

Enfermedad de la cola blanca (en *P. vannamei*)

Nodavirus del *Penaeus vannamei*

Autor: Jorge Cuéllar-Anjel

Última actualización:
Febrero de 2015

La enfermedad de la cola blanca es una enfermedad viral producida por el **Nodavirus del *Penaeus vannamei* (*Penaeus vannamei* Nodavirus - *PvNV*)**. Esta enfermedad produce mortalidades variables en juveniles y sub-adultos, desarrollándose como una enfermedad progresiva de curso lento. Se desconoce el efecto de la enfermedad en estadios larvales y en reproductores (camarones adultos). No se han asociado hasta la fecha, episodios de mortalidad súbita o de grandes pérdidas en fincas camaroneras afectadas por el virus.

La transmisión del virus se puede dar de manera horizontal (a través del agua o de canibalismo) y se sugiere que también de forma vertical (de padres a su progenie), aunque esta última no ha sido todavía demostrada experimentalmente.

Las manifestaciones de la enfermedad pueden aparecer durante los primeros 60 días de cultivo en estanques de producción.

La enfermedad en camarones infectados con el virus *PvNV*, puede ser desencadenada por factores externos como la captura de camarones con atarraya o cambios drásticos de parámetros físicos del agua como la temperatura y la salinidad. Si estos camarones son estresados por dichos factores, puede presentarse una mortalidad rápidamente la cual se puede extender por varios días.

El virus *PvNV* afecta principalmente el músculo estriado esquelético, tejido conectivo, hemocitos y células parenquimales del órgano linfoide.

Se sospecha que los camarones que sobreviven a un brote de la enfermedad, pueden convertirse en portadores asintomáticos del virus, siendo de esta manera una fuente de infección y probable transmisión vertical a su descendencia.

Características del virus *PvNV*

- Familia Nodaviridae
- Forma icosaédrica
- Viriones con diámetro de 22 nm
- Su genoma tiene aproximadamente 4294 bp
- Está compuesto de dos moléculas de ARN de cadena sencilla (ssRNA)
- Sobre su viabilidad se dispone de información muy limitada
- La inactivación en estanques es difícil, usando técnicas convencionales de secado y clorinación
- Se ha detectado en hospederos reservorios como percebes y zooplancton, aunque en otros crustáceos no se ha confirmado experimentalmente
- Sobrevive viable (por tiempo aún no determinado) en heces de aves marinas
- Se sugiere que al igual que otros virus de camarones, se inactiva en organismos cosechados por 120 minutos a 50°C o 1 minuto a 60°C
- Su ciclo de replicación no se ha determinado

Distribución Geográfica

El virus *PvNV* se descubrió por primera vez en Belice y aunque se sospecha de su existencia en algunos países de Centro y Sudamérica, hasta el momento no se tiene información de brotes en otros países distintos a Belice, donde hayan sido confirmados oficialmente.

Especies afectadas

El virus *PvNV* infecta a camarones penaeidos. Se han observado infecciones naturales solamente en *P. vannamei*, pero se ha conseguido realizar infecciones experimentales en *P. monodon*.

Principales fuentes de contaminación con *PvNV*

Los posibles factores de contaminación con el virus son:

- Juveniles y pre-adultos infectados con *PvNV*
- Animales diferentes a los camarones que sean portadores del virus
- Partículas virales diseminadas en el agua
- Productos procesados positivos a *PvNV*
- Aguas que son producto del procesamiento de camarones infectados



IOWA STATE UNIVERSITY*

College of Veterinary Medicine
Iowa State University
Ames, Iowa 50011
Phone: 515.294.7189
Fax: 515.294.8259
cfsph@iastate.edu
www.cfsph.iastate.edu



INSTITUTE FOR
INTERNATIONAL
COOPERATION IN
ANIMAL BIOLOGICS

Iowa State University
College of Veterinary Medicine
www.cfsph.iastate.edu/IICAB/

Enfermedad de la cola blanca

- Equipos, vehículos, actividades humanas
- Crustáceos decápodos de aguas marinas o dulces infectados con el virus

Tejidos y órganos afectados

El virus *PvNV* afecta el músculo esquelético, tejido conectivo, hemocitos y células parenquimales del órgano linfoide.

Signos clínicos

Los siguientes son los principales signos de enfermedad que presentan los camarones cuando están infectados con el virus *PvNV*, las cuales son muy similares a los producidos por el virus *IMNV*:

- Áreas necróticas en el músculo estriado (esquelético) del abdomen
- Dichas lesiones inicialmente son pequeñas y multifocales; posteriormente aumentando su tamaño hasta abarcar casi toda el abdomen (cola)
- La fase avanzada incluye en algunos casos, color rojizo en las zonas necróticas
- A pesar de estar severamente afectados, los camarones continúan alimentándose
- Factores de estrés en poblaciones enfermas (captura con una atarraya, cambios de salinidad, temperatura, OD, etc.), pueden desencadenar mortalidad rápidamente y continuar así por varios días
- Al diseccionar el órgano linfoide de camarones enfermos, se observará aumentado de tamaño de 3 a 4 veces respecto a un órgano normal.

Cuando una población de camarones en cultivo presenta los signos clínicos mencionados anteriormente, deben ser fijados camarones para histopatología con solución fijadora de Davidson y, como complemento, se pueden fijar muestras para PCR con el fin de confirmar la presencia del virus *PvNV*.



Figura 1. Camarones *Penaeus vannamei* presentando signos clínicos de la enfermedad causada por el virus *PvNV*. Se pueden observar zonas de necrosis en el músculo abdominal, producidas por la infección con el *Penaeus vannamei* nodavirus, *PvNV* (flechas). Foto: Pantoja y Lightner, 2014.

Diagnóstico clínico

Se debe sospechar de la presencia del Nodavirus del *P. vannamei*, cuando los camarones en cultivo presentan zonas con coloración blanquecina o rojiza en el músculo abdominal (“cola”) según los signos descritos.

Si estos animales se sacan del agua y su abdomen se mira a trasluz, se puede observar la presencia de zonas blanquecinas comunes en *PvNV*, fácilmente diferenciables de las zonas normales del tejido que son translúcidas, contrastando con la opacidad muscular de la necrosis muscular causada por este virus. El estómago e intestino de dichos camarones enfermos, normalmente se encuentran con alimento ya que los camarones siguen comiendo a pesar de estar severamente enfermos.

Si se realizan montajes en fresco de zonas afectadas de músculo (teñidas o sin teñir), se puede observar ausencia de estriaciones, fibras musculares deformes o fragmentadas y algunas veces se notan agregaciones hemocíticas.

De manera complementaria, si se expone el órgano linfoide de un camarón enfermo, se podría observar que su tamaño está aumentado de 3-4 veces respecto a lo normal. Si se realizan preparaciones en fresco de este órgano, se puede observar la presencia de masas esféricas (esferoides) entre los túbulos normales.

Diagnóstico diferencial

Los signos clínicos de los camarones afectados por el Nodavirus del *Penaeus vannamei*, presentan características muy similares a la enfermedad causada por el virus de la Mionecrosis Infecciosa (*IMNV*) y a la enfermedad causada por el Covert Mortality Nodavirus (*CMNV*). De igual manera, presenta similitud con otras condiciones patológicas en las que se produce coloración blanquecina o rojiza del músculo esquelético de la cola, como ocurre con algunas intoxicaciones de origen químico o biológico y como también sucede en el caso de la Necrosis Muscular Idiopática (*IMN* por sus siglas en inglés), de causa desconocida.

La anamnesis y el historial de brotes en una región geográfica determinada, deben ser tomados en cuenta antes de hacerse una idea sobre el diagnóstico presuntivo de un brote sospechoso de *PvNV*. En cuanto a la histopatología, el virus *PvNV* produce lesiones muy parecidas en el músculo esquelético a las observadas en *IMNV* y en *IMN*. Esta enfermedad del *P. vannamei* no se debe confundir con la “enfermedad de la cola blanca” en el camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*, la cual es causada por el Nodavirus del *M. rosenbergii* (*MrNV*), aunque produce signos clínicos muy similares en el músculo abdominal.

Análisis de laboratorio y principales hallazgos de importancia diagnóstica

La enfermedad causada por el virus *PvNV* se debe diagnosticar solamente a partir de camarones enfermos

Enfermedad de la cola blanca

capturados en estanques (o cuerpos de agua) en los que se esté presentando mortalidad o se observen camarones con signos clínicos sospechosos.

Para determinar si la causa de un brote de enfermedad es el virus *PvNV*, se deben fijar camarones enfermos en solución de Davidson para ser sometidos luego a estudio mediante histopatología. Esta aproximación diagnóstica se debe confirmar con la técnica de RT-PCR o mediante hibridación *in situ*.

La detección genómica del virus *PvNV* en tejidos de camarón, suelen ser realizada a partir de muestras de hemolinfa o pleópodos. Adicionalmente, se pueden utilizar en pruebas moleculares los tejidos y órganos mencionados anteriormente.

Las herramientas moleculares que se pueden utilizar para estas pruebas diagnósticas, incluyen hibridación *in situ* y RT-PCR (PCR con transcriptasa reversa).

Histopatología. Mediante esta técnica y con tinciones de rutina, se observan fibras musculares estriadas con zonas de necrosis de coagulación, algunas veces con presencia de edema. Se pueden ver lesiones recientes (agudas) y antiguas (crónicas) al mismo tiempo. Las lesiones pueden ir de procesos agudos (con necrosis coagulativa), a procesos crónicos (con infiltración hemocítica y áreas con fibrocitos y fibras de tejido conectivo mezcladas con fibras musculares recientes). En el órgano linfoide se puede observar hipertrofia, producida por la acumulación de esferoides (hiperplasia nodular), presente tanto en la fase aguda como en la fase crónica de la enfermedad. En algunos casos, se pueden observar cuerpos de inclusión intracitoplasmáticos basifílicos en músculo esquelético, órgano linfoide y tejido conectivo.

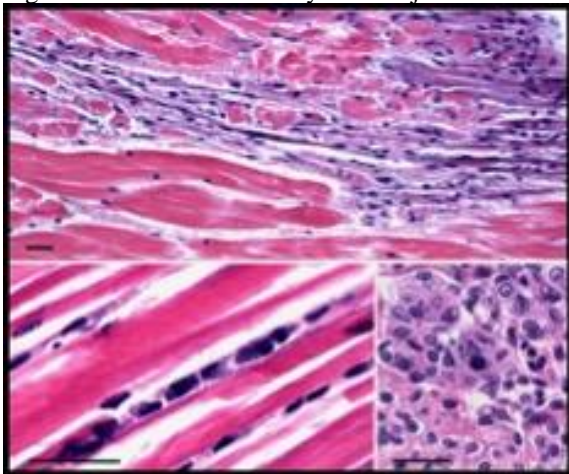


Figura 2. Lesiones histopatológicas observadas en músculo y órgano linfoide de camarones *Penaeus vannamei* afectados por el virus *PvNV*. A) Necrosis del músculo esquelético, acompañada de infiltración hemocítica. B) Cuerpos de inclusión intracitoplasmáticos, de tipo basofílico, en células del músculo esquelético. Y C) Cuerpos de inclusión intracitoplasmáticos, de tipo basofílico, en células del órgano linfoide. Tinción: Hematoxilina/eosina-floxina de Mayer-Bennett. Barras= 25 μ m. Foto: Pantoja y Lightner, 2014.

RT-PCR. Esta técnica se puede realizar utilizando kits comerciales o aplicando los métodos sugeridos por Poulos *et al.*, 2006. Considerando que hay mucha similitud entre las lesiones macroscópicas y microscópicas producidas por los virus IMNV, *PvNV* y CMNV, es muy recomendable complementar el análisis histológico con la técnica de RT-PCR o pruebas de hibridación *in situ*. De esta manera, se podrá realizar un diagnóstico confirmatorio confiable.

Toma de muestras para laboratorio

Histopatología. Para este tipo de técnica, se requiere que los camarones capturados estén vivos y se encuentren visiblemente enfermos y con la presencia de los signos clínicos mencionados anteriormente (aunque estén moribundos). Los animales enfermos seleccionados para histopatología, deben ser entre 5 y 10 por población (estanque o cuerpo de agua) y deben ser fijados mediante inyección con solución fijadora de Davidson-AFA (etanol absoluto: 33%, formaldehído: 22%, ácido acético glacial: 11.5% y agua destilada: 33.5%). La inyección debe incluir el cefalotórax (cabeza) y el músculo del abdomen, a lo largo y bajo la línea media lateral por lado y lado. Se deben luego sumergir en Davidson-AFA por 24, 48 ó 72 horas si son larvas o postlarvas, juveniles o preadultos o, adultos (reproductores), respectivamente. Pasado este tiempo, se debe reemplazar el Davison-AFA por etanol 70% hasta el procesamiento histológico. Si a la semana aún no son procesados, se recomienda cambiar el etanol 70% cada semana para evitar la acidificación de los tejidos. El proceso de fijación se debe hacer siempre utilizando guantes, lentes protectores y estando en un lugar abierto y bien ventilado, para evitar inhalar estos gases. Este fijador puede ser carcinogénico por su contenido de formaldehído.

El proceso histológico de rutina para camarones incluye una fase de deshidratación de 12 horas, inclusión en parafina, cortes a 3 micras y tinción con Hematoxilina y Eosina. El proceso completo de histopatología desde la fijación de los camarones hasta la lectura de láminas histológicas al microscopio y preparación del informe diagnóstico, puede tomar de 5 a 7 días bajo condiciones normales.

Pruebas moleculares. La hibridación *in situ* es realizada directamente sobre un corte histológico que no ha sido teñido y que se ha desparafinado previamente. Dicho corte debe corresponder a un camarón enfermo con *PvNV* y previamente fijado en Davidson-AFA según el protocolo normal para histología. Los resultados se dan en función de la reacción colorimétrica que se observa en las células en las que el virus está contenido y, como evidencia de ello, se pueden ver zonas pardas u oscuras (casi negras) indicando la existencia de genoma viral de *PvNV*. Este procedimiento completo puede tomar 48 a 72 horas, incluyendo la revisión de las láminas al microscopio y la preparación de un reporte.

Las técnicas de RT-PCR anidada o qRT-PCR (en tiempo real o cuantitativa), se realizan utilizando músculo

Enfermedad de la cola blanca

esquelético afectado o hemolinfa, aunque también se puede utilizar tejido conectivo u órgano linfoide (tejido parenquimatoso). En el caso de postlarvas (por ejemplo para estudios de vigilancia epidemiológica o para certificaciones sanitarias), se utilizan 5 a 20 organismos enteros según su tamaño, retirando previamente los ojos ya que pudieran interferir con la reacción de RT-PCR. La carga viral del PvNV presente en los tejidos, dependerá de la severidad de la infección y, por lo tanto, puede ser inferior a los límites de detección en muestras de huevos embrionados o estadios larvarios, por lo que podrían migrado en un gel de agarosa mediante electroforesis por 20 a 30 minutos y las bandas de ácido nucleico son reveladas sobre un transiluminador de luz ultravioleta, haciéndose visibles por la presencia de Bromuro de Etidio en el gel. Una muestra es positiva si aparece una banda con el peso molecular correspondiente y se considera “virus no detectado” cuando no se presente la banda en el gel. El proceso completo puede tardar entre 4 y 8 horas si se trabaja de manera exclusiva e ininterrumpida. Usualmente en los laboratorios se obtienen resultados a las 48 horas de remitir las muestras. Esta técnica requiere instalaciones,

resultar siendo muestras inadecuadas para la detección genómica del virus.

Para las técnicas de RT-PCR, las muestras son sometidas a una fase de extracción del RNA y de este se toma una pequeña cantidad para preparar la solución de amplificación, que además incluye primers (o iniciadores) específicos, entre otros reactivos. La fase de amplificación genómica se hace en un termociclador (aparato de PCR) y toma de 1 a 2 horas. El producto amplificado (amplicón) es

equipos y reactivos sofisticados, así como personal calificado y capacitado.

Tomando la tabla sugerida por la OIE para las pruebas según el uso diagnóstico con el virus IMNV, la siguiente es la idoneidad de las técnicas disponibles para dichos análisis, tomada solamente como referencia para el virus PvNV cuyas características son muy similares al de la mionecrosis:

Tabla 1. Referencia de métodos de vigilancia específica y diagnóstico para el virus IMNV (adaptado del Manual Acuático de la OIE, 2014), presentados como referencia para el virus PvNV.

Método	Vigilancia dirigida				Diagnóstico presuntivo	Diagnóstico confirmatorio
	Larvas	Postlarvas	Juveniles	Adultos		
Signos clínicos	d	d	c	c	c	d
Bioanálisis	d	d	c	c	c	c
M.O. directa	d	d	c	c	c	c
Histopatología	d	d	b	b	a	c
TEM	d	d	d	d	d	d
Pruebas con anticuerpos	d	d	d	d	c	d
Hibridación in situ	d	d	a	a	a	a
RT-PCR anidada	a	a	a	a	a	a
qRT-PCR	d	c	a	a	a	a

Convenciones:

M.O. = microscopía óptica

TEM = microscopía electrónica de transmisión

RT-PCR = reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa

a= método recomendado por razones de disponibilidad, utilidad, especificidad y sensibilidad de diagnóstico

b= método estándar, con buena sensibilidad y especificidad de diagnóstico

c= método con cierta aplicación, pero el costo, la precisión y otros factores limitan seriamente su aplicación

d= método no recomendado actualmente para este fin

Enfermedad de la cola blanca

Medidas recomendadas ante la sospecha de la enfermedad de la cola blanca (en *P. vannamei*)

Notificación a las autoridades

La enfermedad de la cola blanca en el camarón marino *P. vannamei* causada por el virus *PvNV*, no debe ser notificada ante la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, por sus siglas en francés). Sin embargo, sí debe ser notificada a las autoridades competentes del país en el que sea detectada. Su detección por un laboratorio local, deberá verificarse con el análisis de nuevas muestras y si aún así los resultados son positivos, deben ser tomadas y enviadas muestras por parte de entidades oficiales, a un laboratorio de referencia de la OIE (Universidad de Arizona, para el caso de los crustáceos en las Américas).

Los veterinarios que detecten un caso de enfermedad de la cola blanca, deben seguir las pautas nacionales y/o locales para la notificación y las pruebas de diagnóstico correspondientes. Se debe recalcar que en la Américas, esta es enfermedad sólo se ha reportado en Belice, por lo que se constituye una enfermedad exótica para el resto de naciones de la región.

Medidas de control para la enfermedad de la cola blanca

Se han ensayado medidas de control de la enfermedad *PvNV* en Belice, que han incluido la siembra de postlarvas (pls) certificadas libres del virus, reducción en las densidades de cultivo, aumento del recambio hídrico y aplicación de hidróxido de calcio en los estanques. Los resultados han sido variables, aunque no se han vuelto a presentar recientemente brotes importantes de la enfermedad, que incluyan mortalidad masiva de camarones. Como consecuencia de la enfermedad e impulsadas por políticas sanitarias de las autoridades competentes, las fincas camaroneras en Belice han implementado buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón, entre las que incluyen reducción en las densidades de siembra y buen tratamiento del suelo entre los ciclos de cultivo.

Si el virus *PvNV* es introducido en un país, no se deben comprar nauplios o pls en laboratorios que pudiesen estar o que están infectados por este virus. Es probable que el yodo y el agua de lavado puedan ayudar a retirar y destruir el virus tanto en huevos como en nauplios procedentes de reproductores infectados. Esta es una buena práctica de manejo, altamente recomendada para reducir la posible transmisión de *PvNV* y de otras posibles enfermedades infecciosas de los camarones penaeidos, de las hembras a sus huevos o larvas; dicha práctica puede reducir la contaminación de huevos eclosionados y de las posteriores larvas con el virus *PvNV*. Adicionalmente, las camaroneras deben mantener buenas medidas de bioseguridad y examinar cada lote de pls antes de su compra para siembra en los estanques de cultivo.

Como parte fundamental en las medidas de control, se deben utilizar pruebas de diagnóstico sensibles y confiables

para la detección y seguimiento del virus *PvNV*. Éstas incluyen tecnologías basadas en DNA, tales como la RT-PCR y la hibridación in situ (ISH).

Es importante comprar pls que han sido analizadas por RT-PCR luego de que han pasado y superado la prueba de estrés, consistente esta última en someter un pequeño grupo de animales a cambios bruscos de salinidad, pasando de 32 ppt a 0 ppt súbitamente y devolverlos luego de unos minutos nuevamente a salinidad de 32 ppt, determinando luego % de supervivencia. Se deben sembrar pls en la camaronera, con ninguna o con una muy baja (no detectable por RT-PCR) carga viral. Aunque se sabe que el uso de formalina ayuda a eliminar las pls más débiles, las camaroneras nunca deben sembrar pls que se han confirmado como “positivas” al virus *PvNV*.

Se debe reducir al mínimo el estrés en el camarón siempre que sea posible. Para ello, se recomienda lo siguiente:

- Aumentar el tiempo de aclimatación antes de la siembra
- Utilizar inmunoestimulantes no específicos (NSIS) y dietas fortificadas con minerales y vitaminas para aumentar la tolerancia al estrés
- Adquirir y sembrar pls durante las épocas del año en las que se sabe que no van a experimentar fuertes tensiones derivadas de los cambios bruscos de temperatura y salinidad
- Utilizar dietas de buena calidad y continuar con el uso de NSIS durante todo el ciclo de producción
- Mantener óptima la calidad del agua de cultivo y de los fondos de los estanques
- Realizar ciclos de producción con densidades bajas de cultivo
- Vigilar y controlar vectores que puedan llevar *PvNV* a los estanques de cultivo
- Someter a pruebas de RT-PCR muestras de fito y zooplancton del estanque antes de la siembra, para detectar presencia del virus *PvNV*; se debe evitar la siembra de pls en estanques positivos al virus

Como ya se ha mencionado, hay condiciones durante el cultivo que no pueden ser modificadas por el productor y que están relacionadas con la enfermedad de la cola blanca. Éstos incluyen fluctuación abrupta del clima durante la estación lluviosa, así como cambios bruscos de temperatura y de salinidad.

En la medida en la que la enfermedad se mantenga recurrente en una zona, la carga viral aumentará en el entorno circundante llevando a que el virus *PvNV* esté siempre presente en el medio ambiente que la rodea.

Para ayudar a reducir la carga viral en una camaronera infectada, lo ideal sería eliminar todos los camarones enfermos una vez que se confirme *PvNV*, para evitar la acumulación de concentraciones altas del virus en el ambiente. Aun así, este procedimiento no es práctico y sus resultados no garantizan la ausencia de futuros brotes por

Enfermedad de la cola blanca

este virus. En algunos casos suelen realizarse cosechas de emergencia cuando se detecta la enfermedad, para tratar de recuperar parte de la inversión, incluso si los camarones son aún muy pequeños para conseguir un buen precio en el mercado. En la medida de lo posible, se deben reducir las pérdidas económicas por mortalidad de camarones y se debe minimizar la propagación del virus dentro y entre las camaronerías.

Salud pública

Los humanos no son propensos a contraer el Nodavirus del *P. vannamei*.

Recursos de Internet

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25205685>

[http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/ultima/05CPantojaDiseaseReview\(71508\).pdf](http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/ultima/05CPantojaDiseaseReview(71508).pdf)

<http://www.rr-americas.oie.int/documentos/PATOLOGIA%20E%20INMUNOLOGIA.pdf>

<http://mail-cenam.espol.edu.ec/publicaciones/quincenal/bquinc142.pdf>

http://www.iq2000kit.com/sp/products_2.php?bgid=1&gid=1&sgid=8

http://www.pcrtech.com.mx/s_kits.html

<http://www.int-res.com/articles/dao2006/75/d075p183.pdf>

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CEAQFjAD&url=http%3A%2F%2F207.248.177.30%2Fmir%2Fuploadtests%2F22467.177.59.1.Informaci%25C3%25B3n%2520Aviso%2520enfermedades%2520exoticas.docx&ei=P2XMVMfE5KyyQS_joGgBw&usg=AFQjCNE5T_6YTOTFDDxzTSIkrDkOBr1dBA&sig2=FjzOK1FJl-OCp5t155X4aA&bvm=bv.85076809,d.aWw

[http://www.researchgate.net/publication/51522022_Ultrastructural_and_sequence_characterization_of_Penaeus_vannamei_nodavirus_\(PvNV\)_from_Belize](http://www.researchgate.net/publication/51522022_Ultrastructural_and_sequence_characterization_of_Penaeus_vannamei_nodavirus_(PvNV)_from_Belize)

http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/boletines/boletin_informativo_acuicola/BIA_Tumbes_2_LSA-IMARPE.pdf

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24477385>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23318596>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18471097>

Referencias

- Bell T.A. & D.V. Lightner. 1988. A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.
- Cuéllar-Anjel, J. 2014. Técnicas de diagnóstico para enfermedades en camarones. *En: Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica de Patología e Inmunología de Camarones. 2^{da} edición. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. Panamá, Rep. de Panamá. pp. 382.*
- Cuéllar-Anjel, J., M. Corteel, L. Galli, V. Alday-Sanz and K.W. Hasson. 2010. Principal Shrimp Infectious Diseases, Diagnosis and Management. *In: The Shrimp Book, ed. Victoria Alday-Sanz, Nottingham University Press, U.K. ISBN 978-1-904761-59-4. pp. 930.*
- Gesteira, T.C.V. 2006. Enfermedades infecciosas registradas na carcinicultura brasileira. *In: Sanidade de Organismos Aquáticos. Silva-Souza, A. T. (org.) Maringá: ABRAPOA. 137-158 pp.*
- Graf, C., N. Gervais, M.P.C. Fernandes y J.C. Ayala. 2003. Transmissão da síndrome da necrose idiopática muscular (NIM) em *Litopenaeus vannamei*. *Revista da ABCC, n.5. v.4. 45-47 pp.*
- Instituto del Mar del Perú. 2008. Vigilancia epidemiológica del virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV) y *Penaeus vannamei* nodavirus (PvNV) en canales de marea y estanques de cultivo intensivo de la región de Tumbes. *Boletín informativo del Laboratorio de Sanidad Acuicola. Año 1, No. 2 (octubre). Tumbes, Perú.*
- Lakshmi, G.J.; Venkataramiah, A.; Howse, H. D. 1978. Effect of salinity and temperatura changes on spontaneous muscle necrosis in *Penaeus aztecus* Ives. *Aquaculture. v. 13. 35-43 pp.*
- LEE C.S. & P.J. O'BRYEN (eds). 2003. Biosecurity in Aquaculture Production Systems: Exclusion of Pathogens and Other Undesirables. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, 293 p.
- Lightner D.V. 1988. Muscle necrosis of penaeid shrimp. 75-77 pp. *In: Sindermann, C.J, Lightner D.V (eds.), Disease diagnosis and control in North America marine aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier Press, New York, USA.*
- Lightner D.V. 2011. Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): a review. *J. Invertebr. Pathol.*, 106, 110–130.
- Lightner D.V., C.R. Pantoja, B.T. Poulos, K.F.J. Tang, R.M. Redman, T. Pasos De Andrade & J.R. Bonami. 2004. Infectious myonecrosis: new disease in Pacific white shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, 7, 85.
- Lightner, D.V. & C.R. Pantoja. 2004. Infectious myonecrosis (IMN): current status report in the biology of the etiological agent and development of diagnostic methods. *In: Feira Nacional do Camarão, 2004, Natal. Anais...Natal, 2004. 40 pp.*
- Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica de Patología e Inmunología de Camarones. 2^{da} edición. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. Panamá, Rep. de Panamá. pp. 382.
- Morales-Covarubias, M. S.; Ruiz-Luna, A.; Pereira, A. M. L.; Montiel, V.T.S.; Conroy, G. 2011. Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en ocho regiones de Latinoamérica. *Revista Científica, v. 11, n. 5, 134-446 pp.*

Enfermedad de la cola blanca

- OIE. 2014. Manual de pruebas de diagnóstico para los animales acuáticos. Paris, Francia (version online en Español).
- Pantoja, C. y D.V. Lightner. 2014. Enfermedades virales en camarones. *En: Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica de Patología e Inmunología de Camarones. 2^{da} edición. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. Panamá, Rep. de Panamá. pp. 382.*
- Suebsing, R., P. Prombun & W. Kiatpathomchai. 2013. Reverse transcription loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) combined with colorimetric gold nanoparticle (AuNP) probe assay for visual detection of *Penaeus vannamei* nodavirus (PvNV). *Lett. Appl. Microbiol.* 56: 428-435.
- Tang K.F.J., C.R. Pantoja, R.M. Redman & D.V. Lightner. 2007. Development of *in situ* hybridization and RT-PCR assay for the detection of a nodavirus (PvNV) that causes muscle necrosis in *Penaeus vannamei*. *Dis Aquat. Org.* 75:183-190.
- Tang K.F.J., C.R. Pantoja, R.M. Redman, S.A. Navarro & D.V. Lightner. 2011. Ultrastructural and sequence characterization of *Penaeus vannamei* nodavirus (PvNV) from Belize. *Dis Aquat. Org.* 94:179-187.
- Zhang Q., Q. Liu, S. Liu, H. Yang, S. Liu, L. Zhu, B. Yang, J. Jin, L. Ding, X. Wang, Y. Liang, Q. Wang & J. Huang. 2014. A new nodavirus is associated with covert mortality disease of shrimp. *The Journal of General Virology.* 95 (Pt 12): 2700-9.