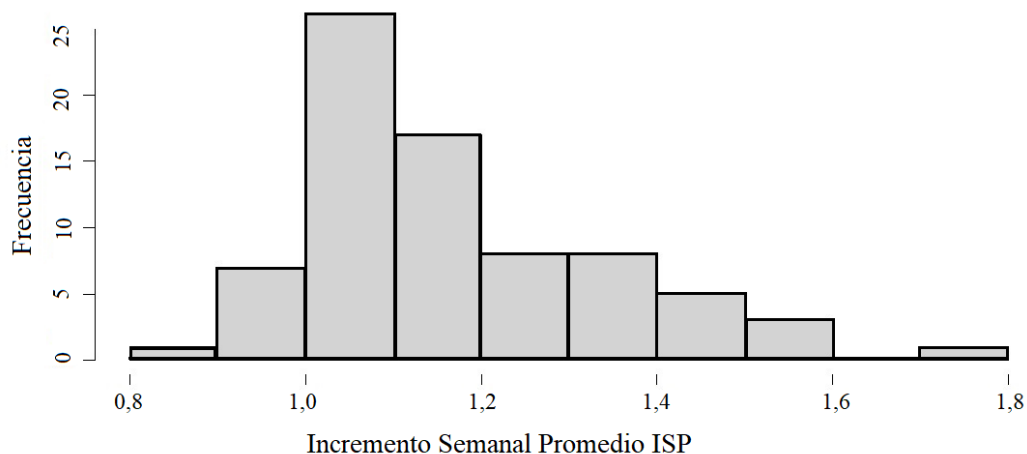


Figura 2. Histograma de frecuencias de los valores de Incremento Semanal Promedio del camarón (ISP), registrados durante el periodo de evaluación.

El grado de hepatopáncreas presentó un promedio general de 0,60 según el grado escalar de Lightner (1996), con un valor máximo de 1,48, sin valores elevados de afectación. Esto a pesar de que este órgano es frecuentemente afectado por múltiples patógenos y parásitos (Lightner, 1996; Morales-Covarrubias, 2010; Varela, 2018), aun así, para las muestras procesadas no se reportaron casos con lesiones severas (Fig. 3A).

La carga de epibiontes fue baja en general. Todas las muestras procesadas presentaron presencia de estos organismos en grados variables, con una moda de 1. No se observaron grados de infestación altos durante el periodo de estudio, así como tampoco lesiones como melanosis o mutilaciones atribuibles a esta causa (Fig. 3B).

En el caso de la presencia de gregarinas, éstas presentaron los mayores valores entre los parámetros analizados, llegando a grado 2 en la escala de Lightner (1996), bajo las condiciones descritas con respecto a las frecuencias de las demás variables, con una moda de 1. Presentando algunos resultados con conteos muy bajos, al principio del ciclo productivo (Fig. 3C).

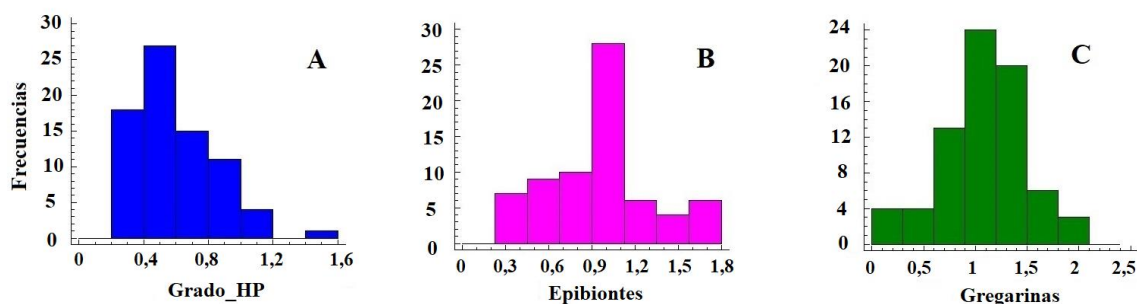


Figura 3. Histogramas de frecuencias de las variables predictivas, registradas durante el periodo de evaluación. Frecuencia de resultados para Grado de hepatopáncreas (A), Epibiontes (B) y Gregarinas (C).

Los resultados de las regresiones lineales, entre las variables y el ISP, no mostraron relaciones significativas (Fig. 4A y 4B) ($p > 0,05$), a no ser con las gregarinas (Fig. 4 C), las cuales presentaron una correlación significativa (0,2758; $p < 0,05$), permitiendo inferir una posible correlación entre los grados de infestación de gregarinas y el ISP.

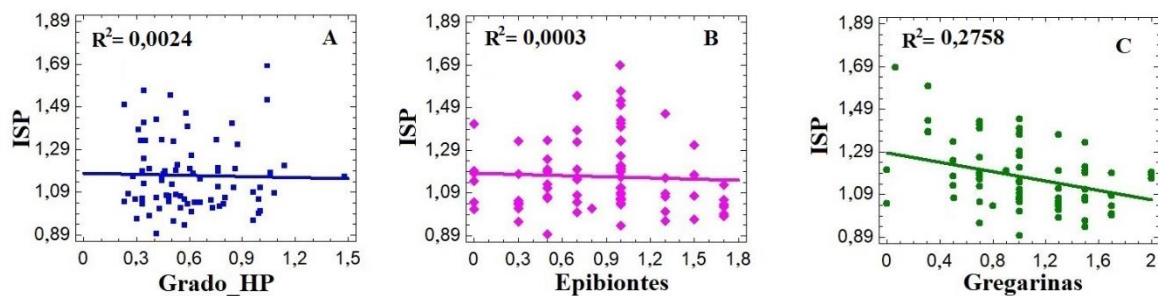


Figura 4. Relaciones de las variables componentes del análisis en fresco con respecto al Incremento Semanal Promedio del camarón (ISP), con sus respectivos valores de R^2 ajustado. Para Grado de hepatopáncreas (A), Epibiontes (B) y Gregarinas (C).

Como se observa en la Figura 4, la relación lineal entre las cargas de gregarinas y el ISP, explicaría un 27% de la variabilidad del ISP. Este valor es muy superior al generado por las otras dos variables, en las cuales las relaciones son muy débiles para los datos analizados. Por lo que la variable más adecuada en este caso, fue la incidencia de gregarinas.

Para una visualización más práctica útil, al organizar la información por datos agrupados de la incidencia de gregarinas con el ISP en cuatro categorías según su grado de infestación: $\leq 0,50$; 0,51 a 1,00; 1,01 a 1,50 y $\geq 1,51$; observándose que la moda de reportes para estos rangos se ubicó en la categoría con rango de 0,51 a 1,00, cuya graficación de promedios, si bien presenta una desviación elevada en algunos rangos, no evidencia presencia de valores atípicos y la asociación entre los grados de infestación por gregarinas e ISP fueron consistentes, estos promedios clarifican más su relación negativa y significativa con el ISP ($R^2 = 0,91$), permitiendo sugerir un posible modelo predictivo práctico de la afección por gregarinas en el camarón, usando el análisis en fresco (Fig. 5).

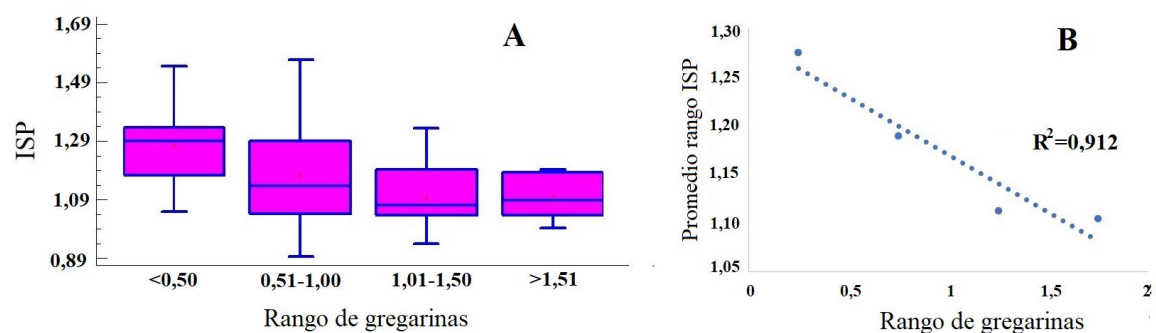


Figura 5. Distribución de datos agrupados del Incremento Semanal Promedio del camarón ISP (A) y grados de infestación por gregarinas y regresión lineal entre valor medio de estas categorías y su ISP respectivo (B).

En nuestro estudio las gregarinas detectadas fueron identificadas tentativamente como *Nematopsis* sp., por su morfología y según la descripción dada por Cuéllar-Anjel (2014b). La prevalencia encontrada en los estanques analizados fue del 100%, similar a la reportada por Peña y Varela (2016), para cultivos de camarón analizados en Costa Rica, pero muy superior a la reportada por Morales-Covarrubias *et al.*, (2011) en ocho regiones analizadas de Latinoamérica, quienes indican una prevalencia promedio de 8,3%.

Resulta interesante la no relación significancia entre el grado de hepatopáncreas y el ISP asociado, considerando la estructura, importancia y funciones de este órgano (Bell y Lightner, 1988; Bondad-Reantaso *et al.*, 2013, Varela, 2018). Este resultado, sin embargo, debe ser analizado con suma cautela, considerando que aplica para los datos bajo análisis y en las condiciones particulares presentes en el mismo, donde no se reportaron lesiones severas, por ejemplo, en grados 3 o 4. Bajo estas condiciones, no fue posible evaluar cuál sería el comportamiento del ISP ante la presencia de daños de mayor severidad en hepatopáncreas.

La misma situación anterior se podría haber generado en el caso de los epibiontes, los cuales también han sido reportadas como causales potenciales de mortalidades durante infestaciones severas, incluso en

juveniles y adultos, a la vez que pueden ser considerados como bioindicadores de alta carga bacteriana, contaminación orgánica, o estrés nutricional o ambiental (Lightner, 1996; Morales-Covarrubias *et al.*, 2011; Morales-Covarrubias, 2013). Para esta variable, los resultados indican que, durante el periodo de estudio, no se presentaron valores elevados de epibiosis, sin representar significancia estadística con el ISP. En vista de ello, la aparente ausencia de correlación entre las variables de condición del hepatopáncreas y grado de infestación por epibiontes, podría ser circunstancial y se deben realizar análisis bajo condiciones en las cuales los animales hayan presentado niveles de severidad mayores y bajo condiciones controladas, con el fin de establecer su posible impacto en el ISP.

En el caso de las gregarinas, a pesar de que no son consideradas como agentes de alta patogenicidad para los camarones (Cuellar-Anjel, 2014b) y pese a que no se reportaron grados altos de infestación en los estanques analizados, nuestros resultados muestran correlaciones significativas con el ISP de forma negativa. Esto es importante, ya que las gregarinas han sido reportadas frecuentemente como parásitos que podrían reducir el crecimiento de los camarones (Lightner, 1996; Morales-Covarrubias, 2010 y 2013; Cuellar-Anjel, 2013 y 2014b; Chakraborti y Bandyapadhyay, 2020); sin embargo, las asociaciones estadísticas entre esta parasitosis y los efectos en el crecimiento son desconocidas.

Como se mencionó anteriormente, el análisis en fresco posee limitaciones en sensibilidad y especificidad, pese a ello y observando los resultados obtenidos, es factible obtener resultados preliminares, con los cuales se pueden iniciar acciones correctivas en granja. Siendo un análisis de bajo costo y de resultados rápidos (Morales-Covarrubias, 2010, Cuéllar-Anjel, 2014; Varela y Choc, 2020); no obstante, para maximizar la utilidad de esta técnica, se deben tratar de detectar asociaciones entre los resultados de análisis y los datos de producción, por ejemplo, como en este caso con el ISP u otra variable de interés, estableciendo los niveles que signifiquen umbrales de riesgo potenciales. Para ello, se requiere de un cuidadoso análisis y una correcta interpretación de las observaciones realizadas (Morales-Covarrubias, 2013; Varela y Peña, 2016; Varela, 2021) y la respuesta generada. El monitoreo de rutina del estado de salud de los camarones permite una detección temprana de los brotes, pero estas detecciones deben ir acompañadas de acciones correctivas para minimizar su impacto (Cuéllar-Anjel *et al.*, 2010).

Finalmente, es poco probable que los resultados de análisis en fresco, o de cualquier otro tipo de análisis sanitario, expliquen *per se*, los resultados finales de producción. Los brotes patológicos o su ausencia, son el resultado de interacciones complejas entre el hospedador, el agente y el entorno (Kautsky *et al.*, 2000). Por ello, se debe considerar que los resultados finales de producción son influenciados por la suma de gran cantidad de factores naturales y antropogénicos, tanto bióticos como abióticos, no necesariamente sanitarios; por lo que se deben utilizar todas las fuentes de información disponibles y evaluar, cuando sea posible, su utilidad como variables predictivas, al menos parciales.

Los efectos de los parásitos o patógenos en los hospedadores, suelen ser el resultado de la combinación de múltiples factores. Aun así, si resulta resaltante como las tendencias de crecimiento obtenidas, incluso bajo condiciones de estanques de producción con bajo control de variables, muestran que las gregarinas podrían generar efectos negativos. El grado de correlación lineal entre gregarinas e ISP, si bien presentó significancia estadística, deja claro que deben existir otros factores participando; sería, entonces, de gran utilidad, realizar estudios bajo condiciones controladas en los cuales se pueda evaluar el efecto cuantitativo de las infestaciones por estos parásitos en los camarones como única variable, lo cual permitiría evitar sesgos por otros parámetros no considerados y que pudieran estar presentes en estos resultados.

Conflicto de intereses: No existen conflictos por parte del autor.

Agradecimiento

Se agradece las valiosas correcciones y sugerencias realizadas por los revisores anónimos y cuerpo editorial de la revista.

REFERENCIAS

- Bell T. A., Lightner D V. 1988. A handbook of normal Penaeid shrimp histology. Baton Rouge, USA: World Aquaculture Society. 114 p.
- Bondad-Reantaso M B., Tran L., Thanh Hue D T. 2013. What happens when hepatopancreas - shrimp's main organ for food absorption, digestion and storage - becomes infected by a pathogen? FAO Aquaculture Newsletter. 51, June 2013.
- Chakraborti J., Bandyopadhyay P K. 2010. First record of a parasitic septate gregarines (Apicomplexa: Sporozoea) in the shrimp *Penaeus monodon* in Sundarbans of West Bengal. Journal of. Parasitology Disease. 34(1): 40-43.
- Cuéllar-Anjel J. 2013. Enfermedades parasitarias en camarones. The center for Food security & public health. Iowa University. USA.
- Cuéllar-Anjel J. 2014a. Métodos para el Diagnóstico de Enfermedades en Camarones Penaeidos. p. 21-98. En: Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica – Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. OIRSA, Panamá, Rep. de Panamá. 382 pp.
- Cuéllar-Anjel J. 2014b. Parásitos en camarones. p. 197-224. En: Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica – Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. OIRSA, Panamá, Rep. de Panamá. 382 pp.
- Cuéllar-Anjel J., Lara C., Morales V., de Gracia A., García, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA/OSPESCA, C.A. pp. 132.
- de Blas I., Muniesa A. 2014. Vigilancia Epidemiológica en Camaronicultura. p.307-328. En: Morales V y Cuéllar-Anjel J. (eds.). 2014. Guía Técnica Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. OIRSA, Panamá, Rep. de Panamá. 382 pp.
- González-Benites J., Magaña C. 2003. Análisis patológico en camarones. En: Técnicas de bacteriología, análisis en fresco, calidad análisis en fresco, calidad de agua y buenas prácticas de agua y buenas prácticas de manejo y bioseguridad de manejo y bioseguridad en granjas camaroneras. CESASIN. México.
- Gutiérrez H., de la Vara R. 2008. Análisis y diseño de experimentos. Segunda edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Kautsky N., Rönnbäcka P., Tedengren M., Troell M. 2000. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. Aquaculture 191 (2000) 145-161.
- Lightner D V. 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. Baton Rouge, LA, USA: World Aquaculture Society. CD-ROM.
- Morales V., Cuéllar-Anjel J., Pantoja C. 2015. Enfermedades transfronterizas del camarón blanco *Penaeus vannamei* en las Américas. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Panamá. 31 pp.
- Morales-Covarrubias M S. 2010. Enfermedades del camarón: detección mediante análisis en fresco e histopatología. Editorial Trillas, México, D.F.
- Morales-Covarrubias M S. 2013. Camarón Análisis en Fresco, herramienta de diagnóstico. 1^{era}. edición. CIAD-OIRSA, p.p. 86

- Morales-Covarrubias M S., Ruiz A., Pereira A., Solís V T., Conroy G. 2011. Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivados en ocho regiones de Latinoamérica. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia 21(5): 434-446.
- O.I.E. 2018. Organización Mundial de Sanidad Animal. Manual de diagnóstico en animales acuáticos. París, Francia.
- Peña N., Cordero R., Varela, A. 2013. Productos naturales como estimuladores del sistema inmunológico de *Litopenaeus vannamei*, infectado con *Vibrio parahaemolyticus*. Agronomía Mesoamericana 24(1):133-147. Costa Rica.
- Peña N., Varela A. 2016. Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas en *Litopenaeus vannamei* cultivado en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista de Ciencias Marinas y Oceanografía. Vol. 51, N°3: 553-564, Chile.
- Prieto A., Rodríguez M C. 1993. Diagnóstico y control de enfermedades bacterianas en camarón de cultivo. Programa cooperativo gubernamental. Proyecto Aquila II: Apoyo a las actividades regionales de acuicultura. Documento de campo No. 14.
- Varela A. 2018. Patologías que afectan el hepatopáncreas de camarones de cultivo en América y su diagnóstico mediante histopatología diferencial., Revista AquaTIC, 50, pp. 13-30.
- Varela A. 2021. Reportes de doble pared en hepatopáncreas. Error conceptual e imposibilidad tisular. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2021; 32(5): e19777. DOI: 10.15381/rivep.v32i5.19777.
- Varela A., Choc-Martínez L. 2020. Técnicas diagnósticas para enfermedades bacterianas en camarones; Usos, alcances y limitaciones. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2020; 31(3): e18165. DOI: 10.15381/rivep.v31i3.18165
- Varela A., Peña-Navarro N. 2016. Histopatología diferencial de tres enfermedades bacterianas que afectan el hepatopáncreas de camarones penaeidos. Revista Agronomía Mesoamericana. 27(1):73-80. 2016. Costa Rica.

Recibido: 17-04-2022

Aprobado: 27-06-2022

Versión final: 28-07-2022

