

# Mionecrosis infecciosa

Enfermedad de la mionecrosis infecciosa,

Enfermedad de la necrosis infecciosa del músculo o

Necrosis muscular infecciosa

**Autor:** Jorge Cuéllar-Anjel:

**Última actualización:**  
Febrero de 2015

La mionecrosis infecciosa es una enfermedad producida por el **virus de la mionecrosis infecciosa (infectious myonecrosis virus - IMNV)**. Esta enfermedad produce altas mortalidades en postlarvas, juveniles y adultos (40% a 70%, pudiendo llegar a 100%), mediante una enfermedad progresiva lenta.

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 sus progenies), aunque esta última no se ha demostrado experimentalmente. Se cree que gracias a la estructura física del virus, también se puede transmitir a través de las heces de gaviotas que se alimentan de camarones moribundos por IMNV y que pueden mantener viable y activo el virus en el intestino.

Las manifestaciones de la enfermedad suelen aparecer durante los primeros 20-60 días de cultivo en estanques de producción.

La activación del virus puede ser desencadenada por factores externos como la captura de camarones con atarraya, cambios en la alimentación, cambios bruscos de la temperatura del agua, cambios de salinidad y otros posibles factores asociados con el cultivo en estanques.

En cultivos de *P. vannamei* afectados, se suele aumentar el factor de conversión alimenticia de 1.5 a 4.0 o mayor. El virus IMNV afecta principalmente el músculo estriado abdominal (también el cardíaco pero con menor frecuencia), tejido conectivo, hemocitos y órgano linfoide (parénquima).

La susceptibilidad de postlarvas, juveniles y adultos de *P. vannamei* ante el virus IMNV, suele incrementarse cuando son cultivados en aguas salobres o marinas. Los camarones que sobreviven a un brote de la enfermedad, se pueden convertir en portadores asintomáticos, constituyéndose así en una fuente de infección y probable transmisión del virus a sus progenies.

## Características del virus IMNV

- Familia Totiviridae
- Forma icosaédrica
- Viriones con diámetro de 40 nm
- Densidad de 1.366 en gradientes de cloruro de cesio
- Su genoma tiene aproximadamente 7560 bp
- Está compuesto de una sola molécula de ARN de cadena doble (dsRNA)
- Sobre su viabilidad fuera del hospedero, sólo se dispone de información esporádica
- Es más difícil de inactivar en estanques (secado, clorinación, etc.) que otros virus de camarones penaeidos
- Se tiene sospecha sobre los hospedadores reservorios, pero esto no se ha confirmado experimentalmente
- En camarones cosechados se inactiva por 120 minutos a 50°C o 1 minuto a 60°C
- No se conoce claramente su ciclo de replicación

## Distribución Geográfica

El virus IMNV se descubrió por primera vez en la costa del Nordeste de Brasil y luego se diseminó al Sureste de Asia (Java, Indonesia y China).

Recientemente se han secuenciado los genomas los virus IMNV de Brasil e Indonesia, observando una similitud de 99,6%. Este hallazgo confirma que la enfermedad fue introducida de Brasil a Indonesia, probablemente en el año 2006.

## Especies afectadas

El virus IMNV infecta a camarones penaeidos. Se han observado infecciones naturales solamente en *P. vannamei*. Sin embargo, se han logrado infecciones experimentales en *P. stylirostris* y *P. monodon*.



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/IIAB/

## Principales fuentes de contaminación con IMNV

- Los principales factores de contaminación con el virus son:
- Postlarvas, juveniles y adultos infectados con IMNV
- Animales diferentes a los camarones portadores del virus
- Partículas virales diseminadas en el agua
- Productos procesados positivos a IMNV
- Aguas que son producto del procesamiento de camarones infectados
- Equipos, vehículos, actividades humanas
- Crustáceos decápodos de aguas marinas o dulces infectados con el virus

## Tejidos y órganos afectados

El virus IMNV afecta el músculo estriado esquelético (principalmente), músculo cardíaco (con menor frecuencia), tejido conectivo, hemocitos y células parenquimatosas del órgano linfóide.

## Signos clínicos

Cuando los camarones infectados están enfermos por IMNV, a nivel macroscópico presentan los siguientes signos de enfermedad:

- Áreas necróticas en el músculo estriado del abdomen
- Dichas necrosis son inicialmente multifocales y posteriormente difusas, aumentando su tamaño hasta ocupar casi toda la cola
- En fase avanzada, las zonas necróticas se tornan color anaranjado rojizo
- Los camarones severamente enfermos se siguen alimentando “normalmente”
- Factores de estrés en poblaciones enfermas (captura con una atarraya, cambios de salinidad, temperatura, OD, etc.), pueden desencadenar mortalidad rápidamente, continuando así por varios días

Cuando en una población de camarones en cultivo se presentan los signos clínicos mencionados, se deben fijar 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.



**Figura 1.** Camarones *Penaeus vannamei* presentando los signos clínicos característicos de la enfermedad causada por el virus IMNV. Se puede observar necrosis variable del músculo abdominal, con diferentes niveles de opacidad (color blanquecino). Foto: Pantoja y Lightner, 2014



**Figura 2.** Camarones *Penaeus vannamei* presentando los signos clínicos característicos de la enfermedad causada por el virus IMNV. Se observan lesiones más avanzadas de necrosis muscular, con coloración anaranjado/rojiza en el caso más severo, como se observa en el camarón de la parte superior. Foto: Pantoja y Lightner, 2014.

## Diagnóstico clínico

Se debe sospechar de la presencia de mionecrosis infecciosa (viral), cuando los camarones en cultivo presentan zonas con coloración blanquecina o rojiza en el músculo abdominal (“cola”).

Si estos animales se sacan del agua y su abdomen se mira a trasluz, se puede notar la presencia de las zonas blanquecinas comunes en IMNV, fácilmente diferenciables de las zonas normales del tejido que son translúcidas contrastando con la opacidad muscular de la mionecrosis. El estómago e intestino de dichos camarones enfermos, normalmente se encuentran con alimento ya que los camarones siguen comiendo a pesar de su enfermedad.

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 con ojo entrenado se notan agregaciones hemocíticas.

De manera complementaria, si se expone el órgano linfóide de un camarón enfermo, se podría observar que ambos lóbulos están hipertrofiados y que el órgano tiene un tamaño de 3-4 veces mayor a lo normal. Preparaciones en fresco de este órgano, pueden revelar masas esféricas (esferoides) entre los túbulos normales.

## Diagnóstico diferencial

Los signos clínicos de los camarones afectados por el virus de la Mionecrosis Infecciosa, presentan similitudes importantes con la enfermedad causada por el Nodavirus del *Penaeus vannamei* (PvNV), también llamada “Enfermedad de la cola blanca” (en el *P. vannamei*) y a la enfermedad causada por el Covert Mortality Nodavirus (CMNV). Así mismo, existen otras condiciones

patológicas en las que se pudiera producir anorexia y consecuente coloración blanquecina o rojiza del músculo de la cola del camarón, 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), cuya causa es desconocida.

A pesar de lo anterior, 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 IMNV. Respecto a los hallazgos por histopatología, el virus IMNV produce lesiones muy similares en el músculo esquelético a las observadas en PvNV y en IMN.

### Análisis de laboratorio y principales hallazgos de importancia diagnóstica

La enfermedad de la mancha blanca se debe diagnosticar solamente a partir de camarones enfermos 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 IMNV, 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.

Para la detección genómica del virus IMNV en tejidos de camarón, suelen ser utilizadas muestras de hemolinfa o pleópodos cuando sean necesarias pruebas no letales en reproductores de alto valor. Adicionalmente, se pueden utilizar en pruebas moleculares, los tejidos y órganos que han sido mencionados anteriormente.

Las herramientas moleculares que se pueden utilizar para estas pruebas diagnósticas incluyen hibridación *in situ*, hibridación Dot Blot 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 algunas veces lesiones recientes (agudas) y antiguas (crónicas). 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). A nivel del órgano linfóide se puede observar hipertrofia, producida por la acumulación de esferoides (hiperplasia nodular). Este hallazgo es común durante las fases aguda y crónica de la enfermedad. Además del órgano linfóide, estos esferoides también se pueden observar en otros órganos y tejidos del camarón, incluyendo corazón, glándula antenal, branquias, tejido conectivo y cordón nervioso ventral. En algunos casos, se pueden observar cuerpos de inclusión intracitoplasmática en músculo estriado, órgano linfóide y tejido conectivo.

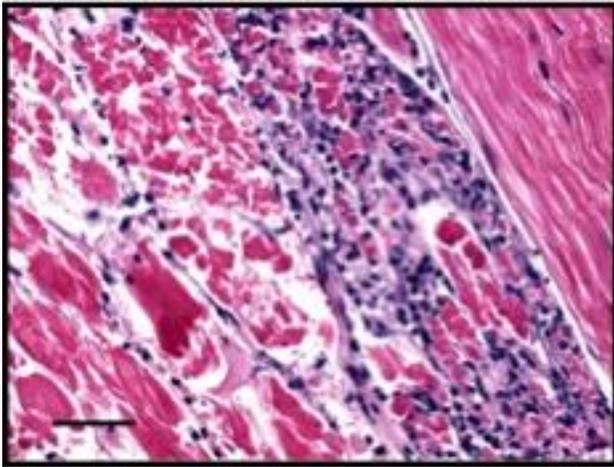
**RT-PCR.** Esta técnica se puede realizar utilizando kits comerciales o aplicando los métodos sugeridos por Poulos *et al.*, 2006. Considerando que hay mucha similitud entre las lesiones macroscópicas y microscópicas producidas por los virus IMNV y PvNV, se recomienda enfáticamente complementar el análisis histológico con la técnica de RT-PCR, pruebas de hibridación *in situ* y/o sondas genéticas específicas. 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 Davidson-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.

**Figura 3.** Necrosis de coagulación en el músculo abdominal de un camarón *P. Vannamei* infectado por el virus IMNV. Se observa inflamación caracterizada por infiltración hemocítica (flecha gruesa) y destrucción de las fibras musculares (flecha delgada). Tinción: Hematoxilina/eosina/floxina de Mayer-Bennett. Barra= 50  $\mu$ m Foro: Panjora y Lightner,



**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 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 IMNV. 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 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 en laboratorios de larvicultura [*hatcheries*]), se utilizan 5 a 20 organismos enteros según su tamaño, retirando previamente los ojos ya que pudieran interferir con la reacción de RT-PCR. A pesar de que el IMNV tiene la capacidad de infectar cualquier estadio de la vida del camarón, la carga viral 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 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 (amplión) es 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, equipos y reactivos sofisticados, así como personal calificado y capacitado.

La OIE sugiere la siguiente tabla como referencia para la idoneidad de cada prueba según el uso diagnóstico que se requiera dar y con base en los posibles estadios de vida que se pueden utilizar para dichos análisis:

**Tabla 1. Métodos de vigilancia específica y diagnóstico de la Baculovirus Tetraédrica (adaptado del Manual Acuático de la OIE, 2012).**

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

## Medidas recomendadas ante la sospecha de mionecrosis infecciosa

### Notificación a las autoridades

La mionecrosis infecciosa es una enfermedad de camarones penaeidos que debe ser notificada ante la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, por sus siglas en francés). Los requisitos para la notificación de la enfermedad a las naciones miembro de la OIE y las pautas de importación/exportación, pueden consultarse en el Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la OIE [<http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-acuatico/acceso-en-linea/>].

Los métodos de laboratorio y los protocolos de las pruebas aprobadas para el diagnóstico de esta enfermedad, pueden ser consultados en el Manual Acuático de la OIE [<http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-acuatico/acceso-en-linea/>].

Los veterinarios que detecten un caso de enfermedad de mionecrosis infecciosa, 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 Brasil, por lo que se constituye una enfermedad exótica para el resto de naciones de la región.

## Medidas de control para la enfermedad de la mionecrosis infecciosa

Durante los primeros años de enfermedad por IMNV en Brasil, se hicieron cambios en la metodología de cultivo de los camarones y en los tratamientos para la mionecrosis, que incluyeron un incremento en el recambio hídrico diario de los estanques (>20%), aplicación de hidróxido de calcio en los estanques (150 a 300 kg/ha) y reducción en las densidades de cultivo. Sin embargo, los resultados de producción con estas modificaciones, fueron variables y poco consistentes.

Estudios recientes en camaronerías de ciertas zonas de Brasil durante las estaciones seca y lluviosa, han revelado mayores ocurrencias de individuos portadores de IMNV durante las lluvias. Sin embargo, en otras zonas del país no se han detectado camarones con presencia de IMNV en esta misma estación lluviosa. Estos datos sugieren que el detonante para la presencia de la infección, está relacionado con fallas de manejo del cultivo y con más de un factor ambiental, como es el caso de variaciones de la salinidad, concentraciones altas de amonio, variaciones en pH, presencia elevada de fitoplancton, infestaciones altas por gregarinas, bacteriosis por especies oportunistas de vibrios, elevada materia orgánica en el sedimento del fondo, afloraciones de cianobacterias y tiempo de cultivo.

Con base en lo anterior y como consecuencia de la enfermedad, en la actualidad las fincas camaroneras en Brasil 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. Con esto se ha logrado en los últimos ciclos de cultivo de dicho país, obtener buenos resultados de producción, aunque se siguen observando hallazgos clínicos con lesiones sugestivas de mionecrosis infecciosa durante el ciclo de cultivo. La presencia de zonas de putrefacción en el último segmento abdominal que se observaba en un principio en Brasil (2003), prácticamente no se volvió a dar.

En el caso de Indonesia, algunas camaroneras han pasado a cultivar *P. monodon* y *P. stylirostris* en vez de *P. vannamei*, ya que estudios previos a escala de laboratorio, han revelado que dichas especies son potencialmente más resistentes al virus IMNV. Sin embargo y de manera general, cuando el virus IMNV se ha introducido a un país, no se deben comprar nauplios o postlarvas (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 IMNV 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 IMNV. Adicionalmente, las camaroneras deben mantener buenas medidas de bioseguridad y examinar cada lote de pls antes de su compra para siembra en los estanques.

Como parte fundamental de las medidas de control, se deben utilizar pruebas de diagnóstico sensibles y confiables para la detección y seguimiento del virus IMNV. 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 IMNV.

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 IMNV 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 IMNV. Se debe evitar la siembra en estanques positivos al virus

Recapitulando lo mencionado anteriormente, existen condiciones durante el cultivo, que no pueden ser controladas por el productor en cuanto a la enfermedad de la mionecrosis infecciosa. Parte de estos problemas es la fluctuación brusca del clima que se presentan durante la estación lluviosa, que de alguna manera ha sido asociada con la aparición de brotes por IMNV. Cambios abruptos en la temperatura y la salinidad han sido asociados con la aparición de la enfermedad. 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 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 IMNV, 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 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 camaroneras.

### Salud pública

Los humanos no son propensos a contraer el virus de la mionecrosis infecciosa.

### Recursos de Internet

<http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-acuatico/acceso-en-linea/>

[http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International\\_Standard\\_Setting/docs/pdf/Infectious\\_myonecrosis\\_card\\_2007\\_AN.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/Infectious_myonecrosis_card_2007_AN.pdf)

[http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/aahm/current/2.2.03\\_%20IMN.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/2.2.03_%20IMN.pdf)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166093411002400>

<http://www.seafoodnews.com/Story/944447/CP-Prima-may-have-antidote-for-shrimp-disease-infectious-myonecrosis-virus>

<http://www.pnas.org/content/105/45/17526.full>

<http://www.scielo.cl/pdf/lajar/v42n3/art22.pdf>

<http://www.thefishsite.com/articles/1302/treatment-of-infectious-myonecrosis-virus-in-shrimp>

<http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-acuatico/acceso-en-linea/>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2855118/>

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CDYQFjAC&url=http%3A%2F%2F207.248.177.30%2Fmir%2Fuploadtest%2F22467.177.59.1.Informaci%25C3%25B3n%2520Aviso%2520enfermedades%2520exoticas.docx&ei=5bJVKW4GIf4yQSSiYG4DQ&usg=AFQjCNE5T\\_6YTO\\_TFDDxzTSIkrDkOBrIdBA&bvm=bv.84607526.d.aWw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CDYQFjAC&url=http%3A%2F%2F207.248.177.30%2Fmir%2Fuploadtest%2F22467.177.59.1.Informaci%25C3%25B3n%2520Aviso%2520enfermedades%2520exoticas.docx&ei=5bJVKW4GIf4yQSSiYG4DQ&usg=AFQjCNE5T_6YTO_TFDDxzTSIkrDkOBrIdBA&bvm=bv.84607526.d.aWw)

## Referencias

- Andrade Th.P.D., Srisuvan T., Tang K.F.J. & Lightner D.V. 2007. Real-time reverse transcription polymerase chain reaction assay using TaqMan probe for detection and quantification of Infectious myonecrosis virus (IMNV). *Aquaculture* 264(9-15).
- Andrade, T.P.D., R.M. Redman & D.V. Lightner. 2008. Evaluation of the preservation of shrimp samples with Davidson's AFA fixative for infectious myonecrosis virus (IMNV) in situ hybridization. *Aquaculture*, 278 1-4: 179-183.
- Apolinário, D. F. 2009. Avaliação do estado sanitário de camarões *Litopenaeus vannamei* cultivados em quatro fazendas no Estado do Ceará. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará. 75pp.
- Bell T.A. & D.V. Lightner. 1988. A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.
- Chen S.N., P.S. Chang & G.H. Kou. 1992. Infection route and eradication of *Penaeus monodon* baculovirus (MBV) in larval giant tiger prawns, *Penaeus monodon*. In: Diseases of Cultured Penaeid Shrimp in Asia and the United States, Fulks W. & Main K.L., eds. Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii, USA, 177-184.
- Coelho, M.G.L.; Silva, A.C.G.; Vila Nova, C.M., V.; Felismino, D.A.; Maggioni, R. and Gesteira, T.C.V. (2009). Susceptibility of teh southern brown shrimp (*Farfantepenaeus subtilis*) to infection hypodermal and hematopoietic necrosis (IHHN) and infectious Myonecrosis(IMN). *Aquaculture*, v.294, 1-4 pp.
- 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.
- 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<sup>da</sup> edición. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. Panamá, Rep. de Panamá. pp. 382.
- Fauquet C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger & L.A. Ball (eds). 2005. Totiviridae. In: Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses, Elsevier, San Francisco, USA, pp. 571-580.
- Gesteira, T.C.V. 2006. Enfermidades 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.
- Kunanopparat A., P. Chaivisuthangkura, S. Senapin, S. Longyany, S. Rukpratanporn, T.W. Flegel & P. Sithigorngul. 2011. Detection of infectious myonecrosis virus using monoclonal antibody specific to N and C fragments of the capsid protein expressed heterologously. *J. Virol. Methods*, 171, 141-148.
- 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. 2005. Biosecurity in shrimp farming: pathogen exclusion through use of SPF stock and routine surveillance. *J. World Aquaculture Soc.*, 36, 229-248.
- 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., R.M. Redman, S. Arce & S.M. Moss. 2009. Specific Pathogen-Free Shrimp Stocks in Shrimp Farming Facilities as a Novel Method for Disease Control in Crustaceans. In: Shellfish Safety and Quality, Shumway S. & Rodrick G., eds. Woodhead Publishers, London, UK, pp. 384-424.

- Lightner, D.V. 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. The World Aquaculture Society, Baton Rouge Louisiana, USA, 305 pp.
- Lightner, D.V., R.M. Redman, B.T. Poulos, L.M. Nunan, J.L. Mari & K.W. Hasson. 1997. Risk of spread of penaeid shrimp viruses in the Americas by the international movement of live and frozen shrimp. *Reviews of Science & Technology – Office International des Epizooties*, 16: 146-160.
- 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.
- Lightner, D.V. 1996. A handbook of pathology and diagnostic procedures for diseases of penaeid shrimp. Baton Rouge, Louisiana: World Aquaculture Society. CD.
- Lightner, D.V., C.R. Pantoja, B.T. Poulos, K.F.J. Tang, R.M. Redman, T. Andreas & J.R. Bonami. 2004. Infectious myonecrosis (IMN): a new virus disease of *Litopenaeus vannamei*. In: Aquaculture 2004 Book of Abstracts, 353 pp. Baton Rouge, LA: World Aquaculture Society.
- Mello M.V., M.E. Aragão, M.L. Torres-Franklin, J.M. Neto & M.I. Guedes. 2011. Purification of infectious myonecrosis virus (IMNV) in species of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* in the State of Ceará. *Journal of Virological Methods*. 177(1):10-4.
- Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento; Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Associação Brasileira De Criadores De Camar. (2001). Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho Cultivado. Brasília. 276 pp.
- Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica de Patología e Inmunología de Camarones. 2<sup>da</sup> edición. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. Panamá, Rep. de Panamá. pp. 382.
- Morales-Covarrubias, 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 latinoamerica. *Revista Científica*, v. 11, n. 5, 134-446 pp.
- Moss S.M. & D.R. Moss. 2009. Chapter 17. Selective breeding of penaeid shrimp. In: Shellfish Safety and Quality, Shumway S. & G. Rodrick, eds. Woodhead Publishers, London, UK. pp. 425–452.
- Nibert, M.L. 2007. '2A-like' and 'shifty heptamer' motifs in penaeid shrimp infectious myonecrosis virus, a monosegmented double-stranded RNA virus. *J. Gen. Virol.*, 88, 1315–1318.
- Nunes A.J.P., P. Cunha-Martins & T.C. Vasconcelos-Gesteira. 2004. Carcinicultura ameaçada. *Rev. Panor. Aquic.*, 83, 37–51 (in Portuguese).
- Nunes, A.J.P., P.C.C. Martins & T.C.V. Gesteira. 2004. Carcinicultura ameaçada. Produtores sofrem com mortalidade decorrentes do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV). *Panorama da Aqüicultura*, v. 83. 37- 51 pp.
- 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<sup>da</sup> edición. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. Panamá, Rep. de Panamá. pp. 382.
- Pinheiro A.C.A.S., A.P.S. Lima, M.E. Souza, E.C.L. Neto, M. Adrião, V.S.P. Goncalves & M.R.M. Coimbra. 2007. Epidemiological status of Taura syndrome and Infectious myonecrosis viruses in *Penaeus vannamei* reared in Pernambuco (Brazil). *Aquaculture* 262: 17-22.
- Poulos B.T. & D.V. Lightner. 2006. Detection of infectious myonecrosis virus (IMNV) of penaeid shrimp by reverse-transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR). *Dis. Aquat. Org.* 73:69-72.
- Poulos B.T., K.F.J. Tang, C.R. Pantoja, J.R. Bonami & D.V. Lightner. 2006. Purification and characterization of myonecrosis virus of penaeid shrimp. *J. Inv. Path.* 87:987-996.
- Senapin S., K. Phewsaiya, M. Briggs & T.W. Flegel. 2007. Outbreaks of infectious myonecrosis virus (IMNV) in Indonesia confirmed by genome sequencing and use of alternative RT-PCR method. *Aquaculture* 266: 32-38.
- Silva, S.M.B.C., A.D.R. Silva, H.D. Lavander, T.C.B. Chaves, S.R.M. Peixoto, A.O. Gálvez & M.R.M. Coimbra. 2014. Transmissão vertical do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) no camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. XIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. XIII Enbrapoa Resumos, digital. Aracaju, Brasil. 2014
- Silva, V.A., F.L. Santos, S.S. Bezerra, V.F. Pedrosa, P.P. Mendes & E.S. Mendes. 2010. A multi-season survey for infectious myonecrosis in farmed shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in Pernambuco, Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 104, 161–165 pp.
- Sutanto, Y. 2011. IMNV cases in Indonesia. Presented to Shrimp Club Indonesia Workshop, 2 March 2011.
- Tang K.F.J., C.R. Pantoja, B.T. Poulos, R.M. Redman & D.V. Lightner. 2005. *In situ* hybridization demonstrates that *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *Penaeus monodon* are susceptible to experimental infection with infectious myonecrosis virus (IMNV). *Dis. Aquat. Org.*, 63, 261–265.
- 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, B.T. Poulos, R.M. Redman & D.V. Lightner. 2005. *In situ* hybridization demonstrates that *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *Penaeus monodon* are susceptible to experimental infection with infectious myonecrosis virus (IMNV). *Dis. Aquat. Org.* 63:261-265.
- Tang K.F.J., C.R. Pantoja & D.V. Lightner. 2005. Infectious myonecrosis virus infection in *Litopenaeus vannamei*, *Litopenaeus stylirostris*, and *Penaeus monodon*. *Aquaculture America* 2005. WAS Meeting Abstract. 1-2 pp. Baton Rouge, LA: World Aquaculture Society.
- Tang K.F.J., C.R. Pantoja, R.M. Redman & D.V. Lightner. 2007. Development *in situ* hybridization an RT-PCR assay for the detection of a nodavirus (PvNV) that causes muscle necrosis in *Penaeus vannamei*. *Disease of Aquatic Organisms*, v. 75, 183-190 pp.
- Vanpatten K.A., L.M. Nunan & D.V. Lightner. 2004. Seabirds as potential vectors of penaeid shrimp viruses and the development of a surrogate laboratory model utilizing domestic chickens. *Aquaculture*, 241, 31–46.
- White-Noble B.L., D.V. Lightner, K.F.J. Tang & R. Redman. 2010. Lab challenge for selection of IMNV-resistant white shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, July/August, 71–73.

## *Mionecrosis infecciosa*

. 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.