

# Análisis de Sensibilidad: Encefalopatía y Retinopatía Virales de los Peces



"ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA"



GOBIERNO DE  
MÉXICO

AGRICULTURA  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA  
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,  
INNOVACIÓN Y SALUD AGROPECUARIA



| Evento                           | Tipo de Análisis   | Nivel de riesgo |
|----------------------------------|--|-----------------|
| <b>Seguimiento Internacional</b> | Análisis de Sensibilidad: Encefalopatía y Retinopatía Viral de los peces |                 |

|         |       |      |       |      |
|---------|-------|------|-------|------|
| Impacto | Alto  | 3    | 6     | 9    |
|         | Medio | 2    | 4     | 6    |
|         | Bajo  | 1    | 2     | 3    |
|         |       | Bajo | Medio | Alto |

Probabilidad

## Agente

Esta enfermedad, también conocida como Necrosis Nerviosa Viral (VNN), se considera una enfermedad grave de varias especies de peces marinos, caracterizada por importantes pérdidas asociadas a lesiones de vacuolización del sistema nervioso central y de la retina. El agente causal de la Encefalopatía y Retinopatía Viral (ERV) se identificó por primera vez como nuevo miembro de la familia *Nodaviridae* a partir de tejido encefálico de larvas de jurel dentón en 1992; en la actualidad, se clasifica este virus en el género *Betanodavirus* que son virus sin envoltura y esféricos, de unos 25 nm de diámetro. De acuerdo con la clasificación del serotipo viral, los hospedadores se pueden diferenciar en 4 grandes grupos, los cuales tienen diferente temperatura óptima de crecimiento (**Cuadro 1**).

| Serotipo | Peces hospederos                                   | Temperatura de crecimiento |
|----------|--|----------------------------|
| <b>A</b> | Jurel  | 20 - 25°C                  |
| <b>B</b> | Pez globo  | 20°C                       |
| <b>C</b> | De agua fría: halibut, bacalao, lenguado, etc.     | 15 - 20°C                  |
| <b>D</b> | De agua cálida: lubina, meros, perca gigante, etc. | 25 - 30°C                  |

**Cuadro 1.** Variantes genotípicas de *betanodavirus*

El virus es muy resistente al medio acuático, y puede sobrevivir durante mucho tiempo en aguas marinas a bajas temperaturas, mientras que a temperaturas superiores a los 25°C, la supervivencia resulta considerablemente afectada; la salinidad no parece influir en la aparición de la enfermedad, puesto que se han observado casos tanto en especies de agua dulce como de agua salada. La contaminación del medio acuático tras la aparición de un brote puede persistir durante largos periodos y representar una fuente de infección para especies silvestres susceptibles; el virus persiste durante largos periodos en pescado congelado, siendo un riesgo potencial si este se usa para alimentar otros peces. (OIE, 2012).

Los signos clínicos producidos por la enfermedad incluyen la alteración progresiva de la pigmentación, erosiones cutáneas en mandíbula y zona craneal y patrones de conducta natatoria errática; estos varían de acuerdo con la especie afectada, aunque en peces planos suelen ser menos evidentes, pudiendo permanecer durante largos periodos en el fondo, doblando el cuerpo con cabeza y cola levantadas.

La morbilidad y mortalidad varían según la edad de los animales afectados, y cuando resultan afectados los estadios larvarios, la mortalidad puede alcanzar el 100%, mientras que en los juveniles y en peces de más edad en general se han reportado menores pérdidas. En el jurel dentón (*Pseudocaranx dentex*), se han descrito mortalidades con más frecuencia en los primeros 10 días tras el desove, pudiendo ocurrir desde los 2 días post-desove, dando lugar a una pérdida de casi todas las larvas. En la lubina (*Dicentrarchus labrax*) no suele observarse mortalidad hasta después de los 30 días post-desove, pero pueden aparecer brotes incluso en peces de tamaño comercial (OIE, 2012). En el primer brote de VNN en meros de manchas rojas silvestres (*Epinephelus akaara*) en Japón, la mortalidad alcanzó el 80% en 1991, similar a lo reportado en lubina marina (*Dicentrarchus labrax*) en Grecia en 1997, con mortalidades de entre 11 y 60%; en el verano de 1997 un brote en alevines de fletán criados en jaulas (*Hippoglossus hippoglossus*) tuvo una mortalidad cercana al 100% (Jalil M., 2020).

Los reservorios silvestres son la principal fuente de infección en poblaciones de cultivo, mientras que el comercio de peces en estadio juvenil infectados supone la forma más frecuente de propagación de partículas víricas en el medio. Se ha sospechado de la transmisión vertical en algunas especies desde los años 1990, en diferentes investigaciones en donde el virus se ha visto que puede alcanzar las gónadas en desarrollo y se ha podido infectar los huevos y el líquido seminal (OIE, 2012).

**Impacto:**

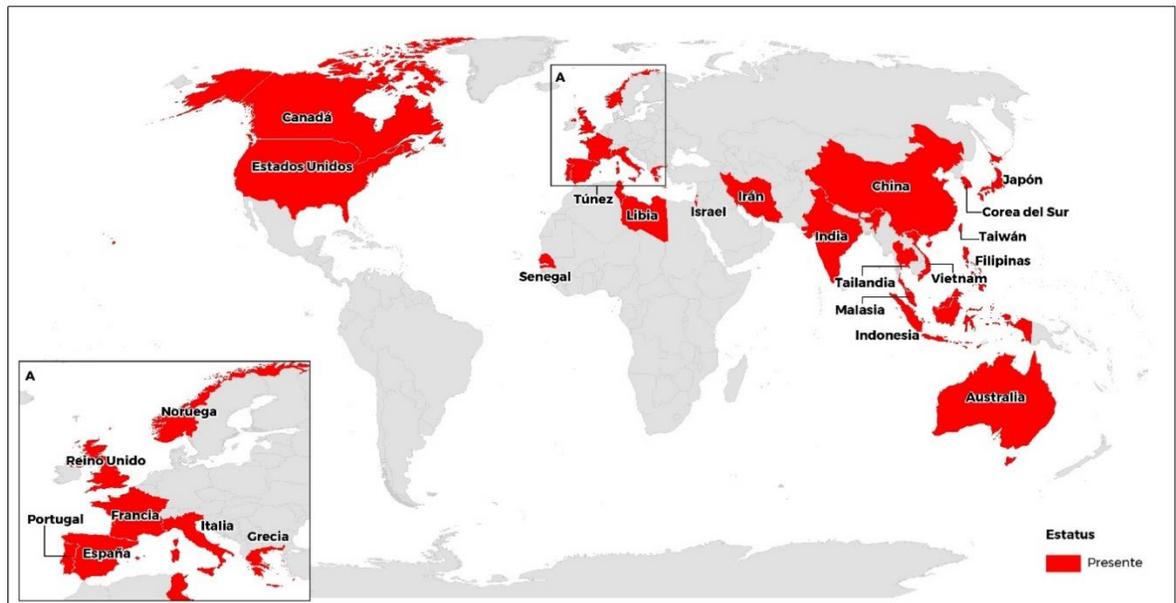
## Estatus nacional

Para el caso de México, la Encefalopatía y Retinopatía Viral se encuentra enlistada como una enfermedad exótica, clasificándose en el grupo 1 del “Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos”, publicado en el Diario Oficial de la Federación en 2018 (DOF, 2018).

## Distribución mundial

En el año 2005, la Comisión de Normas Sanitarias para los Animales Acuáticos de la OIE, concluyó que la enfermedad de ERV no cumplía con los criterios para figurar en la lista de enfermedades de notificación obligatoria, por lo cual fue recomendada su eliminación y desde el año 2006, su declaración ante el Organismo Internacional es de carácter voluntario. En septiembre de 2012, el grupo de expertos en ERV colaboró en la elaboración de un capítulo actualizado de la enfermedad, para ser integrado de nuevo al Manual y Código Acuáticos, sin embargo, en el año 2013 y después de examinar el capítulo, se indicó que la enfermedad seguiría fuera de la lista, pero se mantendría como Anexo en el Manual, a título informativo para los Países Miembros (OIE, 2013).

Esta enfermedad se ha reportado en muchos países de varias regiones del mundo (**Mapa 1**), y aunque existen datos escasos sobre la prevalencia, en Canadá se ha reportado una prevalencia de 0.23% mediante la técnica de PCR en poblaciones silvestres de platija de invierno (*Pleuronectes americanus*), que actúa como reservorio natural del virus (OIE, 2012).



**Mapa 1.** Distribución de Encefalopatía y retinopatía viral de los peces

## Distribución en Norteamérica

Según datos históricos, la primera aparición de esta enfermedad fue a finales de la década de 1980, y hasta la fecha se han llevado a cabo diversas investigaciones para comprender los mecanismos involucrados en la infección de peces, desarrollar nuevos métodos de diagnóstico confiables, así como medidas de control, se ha descrito la interacción huésped-virus y aspectos epidemiológico que ayudan a comprender mejor la distribución y transmisión viral, así como el rango de huéspedes en constante aumento (177 especies marinas susceptibles ya descritas), con especial énfasis en los genotipos y el efecto de condiciones medio ambientales como el calentamiento global en el desarrollo y propagación de la enfermedad. Al respecto, en Norteamérica se ha detectado en especies silvestres de Canadá en el Atlántico Norte (**Cuadro 2**) (Bandín I., et al., 2020).

| Orden                    | Familia        | Nombre común        | Nombre científico                    | País con Presencia     |
|--------------------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|
| <b>Gadiformes</b>        | Gadidae        | Bacalao atlántico   | <i>Gadus morhua</i>                  | Canadá, Estados Unidos |
| <b>Gadiformes</b>        | Gadidae        | Eglefino            | <i>Melanogrammus aeglefinus</i>      | Canadá, Estados Unidos |
| <b>Perciformes</b>       | Sciaenidae     | Lubina blanca       | <i>Atracción nobilis</i>             | California, EE.UU      |
| <b>Pleuronectiformes</b> | Pleuronectidae | Platija de invierno | <i>Pseudopleuronectes americanus</i> | Canadá                 |

**Cuadro 2.** Distribución de las especies afectadas en Norteamérica por la infección de Encefalopatía y Retinopatía viral

### Distribución en Europa

Los primeros casos se presentaron en cultivo de lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) en España en el año 2003, afectando principalmente a larvas y juveniles, en esos casos la signología presente en los peces fue la pérdida de apetito con bajas ganancias de peso, nado errático en espiral con pérdida del equilibrio, además internamente presentaban vacuolización en el sistema nervioso central y de la retina; su transmisión tanto horizontal como vertical, hace muy importante el control de los reproductores (Rodríguez et al., 2014).

### Distribución en Asia y Oceanía

En países del oriente como Japón se han llevado a cabo muestreos representativos de más de 30 especies de peces en distintas bahías, confirmando que la mayoría de los peces en producción y silvestres daban un resultado positivo a la enfermedad de ERV.

### Hospederos

Esta enfermedad se ha notificado en más de 50 especies de peces silvestres y en explotaciones, principalmente marinas desde 1986. Según informes oficiales de la OIE, VNN fue reconocido como el desafío más importante para la salud de los peces en la región mediterránea y factor inhibitorio en el desarrollo de la acuicultura de Asia Oriental y Meridional.

Las especies más afectadas han sido el jurel dentón, la lubina, los meros y los peces planos. También se han documentado unos pocos brotes en granjas de producción de agua dulce (**Cuadro 3**).

| Orden                     | Familia         | Nombre común          | Nombre científico                |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|
| <b>Acipenseriformes</b>   | Acipenseridae   | Esturión del Danubio  | <i>Acipenser gueldenstaedti</i>  |
| <b>Anguilliformes</b>     | Anguillidae     | Anguila europea       | <i>Anguilla anguilla</i>         |
| <b>Gonorynchiformes</b>   | Chanidae        | Sabalote              | <i>Chanos chanos</i>             |
| <b>Siluriformes</b>       | Siluridae       | -                     | <i>Parasilurus asotus</i>        |
|                           | Siluridae       | -                     | <i>Tandanus tandanus</i>         |
| <b>Gadiformes</b>         | Gadidae         | Bacalao del Atlántico | <i>Gadus morhua</i>              |
|                           | Gadidae         | Eglefino              | <i>Melanogrammus aeglefinus</i>  |
| <b>Cyprinodontiformes</b> | Poeciliidae     | -                     | <i>Poecilia reticulata</i>       |
| <b>Perciformes</b>        | Acanthuridae    | Navajón carcelario    | <i>Acanthurus triostegus</i>     |
|                           | Apogonidae      | -                     | <i>Apogon exostigma</i>          |
|                           | Anarhichadidae  | Perro pintado         | <i>Anarhichas minor</i>          |
|                           | Carangidae      | Jurel dentón          | <i>Pseudocaranx dentex</i>       |
| <b>Perciformes</b>        |                 | pez de limón          | <i>Seriola dumerili</i>          |
|                           |                 | pámpano palometa      | <i>Trachinotus falcatus</i>      |
|                           |                 | -                     | <i>Trachinotus blochii</i>       |
|                           | Centropomatidae | Perca gigante         | <i>Lates calcarifer</i>          |
|                           |                 | Serránido japonés     | <i>Lateolabrax japonicus</i>     |
|                           | Cichlidae       | Tilapia               | <i>Oreochromis niloticus</i>     |
|                           | Eleotridae      | -                     | <i>Oxyeleotris lineolata</i>     |
|                           | Ephippidae      | -                     | <i>Platax orbicularis</i>        |
|                           | Latridae        | -                     | <i>Latris Lineata</i>            |
|                           | Lutjanidae      | Pargo carmesí         | <i>Lutjanus erythropterus</i>    |
|                           |                 | Pargo de manglar      | <i>Lutjanus argentimaculatus</i> |
|                           | Malacanthidae   | -                     | <i>Branchiostegus japonicus</i>  |

|                          |                |                         |  |
|--------------------------|----------------|-------------------------|--|
|                          | Mugilidae      | Mugil                   | <i>Mugil cephalus</i>                  |
|                          |                | Galupe                  | <i>Liza aurata</i>                     |
|                          |                | Salmonete de roca       | <i>Mullus barbatus</i>                 |
|                          | Oplegnathidae  | Sama de roca            | <i>Oplegnathus fasciatus</i>           |
|                          |                | -                       | <i>Oplegnathus punctatus</i>           |
|                          | Percichthyidae | Lubina                  | <i>Dicentrarchus labrax</i>            |
|                          | Rachicentridae | Cobia                   | <i>Rachycentron canadum</i>            |
|                          | Sciaenidae     | Corvinón ocelado        | <i>Sciaenops ocellatus</i>             |
|                          | Sciaenidae     | Verrugato fusco         | <i>Umbrina cirrosa</i>                 |
|                          | Sciaenidae     | Corvinata blanca        | <i>Atractoscion nobilis</i>            |
|                          | Scombridae     | Atún de aleta azul      | <i>Thunnus orientalis</i>              |
|                          | Serranidae     | Mero de pintas rojas    | <i>Epinephelus akaara</i>              |
|                          |                | -                       | <i>E. awoara</i>                       |
|                          |                | -                       | <i>E. septemfasciatus</i>              |
|                          |                | -                       | <i>E. fuscoguttatus</i>                |
|                          |                | Mero malabárico         | <i>E. malabaricus</i>                  |
|                          |                | -                       | <i>E. marginatus</i>                   |
|                          |                | -                       | <i>E. moara</i>                        |
|                          |                | Mero lutria             | <i>E. tauvina</i>                      |
|                          |                | Obispo coronado         | <i>E. lanceolatus</i>                  |
|                          |                | -                       | <i>Chromileptes altivelis</i>          |
|                          |                | Cherna de ley           | <i>Epinephelus aeneus</i>              |
|                          |                | -                       | <i>E. coioides</i>                     |
|                          | Sparidae       | Dorada                  | <i>Sparus aurata</i>                   |
|                          | Cichlidae      | Tilapia del Nilo        | <i>Oreochromis niloticus niloticus</i> |
| <b>Tetraodontiformes</b> | Monacantidae   | -                       | <i>Stephanolepis cirrifer</i>          |
| <b>Tetraodontiformes</b> | Tetraodontidae | Pez globo (especie de)  | <i>Takifugu rubripes</i>               |
| <b>Pleuronectiformes</b> | Pleuronectidae | -                       | <i>Verasper moseri</i>                 |
|                          | Soleidae       | Lenguado común          | <i>Solea solea</i>                     |
|                          | Scophthalmidae | Rodaballo               | <i>Psetta maxima</i>                   |
|                          | Scophthalmidae | Falso halibut del Japón | <i>Paralichthys olivaceus</i>          |
|                          | Scophthalmidae | Halibut                 | <i>Hippoglossus hippoglossus</i>       |
| <b>Scorpaeniformes</b>   | Sebastidae     | Corvinata blanca        | <i>Sebastes oblongus</i>               |

**Cuadro 3.** Especies afectadas de peces por Encefalopatía y Retinopatía Viral (OIE, 2012)

## Acciones:

De acuerdo con el Manual Acuático de la OIE del año 2012, no existe un procedimiento descrito, ni oficial recomendado, de análisis de las poblaciones aparentemente sanas para demostrar la ausencia de la enfermedad, por lo que la prueba de PCR en tiempo real seguida del aislamiento del virus, o la prueba de RT-PCR convencional con análisis de la secuencia en caso de resultados positivos, debe considerarse el método más adecuado para la vigilancia dirigida destinada a detectar betanodavirus como el ERV. La detección de anticuerpos específicos mediante ELISA o pruebas de neutralización no se han investigado lo suficiente, y se sabe muy poco sobre la interpretación de los resultados serológicos.

Las prácticas generales de higiene son recomendadas por la misma OIE, como el tratamiento con luz UV del agua que entra en los criaderos, la implementación de barreras sanitarias, el descanso periódico y la desinfección de tanques y filtros biológicos, en general de todas las instalaciones y utensilios, así como el evitar alimentar a los peces con pescado crudo; es importante reducir los factores estresantes como lo es la mejora del método de inducción del desove, la inclusión de suficiente alimento a los reproductores y disminución de la densidad de población de larvas y juveniles.

En la industria de la producción de lubina, se ha sugerido que la repoblación de instalaciones de engorda situadas en zonas infectadas debe llevarse a cabo durante el otoño, cuando el número de brotes clínicos está disminuyendo (OIE, 2012). Para controlar la ERV en lenguado Barfin (*Verasper moseri*), se ha propuesto una estrategia de control integral, que incluye el uso de pruebas ELISA para analizar el nivel de actividad de anticuerpos específicos en cada reproductor, y la desinfección de huevos embrionados con agua ozonificada.

Para el tratamiento, en países asiáticos como Japón se ha estudiado el efecto del interferón (citocinas) en la respuesta inmunitaria en la especie Mero de siete bandas (*Epinephelus septemfasciatus*), en

donde se observó sobre brote que la administración proporciona una protección significativa para evitar el desarrollo de los síntomas graves después de una infección por ERV (Takashi O. et. al., 2011).

### Ámbito internacional

El análisis económico se centró en el posible impacto de Encefalopatía y Retinopatía viral de tilapia y atún, dos especies de importancia económica.

De acuerdo con el análisis sanitario realizado y con la información disponible, a nivel internacional se estima el posible impacto en la producción mundial de tilapia y atún Cuadro 3:

| Producción Mundial (FAO 2018)   | Tilapia                                     | Atún   |
|---------------------------------|---|--|
| Producción (ton):               | 6, 779,924                                  | 5, 757,040                                   |
| Principal Continente productor: | Asia (64%)                                  | Asia (53%)                                   |
| Principales Países productores: | China (24%), Indonesia (19%) y Egipto (17%) | Indonesia (15%), Filipinas (7%) y Corea (6%) |
| Ranking Mundial-México          | Noveno lugar con 189,568 toneladas.         | Décimo cuarto lugar con 138,804 toneladas.   |

Cuadro 3: Posible impacto en la producción mundial de atún y tilapia por Encefalopatía y Retinopatía viral.

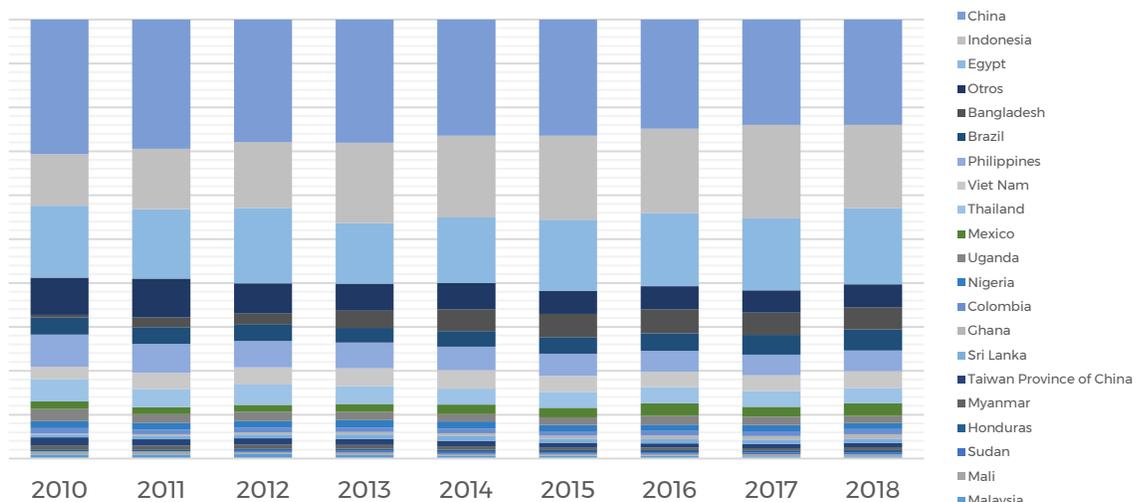
### Producción Mundial

La tilapia es el segundo producto pesquero más importante en la acuicultura mundial por debajo de la producción de carpas. Durante 2018, la producción mundial fue de 6, 779,924 toneladas.

Las principales especies comercializadas de tilapia son la tilapia del Nilo (70%), tilapia mozámbrica (3%) y otras (27%). (FAO, 2018). Esta especie cada vez se convierte en la más importante para la seguridad alimentaria, ya que proporciona una fuente proteica considerable al mundo (Dinesh et al. 2017).

El crecimiento dinámico de la producción de tilapia en el ámbito mundial, se debe en gran medida a la obtención por acuicultura. La producción mundial de tilapia tuvo un crecimiento del 62% durante el periodo de 2010 al 2018. Anualmente, el crecimiento de la producción fue, en promedio, de 6%. Estos volúmenes importantes de crecimiento se deben en gran medida al desarrollo productivo del mercado asiático, representando el 64% de la producción mundial. La producción de tilapia de 2017 a 2018 tuvo un incremento del 3%. Los principales países productores fueron: China representando el 24%, 1, 172,538 ton, Indonesia 19%, 1, 291,391 ton y Egipto 17%, 1, 624,547 ton (Gráfica 1).

### Análisis Económico:



Gráfica 1: Producción de Tilapia por País (Ton), (FAO).

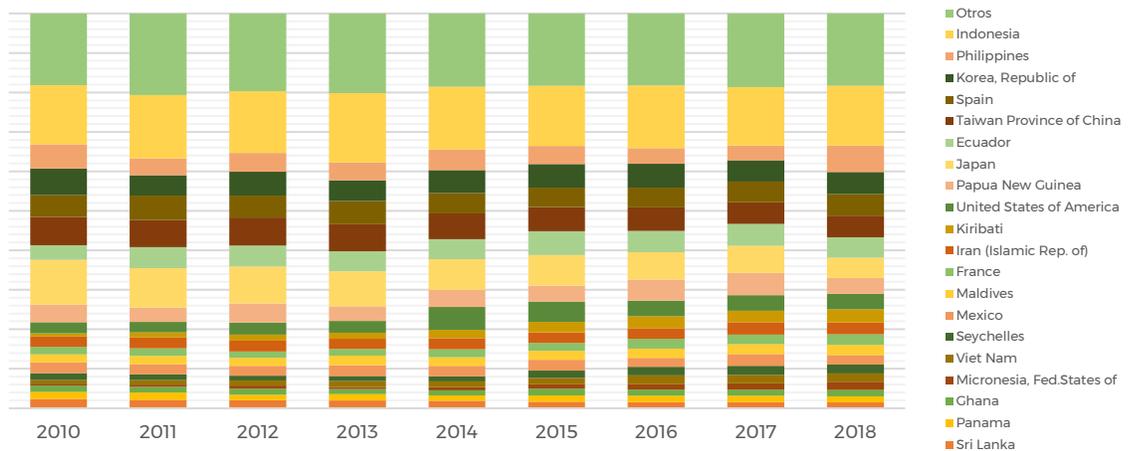
Los principales exportadores mundiales de tilapia en 2018 fueron: China, Taiwán, Tailandia, EUA y Honduras. El destino principal de las exportaciones en el ámbito mundial es los EUA el cual introduce aproximadamente el 91% de las importaciones totales globales. En este sentido, la cercanía de México

con EUA, le genera una ventaja competitiva frente a otras naciones, a través de tiempos de entrega, fiabilidad en la entrega y diferenciación de la producción, como es el caso de obtención de certificaciones.

Los principales importadores mundiales de tilapia en 2018, en términos de volumen y valor fueron EUA, Arabia Saudita, Canadá, Kuwait, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Taiwán, República Dominicana, Tailandia y Guatemala.

Por su parte, el atún es una de las especies que tienen una gran importancia económica y es una fuente significativa de alimentos. Comprende alrededor de 40 especies presentes en el Atlántico, el océano Índico y el Pacífico, así como en el Mediterráneo. Las denominadas especies comerciales de atún son las más importantes por su valor económico. (FAO 2018).

Respecto a la producción mundial de atún, tuvo un crecimiento del 23% durante el periodo de 2010 a 2018. Anualmente, el crecimiento de la producción fue, en promedio, de 3%. Estos volúmenes importantes de crecimiento se deben en gran medida al desarrollo productivo del mercado asiático, representando el 53% de la producción mundial. La producción de atún de 2017 a 2018 tuvo un incremento del 6%. Los principales países productores fueron: Indonesia (15%, 872,547 ton), Filipinas (7%, 383,947 ton) y Korea (6%, 322,152 ton) (Gráfica 2).



Gráfica 2: Producción de atún por País (Ton), (FAO).

### Ámbito Nacional

De acuerdo con el análisis sanitario realizado y con la información disponible, a nivel nacional se estima el posible impacto en la producción nacional de tilapia y atún (Cuadro 4):

| Producción Nacional (SIAP-2018)                | Tilapia   | Atún   |
|--|---|--|
| Peso vivo (ton):                               | 168,360   | 119,297  |
| Peso de desembarque (ton):                     | 165,089   | 118,240  |
| Valor de la producción (mdp):                  | 3,198   | 2,512  |
| Estados productores:                           | 31  | 12   |
| Principales Estados en valor de la producción: | Chiapas (17%), Jalisco (16%), Nayarit (8%), Veracruz (8%) y Sinaloa (8%). | Sinaloa (37%), Baja California (31%), Chiapas (19%), Colima (6%) y Nayarit (4%). |
| Comercio                                       |   |  |
| Exportaciones (SE-SIAVI-2020)(mdd)             | 14  | 13   |
| Importaciones (SE-SIAVI-2020)(dólares)         | -   | 764,804  |

Cuadro 4: Posible impacto nacional en la producción de atún y tilapia por Encefalopatía y Retinopatía viral.

El posible impacto económico en la producción de tilapia por Encefalopatía y Retinopatía viral de los peces representaría en la producción acuícola y pesquera una afectación 8.2% en volumen, equivalente a 168,360 toneladas y 7.6% en valor, equivalente 3,198 mdp. (SIAP-2018). La principal

producción de tilapia es en acuicultura con el 75% en volumen y el 25% en captura, mientras que en valor coincide el 75% en acuicultura y 25% en captura (Gráfica 3).

Por otra parte el posible impacto económico en la producción de atún por Encefalopatía y Retinopatía viral de los peces representaría en la producción acuícola y pesquera una afectación 5.92% volumen, equivalente a 119,297 toneladas y 6.02% en valor, equivalente 2,512 mdp. (SIAP-2018). La principal producción de atún es en captura con el 77% en volumen y 23% en acuicultura, mientras que en valor el 91% en captura y el 9% en acuicultura (Gráfica 3).



Gráfica 3: Producción Nacional por tipo de pesca (SIAP-2018)

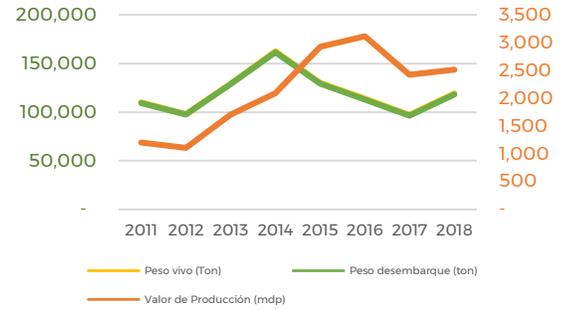
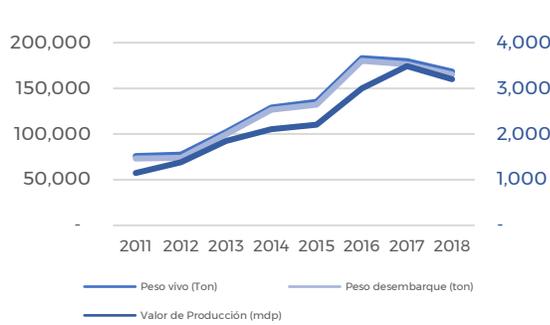
### Producción Nacional

En México el cultivo de tilapia se realizan en sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos, lo que se refiere a la densidad de siembra, suministro de alimento y tipo de sistema de cultivo. Su producción está destinada al repoblamiento de embalses y al consumo humano. En este último aspecto, la tilapia ha resultado ser un importante componente para la economía de algunas regiones de México.

Respecto a la explotación de túnidos en el Océano Pacífico Mexicano y en el Océano Pacífico Oriental (OPO) por embarcaciones de bandera mexicana, constituye una actividad pesquera de particular importancia nacional por su destacada participación en la producción de alimentos para el consumo interno y en la generación de empleos tanto en su fase extractiva, como en las de procesamiento y comercialización. La pesca de túnidos se realiza tanto en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México como en aguas internacionales del Océano Pacífico Oriental, representa una fuente de alimento, empleo directo e indirecto, comercio y bienestar económico tanto regional como nacional. Las especies objeto de captura son el atún aleta amarilla y atún aleta azul, como especies asociadas se encuentran el barrilete (*Katsuwonus pelamis*), patudo o atún ojo grande (*T. obesus*), albacora (*T. alalunga*), el barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) y bonito (*Sarda spp*). El Atún Aleta Amarilla es uno de los recursos más importantes en términos de volumen de captura y derrama económica.

En los estados que integran el litoral del pacifico existen 192 unidades económicas dedicadas a comercio al por mayor de pescados y mariscos, el 63 por ciento se concentran en los estados de Baja California, Sinaloa, Jalisco y Sonora. Por su tamaño, en base al número de personas que la integran, el 87 por ciento son micro empresas, el 12 por ciento son pequeñas, el uno por ciento son empresas grandes (SADER-reporte ejecutivo-folio: 211PP040).

El valor de la producción nacional de tilapia tuvo un crecimiento del 122% del 2011 al 2018. Anualmente, el crecimiento en promedio, de 13%. De 2017 a 2018 se presentó una tendencia a la baja de 6% (Grafica 4).

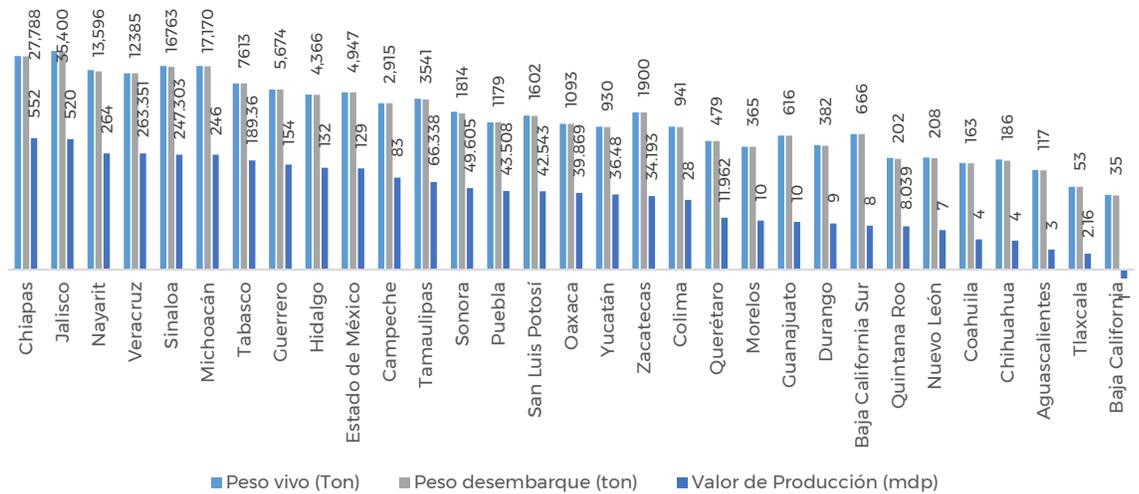


Gráfica 4: Producción nacional de tilapia (SIAP-2018).

Gráfica 5: Producción nacional de atún (SIAP-2018).

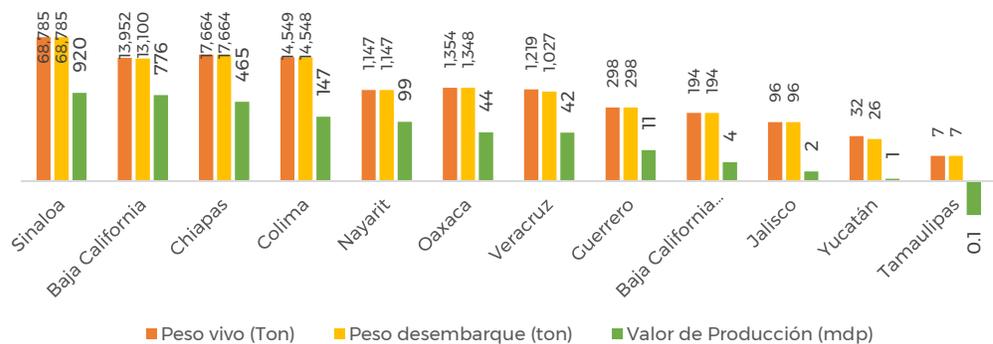
En este sentido el valor de la producción nacional de atún tuvo un crecimiento del 8% del 2011 al 2018. Anualmente, el crecimiento fue, en promedio, de 3%. De 2017 a 2018 se presentó una tendencia positiva de 23% (Gráfica 5).

El impacto potencial en los Estados con mayor valor en la producción en tilapia serían: Chiapas (17%, 552 mdp), Jalisco (16%, 520 mdp), Nayarit (8%, 264 mdp), Veracruz (8%, 263 mdp) y Sinaloa (8%, 247). (Gráfica 6).



Gráfica 6: Producción Nacional de Tilapia por Estado, (SIAP-2018)

En el mismo sentido el impacto potencial en los Estados con mayor valor en la producción en atún serían: Sinaloa (37%, 920 mdp.), Baja California (31%, 776 mdp), Chiapas (19%, 465 mdp.), Colima (6%, 147mdp.) y Nayarit (4%, 99 mdp.). (Gráfica 7).



Gráfica 7: Producción Nacional de Atún por Estado, (SIAP-2018)

## Comercio Exterior

Las exportaciones de tilapia respecto a su valor tuvieron un crecimiento del 39% del año 2013 a 2020. Anualmente, el crecimiento fue, en promedio, de 20%. De 2019 a 2020 se presentó una tendencia positiva de 37% (Grafica 8). El principal destino de las exportaciones en 2020 fue Estados Unidos (2,012 ton, 14 mdd), Emiratos Árabes (712 kg, 7,715 dólares), Hong Kong (1,981kg, 1,405 dólares) y Tailandia (1,428 kg, 1,023 dólares).



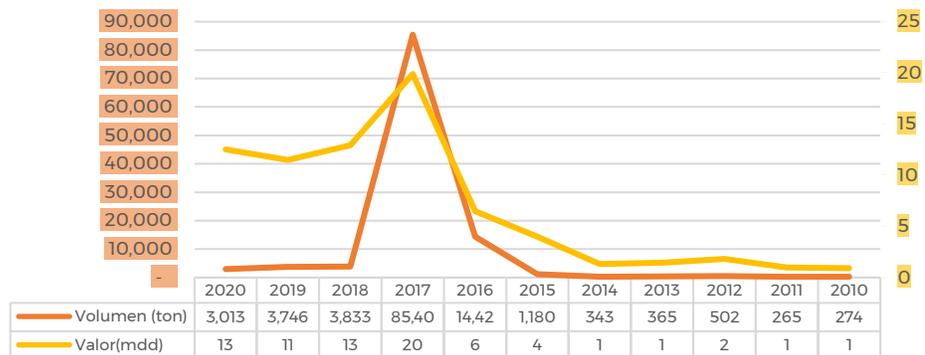
Grafica 8: Exportaciones de Tilapia, (SE-SIAVI,2020)

Respecto a las importaciones no se registran datos para el año 2020 en la secretaria de economía, sólo para los años 2014 y 2013, donde el principal origen fue Costa Rica y China (Cuadro 5).

| Importaciones  | 2014    | 2013    |
|----------------|---------|---------|
| Volumen (ton)  | 101     | 95      |
| Valor(dólares) | 655,546 | 887,533 |

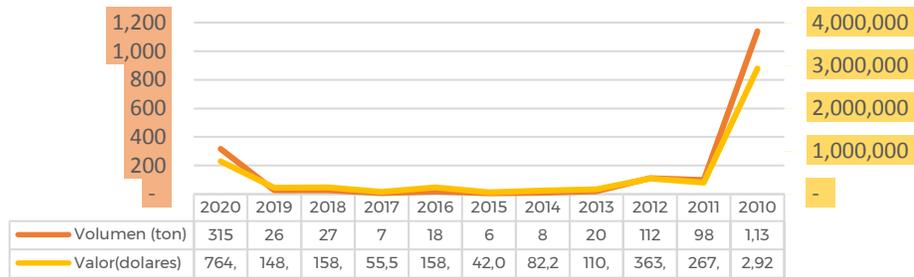
Cuadro 5: Volumen y valor de Importaciones de tilapia, (SE-SIAVI-2020)

Respecto al valor de las exportaciones de atún, del año 2010 al 2020 paso de 1 mdd a 13 mdd registrado un incremento considerable en su producción. Registrando su mayor valor en 2017 con 20mdd. De 2019 a 2020 se presentó un crecimiento de 9% (Grafica 11). El principal destino de las exportaciones en 2020 fue Estados Unidos (269 ton, 1.4 mdd), El Salvador (2,719 ton, 11.02 mdd), Cuba (21,163kg, 70,677 dólares), Panamá (4,144 kg, 20,704 dólares) y Belice (198 kg 159 dólares).



Grafica 11: Exportaciones de Atún, (SE-SIAVI,2020)

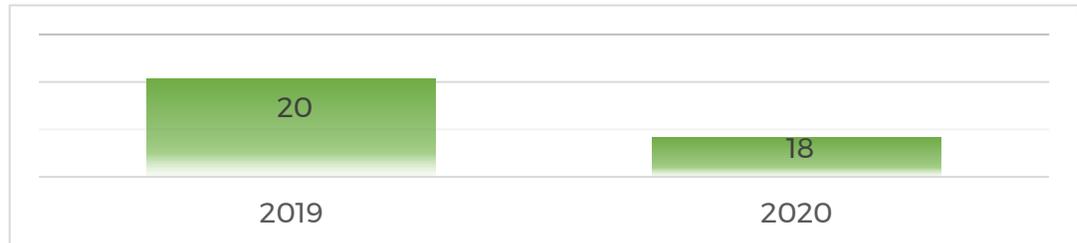
En término de importaciones de atún conforme a su valor han disminuido un 74% de 2010 a 2020. El año que más importaciones se registraron conforme al periodo reportado fue el 2010 con un valor de 2.9 mdd. De 2019 a 2020 un aumento en las importaciones del 416% (Grafica 12). EL principal origen de las importaciones en 2020 fueron Ecuador (312 ton, 743,641 dólares) y España (3.4 to, 21,158 dólares).



Grafica 12: Importaciones de Atún, (SE-SIAVI,2020)

### Inversión del SENASICA

El SENASICA a través de la Dirección General de Salud Animal invirtió 20.15 millones de pesos en el programa de Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades o Plagas en Organismos Acuáticos en 2019, para el 2020 invirtió 17.76 millones de pesos, un 12% menos que el año inmediato anterior



Grafica 13: Programa de Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades o Plagas en Organismos Acuáticos (MDP), (SENASICA).

### Conclusiones:

Resulta imperante que los programas de vigilancia consideren incluir peces jóvenes, tejidos gonadales, líquido ovárico y líquido espermático, sin embargo, es posible que el virus no se replique ni resida en los órganos reproductores en todo momento, sino que se halle ahí tras la aparición de condiciones estresantes por lo que para hacer efectivos los programas de prevención y control también debe fijar su objetivo al comercio de otras especies como los moluscos de zonas contaminadas que podrían fungir en un momento dado como portadores.

La vigilancia epidemiológica de esta enfermedad es importante para un oportuno diagnóstico, ante cualquier sospecha, debido al gran desarrollo de la piscicultura que ha dado como resultado el aumento en la incidencia de enfermedades infecciosas, por las altas concentraciones de producciones intensivas e hiper intensivas en las que se cultivan actualmente las especies de interés comercial que son sometidas a estrés por tratamientos o manejo, ya que como se revisó en las regiones del mundo en donde se presenta esta enfermedad emergente se considera catastrófica más importante en la acuicultura marina.

Definitivamente, la prevención y el control de esta enfermedad se da evitando la exposición de poblaciones en granjas y explotaciones a los agentes causales, por ejemplo instalaciones de reproductores, finalización o de engorde, pero principalmente en unidades de producción de alevines y juveniles, por lo que es importante que se utilice agua libre del virus e introduzcan larvas procedentes de reproductores libres del virus, desarrollando así medidas de control; sin embargo, se ha observado que las medidas identificadas hasta la fecha no han sido aplicadas adecuadamente por los productores, con el resultado de que las pérdidas catastróficas se producen con regularidad y aunado a que esta enfermedad es de notificación con carácter voluntario ante la OIE lo que hace más difícil que se pueda llevar un dato de incidencia y/o prevalencia.

Se concluiría que la ERV podría considerarse una de las principales causas de mortalidad de algunos peces marinos en el mundo. Por lo tanto, sería importante seguir con investigación que pudiera dar herramientas a los productores de peces como es el caso de investigaciones en cuanto a la

temperatura del agua que se ha visto es un factor importante, que puede afectar de forma significativa la aparición de signos clínicos y en donde se ha descrito que la proliferación óptima de crecimiento de esta enfermedad in vitro es de 20-25°C, y la temperatura del agua en la que se crían varias de las especies susceptibles de esta enfermedad se da entre los 16-28°C, por lo que resulta imperante supervisar su control ya que las bruscas variaciones también podrían en un momento dado influir en el desarrollo de la enfermedad por el estrés al que se exponen los organismos acuáticos.

El impacto potencial internacional de la enfermedad de Encefalopatía y Retinopatía viral, afectaría a 6'779,924 y 5'757,040 toneladas de tilapia y atún, respectivamente. Asia es el principal continente con mayor afectación y a que produce el 64% para tilapia y 53% para atún, destaca como principal país productor de tilapia China con 24% (México noveno productor de tilapia en el mundo) e Indonesia como el principal productor de atún con el 15% (México décimo cuarto productor de atún en el mundo) (FAO, 2018).

A nivel nacional, el posible impacto económico en la producción acuícola y pesquera representaría una afectación en la producción de atún y tilapia del 14.18% equivalente a 287,656 toneladas con un valor de 5.7 mdp, Donde la principal producción de tilapia es en acuicultura con el 75% y atún el 77% en captura. Los principales estados que componen el valor de la producción de tilapia son: Chiapas (17%), Jalisco (16%), Nayarit (8%), Veracruz (8%) y Sinaloa (8%). Mientras que en atún se concentra en: Sinaloa (37%), Baja California (31%) y Chipas (19%).

En términos de comercio exterior estarían en riesgo en exportaciones de tilapia y atún 14 mdd y 13 mdd respectivamente, mientras que las importaciones solo se tienen registros en atún con 764,804 dólares.

## Referencias

1. Bandín Isabel, et al., 2020; Betanodavirus and VER Disease: A 30-year Research Review En línea:
2. CONAPESCA, 2020. Base de datos de valor y producción pesquera y acuícola en México. En línea: <https://www.gob.mx/conapesca>
3. DOF, 2018. Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos. En línea: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5545304&fecha=29/11/2018](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5545304&fecha=29/11/2018)
4. FAO, 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Departamento de Pesca y Acuicultura. En línea: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/search/es>
5. FAO, 2020: Base de producción pesquera y acuícola mundial. En línea: <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>
6. Jalil M., 2020; Patógenos Virales Emergentes y Reemergentes, Capítulo 30 – Enfermedad de la Necrosis Nerviosa Viral. En línea: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128194003000302>
7. OIE, 2012. Manual Acuático de la OE 2012, Capítulo 2.3.11. Encefalopatía y Retinopatía Virales. En línea: [https://www.oie.int/esp/normes/fmanual/2.3.11\\_ver.pdf](https://www.oie.int/esp/normes/fmanual/2.3.11_ver.pdf)
8. OIE, 2012. Informe de la Reunión de la Comisión de Normas Sanitarias para los Animales Acuáticos de la OIE. En línea: [https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa\\_Standard\\_Setting/docs/pdf/Aquatic%20Commission/E\\_AAC\\_September\\_2012.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa_Standard_Setting/docs/pdf/Aquatic%20Commission/E_AAC_September_2012.pdf)
9. OIE, 2013. Informe de la Reunión de la Comisión de Normas Sanitarias para los Animales Acuáticos de la OIE. En línea: [https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa\\_Standard\\_Setting/docs/pdf/E\\_AAC\\_March\\_2013\\_report.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa_Standard_Setting/docs/pdf/E_AAC_March_2013_report.pdf)
10. Rodríguez José, et al., 2014. Cuadernos de Acuicultura, cultivo del lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) En línea: [https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno\\_lenguado\\_digital.pdf](https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno_lenguado_digital.pdf)
11. Takashi Ohta, et. al., 2011; Anti-viral effects of interferon administration on sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus*. En línea: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464811000568>
12. Secretaría de Economía – SIAVI. En línea: <http://www.economia-snci.gob.mx/>
13. SIAP (2018) Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.

# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios