

EVALUACIÓN DE RIESGO POR
LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES
DE BAGRE ASIÁTICO DEL
GÉNERO *Pangasius* PARA SU
CULTIVO EN MÉXICO

ROBERTO MENDOZA ALFARO
SERGIO LUNA PEÑA
ANTONIO ARIAS GÁMEZ

DICIEMBRE, 2013

INDICE.

BIODIVERSIDAD Y CLASIFICACIÓN

Filogenia

ECOLOGIA

Migraciones

ACUACULTURA

SURGIMIENTO DEL CULTIVO DE *Pangasius*

Cultivo en otros países (fuera de Vietnam)

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS ESPECIES COMERCIALES

Características distintivas de *P. hypophthalmus*

Características distintivas de *P. bocourti*

Respiración

REPRODUCCIÓN

Diferencias en el desempeño reproductivo entre *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*

Tipo de desarrollo ovárico y frecuencia de desoves

Infraestructura para la reproducción

Inducción hormonal

Incubación

Híbridos

CRECIMIENTO

Desarrollo larval

Canibalismo

Producción de juveniles

Engorda

Jaulas

Cercados

Estanques

ALIMENTACIÓN

Dietas caseras

Utilización de proteína y energía

Porcentaje y frecuencia de alimentación

CONDICIONES DE CULTIVO

Densidades de cultivo

Oxígeno

Nitritos

Salinidad

Temperatura

Policultivo

CALIDAD POSTCOSECHA

ENFERMEDADES Y PARÁSITOS

Virus

Bacterias

Necrosis Bacilar del Pangasius

Septicemia Entérica del Bagre

Septicemia por Aeromonas Móviles

Enfermedad de la cola blanca

Columnaris

Otras enfermedades bacterianas

Microsporidios

Chromistas

Protozoarios

Mixosporidios

Platelmintos

Nemátodos

Acantocéfalos

Artrópodos

Otras enfermedades

ESTADO DE LA ACUACULTURA EN MÉXICO

Unidades de Producción Acuícola

Ubicación

Estado de las UPA

Especies cultivadas

Análisis bacteriológico

Análisis parasitológico

Análisis de metales

MERCADO

CADENA DE VALOR

La cadena de valor y su relación con los pequeños productores

MERCADO DEL *Pangasius*

Mercado internacional

Mercado nacional

ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

Efectos directos

Beneficio social atribuible al proyecto

Costo social (de los insumos) atribuible al proyecto

Efectos indirectos

Externalidades

Intangibles

VÍAS DE INTRODUCCIÓN E INTRODUCCIONES A NIVEL MUNDIAL

EVIDENCIAS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

CERTIFICACIONES

ESTÁNDARES INTERNACIONALES

GAA (ACC)

ASC's PAD

GlobalGAP

ESTÁNDARES EXCLUSIVOS PARA *Pangasius*

ANÁLISIS DE RIESGO

ANÁLISIS DE RIESGO ELABORADOS EN OTROS PAÍSES

ANÁLISIS DE RIESGO PARA MÉXICO

Herramienta de Identificación de Invasividad de Peces (Fish Invasiveness Scoring Kit, FISK)

Guías Rápidas de la CCA

Sistema de Ponderación de Invasividad de Especies

Modelo de nicho ecológico

REFERENCIAS

BIODIVERSIDAD Y CLASIFICACIÓN

La sistemática de los Siluriformes de Asia sigue siendo poco conocida y la información sobre su estructura genética (especies, poblaciones) es aún muy limitada. En la familia Pangasiidae, a pesar de una revisión sistemática del grupo (Roberts y Vidthayanon, 1991), se encontraron numerosas discrepancias en las descripciones recientes de la fauna de estos peces. Esto fue particularmente el caso para el delta del Mekong, donde la información disponible relativa a la taxonomía e incluso el número de especies representadas seguía siendo hasta hace poco inconsistente (Legendre, 1998). En efecto, gracias a la revisión de Roberts y Vidthayanon (1991), la situación taxonómica de varias especies pudo aclararse. Así, estos autores encontraron que los géneros *Pangasianodon* (Chevey, 1930) *Pteropangasius* (Fowler, 1937) y *Sinopangasius* (Chang y Wu, 1965) eran sinónimos de *Pangasius*. Actualmente todavía se manejan los siguientes géneros como sinónimos: *Neopangasius* (Popta, 1904), *Pseudolais* (Vaillant, 1902) y *Pseudopangasius* (Bleeker, 1852) (Vann *et al.*, 2006), aunque de todos los anteriores solo *Pangasianodon* está considerado como válido. Por otra parte Roberts y Vidthayanon (*op. cit.*) describieron varias sinonimias como la de *P. sutchi* (Fowler, 1937) y *P. hypophthalmus* (Sauvage, 1878) y declararon válidas algunas especies como *P. bocourti*. No obstante Rainboth (1996) vuelve a utilizar el género *Pangasianodon* para *P. hypophthalmus* basado en un hocico terminal y 8–9 radios de la aleta pélvica lo que de acuerdo a este autor separa el género *Pangasianodon* del género *Pangasius* (Van Zalinge *et al.*, 2002). Esta clasificación ha sido confirmada mediante estudios filogenéticos (Pouyaud *et al.*, 1998; Pouyaud *et al.*, 2000; Karinthanyakit y Jondeung, 2012).

No obstante, cuando inició en 1994 el programa de investigación basado en la colaboración franco-vietnamita sobre la reproducción artificial de las

especies comerciales del género *Pangasius*, *P. bocourti* todavía se denominaba *P. pangasius* y *P. hypophthalmus* era conocido como *P. micronema*. Aunque ahora, la situación acerca de la taxonomía de las especies de *Pangasius* y particularmente en el delta del Mekong parece estar más clara, aún se requieren investigaciones en este campo con el fin de esclarecer la existencia de especies dudosas (*P. djambal* por ejemplo). Por otra parte, un aspecto que vale la pena hacer notar es la producción masiva de varios híbridos en el laboratorio de AGIFISH Chau Doe, Vietnam, lo que sin duda constituye un riesgo ambiental para las poblaciones nativas de aquella región y viene a contribuir con una mayor confusión taxonómica (Lazard, 1998; Gustiano, 2004).

De acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2013) la familia *Pangasiidae* comprende varias especies agrupadas en tres géneros (Tabla 1): *Pangasius* (Valenciennes, 1840) (27 especies) el género moluscívoro *Helicophagus* (Bleeker, 1858) (3 especies) y el género *Sinopangasius* (1 especie).

Reino Animalia

Phylum Chordata

Subphylum Vertebrata

Superclase Osteichthyes

Clase Actinopterygii

Subclase Neopterygii

Infraclase Teleostei

Superorden Ostariophysi

Orden Siluriformes

Familia Pangasiidae (Bleeker, 1858) – bagres gigantes

Género *Pangasius* Valenciennes (Cuvier and Valenciennes, 1840)

Especie *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880)

Especie *Pangasius conchophilus* (Roberts y Vidthayanon, 1991)

Especie *Pangasius djambal* (Bleeker, 1846)

Especie *Pangasius elongatus* Pouyaud, (Gustiano y Teugels, 2002)

Especie *Pangasius gigas* (Chevey, 1931) – bagre gigante

Especie *Pangasius humeralis* Roberts, 1989

Especie *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878)

Especie *Pangasius kinabatanganensis* (Roberts y Vidthayanon, 1991)

Especie *Pangasius krempfi* (Fang y Chaux en Chaux y Fang, 1949)

Especie *Pangasius kunyit* (Pouyaud, Teugels y Legendre, 1999)

Especie *Pangasius larnaudii* (Bocourt, 1866)

Especie	<i>Pangasius lithostoma</i> (Roberts, 1989)
Especie	<i>Pangasius macronema</i> (Bleeker, 1851)
Especie	<i>Pangasius mahakamensis</i> (Pouyaud, Gustiano y Teugels, 2002)
Especie	<i>Pangasius mekongensis</i> (Gustiano, Teugels y Pouyaud, 2003)
Especie	<i>Pangasius micronemus</i> (Bleeker, 1847)
Especie	<i>Pangasius myanmar</i> (Roberts y Vidthayanon, 1991)
Especie	<i>Pangasius nasutus</i> (Bleeker, 1863)
Especie	<i>Pangasius nieuwenhuisii</i> (Popta, 1904)
Especie	<i>Pangasius pangasius</i> (Hamilton, 1822)
Especie	<i>Pangasius pleurotaenia</i> (Sauvage, 1878)
Especie	<i>Pangasius polyuranodon</i> (Bleeker, 1852)
Especie	<i>Pangasius rheophilus</i> (Pouyaud y Teugels, 2000)
Especie	<i>Pangasius sabahensis</i> (Gustiano, Teugels y Pouyaud, 2003)
Especie	

Especie	<i>Pangasius sanitwongsei</i> (Smith, 1931)
Especie	<i>Pangasius siamensis</i> (Steindachner, 1878)
Especie	<i>Pangasius tubbi</i> (Inger y Chin, 1959)

Filogenia

La monofilia de la familia *Pangasiidae* se encuentra adecuadamente respaldada. Se ha sugerido que las familias *Pangasiidae* y *Schilbeidae* divergieron de un ancestro común, probablemente durante el Mioceno-Plioceno, debido a cambios históricos en la geomorfología hidrológica (Pouyaud *et al.*, 2000; Diogo, 2005; Karinthanyakit y Jondeung, 2012). Se reconocen dos distintos episodios durante la diversificación de los pangásidos. El primero corresponde al proceso de especiación a nivel de géneros el cual se dio hace aproximadamente 11-13 millones de años (ma), mientras que hace unos 8-10 ma ocurrió una intensa radiación de las especies del género *Pangasius*. La radiación de *Pangasianodon* y *Helicophagus* ocurrió al mismo tiempo. De acuerdo a estos datos, el surgimiento de los géneros ocurrió durante el mioceno medio, lo cual es apoyado por pruebas fósiles (Pouyaud *et al.*, 2000). El grupo primitivo de pangásidos están conformado por los géneros *Pteropangasius* y *Helicophagus* y la especie *P. micronema*, los cuales se encuentran estrechamente relacionados con las especies de la familia *Schilbeidae*, la cual es considerada como el grupo hermano (Pouyaud *et al.*,

2000). Sin embargo, de acuerdo a Karinthanyakit y Jondeung (2012) el linaje basal se encontraría representado por las especies *P. hypophthalmus* y *P. gigas*.

Con el estudio realizado por Pouyaud *et al.* (2000) se valida el género *Helicophagus*, mientras que *P. hypophthalmus* y *P. gigas* son clasificados como un grupo monofilético. Sin embargo, la monofilia de *Neopangasius* no pudo ser confirmada. También existe una estrecha relación entre las especies *P. djambal* y *P. bocourti*, las cuales divergieron durante el pleistoceno hace 0.3-1 ma, así como entre *P. nasutus* y *P. conchophilus*. Estos autores sugieren que los subgéneros *Pangasianodon* y *Pteropangasius*, considerados por Roberts y Vidthayanon (1991), deberían ser elevados a la categoría de género. Dentro de la familia se identifican dos grupos independientes, el primero que comprendería a las especies *P. hypophthalmus* y *P. gigas*, y el segundo que incluiría a todas las especies de *Pangasius*. Ambos grupos habrían divergido de un ancestro común al mismo tiempo durante el mioceno medio (Pouyaud *et al.*, 2000). Mientras que la preponderancia de *P. bocourti* parecería deberse a una expansión poblacional durante el pleistoceno (So *et al.*, 2006).

ECOLOGIA

La distribución original de *P. hypophthalmus* se limita al Mekong, Chao Praya y posiblemente la cuenca del Mekong en Camboya, la República Democrática de Laos, Tailandia y Vietnam. Mientras que *P. bocourti* se distribuye solo en las cuencas del Mekong y de Chao Praya (Roberts y Vidthayanon, 1991).

En el caso de *P. hypophthalmus*, Poulsen y Valbo-Jørgensen (2001, citado por Van Zalinge *et al.*, 2002) distinguen dos poblaciones diferentes, una que habita en el Mekong en Camboya y Vietnam (población sureña) y otra población que se localiza arriba de las cataratas de Khone en Laos y Tailandia (población norteña).

Los pangásidos están considerados como peces reofílicos ya que viven y se desarrollan en un medio que experimenta cambios periódicos de luz, temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, lluvias y disponibilidad de alimentos, principalmente, que influyen de manera determinante en la maduración de las gónadas y en el éxito de la reproducción. Se desarrollan en los ambientes acuáticos laterales a los grandes ríos y cuando alcanzan su estado adulto y su madurez sexual, migran al río formando cardúmenes para desovar. La reproducción se produce cuando las aguas comienzan a subir y el ambiente acuático se expande. Para reproducirse, necesariamente deben migrar a lo largo de los grandes ríos, por decenas de kilómetros, de otro modo sus gónadas se reabsorben. Por esta razón, no se reproducen espontáneamente en ambiente controlado, requiriendo de la administración de hormonas para inducir la ovulación y el desove (Hoggarth y Halls, 1997).

P. hypophthalmus habita en ríos de corriente rápida con bancos de arena

entremezclados con canales rocosos y pozas profundas. Los individuos se concentran en estas áreas profundas durante la temporada seca, cuando el nivel de los ríos es bajo. Los sistemas de raíces expuestos de árboles como la especie *Gimenila asiática* sirven de substrato para depositar los huevos. Posteriormente, a la eclosión las larvas se dispersan con la corriente y 2 ó 3 días después empiezan a alimentarse y al convertirse en alevines (15 cm) se vuelven pelágicos y son capaces de movimiento independiente (Van Zalinge *et al.*, 2002).

Algunas especies como *P. krempfi* y *P. djambal* se encuentran comúnmente en aguas marinas, mientras que *P. polyuranodon* se le encuentra en agua salobre (Thuong, 1998).

Migraciones

Roberts (1983) reportó la migración para la reproducción de varias especies de pangásidos en el río Mekong, entre las que se encontraban *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*. La migración se produce de mayo a agosto en las cascadas Khone en el sur de Laos, aguas arriba del delta del Mekong. Este período corresponde al comienzo de la creciente del río que coincide con el inicio del monzón. Esto indica que el desove tanto en cautiverio como en la naturaleza probablemente se producen al mismo tiempo en *P. hypophthalmus*. Las crecientes repentinas dentro del periodo mayo-agosto también logran inducir el desove pudiendo desovar las hembras hasta en tres ocasiones. El desove de julio es el más importante, ya que la corriente adquiere una mayor velocidad en este periodo (Van Zalinge *et al.*, 2002). Las larvas después de la eclosión buscarán de inmediato corrientes más lentas a lo largo de la orilla de los ríos (Ngor, 1999).

Sin embargo, en *P. bocourti*, el desove en cautiverio probablemente se anticipa con respecto a lo que ocurre en la naturaleza. Esto se debe sin duda a la estimulación hormonal que se ejerce sobre los peces mantenidos en cautiverio. Lo anterior es significativo ya que se ha reportado que el desove de los peces antes de iniciar la creciente de los ríos o cuando ésta apenas inicia constituye una estrategia que les confiere buenas condiciones a las larvas ya que les asegura alimento abundante y bajo riesgo de predadores (Humphries *et al.*, 1999).

Por otra parte, se ha sugerido que existe un efecto de la luna relacionado con la ocurrencia de los desoves, lo que a su vez tendría también una relación con el inicio de las crecientes (Tung *et al.*, 2000, citado por Van Zalinge *et al.*, 2002).

Los juveniles se encuentran cerca de las orillas de los ríos buscando la manera de entrar a las planicies inundadas. Una vez que lo logran dispondrán de alimento en abundancia y como consecuencia experimentarán un rápido crecimiento. *P. hypophthalmus* se alimenta de algas, plantas, zooplancton, insectos, crustáceos y otros peces.

Una vez que terminó la temporada de desove, los adultos se mueven río abajo para alimentarse de la vegetación que quedó sumergida después de la creciente y son seguidos por los juveniles que sobrevivieron. Los adultos son los primeros en migrar, esta migración inicia en Septiembre, aunque la mayoría migra en el periodo de octubre–diciembre. Los adultos prefieren permanecer en las regiones más profundas del Mekong y nuevamente se moverán gradualmente río arriba a medida que se acerca la temporada de reproducción (Van Zalinge *et al.*, 2002).

ACUACULTURA

Actualmente el cultivo de peces con mayor crecimiento en el mundo es el de *Pangasius* (Singh y Lakra, 2012), alcanzando su estado actual en menos de una década y superando cualquier desarrollo por acuacultura en el mundo (Phan *et al.*, 2009). En el delta del Mekong, la producción por cultivo de *Pangasius* excede significativamente la producción de las capturas por pesca, mostrando la importancia económica de la acuacultura en el sector pesquero global (Lazard, 1998). Para el año 2006, la producción anual de *Pangasius* alcanzó 800.000 toneladas en Vietnam y durante el año 2008, se produjeron 1.2 millones de toneladas que era el objetivo que el país se había fijado para 2010 (Nguyen, 2008; Anh, 2010; Belton *et al.*, 2011). Debido a lo anterior, Vietnam alcanzó el tercer lugar en el ranking mundial de la producción por acuacultura (FAO, 2010) y el cuarto lugar de exportación de productos acuícolas (FAO, 2012). Para tener una perspectiva, la producción de *Pangasius* en el Mekong es comparable a toda la producción acuícola de Europa (De Silva *et al.*, 2010).

Actualmente, la producción de *Pangasius* contribuye con más del 50% de la producción acuícola de Vietnam (Halls y Johns, 2013) exportándose a más de 130 países a nivel mundial, sobre todo en forma de filetes (Phan *et al.*, 2009).

Existe un gran interés comercial por una decena de especies (Tabla 1), aunque actualmente por sus características biológicas, su facilidad de cultivo y su aceptación en el mercado destacan solo dos de ellas *P. bocourti* y *P. hypophthalmus*, a las cuales se les conoce genéricamente como "*basa*" y "*tra*", respectivamente. Sobre el aspecto de mercado, de acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino/Arpa Asociados (MMAMRM, 2008) el éxito tiene que ver con los tres grandes puntos fuertes del producto: bajo

precio, presentación en forma de filetes blancos sin piel y sin espinas y sabor suave. Dentro de las especies que más se han evaluado para ser cultivadas en Asia, se encuentran las siguientes (Lazard, 1998):

Tabla 1. Especies evaluadas para su cultivo en Asia (Lazard, 1998).

Especie	Nombre vietnamita	Crecimiento (escala 1 al 5)	Robustez (escala 1 al 4)	Grasa (escala del 1 al 3)	Valor en el mercado (escala 1 al 3)	Comentarios
<i>P. bocourti</i>	ca ba sa	3	2	3	2	
<i>P. conchophilus</i>	ca hu	2	3	2	1	
<i>P. djambal</i>	ca bong lau	3	3	1	2	
<i>P. hypophthalmus</i>	ca tra	5	4	1	1	No tiene buena reputación, asociado con aguas de mala calidad
<i>P. larnaudii</i>	ca vo dem	4	1	3	2	Fuertes problemas patológicos en el cultivo
<i>P. macronema</i>	ca xac soc	1	no hay datos	1	1	No tienen interés para acuicultura. Muestran baja tasa de crecimiento, bajo precio y son difíciles de procesar
<i>P. micronema</i>	¿?	1	no hay datos	¿?	no hay datos	
<i>P. polyuranodon</i>	ca dua	1	no hay datos	1	1	

<i>P. sanitwongsei</i>	ca vo co	5	no hay datos	2	no hay datos	Agresivo en cautiverio
<i>P. krempfi</i>	ca bong lau		3	El mejor para agua salobre		No se cultiva en jaulas, principalmente por su baja supervivencia al ser manipulado

SURGIMIENTO DEL CULTIVO DE *Pangasius*

La acuacultura del *Pangasius* es realizada en el delta del Mekong desde la década de 1950. En sus inicios el sector dependió enteramente de las poblaciones silvestres para la adquisición de las semillas. Los pescadores colectaban larvas al inicio de la creciente del río y las mantenían en pequeños estanques cosechando posteriormente los peces para su consumo. El cultivo de *P. bocourti* fue el dominante desde los 60s hasta 1996. Posteriormente, en Vietnam, después de la prohibición de la captura de *Pangasius* silvestres en 1994, se dio la expansión del cultivo debido al desarrollo de técnicas de propagación artificial, desarrollo dietas, mejor manejo del agua y mejores diseños en los estanques. En especial se desarrolló la acuacultura de *P. hypophthalmus* a pesar de su mala reputación, debido principalmente a su mayor rapidez de crecimiento y su gran resistencia, lo que lo hizo un candidato ideal para el cultivo intensivo. Esta especie es más popular que *P. bocourti* ya que esta última requiere de aguas más oxigenadas, lo que implica menores densidades durante el cultivo, aunado a que tarda entre 12 y 14 meses para alcanzar 1 a 2 kilos, mientras que *P. hypophthalmus* alcanza este peso en solo 6 meses. Además se obtiene una mayor cantidad de filete por kilogramo de peso en *P. hypophthalmus*. Para el tra se requieren de 3.1 kg para producir un kg de filete, mientras que para el basa se necesitan 3.8 kg (Poulsen *et al.*, 2008; Nguyen, 2009; De Silva y Phuong, 2011; Khoi, 2011). De aquí que un 98% de la producción de pangásidos por acuacultura en Vietnam se basa la primera especie (Sinh y Hien, 2010).

En los 90s el mercado de exportación fue casi exclusivamente USA. Con

el tiempo la exportación hacia dicho país se fue reducido debido a las medidas por mantener el comercio del bagre nativo *Ictalurus punctatus*, por lo cual Vietnam inicio la búsqueda de otros mercados alternativos (De Silva y Phuong, 2011).

A partir del año 2000 la producción de *Pangasius* comenzó su gran crecimiento. Desde entonces, gracias a la gran demanda en el extranjero, el número de unidades de procesamiento y la capacidad de producción se han incrementado rápidamente, a la par con el aumento en la demanda. Posteriormente el mercado se diversificó, siendo en 2010 un producto de exportación hacia 136 países. Actualmente la Unión Europea el principal destino de exportación, con un 35-40% de las exportaciones (Phan *et al.*, 2009; De Silva y Phuong, 2011).

Tanto el cultivo como el transporte interno y la preparación industrial para la exportación de esta especie son actividades muy intensivas en mano de obra, lo que explica su rápido desarrollo en países como Vietnam, donde el coste laboral es especialmente bajo (MMAMRM, 2008).

No hay duda de que, en el futuro, otras especies de *Pangasius* se cultivarán por los piscicultores y esta tendencia hacia una diversificación de las especies se incrementará gracias al control de la reproducción artificial (Lazard, 1998).

Cultivo en otros países (fuera de Vietnam)

P. hypophthalmus ha sido introducido hacia otros países de Asia para su cultivo, entre ellos China, Filipinas, Taiwan, Indonesia, Malasia, Guam,

Bangladesh y la India (GTZ, 2005; Rahman *et al.*, 2005).

En Bangladesh *P. hypophthalmus* fue introducido desde Tailandia durante la década de los 90s. Este país se encuentra en la sexta posición del ranking mundial de países acuicultores de acuerdo a FAO (2010), con una creciente producción de *P. hypophthalmus*. Tan solo en el distrito de Mymensingh se estima un total de 14,100 ha de cultivo. En 2009 la producción de *Pangasius* representaba un 6.5% de la producción acuícola, lo cual significa un incremento de casi el doble (desde 3.77%) respecto a su año anterior. En este país, los piscicultores practican principalmente el policultivo con carpas, y en menor proporción monocultivos (Islam *et al.*, 2004; Rahman *et al.*, 2006; Monir *et al.*, 2011; Ali *et al.*, 2012).

En la India, *P. hypophthalmus* fue introducido desde Bangladesh en 1997, y desde 2004 su producción ha aumentado debido a la importancia comercial. Se reportan monocultivos y policultivo con carpas, sin embargo se ha reportado que el monocultivo es más rentable para los productores, por lo cual es el más practicado. En el estado de Andhra Pradesh ha habido una tendencia de cambio de cultivo de carpa hacia *P. hypophthalmus*, y actualmente es el principal estado productor con un 15% del área de producción acuícola destinado a su cultivo. Esta especie también ha sido adoptada por productores de camarón cuando sufrieron grandes pérdidas debido a brotes de enfermedades. En este país, la especie es cultivada en estanques en un área estimada de 40,000 ha con una producción de 7 a 20 ton/ha/año, la cual es mayor que la producción obtenida por carpas para la misma área (8-10 ton/ha/año). Actualmente se está adoptando el cultivo en jaulas, debido a los buenos resultados con las dietas suministradas y su tolerancia a las altas densidades, además de que se reproduce con facilidad en cautiverio. El estado

de Bengala Occidental es el principal productor de semilla en el país, la cual es usada tanto para cultivo como para venta en el mercado del acuarismo en las variedades rayado o albino (Lakra y Singh, 2010; Singh y Lakra, 2012).

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS ESPECIES COMERCIALES

Características distintivas de *P. hypophthalmus*

P. hypophthalmus (Fig. 1) difiere del resto de las especies de *Pangasius* en que tiene pequeñas branquiespinas regularmente interespaciadas con branquiespinas grandes en los arcos branquiales. Difiere de las demás especies (excepto *P. gigas*) en tener 8 (ocasionalmente 9) radios en las aletas pélvicas, en vez de solo 6, además de una aleta anal con 26-37 radios, una vejiga natatoria en un solo lóbulo y se caracteriza por tener una boca terminal con una banda de dientes en la quijada superior enteramente cubierta por la quijada inferior cuando la boca está cerrada. Difiere de *P. gigas* en que tienen branquiespinas bien desarrolladas en vez de rudimentarias, la vejiga natatoria usualmente se extiende más allá del abdomen en posición dorsal a la base de la aleta anal, barbillas relativamente largas, una cabeza más estrecha y una longitud máxima de 90 cm en contraste con los 3 m que alcanza *P. gigas* (Roberts y Vidthayanon, 1993; Gustiano, 2009).

Los juveniles típicamente tienen franjas mediolaterales y abdominales bien definidas, separadas a nivel del origen de la aleta pectoral; no obstante la franja abdominal se desvanece posteriormente, a veces extendiéndose por encima del final de la aleta anal; la franja oscura que se desvanece a la mitad de la aleta caudal no se observa en ninguna otra especie de la familia; los

lóbulos de aleta caudal tienen franjas, pero estas son más anchas y menos definidas que en *P. larnaudii* y *P. pleurotaenia*; el color oscuro de las franjas superior e inferior de los lóbulos caudales se continua con el color oscuro en la base de los radios cortos en medio de la aleta caudal. Los especímenes más grandes presentan una menor coloración distintiva (Roberts y Vidthayanon, 1991).

Este pez tiene un órgano accesorio para respirar y puede respirar por medio de la vejiga y la piel (VASEP, 2012).



Figura 1. *Pangasianodon hypophthalmus*. (Fotografía: Baird, Ian G., tomada de fishbase.org).

Características distintivas de *P. bocourti*

P. bocourti (Fig. 2) difiere del resto de las especies de *Pangasius* (excepto de *P. macronema*) en las numerosas branquiespinas (36-46) localizadas en el primer arco branquial. Difiere de *P. macronema* en que tiene una cabeza más ancha y redonda, branquiespinas más cortas que alargadas, dos franjas a lo largo del cuerpo en lugar de tres, franjas sub-marginales presentes en ambos

lóbulo de la aleta caudal o sobre la aleta dorsal. A pesar de compartir el carácter común de tener numerosas branquiespinas, las dos especies no están evidentemente relacionadas. De hecho *P. bocourti* se asemeja más a la especie de Indonesia *P. djambal* de la que difiere por sus numerosas branquiespinas y a pesar de que el número de vertebras es similar en ambas especies, *P. bocourti* tiene una mayor proporción de vertebras abdominales con respecto a las caudales (Roberts y Vidthayanon, 1991).

El basa no tiene órgano accesorio para respirar por lo que requiere mayores niveles de oxígeno que *P. hypophthalmus*. Tampoco resiste las aguas salobres. Su rango de temperatura es de 18 a 40 °C y el nivel mínimo de oxígeno que soporta es de 1.1 mg/l. Su menor resistencia implica que sea cultivado en jaulas en lugar de estanques como *P. hypophthalmus* (VASEP, 2012).



Figura 2. *Pangasius bocourti* (Fotografía: Baird, Ian G., Tomada de fishbase.org).

Las normas de etiquetado de los peces determinan que todas las especies de la familia Pangasiidae puede ser llamadas panga, pangasius o basa,

y cualquiera de estos nombres se pueden utilizar con la adición de la palabra "bagre". Otros nombres asignados a los pangásidos son "bagre rayado" o bagre tra. A *P. bocourti* también se le llama "basa real". El llamarlos basa es por la menor aceptación del tra, comúnmente asociado a aguas contaminadas.

Sriphairoj *et al.* (2010) reportan la identificación de cinco especies de pangásidos (cuatro de ellos de importancia económica) mediante el uso de un marcador SSCP (Single Stranded Conformation Polymorphism). Este marcador permite una rápida identificación de adultos y las larvas de *P. hypophthalmus*, *P. gigas*, *P. bocourti* y *P. lanaurdi*, además de ejemplares adultos de *P. leptorhynchus*.

Respiración

De acuerdo a Bowman y Kramer (1985 citado por Roberts y Vidthayanon, 1991) *P. hypophthalmus* tiene respiración aérea obligada, y se identificó la vejiga natatoria como el órgano respiratorio accesorio más probable ya que es grande tuberculado y sumamente vascularizado y la única estructura obvia que contiene gas en el cuerpo. No obstante, Roberts y Vidthayanon (1991) emiten reservas sobre que sea la vejiga natatoria el órgano respiratorio ya que de acuerdo a sus observaciones las trabéculas no parecen muy vascularizadas. Por otra parte argumentan que si bien la vejiga es grande, también es rígida, en parte por las trabéculas. De hecho se esperaría un órgano respiratorio accesorio que fuera distensible y con un mayor suministro de sangre por lo que sugieren que en *P. hypophthalmus* y probablemente en otras especies de *Pangasius* con respiración aérea, el órgano de respiración accesorio más probable sea el estómago y tracto intestinal.

Recientemente, Lefevre *et al.* (2011a) determinaron que *P. hypophthalmus* posee una respiración aérea facultativa. A diferencia de otras especies en las cuales las branquias están reducidas para minimizar la pérdida de oxígeno a través de ellas, *P. hypophthalmus* tiene una gran capacidad para ambos tipos de respiración, tanto acuática como aérea. La respiración aérea es realizada a través de la vejiga natatoria, y solo es recurrente cuando los niveles de oxígeno disuelto son menores a los necesarios para el mantenimiento de la tasa metabólica. Sin embargo, este comportamiento puede ser suprimido por factores externos como la presencia de depredadores potenciales. La respiración aérea es inducida a niveles de oxígeno menores a 6-8 kPa. Esto genera un gasto energético para los organismos al trasladarse a través de la columna de agua, lo cual a su vez genera el riesgo de depredación. Debido a lo anterior es recomendable el uso de sistemas de aireación en los estanques de cultivo para lograr una mejora en el crecimiento y la producción.

REPRODUCCIÓN

El clima en Vietnam del Sur se caracteriza por dos temporadas alternas, seca (diciembre a abril) y lluviosa (mayo a noviembre). El desarrollo de los ovocitos muestra un ciclo anual en las dos especies comerciales. En *P. bocourti*, la madurez de las hembras tiene un pico antes de la temporada de lluvias, mientras que en *P. hypophthalmus* el periodo de madurez se retrasa un poco, ya que se produce al final de la estación seca y al inicio de la temporada de lluvias. Para las dos especies, el desarrollo de los ovocitos no difiere entre los dos entornos, lo que lleva a la conclusión de que el aumento de temperatura del agua y/o fotoperiodo probablemente induce su desarrollo. Los machos

maduros producen esperma cuando se les hace milting. En las dos especies, se observan machos maduros al mismo tiempo que las hembras. Sin embargo, en *P. bocourti*, algunos machos pueden producir esperma durante todo el año. En ambas especies, los picos de madurez sexual se presentan antes, o durante el inicio de la creciente en el río Mekong. No obstante las fluctuaciones en el flujo del río y la transparencia del agua no parecen ser preponderantes en relación al desarrollo de los gametos. El hecho de que el desarrollo de los gametos se presente dos meses más tarde en *P. hypophthalmus* que en *P. bocourti*, sugiere que el primero requiere una mayor temperatura y/o un fotoperiodo más extendido que *P. bocourti* para iniciar su maduración sexual (Cacot, 1998).

En contraste, se ha observado en Indonesia que cuando *P. hypophthalmus* es cultivado en estanques el desarrollo de los ovocitos no muestra una evolución anual ya que el diámetro promedio de los ovocitos se mantiene elevado durante todo el año. Esto permite que bajo estas condiciones las hembras se puedan reproducir 3 o 4 veces al año. Debido a que se trata de un área sub-ecuatorial la temperatura se mantiene alta y estable (28-31°C), el fotoperiodo solo varía media hora durante el año y la temporada de lluvias no es muy marcada (Legendre *et al.*, 1998a, 1998b).

Diferencias en el desempeño reproductivo entre *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*

P. bocourti no alcanza la madurez sexual en estanques, ni en jaulas, por lo que requiere de múltiples inyecciones hormonales para alcanzar el desarrollo ovocitario. En contraste, *P. hypophthalmus* alcanza etapas avanzadas de ovogénesis en condiciones de cultivo y solo requiere de una estimulación

simple para inducir la maduración (Cacot, 1998). Además, la tasa de ovulación en *P. bocourti* es menor que la de *P. hypophthalmus* después de la inducción hormonal (Cacot *et al.*, 2002).

Las dos especies difieren también en términos de almacenamiento de lípidos, ya que los reproductores de *P. bocourti* pueden desarrollar un tejido graso importante en la cavidad abdominal, mientras que *P. hypophthalmus* parece ser un pescado magro. En las hembras reproductoras de *P. bocourti*, el tejido graso se utiliza probablemente durante la ovogénesis para el crecimiento de ovario, ya que hay una correlación negativa entre el desarrollo de ambos tejidos.

Se han propuesto dos hipótesis para explicar el pobre desarrollo gonadal de *P. bocourti*, en comparación con *P. hypophthalmus*. La primera indica que el entorno puede no ser totalmente adecuado en las condiciones de cautiverio, ya que podrían carecer de algunos estímulos involucrados en el desarrollo de las gónadas, como las fluctuaciones del flujo de agua. Según Roberts (1993), el desove ocurre probablemente en un área de la cascada, con un fuerte flujo de agua lo que difiere mucho de las condiciones hidrológicas de los estanques o de las jaulas flotantes.

La segunda supone que para la mayoría de las especies que viven en ríos inundables, la alimentación se producen principalmente durante el período de aguas altas, cuando el alimento es abundante, mientras que la época de estiaje representa un período de inanición. Así que en estos ríos, los peces son capaces de constituir y movilizar alternativamente sus reservas corporales, tales como lípidos, durante la época de alto y bajo nivel de agua. En el río Mekong, los pangásidos probablemente sigan este patrón, lo que podría acentuarse en los

reproductores, ya que tienen que migrar y constituir sus gónadas durante el período de inanición. Sin embargo, en condiciones de cultivo los reproductores se alimentan de forma continua durante todo el año, sin períodos alternativos de alimentación e inanición. Por consiguiente, los peces probablemente llegan a almacenar más reservas de las que pueden utilizar para el crecimiento y la reproducción. Por último, el tejido graso probablemente interfiere con el desarrollo de las gónadas en la cavidad abdominal provocando una congestión. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que en jaulas flotantes durante el periodo 1994-1996, la reducción de la tasa de alimentación dio lugar a una reducción del contenido de grasa en la cavidad del cuerpo de los reproductores de 12,1 a 6,4% del peso corporal, mientras que al mismo tiempo el índice gonado-somático aumentó de 0,5 a 3%. Igualmente, se debe considerar que los efectos negativos de ambas limitaciones, las ambientales y el régimen de alimentación, se pueden acumular en las condiciones de cultivo.

Pangasius hypophthalmus parece ser una especie más tolerante con respecto al medio ambiente en lo que respecta a los resultados de reproducción. Esta hipótesis se ve reforzada por la presencia de reproductores de *P. hypophthalmus* en pequeños canales en el delta del Mekong, donde la calidad del agua es deficiente, mientras que la presencia de *P. bocourti* se limita al canal principal del río (Lenormand, 1996, citado por Cacot, 1998). Esto podría explicar porque la fecundidad de *P. hypophthalmus* no varía al ser cultivado en jaulas o en estanques. (Cacot *et al.*, 2002). Por otra parte, la alimentación de ambas especies relacionada con la reproducción parece diferir, ya que *P. hypophthalmus* se alimenta todo el año y tiene un periodo de inanición más reducido que *P. bocourti*. Esto ha dado la pauta para sugerir que no requieren de reservas importantes para pasar el periodo de inanición ya que desovan en

lugares cercanos al delta del río y por lo tanto invertirían menos energía para la migración, mientras que *P. bocourti* emprende una migración más importante para desovar, por lo que rara vez se encuentran larvas o juveniles en el delta del Mekong.

La diferencia en la fecundidad entre las dos especies también podría depender del aspecto genético. La fecundidad relativa es diez veces mayor en *P. hypophthalmus* que en *P. bocourti*, 48.800 y 4.700 óvulos por kilo de peso corporal, respectivamente. Sin embargo la tasa de supervivencia de las larvas en condiciones de producción masiva es de 1 y 75%, en *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*, respectivamente, un mes después de la eclosión. Por lo tanto, teniendo en cuenta el hecho de que la tasa de fertilización es aproximadamente la misma en las dos especies, el número de alevines de un mes de edad por kilo de hembra reproductora sería 7 veces mayor en *P. bocourti* comparado con *P. hypophthalmus*. Incluso si los resultados difirieran en condiciones naturales, las larvas de *P. hypophthalmus* parece ser más débiles en comparación con *P. bocourti*. En consecuencia, en *P. hypophthalmus*, la emisión de gran cantidad de óvulos podría compensar la baja tasa de supervivencia de las larvas.

Existen otros dos aspectos relacionados con la fisiología de peces que también podrían afectar la fecundidad de *P. bocourti*. En un experimento los reproductores de ambas especies fueron criados en jaulas flotantes desde la etapa de alevines (50 gramos). Durante los dos primeros años, los peces fueron cultivados a altas densidades (hasta 200 kg/m³) y se les alimentó a saciedad con pellets húmedos conteniendo principalmente carbohidratos provenientes de salvado de arroz. Estas condiciones generaron peces con un alto contenido de grasa en *P. bocourti*. Esto también pudo haber afectado la formación de las gónadas y la fecundidad futura de peces. En segundo lugar, la fecundidad

podría verse afectada por la edad de los peces ya que los reproductores de *P. bocourti* tenían de 6 a 9 años de edad cuando se comparó su fecundidad con la de *P. hypophthalmus* (Cacot, 1998). Las condiciones de cultivo también son factores que influyen en este aspecto ya que los individuos de *P. bocourti* alcanzan una mayor fecundidad al ser cultivados en estanques en comparación con las jaulas, 7,500 y 3,800 ovocitos/kg respectivamente. Lo anterior puede deberse a factores de estrés debido al confinamiento, la densidad y la manipulación (Cacot *et al.*, 2002). Otros autores reportan fecundidades mucho más elevadas, probablemente producto de la inducción hormonal. Por ejemplo McGuee (2013) reporta fecundidades de 50,000 – 80,000 huevos/kg y la Griffith *et al.* (2010) reporta que hembras de 10 kg de *P. hypophthalmus* pueden desovar hasta un millón de ovulos. La máxima fecundidad reportada para una hembra es de 317,000 huevos/kg (Legendre *et al.*, 2000)

Tipo de desarrollo ovárico y frecuencia de desoves

Fuera de la temporada de reproducción, las hembras de ambas especies presentan un solo grupo de pequeños ovocitos. Más tarde, durante la época de reproducción, se sigue mostrando un importante grupo de pequeños ovocitos, aunque también aparece un grupo marcado nuevo y único de grandes ovocitos. Los grandes ovocitos se ovopositan durante la temporada de desove, mientras que el stock de pequeños ovocitos estará disponible para las siguientes temporadas de reproducción. Sin embargo, en algunos casos, y especialmente en *P. hypophthalmus*, un nuevo reclutamiento de los pequeños ovocitos puede ocurrir durante la misma temporada de reproducción, lo que permite obtener un segundo desove (Cacot, 1998). Tal patrón indica que las

hembras de las dos especies pertenecen a un patrón intermedio a la forma sincrónica y asincrónica de desarrollo de los ovocitos existentes en otras especies (Vlaming, 1983).

Los huevos tienen una consistencia pegajosa y en la naturaleza son depositados en las raíces sumergidas de los árboles al inicio de la temporada de lluvias (Touch, 2000 citado en Van Zaligne *et al.*, 2002; Lakra y Singh, 2010)

Infraestructura para la reproducción

Los reproductores se mantienen en estanques de unos 500 m² (*P. hypophthalmus*) o de 1.000 m² (*P. bocourti*) con una profundidad de 1.5 a 3 metros. En la Fig. 3 se muestra un esquema del ciclo de cultivo de esta especie. El rango de temperatura del agua es mantenido de 26 a 30°C, el pH de 7 a 8 y el oxígeno mínimo disuelto de 2 mg/litro. La madurez sexual de las hembras se produce, generalmente, a los tres años (MMAMRM, 2008; Singh y Lakra, 2012) aunque bajo condiciones de cultivo se han reportado que la edad de maduración puede ser de 2 años (Lakra y Singh, 2010). Se ha estimado que requieren una longitud mínima de 54 cm y un peso de 0.5-8 kg y 0.5-12 kg respectivamente para machos y hembras. A mayores tamaños los ejemplares son descartados debido a dificultades en su manejo (Van Zalinge *et al.*, 2002; Bui *et al.*, 2010). Debido a que el proceso de domesticación de *P. hypophthalmus* en Vietnam se encuentra aún en una etapa muy temprana, no existen grandes diferencias genéticas entre las poblaciones naturales y los ejemplares cultivados (Ha *et al.*, 2009) aunque se han comenzado a realizar programas de reproducción selectiva con el fin de incrementar la calidad de las larvas, y mejorar el crecimiento y rendimiento del filete (Sang *et al.*, 2007). De la

misma manera, en Tailandia no se han registrado diferencias genéticas marcadas en las poblaciones silvestres y cultivadas, a pesar de contar un periodo de domesticación más largo (Na-Nakorn y Moeikum, 2009).

En *P. hypophthalmus*, las hembras son distinguidas fácilmente debido a que presentan un vientre mas abultado, más suave, y con una coloración rosado-rojizo, además de ser generalmente más grandes, mientras que los machos son identificados por su abertura genital rojiza y liberación de esperma cuando el abdomen es presionado (Lakra y Singh, 2010). En *P. bocourti* el dimorfismo es más sutil, sin embargo las hembras suelen presentar un mayor desarrollo que los machos en cuanto a peso corporal (+26%) y longitud (+7%) (Cacot *et al.*, 2002).

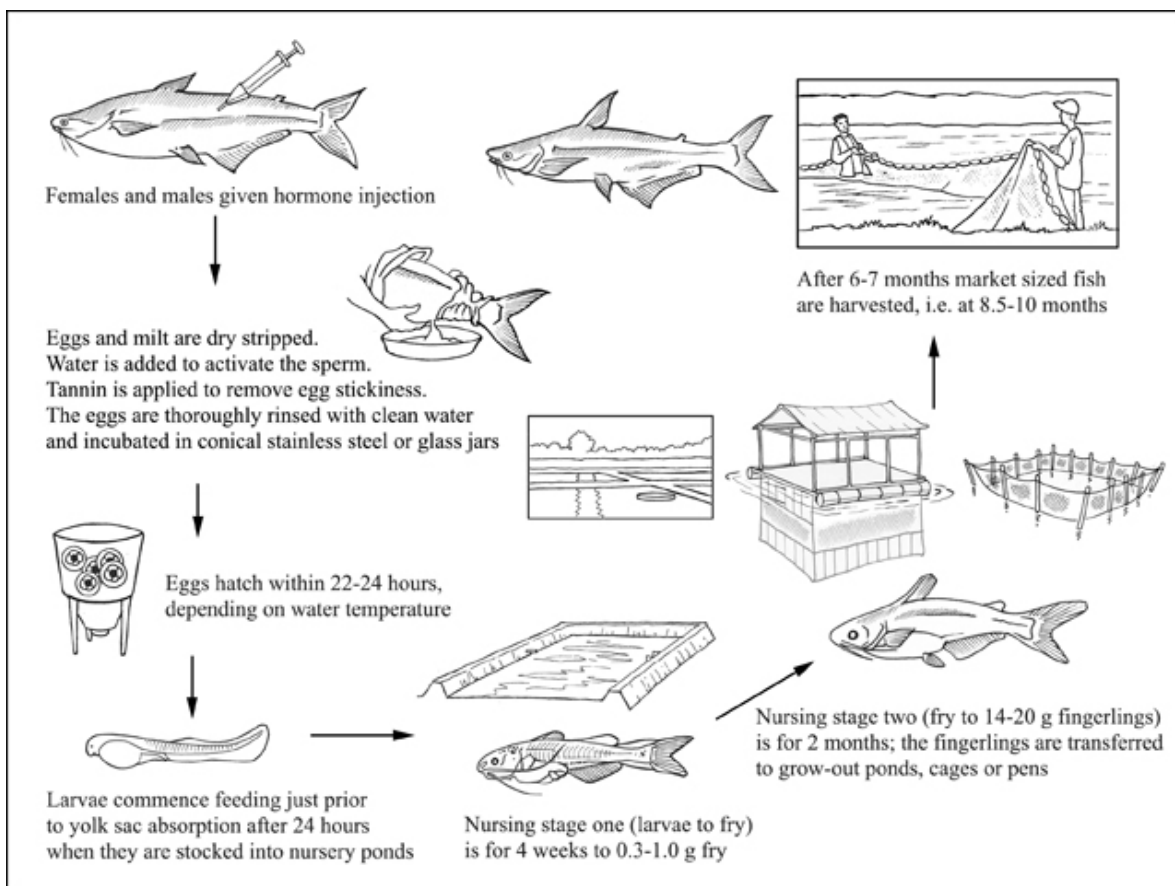


Figura 3. Ciclo de cultivo de *P. hypophthalmus* (Tomado de Griffith *et al.*, 2010).

Para la fecundación se utiliza una proporción de hembras a machos de 1:3.45 (Sinh y Hien, 2010). Un reproductor puede ser utilizado al menos 2 veces durante la misma temporada (Lakra y Singh, 2010) y en ocasiones hasta 8 veces por año (Sinh y Hien, 2010). La criopreservación de espermatozoides puede ser una alternativa en aquellas especies en las cuales machos y hembras no maduran de forma sincrónica en cautiverio, sin afectar las tasas de eclosión y supervivencia (Kwantong y Bart, 2003; 2009)

Inducción hormonal

En cautiverio el desove se puede inducir con facilidad por medio de inyecciones hormonales (MMAMRM, 2008; Singh y Lakra, 2012). Tanto en *P. bocourti* como en *P. hypophthalmus*, el tratamiento con hCG induce un solo desove de todo el grupo de ovocitos grande. En los casos del desove parcial de los oocitos grandes, los ovocitos no desovados no pueden ser obtenidos por stripping.

En *P. bocourti* el tamaño del folículo ovárico se encuentra altamente correlacionado con el momento propicio de la inducción hormonal, para lo que se ha seleccionado un diámetro mínimo de 1.6 mm. Varias inyecciones sucesivas de hCG en bajas dosis inducen la finalización de la vitelogénesis. No obstante, al mantener a las hembras de *P. bocourti* sin tratamiento hormonal se produce una regresión del folículo (Cacot *et al.*, 2002). En machos de *P. bocourti* el tratamiento con hCG provoca un aumento en la producción de espermatozoides. La colecta debe realizarse 12 horas después de la inyección e inmovilizarse inmediatamente en solución salina para extender su duración (hasta 36 horas a 4-5°C). Se recomienda utilizar el espermatozoides de dos machos para

fertilizar una sola hembra (Cacot *et al.*, 2003).

Para *P. hypophthalmus* se utilizan 3 inyecciones preparativas de hCG (500 UI/kg) y una inyección final (2000 UI/kg). La ovulación ocurre como un proceso sincrónico de 8h 30 min a 9h 30 min después de la última inyección. No obstante, la calidad de los óvulos cae rápidamente después de la ovulación (3 hrs) y en algunas hembras esto ocurre aún más rápido (entre 1 y 2 hrs post-ovulación), lo que indica que los óvulos, tiene que colectarse rápidamente, dentro de la hora que sigue después de la emisión de óvulos, para garantizar una buena fertilización. De otra manera no solo disminuye la tasa de eclosión, sino que aumenta el porcentaje de larvas deformes (Campet, 1998; Legendre *et al.*, 2000).

Cuando se compararon hCG y Ovaprim los dos tratamientos hormonales dieron resultados similares en cuanto a porcentaje de ovulación (86 y 90%), tasa de eclosión (69 ± 28 y 82 ± 11 %) y fecundidad relativa ($167,000 \pm 18,000$ y $128,000 \pm 60,000$ huevos/kg, con Ovaprim y hCG respectivamente). El periodo de latencia entre la última inyección y el desove se relaciona negativamente con la temperatura del agua, aunque se han observado variaciones importantes a la misma temperatura dependiendo de la hembra (de 5 a 11h a 28-29°C). Por lo cual el periodo de ovulación es difícil de predecir con precisión en esta especie (Legendre *et al.*, 1998c; 2000).

Para remover la cubierta gelatinosa de los huevos fertilizados, estos son a menudo enjuagado con una solución de leche en polvo o ácido tánico, y posteriormente son transferidos a jarras McDonald (Lakra y Singh, 2012), aunque también se usan tapetes de incubación, que son colocados en tanques de incubación con aereación, en los que los huevos se esparcen (McGee, 2013).

En otras especies como *P. pangasius*, se ha logrado inducir la ovulación exitosamente, con altas tasa de fertilización y eclosión. Sin embargo la supervivencia de las larvas en cautiverio es baja, ya que la mayoría muere antes de la etapa de alimentación lo cual se ha relacionado con el estrés producido a los reproductores durante la inducción hormonal (Khan y Mollah, 2004)

Incubación

Inicialmente, el cultivo de la especie dependió de la extracción de alevines de las poblaciones naturales. Con la expansión del sector la demanda de alevines fue en aumento, y posteriormente se logró el desarrollo de técnicas artificiales de propagación para las especies de mayor importancia comercial, *P. hypophthalmus* y *P. bocourti* (Quoc *et al.*, 2002; GTZ, 2005; Poulsen *et al.*, 2008). El cultivo de *P. hypophthalmus* en Vietnam tuvo un rápido avance con el conocimiento completo de su ciclo de vida en 1996, y el desarrollo del sector de incubación comercial en 1998 (Sinh y Hien, 2010).

De acuerdo al estudio realizado por Sinh y Hien (2010), la capacidad de las incubadoras que operan en Vietnam varía entre 50 a 1,500 millones de crías por año. La mayoría de estas empresas opera en el periodo febrero-junio, debido a que es el mejor tiempo para la reproducción. En promedio se realizan casi 30 ciclos por año, con una tasa de eclosión de 83.8 % y una duración de 7 días desde la eclosión hasta la venta de las larvas. Durante el periodo 2007-2008 la producción de larvas en el Delta del Mekong fue de 52 mil millones.

El rendimiento de la producción se puede ver afectado por diversos factores, tales como el volumen de los tanques de incubación, el número de

desoves de los reproductores por año, y el costo de los químicos y medicamentos. Se recomienda un volumen de 100 a 300 litros para los tanques de incubación y de 5 a 6 desoves por hembra al año para obtener mejores rendimientos y ganancias. Un mayor número de desoves resulta en un declive en ambos parámetros. Entre los costos más importantes de este sector destacan la alimentación (44%), el uso de químicos y medicamentos (24%) y la adquisición de nuevos reproductores (10%) (Sinh y Hien, 2010).

Durante el proceso los huevos se trasladan a tanques de cemento con concentraciones que oscilan entre 20.000 – 30.000 por litro para *P. hypophthalmus* (MMAMRM, 2008). Una temperatura de 28.5 a 29.5°C favorece la eclosión de los huevos y las primeras larvas se observan a las 19-21 horas después de la fertilización (Krisanto *et al.*, 1998). Un día más tarde las larvas se convierten en alevines que pueden ser transferidos a tanques de preengorda. Después de 90 días los alevines de *P. hypophthalmus* tendrán la talla suficiente, unos 3 centímetros, para ser transferidos a las jaulas o estanques de engorda (MMAMRM, 2008).

Híbridos

Se han producido híbridos de varias especies en Vietnam e Indonesia, pero principalmente se ha hibridizado *P. bocourti* y *P. hypophthalmus*. Los híbridos producidos generalmente son destinados para cultivo en jaulas flotantes, generalmente utilizando óvulos de *P. hypophthalmus* fertilizados con el esperma de *P. bocourti*. Esta cruce permite la producción de una progenie numerosa, debido por una parte a la alta fecundidad de *P. hypophthalmus* y por otra a la alta tasa de supervivencia de *P. bocourti*. Adicionalmente, los

híbridos tienen también una carne blanca heredada de *P. bocourti*, que es apreciada por el mercado de exportación. Sin embargo, los datos claros sobre el desempeño zootécnico y la fertilidad de los híbridos queda por investigar (Cacot, 1998; Lazard, 1998). No obstante se ha reportado que las especies parentales tienen una mejor tasa de crecimiento y una mejor tasa de conversión alimenticia que el híbrido (Hatachote *et al.*, 2010).

De la misma manera se hibridizó *P. hypophthalmus* con *P. nasutus* ya que este último tiene una carne más fina además de una gran aceptación y mayor precio (3 veces más que *P. hypophthalmus*). Mientras que la ventaja de utilizar *P. hypophthalmus* radica en el hecho de que las poblaciones naturales de *P. nasutus* son escasas y de lento crecimiento. De tal manera que se trató de aprovechar la gran disponibilidad de individuos de *P. hypophthalmus* y su rápido crecimiento para tener híbridos con mayor valor. Uno de los híbridos (la combinación de hembras de *P. hypophthalmus* y machos de *Pangasius nasutus*) ofrece resultados atractivos en cuanto a tasa de fertilización, eclosión y tasa de deformación de las larvas (Hassan *et al.*, 2011). Por motivos similares se hibridaron *P. hypophthalmus* y *P. djambal*, los híbridos resultaron más similares a *P. hypophthalmus* y pudieron diferenciarse de los padres solo por el número de branquiespinas de los arcos branquiales. La única característica típica de *P. djambal* que se notó en los híbridos fue la forma de los dientes (Gustiano, 2004). Un aspecto notable es que los híbridos mostraron mayor adaptación y resistencia a las aguas de baja calidad, en comparación con las especies parentales.

Como estas hay varias hibridaciones de *Pangasius* que si bien ofrecen resultados interesantes para la acuicultura, también plantean un fuerte problema de impactos potenciales como el deterioro genético en poblaciones

silvestres (Gustiano y Kristanto, 2007). Dentro de las diferentes hibridaciones hay en particular dos que resultan sumamente preocupantes:

- a) La primera es la hibridación entre el bagre gigante del Mekong (*Pangasianodon gigas*, el cual puede alcanzar hasta 300 kg, Fig. 4), con *P. hypophthalmus*. El híbrido ha sido llamado "Big Sawai" y también "Big Y". Este híbrido es capaz de alcanzar 4 kg durante el primer año y es muy popular por la cantidad de carne que se puede obtener con bajos costos. Por su rápido crecimiento se le cultiva durante 4 años para que alcance de 18-20 kg y contrariamente al gigante del Mekong, el cual está en peligro de extinción, y que no se ha logrado reproducir en cautiverio, el Big Y se puede reproducir sin problema y también se reproduce con ambas especies parentales. En 1966 se escaparon, por inundaciones 100,000 individuos de Big Y, afortunadamente fue en la cuenca de Phraya y no en la del Mekong en donde se encuentran las poblaciones amenazadas de *P. gigas* (Jensen, 1997).



Figura 4. El gigante del Mekong *Pangasius gigas* (tomado de:

<http://www.extremescience.com/biggest-freshwater-fish.htm>)

b) La segunda tiene que ver con la hibridación interfamiliar de las especies de cláridos (denominados "bagres caminadores", debido a su habilidad para reptar) *Clarias macrocephalus* y *C. batrachus* y *P. hypophthalmus* (Tarnchalanukit, 1986). En particular existe un enorme riesgo potencial, ya que aunado a las características de los pangásidos, *C. batrachus* es un alimentador oportunista que puede pasar varios meses sin alimento y son predadores voraces considerados como una de las 100 peores especies invasoras (ISSG, 2013). Dos de los híbridos obtenidos se parecen más a *Pangasius* y los otros dos se parecen más a *Clarias* (Figura 5). Esta hibridación se realizó con el propósito de obtener una nueva especie para fines de cultivo, porque en Tailandia los cláridos tienen mayor valor en el mercado y los pangásidos crecen más rápido y son más resistentes a las enfermedades (Na-Nakorn *et al.*, 1993).

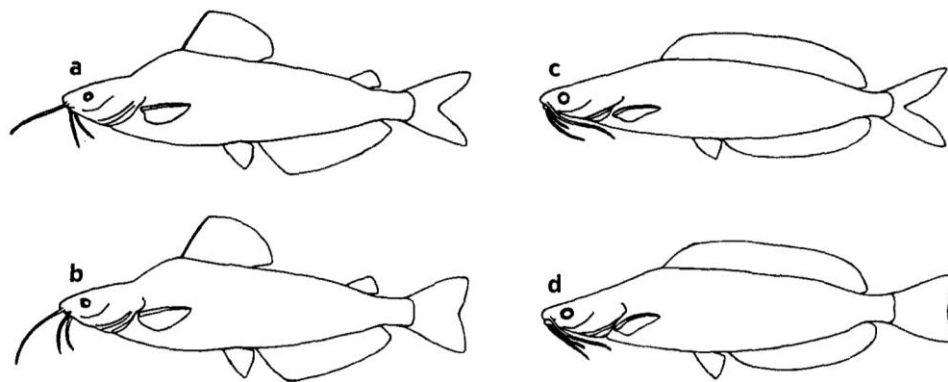


Figura 5. Híbridos de *P. sutchi* (*P. hypophthalmus*) ♂ X *Clarias macrocephalus* ♀. Morfotipos de 1 al 4 (a, b, c y d respectivamente) (Tomado de Tarnchalanukit, 1986).

CRECIMIENTO

Algunas especies tienen un crecimiento muy rápido, sobre todo *P. gigas*, que alcanza 300 kg o más, y al parecer puede llegar por lo menos a 200 kg en sus tres primeros años. Algunas adaptaciones aparentes para un rápido crecimiento incluyen el comportamiento alimenticio voraz; dentición larval especializada; y un abdomen y tubo digestivo capaces de expansión excepcional (Roberts y Vidthayanon, 1991; Legendre, 1998; Pouyaud *et al.*, 2000). En el caso de *P. hypophthalmus*, el tamaño máximo usualmente es de 80 cm y unos 6-7 kg en cultivo, aunque se reportan individuos de hasta 150 cm y 15 kg (Roberts y Vidthayanon, 1991; Poulsen *et al.*, 2004).

Desarrollo larval

Las larvas presentan un rápido crecimiento, pudiendo llegar a los 100 mg en 11 días y a 1 g a los 20 días después de la eclosión (DDE). Este resultado es comparable al de otras especies de rápido crecimiento (Baras *et al.*, 2011).

Bajo condiciones de laboratorio, al momento de la eclosión las larvas tienen una longitud promedio de 3 mm, alcanzando 12.9 mm en el 13 DDE y 23.4 mm el 25 DDE (Figura 6). Los radios de las aletas alcanzan su composición completa en especímenes mayores a 12.8 mm. Con el crecimiento aumenta la presencia de melanóforos, formando una banda vertical en la línea lateral y una banda oblicua extendiéndose por encima de la base de la aleta pectoral. Las proporciones corporales permanecen relativamente constantes durante el desarrollo, con excepción de las barbillas maxilares, las cuales decrecen proporcionalmente. Las larvas comienzan su alimentación exógena el 2 DDE,

mientras que el saco vitelino es completamente absorbido el 3 DDE (Morioka *et al.*, 2010).

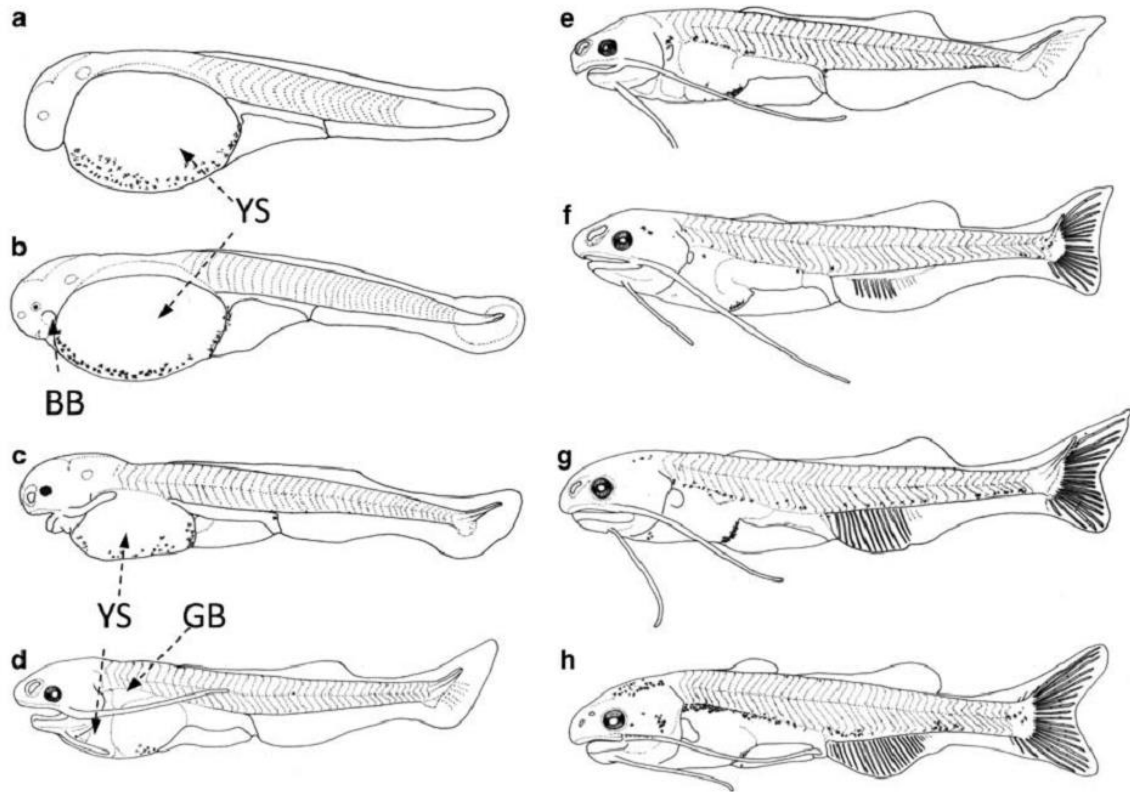


Figura 6. Larva de *P. hypophthalmus* criada en laboratorio, desde el día 0 hasta el 7 después de la eclosión. A) Larva recién eclosionada; b) Día 0 [4.0 mm]; c) día 1 [4.8 mm]; d) día 2 [6.0 mm]; e) día 3 [6.6 mm]; f) día 4 [7.9 mm]; g) día 5 [8.1 mm]; h) día 7 [9.1 mm]. YS: saco vitelino, BB: primordios de las barbillas, GB: vejiga natatoria (Tomado de Morioka *et al.*, 2010).

De acuerdo a experimentos realizados por Hung *et al.* (1998a), las larvas de *P. bocourti* se desempeñan mejor al iniciar la alimentación con alimento vivo (nauplios de *Artemia salina* y tubifex) ya que se observa un mejor crecimiento y supervivencia que al alimentarlas con quistes decapsulados de *Artemia* o alimento artificial. Estos mismos autores concluyen que se requieren por lo menos tres días de alimentación con alimento vivo antes del destete con dietas artificiales para que no haya mermas en el crecimiento o la supervivencia. Esto es porque al momento de la eclosión el tubo digestivo es un segmento

rudimentario indiferenciado alojado encima del saco vitelino, al 1 DDE se hacen presentes el páncreas y el hígado como una masa de células en la parte posterior del tubo digestivo. En el 2 DDE las glándulas gástricas se desarrollan e inicia la alimentación exógena y no es sino hasta el 3 DDE que aparece el esfínter pilórico y el pH disminuye a 3.3, lo que permitirá la activación de los zimógenos de las proteasas ácidas confiriéndoles mayor capacidad para digerir mezclas complejas como las contenidas en el alimento artificial. Por otra parte, con la *Artemia* se obtienen mejores resultados que al utilizar tubifex o cladóceros. Así se ha calculado que el menor peso al que se puede destetar *P. bocourti* es 10-13 mg.

Al igual que las larvas de *P. bocourti*, las larvas de *P. hypophthalmus* alimentadas con *Artemia* también presentan un crecimiento más acelerado que cuando son alimentadas con *Moina* (Jaques *et al.*, 1998). Un nivel de alimentación de 27 nauplios/larva ofrece los mejores resultados. Un aspecto importante es que la aireación afecta la supervivencia de las larvas, debido a la fragilidad y sensibilidad de éstas a los choques mecánicos.

Durante esta etapa hay un desarrollo rápido de los órganos sensoriales en *P. hypophthalmus*. Al comienzo de su alimentación, a los 2 DDE, se encuentran papilas gustativas completamente desarrolladas alrededor del hocico, barbillas y en la cabeza. Debido a que las larvas son capaces de alimentarse con *Artemia* bajo condiciones de baja iluminación e incluso en la oscuridad, incluyendo ejemplares de *Artemia* muertos, se ha sugerido que durante esta etapa son de actividad nocturna. Esto puede representar una adaptación natural para evitar depredadores en condiciones naturales, en cuyo caso las papilas desempeñan un papel importante en la localización de su alimento (Hortle *et al.*, 2003; Mukai *et al.*, 2010a). De acuerdo a los resultados

experimentales se obtiene una mayor supervivencia en condiciones de luz tenue u oscuridad, debido a una mayor actividad y disminución de la incidencia de canibalismo (Mukai, 2011a; 2011b). También existe un rápido desarrollo de neuromastos en la cabeza y en los costados distribuidos en dos líneas, y de receptores eléctrico en la superficie de la piel. Las larvas son capaces de nadar en el 2 DDE y hacia el 20 DDE son capaces de nadar a contra corriente. Este rápido desarrollo puede interpretarse como una adaptación a las condiciones del Mekong (Hortle *et al.*, 2003; Mukai *et al.*, 2010b).

De acuerdo a Baras *et al.* (2011), la temperatura óptima varía en los distintos estadios, existiendo una menor supervivencia y una mayor variabilidad en el tamaño de las larvas conforme la temperatura se aleja de su óptimo. Los efectos más notorios se observan durante los primeros días de la alimentación exógenas. La temperatura óptima al inicio de la alimentación exógena es de 31°C, aumentando a 32.7°C al alcanzar los 8 mg de peso, y posteriormente decrece 0.7°C por cada incremento de 10 veces en el peso de las larvas. En base a lo anterior, se sugiere que la temperatura óptima al final del ciclo sería aproximadamente de 29°C, sin embargo esto requiere validación experimental. Los cambios en la temperatura ideal son asociados al área relativa de la superficie de las branquias durante el desarrollo y la cantidad de oxígeno disuelto. El cultivo bajo temperaturas menores a 26°C provocará un mayor tiempo de producción e influirá en la supervivencia de las larvas, y por debajo de 23°C habrá consecuencias letales.

Canibalismo

En el caso de *P. hypophthalmus* se ha reconocido que los primeros 8 días representan el periodo más crítico, ya que durante este tiempo se observa un marcado comportamiento canibalístico considerado como una de las primeras causas de mortalidad. Solamente las infecciones por patógenos se consideran una causa aún más importante (Subagja *et al.*, 1998a, 1998b; Morioka *et al.*, 2010).

Esta alta mortalidad es consecuencia de las características morfológicas y ontogénicas de la especie. Durante las primeras 34 horas DDE se observa un rápido crecimiento (1.8 mm/día) y en 66 horas DDE inicia la alimentación exógena. Al eclosionar la altura del cuerpo es de 25% TL (longitud total) y conforme se absorbe el saco vitelino la altura disminuye hasta alcanzar un 14% de la TL al inicio de la alimentación exógena. La altura del hocico abierto generalmente es mayor, lo cual permite que durante esta etapa de desarrollo las larvas puedan ingerir a sus hermanos. Debido a lo anterior se estima que el periodo más crítico se presenta entre las 60 y 96 horas DDE (Baras *et al.*, 2010b).

Lo anterior se confirma al estudiar la ontogénesis de *P. djambal*, muy semejante a la de *P. hypophthalmus*, aunque existen diferencias apreciables al inicio de la alimentación exógena. Entre ellas, las espinas orales no sobresalen del hocico, y la altura del hocico abierto nunca excede la altura del cuerpo en *P. djambal*. Además de lo anterior, un abundante saco vitelino permite el inicio de la alimentación en una etapa más avanzada y por lo tanto de bajo riesgo. Esto aunado a otros factores de comportamiento y energéticos, contribuyen a la reducción del canibalismo entre las larvas de esta última especie (Baras *et al.*,

2010a).

Para reducir la incidencia del canibalismo es necesario proveer una dieta adecuada y separar los ejemplares en base a su tamaño (Slembrouck *et al.*, 2009; De Silva y Phuong, 2011; Singh y Lakra, 2012). Además, es preferible evitar el transporte de las larvas y el uso de sistemas de aireación a fin de no estresarlas (Baras *et al.*, 2010b). Después de este periodo los peces muestran un comportamiento gregario, prefiriendo zonas con menor iluminación al inicio de la etapa juvenil, lo cual ha sido relacionado con los aspectos ecológicos de la especie (Morioka *et al.*, 2010).

Producción de juveniles

La producción de juveniles ha venido enfrentando dos principales cuellos de botella en cada especie. En primer lugar, la disponibilidad de los reproductores en *P. hypophthalmus* y *P. bocourti* es limitada porque los peces alcanzan la madurez sexual después de varios años. Así que se trata de criar a los peces durante un tiempo más prolongado que en otras especies que se reproducen artificialmente en el delta del Mekong. Pero aún no se conoce en que medida la edad de la primera madurez se ve afectada por las condiciones de cultivo. En Indonesia, los individuos de *P. hypophthalmus* cultivados en estanques pueden alcanzar la madurez sexual en el segundo año. Sin embargo, en otros lugares los reproductores se obtienen en por lo menos tres años. El segundo problema es la baja fecundidad asociada al alto contenido de grasa en los reproductores de *P. bocourti*, mientras que la principal limitación en *P. hypophthalmus* es la alta mortalidad de las larvas que ocurre de 3 a 6 días después de la eclosión. Una de las razones de la alta mortalidad durante los

primeros 30 días es la baja tolerancia al agua de pobre calidad. Con el fin de tratar el agua utilizada para la cría de alevines y proteger los peces de infecciones, los acuicultores utilizan diversos desinfectantes y antibióticos (MMAMRM, 2008).

La cadena de producción de *Pangasius* en Vietnam es claramente divisible en distintos subsectores independientes, pero integrados dentro del proceso y uno de ellos comprende los sitios de crianza de alevines (Phan *et al.*, 2009; Bui *et al.*, 2010).

En Vietnam, los criaderos operan hasta 10 ciclos/año. Las densidades de siembra son de unas 545 larvas/m² y se reportan tasas de supervivencia de 22%. Los alevines son criados durante un periodo de unos 60 días, hasta que alcanzan longitudes de 1 a 3.5 cm (Sinh y Hien, 2010). Esta es la etapa más crítica durante el proceso de cultivo de *Pangasius* (GTZ, 2005).

El rendimiento promedio es de 1,222.5 millones de alevines/ha/año. Esto depende de 5 factores: profundidad de la columna de agua, frecuencia de recambio de agua, densidad de cultivo, tamaño de cosecha de los alevines y el seguimiento de estándares de buenas prácticas. La mayor parte de los costos para estos sitios son generados por los alimentos, la adquisición y transporte de las larvas, químicos y medicamentos, y la preparación de los estanques. Algunos sitios reportan pérdidas económicas. Los mejores resultados son alcanzados con profundidades de 2-2.5 metros, densidades de 500 a 750 alevines/m² y recambio de agua cada 3-5 días. Incrementos en la densidad de cultivo disminuirán la tasa de supervivencia (Sinh y Hien, 2010).

Una parte indispensable dentro de este subsector en el delta del Mekong es el transporte de alevines. Los alevines son transportados desde los criaderos

hasta las granjas de engorda por medio de botes, los cuales tienen modificaciones que permiten el recambio continuo de agua. Los alevines (10-20 g) son transportados en viajes que pueden durar hasta 18 horas. A pesar de esto, la mortalidad durante el viaje no es tan relevante, siendo mayor una vez que las larvas son cultivadas en los estanques (Bui *et al.*, 2013).

En Bangladesh, los productores obtienen alevines (5 a 12 cm) directamente de criaderos o por medio de comisionistas, los cuales en ocasiones proveen la semilla mediante créditos. Sin embargo, la mayoría de las granjas de mayor tamaño poseen su estanque para producción de alevines (Ali *et al.*, 2012).

Engorda

La engorda se lleva a cabo en tres tipos de sistemas: jaulas, cercados y estanques (MMAMRM, 2008; Khoi, 2011). El tamaño preferido es 1.5 kg o más, aunque los especímenes pueden alcanzar la talla comercial a los 6 meses. En ocasiones la cosecha puede retenerse varios meses, cuando el precio de mercado es bajo (Phan *et al.*, 2009; Lakra y Singh, 2010).

Jaulas

El cultivo en jaulas se realiza a lo largo de los dos afluentes del Río Mekong, principalmente en la provincia de An Giang, que cuenta con el 88% del total de jaulas. Los alevines son sembrados en jaulas flotantes de madera o acero ancladas en el río. Debido al flujo de la corriente la calidad del pescado es buena. Las dimensiones de las jaulas oscilan entre 100 y 1500 m³. Las grandes (10 metros de ancho por 25 de largo y 5 de fondo) tienen redes con una luz de

mallas de 3 a 5 centímetros y en ellas llegan a producirse unas 200 toneladas después de seis meses de cultivo (MMAMRM, 2008).

Las densidades típicas de siembra en este sistema son de 100 a 150 peces/m², con rendimientos de 100-120 kg/m³/cosecha (Trong *et al.*, 2002; Poulsen *et al.*, 2008; Halls y Johns, 2013). Una desventaja de este sistema es que se produce más desperdicio que en los otros sistemas y tanto el alimento no ingerido como las heces van a parar directamente al río (MMAMRM, 2008).

En 2008 el cultivo en jaulas aportó un 30% de la producción de *P. hypophthalmus* en el delta del Mekong. Sin embargo, debido a un aumento en el costo e inestabilidad del mercado, ha habido un cambio gradual a favor del cultivo en estanques (De Silva y Phillips, 2008; Phuong *et al.*, 2009).

Cercados

Los cercados son encierros similares a los "tapos" con los que se cultiva el camarón. La calidad del pescado engordado con este sistema es algo menor que la obtenida en jaulas (carne con ciertos tonos rosados). Este sistema de cultivo es cada vez más utilizado ya que requiere de poca inversión. Otra ventaja de este sistema es que el alimento suministrado cae al fondo del río en donde aún puede ser consumido por los peces. El rendimiento medio oscila entre 250 y 300 toneladas por hectárea y cosecha. Las densidades de siembra son de 40 a 60 organismos por metro cuadrado (GTZ, 2005; MMAMRM, 2008; Halls y Johns, 2013).

Estanques

Antes de 2001, el cultivo en jaulas, estanques y cercados contribuían igualmente a la producción. Sin embargo a partir de 2003, el cultivo en estanques fue el predominante y actualmente continua siendo la principal forma de cultivo con la que se obtiene 95% de la producción, y sigue creciendo con rapidez. La reconversión del cultivo en jaulas hacia estanques, proporcionó sin duda nuevas oportunidades de expansión hacia otros sectores de la región (Phan *et al.*, 2009; Sinh y Hien, 2010).

Las dimensiones de los estanques oscilan entre los 350 y 16,000 m². Sin embargo, la mayoría de los *Pangasius* son producidos en estanques de pequeñas dimensiones, con profundidades de 3.5 a 4.5 metros, característica necesaria para prevenir el escape de los organismos durante la temporada de inundación. Los estanques están diseñados de manera sencilla sin almacenamiento de agua, ya que ésta se renueva continuamente mediante el bombeo del canal/río. Sin embargo, el mismo canal/río se utiliza a menudo para la descarga de agua y el suministro. No existe un tratamiento del agua que se descarga, lo que aumenta la contaminación de los ríos y la transmisión de enfermedades. De la misma manera, después de cada cosecha, los residuos acumulados en el fondo de los estanques se remueven y se vierten en el río o son tratados para utilizarse como fertilizantes o para reforzar los bancos de los estanques. Los estanques están situados en las orillas del río, donde el intercambio de agua puede ser fácilmente realizado. Dependiendo de su cercanía a la corriente del río, los ejemplares cultivados con este método pueden tener calidades distintas, aunque resultan normalmente inferiores a los cultivados por medio de los dos sistemas anteriores. La menor oxigenación y el hecho de que los peces se alimenten también de restos en el lecho del río

confieren a la carne un color ligeramente amarillo y un cierto gusto a fango (GTZ, 2005; MMAMRM, 2008; Phan *et al.*, 2009; Da *et al.*, 2013a).

Usualmente la densidad de siembra es de unos 40 a 60 ejemplares/m², con una tasa de supervivencia de 76.2%, sin embargo algunos acuicultores cultivan en densidades de hasta 120 peces/m². Esto ocasiona que la productividad varíe entre 250 y 300 (excepcionalmente 500) toneladas por hectárea y cosecha. En Vietnam, la mayoría de los productores realizan una cosecha por año, aunque algunos realizan 2 o hasta 3 cosechas por año (MMAMRM, 2008; Poulsen *et al.*, 2008; Phan *et al.*, 2009; Sinh y Hien, 2010; De Silva y Phuong, 2011; Halls y Johns, 2013).

Se reportan como condiciones óptimas una densidad de 60-75 alevines/m², una profundidad de 4-5 metros, recambio de agua de 20-30% cada 2-3 días, cosechas cada 5-7 meses, además de la adopción de buenas prácticas de manejo. En este sistema, al final del periodo de cultivo se cosechan ejemplares con un peso promedio de 1.1 kg al utilizar una dieta estimada de 800-1000 toneladas/ha/cosecha con una FCR de 1.6 (Sinh y Hien, 2010).

ALIMENTACIÓN

De acuerdo a Rainboth (1996) y Poulsen *et al.* (2004) *P. hypophthalmus* es omnívoro y su alimentación se basa principalmente en restos vegetales, frutas, crustáceos y peces pequeños, mientras que *P. bocourti* también es omnívoro y se alimenta de plantas (frutas y hojas) durante la temporada de inundaciones, mientras que durante la estación seca consume peces, camarones y algas. Considerando la gran voracidad de los pangásidos, la alimentación es un

aspecto crucial en la rentabilidad de su cultivo ya que supone hasta un 80-90% del total de los costes variables (GTZ, 2005; MMAMRM, 2008; Da *et al.*, 2013a). Las larvas de *P. hypophthalmus* se adaptan fácilmente a dietas artificiales bajo cultivo (Singh y Lakra, 2012) y la dieta suministrada influye ampliamente en la productividad (Monir *et al.*, 2011).

Cuando se suministra suficientemente alimento tanto en calidad como en cantidad, la tasa de crecimiento de los peces será función de dos factores principales: el consumo de alimento voluntario y la eficiencia de asimilación del alimento. Dentro de este contexto, la frecuencia de alimentación es uno de los factores importantes que afectan tanto el consumo voluntario de alimento como la eficiencia de asimilación. En relación con esto, Hung *et al.* (1998b) realizaron una serie de experimentos destinados a determinar el consumo voluntario de alimento. Estos autores encontraron que la alimentación a saciedad en *P. bocourti*, daba lugar a un mayor crecimiento cuando se proporcionaba una mayor frecuencia de alimentación. De manera interesante, también encontraron que, además de la frecuencia de alimentación, la hora de alimentación era un factor importante que repercutía en el aumento de la ingesta. Esto lo comprobaron posteriormente con *P. bocourti* y *P. hypophthalmus* al introducir una ración fija y suministrarla a una hora del día o en varias raciones, notando que una sola ración por la noche producía los mismos resultados de crecimiento que si se alimentaban los animales con varias raciones, mientras que una sola alimentación en las primeras horas del día generaba un menor crecimiento y la reducción de la eficiencia de asimilación en ambas especies. No obstante, el aumento de la frecuencia de alimentación en conjunto con una alimentación nocturna de una ración fija daba generalmente como resultado una acumulación de grasa relativamente alta en

ambas especies con elevados índices adiposo-somáticos y hepato-somáticos. Al combinar los datos de la alimentación durante el día y durante la noche, se notó que la alimentación continua de *P. hypophthalmus* y *P. bocourti* condujo a un crecimiento significativamente menor y una menor eficiencia alimenticia en comparación con una alimentación fraccionada. Adicionalmente, al alimentar con un régimen continuo a *P. bocourti*, los individuos exhibían un coeficiente de variación del peso final significativamente mayor al de alimentaciones fraccionadas.

En cuanto a la forma de elaboración del alimento, en Vietnam se estima que entre un 30% y un 50% de los alimentos utilizados se elabora en las propias granjas. Sin embargo, debido a la falta de suministro de desechos de pescado, los granjeros van paulatinamente abandonando este tipo de alimentación, cuyo contenido proteico es de 17 a 26%, muy diferente al de las dietas comerciales que tienen un rango de 20-30% de proteína. Además, el índice de conversión se estima en 3–3.5, frente al 1.5–1.7 del alimento comercial (Phan *et al.*, 2009).

En Bangladesh, la gran mayoría de los productores recurre a dietas comerciales con un contenido de 23-32% de proteína. El suministro de alimento estimado es de 26,842 kg/ha/año (Monir *et al.*, 2011; Ali *et al.*, 2012). Mientras que en la India la mayoría de los productores utilizan alimentos peletizados y extruidos basados en salvado de arroz desaceitado cocido. Para la engorda se suele utilizar alimento de 25-28% de proteína (Lakra y Singh, 2010; Lakra y Singh, 2012).

Dietas caseras

Los principales ingredientes utilizados en la fabricación de dietas caseras son harina de pescado, harina de soya y salvado de arroz, a lo que se suele agregar vitaminas y probióticos (GTZ, 2005; Phan *et al.*, 2009). La harina de pescado procede principalmente de la pesca local, normalmente no supera el 5% del peso total. Una desventaja de la preparación artesanal de la dieta es que al no tratarse de un alimento seco, no flota por lo que al caer al fondo provoca que los peces remuevan el fango para alimentarse empeorando notablemente la calidad de la carne (MMAMRM, 2008).

Diversos experimentos se han realizado en cuanto al desarrollo y optimización de las dietas con fines de incrementar el crecimiento y reducir costos. Dentro de estos destacan los de Da *et al.* (2012; 2013b; 2013c) quienes señalan que es posible sustituir parcial o totalmente la harina de pescado en la dieta administrada a los alevines de *P. hypophthalmus* e incluir proteína de productos de origen animal y vegetal localmente disponibles, esto sin comprometer la tasa de supervivencia, crecimiento, utilización del alimento y la calidad del agua. Entre los sustituyentes evaluados los mejores resultados fueron obtenidos al incluir proteína animal y en especial harina de cabeza de camarón. También es posible sustituir hasta un 67% de harina de pescado con harina de carne y hueso, sin comprometer el crecimiento (Kader *et al.*, 2011)

Por otra parte, al elaborar dietas con distintos lípidos de origen vegetal como aceite de soya (SBO), aceite de linaza (LO) o aceite crudo de palma (CPO) como sustitutos del aceite de pescado se ha determinado que el crecimiento es similar al utilizar SBO o LO y significativamente mayor al CPO en la especie *P. nasutus*. Por otra parte, se ha observado que al administrar SBO y CPO en la

dieta existe una mayor acumulación de grasa intraperitoneal. En *P. hypophthalmus* los resultados son semejantes, los tres sustituyentes muestran un mejor desempeño que el aceite de pescado, con efectos positivos en el crecimiento, aunque CPO y SBO son significativamente mayores que LO. El uso de esta fuente de lípidos en las dietas puede contribuir en la reducción significativa de los costos de producción (Asdari *et al.*, 2011a; 2011b).

En cuanto a carbohidratos, *P. bocourti* ha mostrado ser mas tolerante que *P. hypophthalmus* a la inclusión de almidón en la dieta, soportando niveles de hasta 30g/kg/día sin afectar el crecimiento, mientras que la última especie solo soporta 10g/kg/día. Niveles mas altos pueden ocasionar almacenamiento de lípidos y afectar negativamente el crecimiento (Hung *et al.*, 2003). Más recientemente se ha reportado que la inclusión de carbohidratos en la dieta hasta 13.5 g/kg/día no tiene efectos negativos en el crecimiento de *P. hypophthalmus* (Liu *et al.*, 2011).

Igualmente, se ha comprobado qu la adición de probióticos y fitasas microbianas en la dieta contribuye a incrementar la utilización del alimento. Los probióticos producen una mejora en el mantenimiento de la calidad del agua debido a una menor excreción. Además, contribuyen en la inmunidad del pez hacia las enfermedades, permitiendo canalizar la energía hacia el crecimiento aumentando la rentabilidad de la producción (Goud *et al.*, 2012). Por otra parte, la inclusión de fitasas, junto a un alto porcentaje de proteína, incrementa el crecimiento y digestibilidad, y mejora la absorción de minerales en alevines de *P. pangasius* (Debnath *et al.*, 2005a, 2005b).

Utilización de proteína y energía

P. bocourti tiene una tasa de crecimiento superior a la de *P. hypophthalmus* con la misma ingesta de alimentos. La tasa de crecimiento específico también es mayor en *P. bocourti* (6%) seguido de *P. djambal* (5.6%) y *P. hypophthalmus* (4.1%). Sin embargo, el mayor crecimiento observado en *P. bocourti* y en menor medida en *P. djambal*, esta asociado a una mayor acumulación de grasa en el cuerpo, que se produce incluso con una baja alimentación, por lo cual en *P. bocourti* los esqueletos de carbono son probablemente utilizados en la lipogénesis. De la misma manera, se ha observado que *P. pangasius*, a mayor tamaño corporal existe mayor cantidad de grasa debido a acumulación en la cavidad abdominal (Sahu *et al.*, 2013).

Por otra parte, se calcularon los requerimientos de energía y proteína para mantenimiento en 128 y 92 kJ/kg/día, y 5.16 y 3.24 g/kg/día, en *P. bocourti* y *P. hypophthalmus*, respectivamente. De aquí, que *P. bocourti* tenga casi el doble de requerimiento de proteínas y energía necesarias para el mantenimiento. Esto puede estar relacionado con el hecho de que *P. bocourti* tiene una mayor tasa de crecimiento y una mayor capacidad para sintetizar una gran cantidad de lípidos corporales que *P. hypophthalmus*. Se ha estimado que el requerimiento de proteína para *P. bocourti* y *P. hypophthalmus* esta en el rango de 12-13 y 11-12 g/kg/día, respectivamente. Además se estimó que la relación proteína/energía dietaria (DP/DE) era de 18 y 17 mg/kJ en *P. bocourti* y *P. hypophthalmus*, respectivamente. Estas bajas proporciones DP/DE pueden estar relacionadas con el hecho de que el requerimiento proteico es relativamente bajo en las dos especies (Hung *et al.*, 1998c; 2004).

De acuerdo a Hung *et al.* (1998c), la eficiencia proteica (utilización neta de

proteína - NPU y tasa de eficiencia proteica – PER) tiende a reducirse a mayor ingesta proteica en *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*. Contrario a esto, Liu *et al.* (2011) reportan que la eficiencia en la retención proteica y energética es independiente del contenido proteico y lipídico administrado en la dieta para *P. hypophthalmus*. Estos autores encontraron que al incrementar los niveles de proteína o de lípidos, el crecimiento y la tasa de crecimiento específico aumentaban, mientras que la ingesta de alimentos y la tasa de conversión alimenticia (FCR) disminuyen. No obstante, al incrementar solo la cantidad de proteína en la dieta el contenido proteico corporal aumenta, mientras que el lipídico disminuye. Por esta razón los autores sugieren dietas con niveles de proteína y lípidos de 453 g/kg y 86 g/kg, respectivamente, para un rápido crecimiento al realizar cultivos en jaulas.

Ahmed *et al.* (2010), reportan que la FCR es menor en el cultivo intensivo (1.6) comparado con el semi-intensivo (1.69) o extensivo (1.71). En contraste, en la India se reportan FCR entre 1.1 a 1.3 (Singh y Lakra, 2012). Además la tasa de conversión alimenticia por lo general es menor y el ciclo de cultivo es más corto (4-6 semanas) al utilizar dietas comerciales, lo cual contribuye a reducir significativamente los costos de producción (Phan *et al.*, 2009; Ali *et al.*, 2012).

Porcentaje y frecuencia de alimentación

La alimentación se realiza generalmente 2 veces por día, con tasas de 1 a 18% del porcentaje de peso. Los valores suelen ser más altos al inicio del ciclo de producción cuando los alevines aún son pequeños (Phan *et al.*, 2009; Ali *et al.*, 2012).

Phuong y Hien (1998) experimentaron con diferentes niveles de alimentación para observar el crecimiento en juveniles de *P. bocourti* encontrando que el máximo crecimiento se alcanzaba con un porcentaje de alimentación de 9.36% al utilizar dietas con 32% de proteína. En un estudio mas reciente, Jiwyam (2010) reportan que al suministrar alimento al 8% del peso diario (40% de proteína y 3% de lípidos) durante 8 semanas, seguido de un régimen de alimentación normal (hasta saciedad aparente; con una dieta con menor cantidad de proteina (25% proteína, 4% lípidos)) se observaban mejores resultados en cuanto a crecimiento y tasa de conversión alimenticia. Esto se debe al crecimiento compensatorio de la especie.

En *P. hypophthalmus*, al utilizar dietas con 40% de proteína y 12% de lípidos se obtiene la mayor tasa de crecimiento específico, sin embargo los resultados no son significativamente mayores a los obtenidos con una dieta conteniendo 30 de proteína y 12% lípidos. Debido a esta variabilidad, el crecimiento y utilización del alimento se consideran comparables con ambas dietas (Phumee *et al.*, 2009).

Además de esto, debido a que la digestibilidad tiene una variación cíclica, al alternar la frecuencia de alimentación o porcentaje de proteína en la dieta se obtienen resultados interesantes. A pesar de que la FCR es mayor en un régimen de alimentación diaria, la supervivencia y el contenido proteico del filete no se ven afectados con una alimentación alternada (cada dos días). Debido al alimento ahorrado, el rendimiento económico es mayor en el régimen alternado, al mismo tiempo que la calidad del agua se mantiene en un mejor estado. Por lo tanto se ha encontrado que es posible alternar la alimentación cada dos días sin comprometer el crecimiento y la producción (Rohul Amin *et al.*, 2005; 2012). De forma similar, se obtiene una mayor FCR al

alimentar diariamente con dietas de alto contenido proteico. Sin embargo, al administrar dietas alternadas de alto y bajo porcentaje de proteína, se muestran los mejores resultados en términos económicos, mientras que alimentar diariamente con dietas de alta proteína la rentabilidad es menor (Ali *et al.*, 2005b). También es posible alternar diariamente las dietas en alto y bajo porcentaje de proteína en policultivo con carpa (*Hypophthalmichthys molitrix*), obteniendo resultados positivos que se reflejan en una mayor tasa de crecimiento, mejor utilización de alimento, mayor rentabilidad, además de una menor FCR y menor deposición de lípidos en músculo (Ali *et al.*, 2005a).

CONDICIONES DE CULTIVO

El control de la calidad del agua juega un papel crucial en la producción dentro de los sistemas intensivos y semi-intensivos. En ciertos distritos de Vietnam la calidad del agua se ha deteriorado como producto de la acumulación de material orgánico que se deposita debajo de las jaulas. Esto propicia brotes de enfermedades durante la temporada seca, debido al bajo flujo del río, causando una disminución en el crecimiento de los ejemplares cultivados. Debido a esto, en los cultivos en estanques con mayores tasas de recambio de agua en la etapa de engorda permiten cultivar a altas densidades, lo cual genera un mayor rendimiento económico (Ali *et al.*, 2012; Halls y Johns, 2013).

En Bangladesh el recambio de agua se realiza en promedio cada dos días, con porcentajes de recambio de 5 a 70% durante el ciclo de producción, utilizando agua subterránea para su abastecimiento, mientras que las granjas de mayores dimensiones dependen generalmente de la lluvia en la temporada monzónica. Por lo general, los niveles de recambio utilizados en Vietnam son superiores lo

cual contribuye a mejorar la calidad de la carne. Se ha estimado el consumo de agua entre 0.09 a 4.15 millones de litros por tonelada métrica de pescado producido (Ali *et al.*, 2012).

Previo al ciclo de cultivo los estanques suelen ser preparados. Para esto, la mayoría de los productores remueven los sedimentos cada 1-4 años y utilizan cal o sal para su tratamiento y desinfección. Algunos fertilizan el suelo y agua con estiércol de vaca o composta y otros utilizan fertilizantes inorgánicos antes de la siembra (Phan *et al.*, 2009; Monir *et al.*, 2011; Ali *et al.*, 2012).

Densidades de cultivo

En un cultivo experimental de *P. bocourti* en jaulas, Jiwyam (2011) reporta tasas de supervivencia mayores a 90% sin diferencias significativas a distintas densidades de siembra (12, 25, 50, 100 y 200 peces/m³), contrario a lo que se esperaría. La tasa de crecimiento también resultó alta, incluso en la mayor densidad de cultivo (200 peces/m³) y fue similar a la alcanzada por *P. hypophthalmus*. Inesperadamente la tasa de crecimiento específico se incrementa significativamente en densidades mayores a 50 peces/m³. Económicamente, el mayor rendimiento bruto y la máxima rentabilidad fueron alcanzados con densidades de 200 peces/m³. La talla comercial (>200 g en Tailandia) fue alcanzada en un periodo de engorda de 90 días. Dentro de los diferentes tratamientos, los parámetros de la calidad del agua (temperatura, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad y dureza) se encontraron dentro del rango aceptable para el cultivo. De acuerdo a este estudio las densidades pueden ser incrementadas siempre que la disponibilidad de alimento y el oxígeno disuelto sean suficientes.

Al igual que en *P. bocourti*, se determinó que para *P. hypophthalmus* a mayores densidades de siembra la tasa de supervivencia, tasa de crecimiento y FCR no se veían afectados mientras que el peso de los ejemplares cultivados se correlacionaba inversamente. Los mejores resultados en términos económicos fueron alcanzados a mayores densidades, hasta 150 peces/m³, aunque se desconoce el límite máximo. A pesar de esto, debido a que el tamaño final de los organismos resultaba menor a medida que se aumentaba la densidad de siembra, la talla comercial sería un factor a considerar al buscar la máxima densidad de siembra posible (Islam *et al.*, 2006; Rahman *et al.*, 2006).

Oxígeno

El oxígeno disuelto en los cultivos comerciales usualmente es de 2 mg/litro (MMAMRM, 2008), aunque de acuerdo a Sarker (2000 citado en Islam *et al.*, 2008) el parámetro óptimo para el cultivo de *P. hypophthalmus* es de 5-8 mg/l.

Debido a la capacidad para respirar aire atmosférico de *P. hypophthalmus*, los cultivos usualmente se realizan sin sistemas de aireación lo que genera condiciones de baja concentración de oxígeno disuelto en los estanques. Se ha reportado que por debajo de los 2 metros existen niveles de hipoxia, e incluso anoxia,. Debido a esto los ejemplares suelen pasar una gran parte del tiempo (50-87%) en niveles de saturación de oxígeno por debajo del 30%. y los peces raramente suelen bajar más allá de un metro de profundidad ya que la mayor concentración de oxígeno se encuentra cerca de la superficie del agua. Lo anterior, implica que una gran parte del volumen (hasta 75%) del estanque no es utilizado. Además, esto puede conducir a la degradación anaeróbica de los restos de alimento y desechos, y la acumulación de metabolitos bacterianos

peligrosos. Debido a lo anterior se ha deducido que a mayores niveles de oxígeno, el volumen de agua efectivo utilizado sería mayor, lo cual facilitaría el cultivo a mayores densidades con lo que se podría incrementar la producción (Lefevre *et al.*, 2011b).

Nitritos

P. hypophthalmus es considerablemente más tolerante a altos niveles de nitritos que otras especies de peces, y cercano en tolerancia a la carpa común. Se ha observado que las concentraciones de nitrito en plasma no exceden las ambientales, incluso en exposiciones prolongadas. La dosis letal reportada es de 1.65 mM (96h LC₅₀). Esto permite una mayor facilidad de cultivo, sin embargo los niveles muy elevados pueden impactar en el crecimiento de los individuos (Lefevre *et al.*, 2011c).

Salinidad

De acuerdo a reportes recientes, la especie puede ser cultivada en condiciones de hasta 13 ‰ de salinidad, aunque el crecimiento se ve afectado a concentraciones mayores. Los ejemplares puede sobrevivir en condiciones de hasta 20 ‰ durante 22 días (Castaneda *et al.*, 2010).

Temperatura

P. hypophthalmus soporta temperaturas de hasta 39°C, pero los individuos

comienzan a morir al ser expuestos a temperaturas por debajo de los 15°C (VASEP, 2012). Mientras que las temperaturas mínimas y máximas letales son de 11.7 y 44.5°C, respectivamente, para *P. pangasius* (Debnath *et al.*, 2006). El rango recomendado durante el cultivo es de 26-30°C (Sarker, 2000 citado en Islam *et al.*, 2008)

Policultivo

El cultivo simultáneo de varias especies es comúnmente utilizado para optimizar la disponibilidad de recursos. El policultivo de *P. hypophthalmus* es practicado principalmente en Bangladesh, donde se suele sembrar con tilapia monosexual o carpa, como cultivo adicional. Cultivar estas especies contribuye a mantener la calidad del agua dentro de límites convenientes, debido a que los desperdicios y resto de alimentos no ingeridos por los *Pangasius* son aprovechados por las otras especies. Además, al sembrar diversas especies aumenta la producción y los ingresos que de otra forma podrían disminuir debido a las fluctuaciones en el precio de mercado del *Pangasius* (Ali *et al.*, 2005a; Sayeed *et al.*, 2008; Ali *et al.*, 2012). La producción en policultivo es de unas 12 t/ha/año para *Pangasius* y de 600 kg/ha/año para carpas (Monir *et al.*, 2011).

El tipo de alimentación influye en el crecimiento al cultivar *Pangasius hypophthalmus* con carpas. Existe un mayor crecimiento cuando se alimenta con dietas de alto contenido proteico (32% para alevines y 28% para adultos). La tasa de supervivencia generalmente es alta (94-97%), e independiente de la dieta administrada (Sayeed *et al.*, 2008).

De acuerdo a Islam *et al.* (2008) el policultivo de *P. hypophthalmus* con dos

especies de carpas (*Catla catla* y *Labeo rohita*) y langostinos (*Macrobrachium rosenbergii*) en distintas densidades presenta una mayor rentabilidad económica que el monocultivo. Esto al utilizar dietas formuladas de bajo costo. Los resultados sugieren que los langostinos no son depredados por los *Pangasius* cuando se suministra suficiente alimento, por lo tanto ambas especies pueden ser cultivadas simultáneamente. Las ganancias netas de ambos policultivos son mayores que en el monocultivo. Sin embargo, la composición y densidad de las especies afectan la rentabilidad indicando que ambos factores son críticos al buscar maximizar los ingresos. Experimentalmente los mejores resultados son logrados al sembrar densidades de 10,000, 2500, 5000, y 3750 para *P. hypophthalmus*, *Catla catla*, *Labeo rohita* y *M. rosenbergii* respectivamente.

En Vietnam, aunque en menor proporción, también se reportan policultivos en jaulas de *P. hypophthalmus* y *P. bocourti* con *P. conchophilus* o *Barbodes altus* (Phuong *et al.*, 2009).

CALIDAD POSTCOSECHA

La calidad de los peces cosechados y sus productos está ligada de manera directa con el medioambiente en el cual se desarrollan. Debido a esto desde hace más de diez años ha habido una creciente preocupación respecto a la presencia de disruptores ambientales que pueden afectar el el sistema reproductor de vertebrados al interferir con las funciones del sistema endócrino. A este respecto, se sabe que los metales pesados, los compuestos orgánicos persistentes no biodegradables, los alquilfenoles, así como los estrógenos naturales y sintéticos, inhiben la reproducción de teleósteos al interferir con el sistema endocrino (Kime, 1998, SumPter, 2005). Recientemente en Vietnam, se han presentado una cantidad considerable de problemas asociados a la contaminación del agua y el desarrollo demográfico, agrícola, e industrial. En Vietnam, las elevadas concentraciones de compuestos persistentes, especialmente el dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) y sus metabolitos se han detectado en mejillones, peces, aves y en la leche materna lo cual ha sido vinculado con el uso de insecticidas. Además, el agua subterránea y el sedimento en Vietnam así como en el delta de Bengala se encuentran contaminados con arsénico. En estas áreas, otros elementos traza como el manganeso y el bario también se han detectado en altas concentraciones en aguas subterráneas (Yamaguchi, 2007).

P. hypophthalmus es una de las especies de mayor importancia comercial en acuicultura en el sureste del delta del Mekong y además de ser consumida como alimento en Vietnam, también es exportada a otros países. Aunque no se encontraron niveles de estos contaminantes en cantidad suficiente para correlacionarlos con la inhibición de la espermatogénesis en esta especie, es importante considerar su presencia en los peces por los efectos que estos

contaminantes tienen en la salud humana (Yamaguchi, 2007).

En este sentido, estudios realizados en estanques localizados en las inmediaciones del lago Kolleru en la India, mostraron que las concentraciones de plomo (0.01-0.03 mg/l), y cobre (0.01–0.08 mg/l) en agua excedían las normas, en tanto que el cadmio (3.0–9.0 mg/kg), cromo (47.0 - 211.9 mg/kg) y cobre (10-64 mg/kg) excedían las concentraciones máximas permitidas en suelos (Adhikari, 2009). De igual manera, estudios realizados en 19 especies de los peces más comunes capturados en el río Ganges en Bengala Occidental, India, mostraron niveles muy elevados de mercurio e inaceptables desde el punto de vista tóxico. Los niveles registrados en el estudio oscilaron entre $0.1 \pm 0.01 \mu\text{gHg/g}$ en *Clupisoma garua*, que presentó la concentración más baja y *Wallago attu* $0.93 \pm 0.61 \mu\text{gHg/g}$ que presentó la concentración más elevada. Entre las especies muestreadas se encontraba el *Pangasius pangasius* y la concentración registrada fue de $0.12 \pm 0.16 \mu\text{gHg/g}$ que a pesar de encontrarse entre las especies que presentaron una menor concentración de mercurio en el músculo, los niveles encontrados resultan críticos (Pal *et al.*, 2011).

No obstante, la adopción de buenas prácticas de manejo puede subsanar este tipo de problemas. Así, Bakar *et al.* (2010), encontraron que disminuía el riesgo de encontrar residuos de pesticidas y antibióticos en el agua empleada en acuicultura, cuando los granjeros seguían estrictamente las recomendaciones hechas con respecto al uso de pesticidas y antibióticos en las granjas, con lo que también se logró controlar la presencia de antibióticos en los peces cultivados.

Considerando este contexto, la seguridad e inocuidad alimentaria resultan sumamente importantes para todas las ramas de la industria de

alimentos independientemente del tamaño o giro, debido a que las enfermedades o intoxicaciones derivadas de alimentos en mal estado, procesados inadecuadamente o con residuos de elementos peligrosos pueden ocasionar serios problemas de salud, e incluso consecuencias fatales.

El tripolifosfato de sodio se encuentra dentro de los aditivos que se usan con regularidad en el procesamiento de peces y carnes para retener humedad y disminuir el "goteo" en el proceso de descongelado, sin embargo, es imperativo limitar la cantidad empleada. Son varias las razones para restringir el uso tripolifosfato de sodio en el procesamiento de carnes rojas, aves y peces congelados. Entre las razones relacionadas con la salud, además de los problemas de asociados a la hipertensión por consumo excesivo sodio, este aditivo se encuentra en el registro de sustancias que tienen efectos tóxicos, ya que se sospecha que sea un neurotóxico según el Instituto Nacional para la Ocupación y la Salud (*National Institute for Occupational Safety* - NOISH). La característica de retener agua le permite aglutinar los tejidos y contribuye a mantener la apariencia de pescado fresco, a pesar de que podría estar descompuesto. Por esta misma razón (capacidad de retener agua), limitar el uso también contribuye restringir los fraudes asociados a la retención excesiva de agua en los productos congelados. Las diversas normas limitan su contenido a 0.1%-0.5%, (Food and Water Watch, 2010).

Como ya se mencionó en el apartado relativo al mercado internacional los mayores detallistas de Gran Bretaña: Tesco, Asda y Morrisons, retiraron el *Pangasius spp* de sus estantes debido al excesivo contenido de aditivos empleados para retener agua en los tejidos (FAO, 2011).

En el caso de Canadá la norma establece que en carnes, aves y filetes de

pescado congelado el total de: tripolifosfato de sodio, solo o en combinación con pirofosfato de trisodio; o, el pirofosfato de sodio solo o en combinación con pirofosfato ácido de sodio tetrabásico, o pirofosfato de trisodio no deberá exceder el 0.5%, y en todos los casos el total de fosfato añadido no deberá exceder el 0.5% calculado como fosfato di-básico de sodio. (Bureau of Chemical Safety, Canadá, 2012).

De hecho el tripolifosfato de sodio se encuentra registrado como pesticida en el acta de la agencia de Protección del medio ambiente para insecticidas, fungicidas y raticidas así como un contaminante del aire dentro del acta de la Agencia de Ocupación y Salud del Estado de California (Food and Water Watch, 2010).

En un estudio con el objetivo de determinar aspectos nutricionales y de inocuidad de filetes de *Pangasius* congelado proveniente de Vietnam y disponible en el mercado Italiano, se observó un elevado contenido de humedad 80-85%, un bajo contenido de proteína (12.5-15.6 %) y lípidos (1.1-1.3%), estos últimos se caracterizaron por tener bajos niveles de colesterol y un elevado porcentaje de ácidos grasos saturados y un muy bajo contenido de los ácidos grasos omega-3. En tanto que en la composición mineral destacó un elevado contenido de sodio (225-594 mg/100g), lo que muy probablemente se debía al contenido de tripolifosfato de sodio, usado para retener humedad (Orban, 2008).

En años recientes se ha hecho la caracterización del contenido nutricional de la carne de algunas especies de peces que en términos generales se conocen como "bagres", o "peces gato", cuya característica principal es la ausencia de huesos intramusculares y escamas. Se encontró que a pesar de que el análisis

proximal se encuentra dentro del rango de los peces en general (Tabla 2), se registró una menor proporción de los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), en particular de los conocidos como omega-3, además la proporción de (omega-6)/(omega-3) encontrada en algunas de estas especies está dentro del rango la proporción proscrita por la Organización Mundial de la Salud para estos ácidos grasos (Tabla 3). Así mismo se encontró una gran variabilidad entre individuos y especies con respecto al contenido de ácido docosahexanoico (DHA) y eicosapentaenoico (EHA), los aminoácidos, vitaminas y minerales, lo cual se relaciona con el tipo de cultivo y los hábitos alimenticios, así como la edad de los peces a la cosecha (Casallas, 2012). Esto concuerda con lo reportado por Ahmed (2012) quien al realizar un estudio sobre el valor nutricional de las especies exóticas introducidas en Bangladesh encontró que el *Pangasius* presentaba los niveles más bajos de ácidos grasos, y en particular los niveles de ácidos grasos omega-3 eran sumamente bajos, al igual que los niveles de proteína, mientras que los niveles de humedad eran de los más altos.

Con el afán de solventar esto, se han realizado experimentos de producción en sistemas convencionales y en sistemas orgánicos para comparar la calidad nutricional del *Pangasius*. Los resultados de estos experimentos han mostrado una clara mejoría en el contenido proteico en los sistemas orgánicos (17.0 - 17.4%) con respecto al sistema convencional (13.3 - 15.7%), sin embargo se ha observado que no se presentan diferencias entre los dos sistemas en lo que se refiere al contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (Karl *et al.*, 2010).

Cabe mencionar, que en el análisis realizado en las muestras de filete de pescado provenientes de Vietnam, y que se encuentran disponibles en algunas cadenas de autoservicio en México, se encontraron niveles aún mayores de

sodio, lo cual es atribuible a las sustancias empleadas para retener humedad. Estos niveles oscilaron entre (238 - 617 mg/100g).

Tabla 2. Composición proximal (%) del musculo de alguna especies comerciales

Especie	Humedad	Proteína	Cenizas	Lípidos	Referencia
	79.6 +/-				Weber, et al,
<i>Rhamdia quelen</i>	0.82	15.5+/-0.19	1.08+/-0.02	2.51+/-0.45	2008
<i>Clarias gariepinus</i>	76.877.91	15.71-16.2	5.02-5.06	5.02-5.06	Ersoy et al, 2009
<i>Ictalurus punctatus</i>	75	18.1	nr	5.69	Li et al, 2009
					Martino et al,
<i>Pseuplatystoma corruscan</i>	83.8	12.5	2.6	1.1	2009
<i>Pseuplatystoma fasciatum</i>	74.9-77.5	21.3-22.1	1.0-1.1	0.4-1.9	Perea et al, 2008
<i>Pangasius hypophthalmus</i>	80.14-85.02	12.65-15.59	1.03-1.5	1.11-3.04	Orban et al, 2008
	78.88+/-	19.00+/-			Chaijan, et al,
<i>Pangasianodon gigas</i>	0.17	0.03	1.47+/-0.12	0.54+/-0.14	2010
<i>Onchorhynchus kisutch</i>	69.8-75.9	17.8-20.4	1.0-1.2	4.1-8.1	
<i>Oreochromis sp</i>	72.3-76.9	18.4-20.8	1.1-1.5	2.2-4.5	
<i>Piaractus brachyponus</i>	74.8-79.3	16.7-19.3	1.0-1.2	1.6-6.3	Perea et al, 2008
<i>Onchorhynchus nykiss</i>	60.0-68.6	19.4-20.9	1.1-1.3	7.4-17	

nr- no reportado

Así como estos aditivos deben ser utilizados respetando ciertas regulaciones, ya que de no hacerlo podrían representar un riesgo de salud pública, las condiciones e instalaciones deben respetar ciertas normas, tanto en la etapa de cultivo como en la fase posterior a la cosecha por el riesgo de que se desarrollen microorganismos patógenos. Dentro de estos, *Salmonella spp* ha sido aislada de bagres (Andrews *et al.*, 1977; Hannah y McCaskey, 1995) y en particular el bagre de canal *Ictalurus punctatus* ha sido identificado al menos una vez en el pasado como el responsable de una pandemia de *Salmonella* en humanos (CDC, 1991).

Las fuentes potenciales de contaminación por *Salmonella* en los cultivos de bagres, entre ellos el *Pangasius*, se deben principalmente a la baja calidad del agua, escurrimientos de la propia granja o granjas aledañas, y contaminación fecal de animales silvestres así como la que proviene de los animales de la granja (Ward, 1989; González Rodríguez *et al.*, 2002). Igualmente, contribuyen un procesamiento en condiciones sanitarias de baja calidad (D'Aoust *et al.*, 1992), una calidad deficiente en la cadena de distribución, así como las prácticas deficientes durante su manejo y preparación (Zhao *et al.*, 2003).

También se ha señalado que las altas densidades de siembra y altas temperaturas del agua podrían ser responsables de un incremento en la incidencia de *Salmonella* en los bagres cultivados en granjas (Wyatt *et al.*, 1979). La *Salmonella* no solo ha sido aislada del bagre producido en Estados Unidos, sino también de los pescados importados y sus productos (D'Aoust *et al.*, 1992; Heinitz *et al.*, 2000; Zhao *et al.*, 2003). Sin embargo, diversos estudios realizados en Estados Unidos demostraron que la incidencia (1.5-4.5%) de contaminación con *Salmonella spp* en filetes de bagre de canal (producido y procesado en Estados Unidos) y vendido en tiendas de autoservicio era baja

(Andrews et al., 1977; Hannah and McCaskey, 1995; Heinitz et al., 2000). También se observaron niveles bajos de incidencia de contaminación en otros productos de peces y mariscos en los Estados Unidos, 1.3% en 768 muestras (Heinitz et al., 2000). Aunque desde hace algunos años una amplia distribución de cepas de *Salmonella spp* resistentes a los antibióticos, derivada del comercio internacional de productos de pescado contaminados con *Salmonella spp*, son motivo de preocupación de las autoridades sanitarias (FDA y USDA) de los Estados Unidos. (D'Aoust et al., 1992; Zhao et al., 2003; Ponce et al., 2008). En relación con lo anterior, en fecha reciente Lee et al. (2010) encontraron que 26.9% de las bacterias aisladas de *P. hypophthalmus* cultivados en jaulas en Sungai Manir, Malasia eran resistentes a 18 antibióticos y resistentes a Hg²⁺ and Cr⁶⁺. Esta resistencia múltiple indica la continua exposición de los peces a antibióticos y metales pesados.

En contraste, la incidencia de *Salmonella spp* en los productos importados de peces y mariscos fue mayor, 7.2% en 11,312 muestras. Entre el total de productos examinados los pescados crudos tenían la mayor incidencia de *Salmonella spp*, siendo los productos que provienen de Vietnam los que mostraron la mayor incidencia de *Salmonella spp* entre todos los productos examinados (Heinitz et al., 2000).

Finalmente, se han sido sugerido diversos métodos para mejorar la vida de anaquel y extender la calidad de los productos procesados mediante congelación. Varios de estos métodos muestran un gran potencial para mejorar las características del producto durante el almacenamiento y el procesado, tales como el uso de atmósferas modificadas en el empaque del filete a congelar (Nosedá, 2012), El escaldado con microondas (Binsi, 2013), y estudios de ecología microbiana con el objetivo de identificar puntos de control críticos en

el proceso HACCP para mejorar el sistema (Thi, 2013).

ENFERMEDADES Y PARÁSITOS.

Los organismos patógenos son componentes naturales de todos los ecosistemas. La asociación patógeno-hospedero ha resultado en un equilibrio coevolutivo, en el cual se desarrolla la capacidad infecciosa del patógeno y en contraparte la adaptación del sistema inmune del hospedero. Generalmente existe una gran especificidad parásito-hospedero. Sin embargo, al ser introducidos a nuevas áreas, los parásitos pueden dispersarse hacia un nuevo hospedero, en cuyo caso, al no haber una coevolución, las poblaciones nativas resultan afectadas, constituyendo una amenaza a la biodiversidad (Hickling, 2011; Sures, 2011). Dentro de las consecuencias directas e indirectas por introducción de parásitos y enfermedades se encuentran: infecciones en otras especies, pérdidas económicas en la producción, impactos en recursos pesqueros, medio ambiente y/o salud humana, costos de control y vigilancia. Por lo tanto, un aspecto fundamental a evaluar en la introducción de especies exóticas en una nueva región es el riesgo de dispersión de sus patógenos y enfermedades (MAF, 2008).

Se ha reportado que entre las diferentes especies de peces de Vietnam, los alevines de *P. hypophthalmus* son especialmente afectados por parásitos (Te, 1998), por lo cual la intensificación en los cultivos generalmente es acompañada por un incremento en la incidencia de problemas causados por estos organismos (Khoi, 2011). Debido a lo anterior el riesgo de transferencia de estos patógenos hacia las poblaciones silvestres no puede ser excluido (Singh y Lakra, 2012)

El surgimiento de enfermedades ha sido considerado como uno de los principales factores que restringen la acuicultura de *Pangasius* (Khoi, 2011;

Faruk *et al.*, 2012; Singh y Lakra, 2012) ocasionado costos de hasta un 5% por prevención (Sarter *et al.*, 2007) o, en su defecto, pérdidas económicas de 3.6-14% por ciclo de producción (Faruk *et al.*, 2004; Faruk, 2008). Además, el uso de antibióticos puede ocasionar el surgimiento de variedades de patógenos resistentes, así como bioacumulación y contaminación ambiental (Coutteau *et al.*, 2010).

En las metodologías de Análisis de Riesgo de la CCA, CONABIO Y FISK se toma en cuenta el potencial de las especies para introducir parásitos y patógenos, en especial aquellos de importancia económica, ecológica y/o sanitaria, por lo cual es necesario considerar el aspecto sanitario de las especies de *Pangasius* que pudieran llegar a ser introducidas y sus impactos potenciales en México.

En la literatura se reportan diversos patógenos y parásitos de distintos grupos taxonómicos asociados a especies de los géneros *Pangasius* y *Pangasianodon* (Tabla 4), los cuales se describen a continuación, destacando aquellos patógenos de riesgo para el hombre y otras especies.

Tabla 4. Patógenos, parásitos y organismos asociados a ejemplares de los géneros *Pangasius* y *Pangasianodon*.

Patógeno	Hospedero	Lugar	Referencia
Bacteria			
<i>Aeromonas caviae</i>	<i>Pangasius</i> sp.	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
	<i>P. hypophthalmus</i>	Andhra Pradesh, India	Halls y Johns, 2013
	<i>P. hypophthalmus</i> (piel, hígado y riñón)		Kumar y Ramulu, 2013
<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>P. hypophthalmus</i>		Supriyadi <i>et al.</i> , 1998
	<i>Pangasius</i> sp.	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
	<i>P. hypophthalmus</i> (bazo, hígado y riñón)	Mekong, Vietnam	Ly <i>et al.</i> , 2009
	<i>P. hypophthalmus</i>		Halls y Johns, 2013
	<i>P. hypophthalmus</i> (piel, hígado y riñón)	Andhra Pradesh, India	Kumar y Ramulu, 2013
<i>Aeromonas punctata</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (larvas)	Java Occidental, Indonesia	Supriyadi <i>et al.</i> , 1998
<i>Aeromonas sobria</i>	<i>Pangasius</i> sp.	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
	<i>P. hypophthalmus</i>		Halls y Johns, 2013
	<i>P. hypophthalmus</i> (piel, hígado y riñón)	Andhra Pradesh, India	Kumar y Ramulu, 2013
<i>Alcaligenes</i> sp.	<i>P. hypophthalmus</i> (óvulos, larvas)	Java Occidental, Indonesia	Supriyadi <i>et al.</i> , 1998
<i>Chryseomonas luteola</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Clostridium</i> sp.	<i>P. hypophthalmus</i> (bazo, hígado, riñón)	Mekong, Vietnam	Ly <i>et al.</i> , 2009
<i>Edwardsiella ictaluri</i>	<i>P. hypophthalmus</i>	Mekong Delta, Vietnam	Crumlish <i>et al.</i> , 2002
	<i>P. hypophthalmus</i> (órganos internos)	Sumatra, Indonesia	Yuasa <i>et al.</i> , 2003
	<i>P. hypophthalmus</i>	Mekong, Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008a
	<i>Pangasius</i> sp.	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
	<i>Pangasius</i> sp.	Mekong, Vietnam	Vu y Campet, 2009
	<i>P. hypophthalmus</i> (bazo, hígado, riñón)	Mekong Delta, Vietnam	Ly <i>et al.</i> , 2009
	<i>P. hypophthalmus</i> (riñón)	Mekong Delta, Vietnam	Bartie <i>et al.</i> , 2012

	<i>P. hypophthalmus</i> (riñón)	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2012
	<i>P. hypophthalmus</i>		Halls y Johns, 2013
<i>Edwardsiella tarda</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong Delta, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Enterobacter agglomerans</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong Delta, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong Delta, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Enterobacter gergoviae</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong Delta, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Escherichia coli</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong Delta, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
	<i>P. sutchi</i> (hígado, riñón, intestino)	Sungai Mair, Malasia	Lee <i>et al.</i> , 2010
<i>Escherichia hermannii</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong Delta, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Flavobacterium columnare</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel y branquias)	Vietnam	Tien <i>et al.</i> , 2012
<i>Micrococcus sp.</i>	<i>P. sutchi</i>	Bangladesh	Mirdha <i>et al.</i> , 2000
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (larvas)	Java Occidental, Indonesia	Supriyadi <i>et al.</i> , 1998
<i>Pragia fontium</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Proteus sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (larvas)	Java Occidental, Indonesia	Supriyadi <i>et al.</i> , 1998
<i>Proteus vulgaris</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Pseudomonas cepacia</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Pseudomonas dermoalba</i>	<i>Pangasius sp.</i>	Mekong, Vietnam	Vu y Campet, 2009
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Pseudomonas pseudomallei</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Salmonella spp.</i>	<i>P. sutchi</i>	Sungai Mair, Malasia	Lee <i>et al.</i> , 2010
<i>Serratia plymuthica</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Vibrio sp.</i>	<i>P. sutchi</i>	Sungai Mair, Malasia	Lee <i>et al.</i> , 2010
<i>Vibrio metschnikovii</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007

<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Xanthomonas maltophilia</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Xenorhabdus luminescens</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
<i>Xenorhabdus nematophilus</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino, branquias)	Mekong, Vietnam	Sarter <i>et al.</i> , 2007
Fungi			
<i>Kabatana arthuri</i>	<i>P. sutchi</i> (músculos del tronco)	Tailandia	Lom <i>et al.</i> , 1990
	<i>P. sutchi</i> (músculos del tronco)	Tailandia	Lom <i>et al.</i> , 1999
	<i>P. sutchi</i> (músculos del tronco)	Tailandia	Dyková y Lom, 2000
Chromista			
<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>P. hypophthalmus</i>		Nurhajati <i>et al.</i> , 2012
Protozoa			
Ciliophora			
<i>Acineta sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Apiosoma sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Balantidium sp.</i>	<i>P. bocourti</i> (intestino)	Vietnam	Dung y Ngoc, 1998
	<i>Pangasius sp.</i> (intestino)	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
<i>Balantidium polyvacuolum</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Balantidium spinibarbichty</i>	<i>P. pangasius</i> (intestino)	Mekong, Vietnam	Te, 1998
<i>Chilodonella sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Epistylis sp.</i>	<i>Pangasius sp.</i>	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
	<i>Pangasius sp.</i>	Mekong, Vietnam	Vu y Campet, 2009
	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Epistylis kronweri</i>	<i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. micronemus</i> (externo, sésil)	Vietnam	Arthur y Te, 2006

<i>Ichthyonyctus sp.</i>	<i>Pangasius sp.</i> (intestino)	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
<i>Ichthyonyctus pangasia</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	<i>P. bocourti</i> y <i>P. hypophthalmus</i> (branquias, piel y aletas)	Vietnam	Dung y Ngoc, 1998
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
	<i>P. gigas</i>	Tailandia	Purivirojkul, 2012
<i>Nyctotherus bueri</i>	<i>P. pangasius</i> (intestino)	Río Mekong, Vietnam	Te, 1998
<i>Trichodina sp.</i>	<i>P. bocourti</i> y <i>P. hypophthalmus</i> (branquias, piel y aletas; alevines)	Vietnam	Dung y Ngoc, 1998
	<i>P. hypophthalmus</i> (piel, branquias)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	India	Singh y Lakra, 2012
<i>Trichodina nigra</i>	<i>P. pangasius</i> (piel, escamas)	Río Mekong, Vietnam	Te, 1998
<i>Trichodina pangasi</i>	<i>P. pangasius</i> (branquias)	West Bengal, India	Mitra <i>et al.</i> , 2013
<i>Tripartiella sp.</i>	<i>P. pangasius</i> (branquias)	West Bengal, India	Mitra <i>et al.</i> , 2013
<i>Tripartiella bulbosa</i>	<i>P. pangasius</i> (alevines)	Río Mekong, Vietnam	Te, 1998
<i>Vorticella sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Zoothamnium sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
Euglenozoa			
<i>Cryptobia sp.</i>	<i>P. sutchi</i>	Luzon, Philippines (acuario)	Arthur y Lumanlan-Mayo, 1997
<i>Cryptobia branchialis</i>	<i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. micronemus</i> (branquias)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
Sarcomastigophora			
<i>Hexamita sp.</i>	<i>P. sutchi</i>	Sureste de Asia	Lom <i>et al.</i> , 1990
<i>Protoopalina sp.</i>	<i>P. bocourti</i> (intestino)	Vietnam	Arthur y Te, 2006

<i>Spironucleus sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Hungría (acuario)	Baska <i>et al.</i> , 2009
<i>Trypanosoma sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i>	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b
Mixozoa			
<i>Ceratomyxa spp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (vesícula biliar y vejiga urinaria)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
<i>Hennegoides berlandi</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Río Terengganu, Malasia	Molnár <i>et al.</i> , 2006
<i>Hennegoides malayensis</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Río Terengganu, Malasia	Molnár <i>et al.</i> , 2006
<i>Hennegoides pangasii</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Río Terengganu, Malasia	Molnár <i>et al.</i> , 2006
<i>Henneguya shariffi</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Río Terengganu, Malasia	Molnár <i>et al.</i> , 2006
<i>Henneguya sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Hoferellus pulvinatus</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (riñón)	Hungría (acuario)	Baska <i>et al.</i> , 2009
<i>Myxobolus baskai</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Río Terengganu, Malasia	Molnár <i>et al.</i> , 2006
<i>Myxobolus hakyi</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Hungría (acuario)	Baska <i>et al.</i> , 2009
<i>Myxobolus pangasii</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (bazo)	Río Terengganu, Malasia	Molnár <i>et al.</i> , 2006
<i>Myxobolus sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (piel, branquias y opérculo)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Sphaerospora ojiroveci</i>	<i>P. sutchi</i> (riñón)	Republica Checa (acuario)	Dyková y Lom, 1997
<i>Zschokkella parasiluri</i>	<i>P. bocourti</i> (vesícula biliar)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
Platyhelminthes			
Monogenea			
<i>Bifurcohaptor indicus</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Bangladesh	Das <i>et al.</i> , 2006
<i>Gyrodactylus sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias, piel y aletas)	Vietnam	Dung y Ngoc, 1998
	<i>P. hypophthalmus</i> (piel)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Pangasitrema camillae</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2004
<i>Thaparocleidus sp.</i>	<i>Pangasius sp.</i> (piel y branquias)	Vietnam	Dung <i>et al.</i> , 2008b

<i>Thaparocleidus alatus</i>	<i>P. nasutus</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2003
<i>Thaparocleidus bahari</i>	<i>P. kinabatanganensis</i>	Sabah, Malasia	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. kinabatanganensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2001a
<i>Thaparocleidus brevicochleus</i>	<i>P. humeralis</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2001b
	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
<i>Thaparocleidus caecus</i>	<i>P. sutchi</i> (branquias; importado de Tailandia)	Malasia	Lim, 1990
	<i>P. hypophthalmus</i>	Asia sureste	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. djambal</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam e Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. nasutus</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2003
	<i>P. mahakamensis</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2005b
	<i>P. mahakamensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
	<i>P. hypophthalmus</i> híbrido?? (branquias)	Polonia	Więcaszek <i>et al.</i> , 2009
	<i>P. hypophthalmus</i>	India (exótico)	Tripathi, 2013
<i>Thaparocleidus caestus</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2004
<i>Thaparocleidus campylopterocirrus</i>	<i>P. hypophthalmus</i>	China	Lim <i>et al.</i> , 2001
<i>Thaparocleidus chandpuri</i>	<i>P. pangasius</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2001a
	<i>P. pangasius</i>	Bangladesh	Lim <i>et al.</i> , 2001
<i>Thaparocleidus citreum</i>	<i>P. nasutus</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2003
<i>Thaparocleidus combesii</i>	<i>P. bocourti</i> (branquias)	Vietnam	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. djambal</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
<i>Thaparocleidus crassipenis</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2004
<i>Thaparocleidus culter</i>	<i>P. kunyil</i> (branquias)	Asia Sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2002b

<i>Thaparocleidus culteroides</i>	<i>P. sabahensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2002b
<i>Thaparocleidus durandi</i>	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
<i>Thaparocleidus euzeti</i>	<i>P. djambal</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
<i>Thaparocleidus furcus</i>	<i>P. polyuranodon</i> y <i>P. elongatus</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
<i>Thaparocleidus gustiano</i>	<i>P. humeralis</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2001b
<i>Thaparocleidus humerus</i>	<i>P. kunyit</i> (branquias)	Asia Sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2002b
<i>Thaparocleidus infundibulus</i>	<i>P. polyuranodon</i> y <i>P. elongatus</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
<i>Thaparocleidus kapuaensis</i>	<i>P. humeralis</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
<i>Thaparocleidus komarudini</i>	<i>P. bocourti</i> (branquias)	Vietnam	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. djambal</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
<i>Thaparocleidus lebrunae</i>	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
<i>Thaparocleidus legendrei</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2004
<i>Thaparocleidus levangi</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2004
<i>Thaparocleidus mahakamensis</i>	<i>P. nieuwenhuisii</i>	Kalimantan este	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. nieuwenhuisii</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2001a
<i>Thaparocleidus megagripus</i>	<i>P. nasutus</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2003
<i>Thaparocleidus mehorus</i>	<i>P. sabahensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2002b
<i>Thaparocleidus ocrea</i>	<i>P. nasutus</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2003
<i>Thaparocleidus pangasi</i>	<i>P. pangasius</i>	India	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. pangasius</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2001a
	<i>P. pangasius</i>	Meerut, India	Rastogi <i>et al.</i> , 2008
<i>Thaparocleidus phuongi</i>	<i>P. krempfi</i> , <i>P. kunyit</i> , <i>P. mekongensis</i> y <i>P. sabahensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2002b
<i>Thaparocleidus portentosus</i>	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006

<i>Thaparocleidus redebensis</i>	<i>P. rheophilus</i>	Kalimantan este	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. rheophilus</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2001a
<i>Thaparocleidus rukyanii</i>	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
<i>Thaparocleidus sabanensis</i>	<i>P. kinabatanganensis</i>	Sabah, Malasia	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. kinabatanganensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2001a
<i>Thaparocleidus sadilii</i>	<i>P. djambal</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
<i>Thaparocleidus serpens</i>	<i>P. nasutus</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2003
<i>Thaparocleidus siamensis</i>	<i>P. sutchi</i> (branquias; importado de Tailandia)	Malasia	Lim, 1990
	<i>P. hypophthalmus</i>	Malasia	Lim <i>et al.</i> , 2001
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam e Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Bangladesh	Das <i>et al.</i> , 2006
	<i>P. hypophthalmus</i>	India	Tripathi, 2013
<i>Thaparocleidus sinespinae</i>	<i>P. humeralis</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
<i>Thaparocleidus slembroucki</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2004
<i>Thaparocleidus sudartoi</i>	<i>P. polyuranodon</i> y <i>P. elongatus</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
<i>Thaparocleidus summagracilis</i>	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
<i>Thaparocleidus tacitus</i>	<i>P. micronema</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2006
<i>Thaparocleidus teugelsi</i>	<i>P. mahakamensis</i> (branquias)	Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2005b
<i>Thaparocleidus turbinatio</i>	<i>P. polyuranodon</i> y <i>P. elongatus</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
<i>Thaparocleidus vietnamensis</i>	<i>P. bocourti</i> (branquias)	Vietnam	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam e Indonesia	Pariselle <i>et al.</i> , 2002a
	<i>P. elongatus</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2005a
	<i>P. mekongensis</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2002b
<i>Thaparocleidus virgula</i>	<i>P. polyuranodon</i> (branquias)	Asia sureste	Pariselle <i>et al.</i> , 2004

Trematoda

<i>Bucephalus gracilescens</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestinos)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Centrocestus formosanus</i>	<i>P. hypophthalmus</i>	Mekong Delta, Vietnam	Thien <i>et al.</i> , 2007
	<i>P. hypophthalmus</i> (músculo, aletas, cabeza)	Mekong Delta, Vietnam	Thuy <i>et al.</i> , 2010
<i>Clonorchis sinensis</i>	<i>Pangasius sp.</i> (hígado)		Halls y Johns, 2013
<i>Dactylogyrus sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. bocourti</i> (branquias, piel y aletas)	Vietnam	Dung y Ngoc, 1998
	<i>Pangasius sp.</i>	Mekong, Vietnam	Vu y Campet, 2009
	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Exorchis oviformis</i>	<i>P. hypophthalmus</i>	An Giang, Vietnam	Thu <i>et al.</i> , 2007
<i>Haplorchis sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (músculo, aletas, cabeza)	Mekong, Vietnam	Thuy <i>et al.</i> , 2010
<i>Haplorchis pumilio</i>	<i>P. hypophthalmus</i>	Mekong Delta, Vietnam	Thien <i>et al.</i> , 2007
	<i>P. hypophthalmus</i>	An Giang, Vietnam	Thu <i>et al.</i> , 2007
	<i>P. hypophthalmus</i>	Vietnam	Thien <i>et al.</i> , 2009
	<i>P. hypophthalmus</i> (músculo, aletas, cabeza)	Mekong, Vietnam	Thuy <i>et al.</i> , 2010
<i>Haplorchis taichui</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (músculo, aletas, cabeza)	Mekong, Vietnam	Thuy <i>et al.</i> , 2010
<i>Procerovum sp.</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (músculo, aletas, cabeza)	Mekong, Vietnam	Thuy <i>et al.</i> , 2010
<i>Proisorhynchoides gracilescens</i>	<i>P. bocourti</i> , <i>P. conchophilus</i> , <i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. micronemus</i> (intestino)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
<i>Protocladorchis chinabutae</i>	<i>P. nasutus</i> (intestino)	Tailandia	Jones, 1987
<i>Protocladorchis pangasii</i>	<i>P. pangasius</i> (intestino)	Malasia	Jones y Seng, 1986
Cestoda			
<i>Lytocestus parvulus</i>	<i>P. conchophilus</i> y <i>P. hypophthalmus</i> (intestino)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
<i>Pangasiocestus romani</i>	<i>P. linaurdii</i>	Lago Tonlé Sap,	Scholz y Chambrier,

		Camboya	2012
<i>Proteocephalus sp</i>	<i>P. pangasius</i> (intestino)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
<i>Proteocephalus parasiluri</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestinos)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Pseudocaryophyllaeus tenuicollis</i>	<i>P. hypophthalmus?</i> , <i>P. conchophilus?</i>		Ash <i>et al.</i> , 2011
Nematoda			
<i>Cucullanellus minutus</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestinos)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008
<i>Cucullanus cyprini</i>	<i>P. bocourti</i> (intestino)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
<i>Hysterothylacium fluviatile</i>	<i>P. pangasius</i> (cavidad corporal)	Vietnam (norte)	Moravec y Sey, 1998
<i>Philometra sp</i>	<i>P. pangasius</i> (intestinos)	Río Mekong, Vietnam	Te, 1998
	<i>P. larnaudii</i> , <i>P. bocourti</i>	Río Mekong, Vietnam	Te, 1998
	<i>P. bocourti</i> , <i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. larnaudii</i> (órganos internos y sitios subcutáneos)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
<i>Procamallanus aarnai</i>	<i>P. pangasius</i> (cavidad corporal)	Andhra Pradesh, India	Lakshmi, 2010
<i>Spectatus sp</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (intestino)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008)
	<i>P. bocourti</i> , <i>P. conchophilus</i> , <i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. larnaudii</i> (intestino)	Vietnam	Arthur y Te, 2006
Acanthocephala			
<i>Mekrarhynckus prashadi</i>	<i>P. pangasius</i> (intestinos)	India	Datta, 1940
Arthropoda			
<i>Lamproglena chinensis</i>	<i>P. hypophthalmus</i> (branquias)	Vietnam	Hằng <i>et al.</i> , 2008

Virus

El desarrollo de la acuicultura a nivel mundial ha permitido nuevas oportunidades para la transmisión de virus acuáticos, por lo cual la aparición y persistencia de las enfermedades virales persiste como un factor limitante para la producción acuícola y la sustentabilidad de la biodiversidad (Crane y Hyatt, 2011). En la actualidad son escasos los reportes publicados sobre enfermedades virales graves que afecten alguna especie de *Pangasius*. De hecho, MAF (2008) reporta el riesgo de que los filetes de *Pangasius spp.* contengan iridovirus es mínimo, especificando que no se ha reportado alguno que afecte a la familia *Pangasidae*, a pesar de que existen otros que afectan diversas especies de siluriformes como EHNV (*Epizootic Haematopoietic Necrosis Virus*), ECV (*European Catfish Virus*) y ESV (*European Sheatfish Virus*).

En una estudio experimental se determinó que *P. hypophthalmus* no es susceptible al *Koi Herpesvirus* (KHV) aún cohabitando con ejemplares de carpa común infectados (Yuasa, 2004 citado en Yuasa y Sano, 2009). El KHV infecta a la carpa común (*Cyprinus carpio*), así como sus subespecies e híbridos, y ha causado grandes mortalidades en diversos países (Lio-Po, 2011).

Durante el invierno de 2007, se registró una alta mortalidad en un cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) dentro de una granja europea. La mortalidad fue asociada a un brote de betanodavirus. Considerando que los casos de brotes por betanodavirus son escasos en ambientes de dulceacuícolas, se sugiere que el virus fue transferido horizontalmente desde ejemplares de *Pangasius* o *Tilapia* los cuales fueron importados de Indonesia. En este país los policultivos son comunes, en ocasiones combinando especies dulceacuícolas y salobres, en cuyo caso el virus habría sido transferido hacia los ejemplares

transportados hacia Europa (Bigarré *et al.*, 2009).

Ly *et al.* (2009) reportan el único caso sobre la presencia de virus en ejemplares de *Pangasius*. En el estudio sobre la patogénesis de la enfermedad hemorrágica en *P. hypophthalmus*, se encontraron viriones en el bazo, los cuales resultaron similares en tamaño y forma al "*Channel Catfish Reovirus*" (CRV) por lo cual fueron nombrados "*Reovirus-like virus of Tra Catfish*". Sin embargo no se observó ningún efecto citopático, siendo más bien bacterias las causantes de los síntomas observados en los ejemplares enfermos.

Bacterias

Diversas especies de bacterias se han reportado en ejemplares de *Pangasius*, algunas de las cuales son causantes de las enfermedades de mayor mortalidad e importancia económica.

Necrosis Bacilar del Pangasius

La Necrosis Bacilar del Pangasius (*Bacillary Necrosis of Pangasius*, BNP) es una infección causada por *Edwardsiella ictaluri*. BNP fue reportada por primera vez en Vietnam (Ferguson *et al.*, 2001), posteriormente, Crumlish *et al.* (2002) determinaron como el agente etiológico a *E. ictaluri*. Se han reportado altas mortalidades (30-90%), afectando principalmente alevines y juveniles, aunque se puede presentar en cualquier etapa del ciclo de vida. BNP muestra pocos signos externos al inicio de la infección, volviéndose más aparentes inmediatamente antes de morir. Algunos de estos signos son: nado lento en la superficie del agua, coloración pálida en piel y branquias, puntos blancos en hígado, riñón y bazo, hinchazón abdominal y hemorragia en la piel (Fig. 9). La enfermedad

puede ocurrir durante todo el año, aunque hay un incremento durante la temporada de lluvias (junio-agosto), cuando las temperaturas caen por debajo de los 28°C. Diversos factores pueden contribuir al desarrollo y dispersión de esta enfermedad como lo son: las altas densidades de cultivo, la mezcla de diversas especies y las condiciones climáticas adversas. En cultivos del delta del Mekong vietnamita resulta difícil evitar la incidencia de esta enfermedad (Dung *et al.*, 2008b; Vu y Campet, 2009; Khoi, 2011). También se han reportado mortalidades masivas debido BNP en cultivos de *P. hypophthalmus* en Sumatra e Indonesia (Yuasa *et al.*, 2003).

Septicemia Entérica del Bagre

En Norteamérica la enfermedad conocida como Septicemia Entérica del Bagre (*Enteric Septicaemia of Catfish*, ESC), que afecta principalmente al bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) también es ocasionada por *E. ictaluri*. ESC ha provocado pérdidas millonarias en el sector económico debido a la ocurrencia de altas mortalidades en los cultivos de bagre. Desde que se determinó a *E. ictaluri* como el agente etiológico de ESC en Norteamérica, la bacteria se ha aislada en otras especies, especialmente peces del orden siluriforme (Hawke *et al.*, 1981; Sakai *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2010). Así como se presentan diferentes cuadros clínicos de acuerdo a las cepas de *E. ictaluri* que provocan BNP y ESC, en Vietnam y USA respectivamente (Dung *et al.*, 2012), se ha mostrado que estas son genéticamente distintas (Bartie *et al.*, 2012). Debido a esto, con la importación de ejemplares de *Pangasius* infectados, no se puede descartar el riesgo de introducción de cepas de distinta virulencia, y la afectación de especie nativas no adaptadas. Esto aunado al hecho de que distintas cepas de *E. ictaluri* han adquirido resistencia al tratamiento con diversos antibióticos, debido a su utilización continua e inadecuada, lo cual provoca el riesgo de dispersión de las

variantes resistentes en el ambiente y la transferencia de tales características hacia otras bacterias (Dung *et al.*, 2008a; Halls y Johns, 2013). A este respecto, Singh y Lakra (2012) consideran la posibilidad de consumo de filetes provenientes de ejemplares infectados, debido a que la infección no produce síntomas clínicos aparentes lo cual constituye un serio problema sanitario.

Como tratamientos contra estas enfermedades, la inmunización por inmersión y vacunación oral con cepas virulentas de *E. ictaluri* ha resultado en una protección significativa en *P. hypophthalmus* (Thinh *et al.*, 2009) e *I. punctatus* (Panangala *et al.*, 2009). Así mismo, diversas cepas de *Bacillus* resultaron ser antagónicas para *E. ictaluri* al ser administradas como probióticos alimenticios, reduciendo así la incidencia de ESC y BNP en *I. punctatus* y *P. hypophthalmus* respectivamente (Ran *et al.*, 2012).

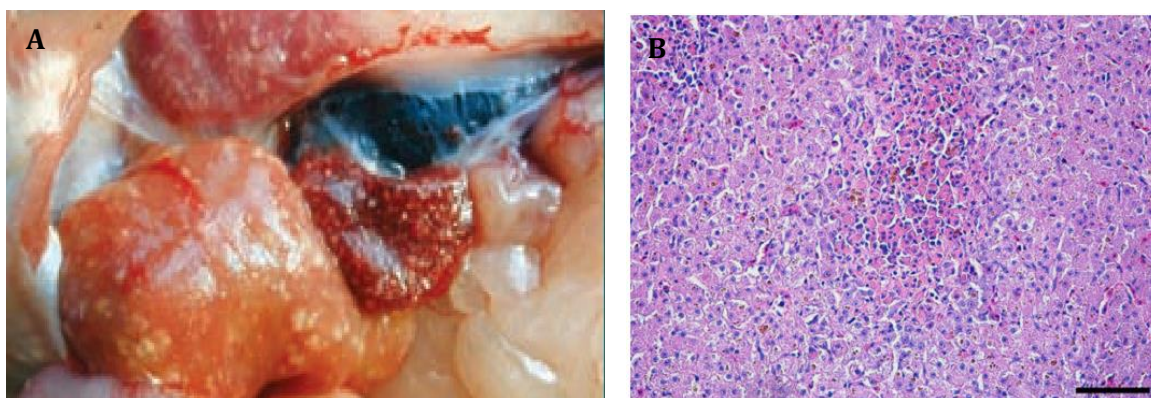


Figura 9. *P. hypophthalmus* infectado con *E. ictaluri*. A) Síntomas clínicos de BNP: puntos blancos en riñón, bazo e hígado (Tomado de Dung *et al.*, 2008) B) Hígado de un alevín mostrando la necrosis característica de bnp (escala=50 μ m; Tomado de Dung *et al.*, 2012).

Septicemia por *Aeromonas* Móviles

Distintas especies dentro del género *Aeromonas*: *A. hydrophila*, *A. sobria* y *A. caviae* provocan distintas enfermedades, entre ellas la Septicemia por

Aeromonas Móviles (*Motile Aeromonad Septicaemia*, MAS) y la denominada "Red Spot Disease". Estas especies son encontradas comúnmente en piel, hígado y riñón. Algunos de los síntomas asociados a estas enfermedades son la presencia de hemorragias en la cabeza, boca y base de las aletas; hinchazón y enrojecimiento abdominal; un fluido ascítico de coloración rosada a amarillenta; y en ocasiones acumulación de gas en intestino (Fig. 10). La infección ocurre generalmente en el cambio de la estación seca a lluviosa, especialmente en periodos de estrés por manipulación y transporte, siendo más afectadas las etapas juveniles. Se han reportado mortalidades de hasta 30%. Las altas temperaturas, niveles de amoníaco y nitritos elevados, alteraciones en el pH y bajos niveles de oxígeno son factores asociados a la enfermedad, por lo cual es recomendable reducir las densidades de cultivo y mantener altos estándares de sanidad (Dung *et al.*, 2008b; Vu y Campet, 2009; Kumar y Ramulu, 2013).



Figura 10. *P. hypophthalmus* mostrando un cuadro de septicemia hemorrágica (Fuente: Krishna *et al.*, 2011)

Estas tres especies de *Aeromonas* son de importancia clínica, ya que se encuentran relacionadas con infecciones gastrointestinales en humanos, además de afectar otras especies de peces (principalmente *A. hydrophila*) y otros vertebrados, moluscos y artrópodos. También han sido encontradas en alimentos (Joseph y Carnahan, 1994; Janda y Abbott, 1998; Janda y Abbott, 2010). A pesar de que en México *A. hydrophila* ha sido aislada en peces de cultivo destinados al ornato (Negrete Redondo *et al.*, 2004) e incluso en ejemplares destinados al consumo humano (Castro-Escarpulli *et al.*, 2003), no se puede descartar el riesgo de introducción de diferentes subespecies o cepas con resistencia adquirida.

Tanto BNP como MAS han sido asociadas a malas condiciones ambientales, altas densidades y baja calidad en la semilla cultivada (Halls y Johns, 2013). La incidencia de ambas enfermedades puede ser reducida en *P. hypophthalmus* mediante la administración profiláctica de extractos vegetales con propiedades antibacterianas en la dieta, lo cual produce además, un incremento en el crecimiento y la tasa de conversión alimenticia (Coutteau *et al.*, 2010).

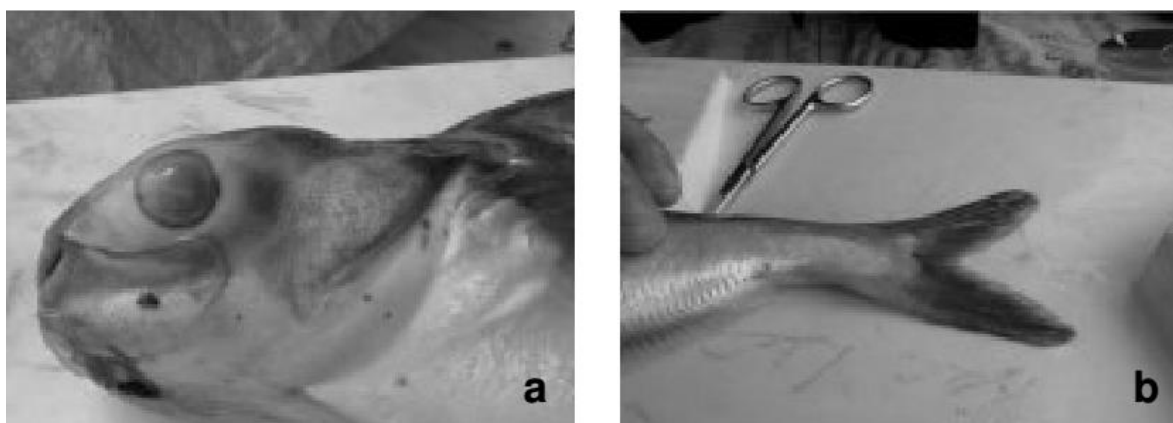


Figura 11. Síntomas visibles de un ejemplar infectado con *A. hydrophila*. a) Hemorragia alrededor de los ojos y exoftalmia. b) Aletas y pedúnculo caudal hemorrágicos. (Tomado de Ly *et al.*, 2009).

Enfermedad de la cola blanca

La enfermedad de la cola blanca (*White tail*) es provocada por *Pseudomonas dermoalba*. Esta enfermedad puede causar mortalidades masivas, afectando principalmente a los juveniles. En los peces infectados se observan los siguientes síntomas: una mancha blanca extendiéndose desde la cola hacia la cabeza y las aletas dorsal y anal, resultando en el emblanquecimiento de la parte posterior del pez, necrosis y pérdida de la cola. Las condiciones favorables para la enfermedad incluyen: manipulación inadecuada durante la cosecha o transporte, cultivo en aguas contaminadas y altas temperaturas (Vu y Campet, 2009).

Columnaris

Recientemente se reportó la presencia de *Flavobacterium columnaris*, el agente etiológico de la Columnaris, en ejemplares de *P. hypophthalmus*. Los brotes se reportaron en granjas de Vietnam, alcanzando mortalidades cercanas al 100% en alevines. Los ejemplares presentaron los siguientes: síntomas corrosión de la aleta caudal, manchas necróticas en branquias y aumento en la producción de mucus (Tien *et al.*, 2012) (Fig. 12). La Columnaris es una enfermedad de importancia económica, afectando una gran variedad de peces incluyendo especies de interés para la acuicultura, acuarismo y de vida libre (Starliper y Schill, 2011).

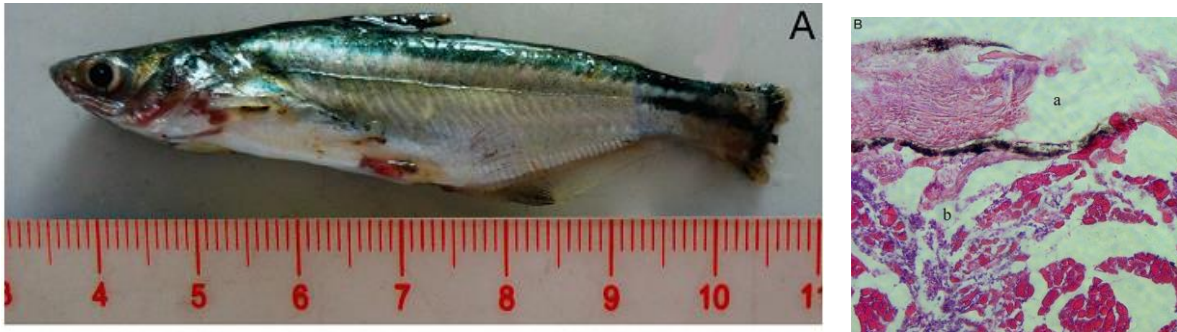


Figura 12. Ejemplar infectado con *F. columnaris*. A) Síntomas aparentes (escala en cm). B) Pérdida de una capa de piel (a); área de necrosis celular en músculo (b). (Tomado de Tien *et al.*, 2012)

Otras enfermedades bacterianas

Otras especies de bacterias de menor importancia han sido reportadas para ejemplares de *Pangasius*. En Malasia, Lee *et al.* (2010) reportaron la presencia de una infección secundaria por *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Vibrio spp.* en *P. hypophthalmus* previamente infectados con *Aeromonas spp.* y *Edwardsiella spp.* En otro reporte, *Clostridium sp.* fue aislada en peces con signos clínicos de hemorragia, desarrollo de nódulos en hígado, riñón y bazo, y experimentalmente provocó el 100% de mortalidad en *P. hypophthalmus* (Ly *et al.*, 2009).

Sarter *et al.* (2007) aislaron las bacterias *Chryseomonas luteola*, *Escherichia coli*, *E. hermanii*, *Edwardsiella tarda*, *Enterobacter sp.*, *E. cloacae*, *E. agglomerans*, *E. gergoviae*, *Pragia fontium*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluotescens*, *P. cepacia*, *P. pseudomallei*, *Serratia plymuthica*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. metschnikovii*, *Xanthomonas maltophilia*, *Xenorhabdus nematophilus* y *X. luminescens*, a partir de intestinos y branquias de *P. hypophthalmus* cultivados en Vietnam. Muchas de estas especies demostraron resistencia a diversos antibióticos. Los autores suponen que la presencia de *Vibrio* es debida a contaminación en el alimento de los peces. Por otro lado, *C.*

luteola ha sido identificada como patógeno oportunista humano en casos raros, afectando pacientes con trastornos de salud (Chihab *et al.*, 2004; Casalta *et al.*, 2005), al igual que *E. tarda* la cual puede provocar gastroenteritis, e incluso llegar a ser letal (Janda y Abbott, 1993; Leung *et al.*, 2012). Algunas especies del género *Enterobacter* también han sido descritas como patógenas en humanos. Otras especies potencialmente patógenas para el hombre son: *X. maltophilia* (Looney *et al.*, 2009; Abbot *et al.*, 2011); *V. parahaemolyticus* (Baker-Austin *et al.*, 2010; Rosec *et al.*, 2012) y *E. hermanni* (Dahl *et al.*, 2002; Kaewpoowat *et al.*, 2013).

De la misma manera, en Bangladesh Mirdha *et al.* (2002) encontraron bacterias de los géneros *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* y *Coryneformes* en muestras mucus y riñón de *P. hypophthalmus*.

En un estudio para determinar la fuente de infección de *Aeromonas hydrophila* en *P. hypophthalmus*, Supriyadi *et al.* (1998) reportaron la presencia de *Alcaligenes sp.* en huevos no fertilizados y larvas de 1 día. Así mismo, *Proteus sp.* fue encontrada en larvas alimentadas de un día y larvas no alimentadas de 7 días; *Plesiomonas shigelloides* fue identificada en larvas alimentadas de 2 y 4 días y larvas no alimentadas de 2 días. *Aeromonas punctata* fue aislada de larvas de 2 días. Se determinó que el origen de *A. hydrophila* era externo, al encontrarse en larvas de 2 días. Los autores reportan la ausencia de bacterias en esperma.

Microsporidios

Los microsporidios son parásitos intracelulares obligados que ocasionalmente se infiltran en músculo y vísceras. Debido a su baja incidencia (4.5%) no son considerados parásitos importantes en *Pangasius*, sin embargo su presencia puede reducir la calidad de los filetes (Dung *et al.*, 2008b; Khoi, 2011). Dentro de este grupo, un nuevo género y especie, *Kabatana arthuri*, es reportado en ejemplares de *P. hypophthalmus* en Tailandia. *K. arthuri* produce cambios en la musculatura lateral, reemplazando dicho tejido con agregados de esporas y estadios pre-esporogónicos, provocando lesiones en la epidermis en forma de parches blancos (Fig 13). De particular interés es el hecho de que los macrófagos de *P. hypophthalmus* cargados de esporas pueden acumularse en la epidermis y romperse, liberando esporas viables en el agua, dispersando así los microsporidios en el ambiente (Lom *et al.*, 1990; Lom *et al.*, 1999; Dyková y Lom, 2000).

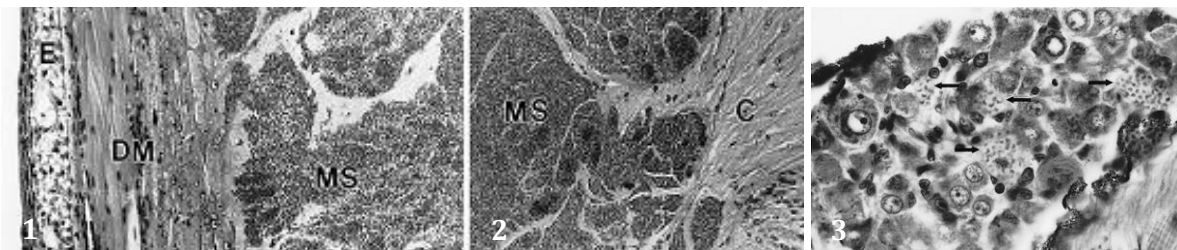


Figura 13. Tejidos de *P. hypophthalmus* infectado con *K. arthuri*. 1) Sección transversal de la pared corporal (la piel esta hacia la izquierda). 2) Músculo lateral reemplazado con esporas a través de todo el corte hasta la vértebra. 3) Macrófagos con esporas (flechas) entre células nerviosas. E= epidermis; DM= Músculo dorsal; MS=esporas; C=tejido conectivo que rodea el cuerpo vertebral. (Tomado de Dyková y Lom, 2000).

Chromistas

La Saprolegniasis es una infección provocada por *Saprolegnia parasitica*. Recientemente se ha documentado su presencia en *P. hypophthalmus* (Nurhajati *et al.*, 2012), y se ha reportando la capacidad de *Lactobacillus plantarum* para inhibir la infección. El género *Saprolegnia* pertenece a la División Oomycota, *Saprolegnia* fue bastante tiempo considerado un hongo, pero hace poco por un consenso se creó un nuevo reino, separándolo así del Reino Fungi e insertándolo en el nuevo reino, el Reino Chromista, el cual está mucho más cerca de las algas que de los hongos

S. parasitica es endémica de todos los hábitat dulceacuícolas del mundo, en donde afecta a las poblaciones naturales de salmónidos y otras especies, ocasionando pérdidas económicas en diversos sectores de la acuicultura (Tiffney, 1939; Van West, 2006; Van Den Berg *et al.*, 2013).

Protozoarios

Diversas especies de protozoarios son comunes en peces de agua dulce, y algunos de ellos se encuentran parasitando a ejemplares del género *Pangasius*. Vu y Campet (2009), reportaron 21% de ejemplares infectados por ciliados en An Giang, Vietnam, encontrados principalmente en piel y branquias. El principal síntoma asociado a la enfermedad es que los peces sacuden la cabeza sobre la superficie del agua por lo ha sido llamada "*Head Shaking Disease*". Las mortalidades asociadas a esta enfermedad se presentan principalmente en las etapas larvales y en peces mayores se registran solo problemas secundarios.

Los ciliados de los géneros *Trichodina* y *Epistylis* pueden llegar a causar altas mortalidades, principalmente cuando las condiciones climáticas son inestables, como cuando se presentan periodos de lluvias seguidos por periodos de sol. Ambos ciliados son encontrados comúnmente en cultivos con altas densidades y baja calidad de agua. Entre los síntomas principales se encuentran dificultades respiratorias acompañadas de anorexia, una coloración oscura con branquias pálidas y como consecuencia nado en la superficie del agua. También se ha registrado que en casos serios se produce erosión de las aletas. El sulfato de cobre o formalina han probado ser efectivos para su control (Dung *et al.*, 2008b; Singh y Lakra, 2012).

Otro ciliado, *Ichthyophthirius multifiliis*, es el responsable de la enfermedad conocida como *White Spot* o *Ich*, reportada principalmente en alevines, los cuales comúnmente se observan nadando con lentitud. Las mortalidades pueden llegar a ser altas dentro de los primeros 5-7 días cuando la temperatura del agua alcanza los 25-28°C. Los síntomas clínicos son puntos blancos menores a 1 mm en piel y branquias. Este ectoparásito es difícil de tratar y las lesiones que produce pueden provocar infecciones microbianas secundarias. Se reportan prevalencias de hasta 73.3%, y altas mortalidades en *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*. (Dung y Ngoc, 1998; Te, 1998; Dung *et al.*, 2008b; Hằng *et al.*, 2008; Purivirojkul, 2012).

En el Río Mekong, Vietnam se han reportado otros ciliados. *Balantidium spinibarbichty* y *Nyctotherus baueri* se encontraron en intestinos de *P. pangasius*, además de *Trichodina nigra* en piel, escamas (45.5% de prevalencia) y en branquias (62%). *Tripartiella bulbosa* infecta alevines de *P. bocourti* (63.6% de prevalencia) causando mortalidades masivas en un periodo de 24-48 horas (Te, 1998). El mismo autor informa sobre el uso de verde de malaquita y sulfato

de cobre como tratamiento profiláctico y terapéutico para infecciones por *Trichodina* y *Tripartiella*, así como tratamiento con verde de malaquita en un pH entre 7.5-8.5 para infecciones por *I. multifiliis*. *Tripartiella* también es encontrada en la India asociada a ejemplares de *P. pangasius* (Mitra *et al.*, 2013). *Trichodina pangasi* y *T. silondiata* afectan las branquias de los peces son nuevas especies descritas recientemente para *P. pangasius* en la India (Fig. 14, Mitra *et al.*, 2013). Otras especies de *Balantidium* e *Ichthyonyctus* también han sido reportados en intestinos de peces adultos aunque se desconoce su patogénesis (Dung *et al.*, 2008b; Hằng *et al.*, 2008; Purivirojkul, 2012)

Los ciliados de los géneros *Acineta*, *Apiosoma*, *Chilodonella*, *Vorticella*, *Zoothamnium*, así como *Balantidium polycacuolum* e *Ichthyonyctus pangasia*, han sido reportados en la piel, branquias e intestinos de ejemplares de *P. hypophthalmus* en Vietnam (Hằng *et al.*, 2008).

También se han reportado flagelados asociados a *Pangasius*, como *Trypanosoma* el cual es frecuentemente encontrarlo en cultivos de *P. hypophthalmus*. Estos parásitos de la sangre no produce algún cambio patológico aparente en peces, por lo cual su patogenicidad es cuestionable (Dung *et al.*, 2008b). *Spironucleus sp.* ha sido reportado en alevines de *P. hypophthalmus* importados desde Tailandia, para su venta como peces de acuario en Hungría (Baska *et al.*, 2009), mientras que *Hexamita sp.* ha sido encontrado en *P. hypophthalmus*, al Sureste de Asia (Lom *et al.*, 1990)

Arthur y Te (2006) reportan los siguientes protozoarios en Vietnam: *Epistylis kronwerci* como parásito externo sésil y *Cryptobia branchialis* en branquias de *P. hypophthalmus* y *P. micronemus*, así como *Protoopalina sp.* en intestino de *P. bocourti*.

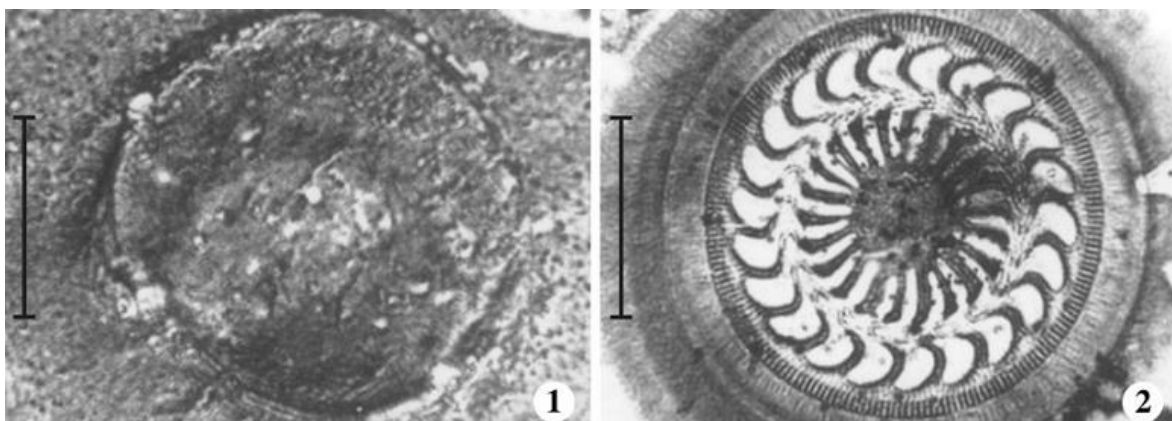


Figura 14. *Trichodina silondiatia* sp. nov. descrita para *P. pangasius* en la India. 1) Espiral ciliar adoral 2) Microfotografía de los discos adhesivos (impregnados con nitrato de plata). (Tomado de Mitra *et al.*, 2013).

Mixosporidios

Los mixosporidios son parásitos internos y externos, que normalmente afectan branquias, piel, aletas, músculo, cartílago, cerebro, médula espinal, intestinos, hígado, vesícula biliar, riñones y otros órganos internos. Diversas especies de mixosporidios han sido comúnmente encontrados en *Pangasius*, y de estas principalmente las especies de los géneros *Myxobolus* y *Henneguya*. Los ejemplares de *Pangasius* infectados con estos parásitos suelen presentar nódulos de color blanco a amarillento de unos 2-3 mm, los cuales contienen quistes portadores de esporas visibles en órganos internos o externos, que provocan infecciones notables en riñones y branquias. Estos parásitos producen daños directos a la salud de los ejemplares, afectando el crecimiento y reduciendo el valor comercial de los peces. Se han reportado prevalencias de hasta 14%. Las infecciones pueden extenderse y no hay tratamiento efectivo, aunque pueden prevenirse encalando y secando los estanques previamente al cultivo para remover los oligoquetos que actúan como hospederos intermedios (Dung *et al.*, 2008b; Hăng *et al.*, 2008; Baska *et al.*, 2009; Vu y Campet, 2009).

Baska *et al.* (2009) describieron dos nuevas especies de mixosporidios: *Hoferellus pulvinatus* y *Myxobolus hakyi* que parasitaban a los alevines de *P. hypophthalmus* en Hungría, que fueron importados desde Tailandia para su venta como peces de acuario. Aunque no se registraron mortalidades, se observaron cambios visibles en la piel (Fig. 15), mismos que afectan su venta provocando así dificultades para su comercio en los criaderos. Como principal síntoma se observa la presencia de puntos blancos, por la cual es posible confundir estas infecciones con la enfermedad provocada por el ciliado *I. multifiliis*. Los autores consideran que la presencia de *P. hypophthalmus* no representa un riesgo a las poblaciones de peces nativos, sin embargo algunos mixosporidios causan síntomas severos y pueden ser considerados potencialmente riesgosos.

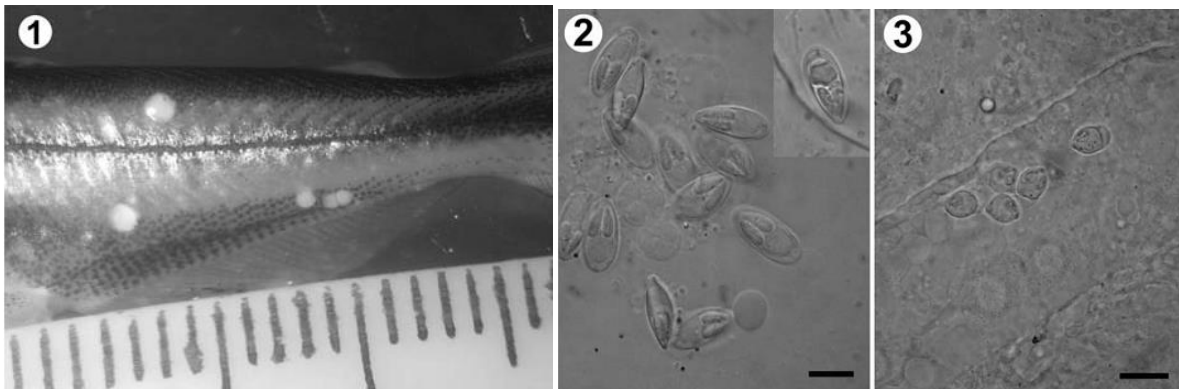


Figura 15 Infección por mixosporidios en un ejemplares de acuario de *P. hypophthalmus*. 1) Infección cutánea por *Myxobolus hakyi* sp. n. y 2) Esporas de un quiste. 3) Esporas de *H. pulvinatus* sp. n. en un túbulo renal (barras=10µm). (Tomado de Baska *et al.*, 2009)

Otras seis nuevas especies de mixosporidios fueron descritas en Malasia para *P. hypophthalmus*: *Hennegoides berlandi*, *H. malayensis*, *H. pangasii*, *Henneguya shariffi*, *Myxobolus baskai*; las cuales fueron encontradas en branquias y *M. pangasii* localizada en bazo (Fig. 16; Molnár *et al.*, 2006). Los parásitos no afectan a ejemplares juveniles, ni se reportan síntomas apreciables. *H. pangasii* produce la dilatación de la arteria aferente de los filamentos

branquiales y las lamelas respiratorias resultan atrofiadas por la encapsulación de plasmodios. *M. baskai* provoca el bloqueo de lamelas branquiales debido al crecimiento del plasmodio y porque los grandes quistes comprimen las lamelas adyacentes. En bazo, *M. pangasii* provoca la dilatación de los capilares y un incremento del número de glóbulos rojos sanguíneos en la capa serosa entre el bazo y los plasmodios. Se reporta que las seis especies pueden infectar a un ejemplar al mismo tiempo, debido a su localización específica en los órganos afectados (epitelio, vasos sanguíneos, cartílago).

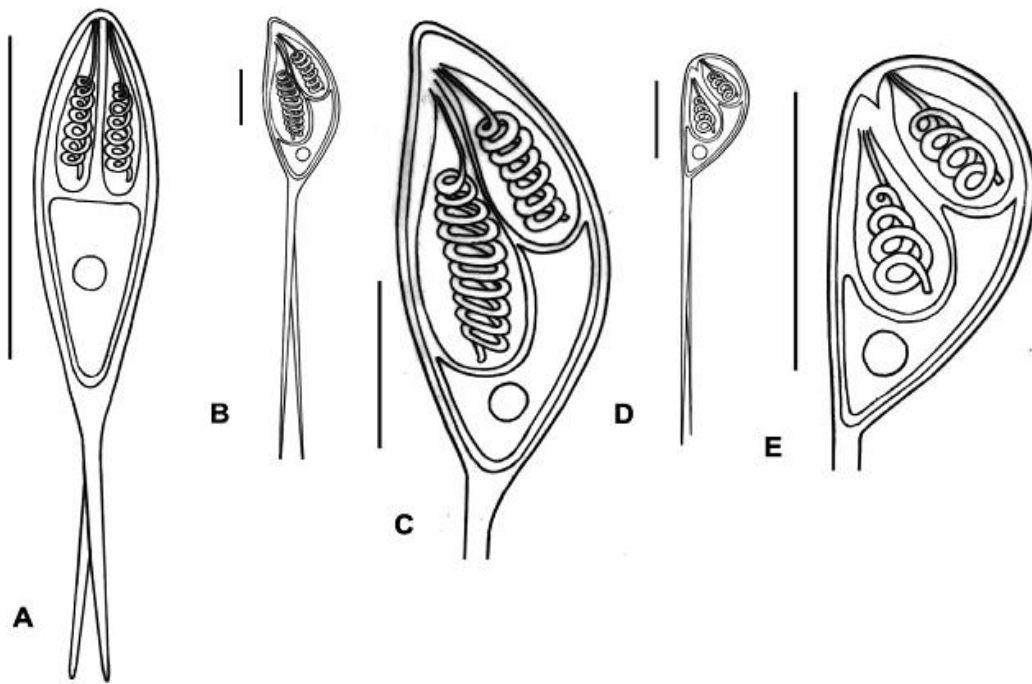


Figura 16. Mixosporidios encontrados en *P. hypophthalmus*. A) *Henneguya shariffi* sp. n. B) *Hennegoides pangasii* sp. n. (espora). C) *H. pangasii* sp. n. (espora). D) *Hennegoides malayensis* sp. n. (espora). E) *H. malayensis* sp. n. (espora) (Tomado de Molnár *et al.*, 2006).

Sphaerospora ojiroveci es descrita por Dyková y Lom (1997) en corpúsculos y túbulos renales de *P. hypophthalmus*. Los ejemplares fueron importados del sureste de Asia hacia la República Checa en donde fueron adquiridos en tiendas de acuarismo para su análisis.

Los mixosporidios *Ceratomyxa sp.* y *Zschokkella parasiluri* fueron aislados de la vesícula biliar y vejiga natatoria de *P. hypophthalmus* y *P. bocourti*, respectivamente (Arthur y Te, 2006).

Platelmintos

Entre los platelmintos de mayor importancia, los trematodos *Haplorchis sp.*, *H. pumilio*, *H. taichui*, *C. formosanus* y *Procerovum sp.* son reportados parasitando a *P. hypophthalmus* en el río Mekong, Vietnam. La prevalencia de metacercarias es mayor en la temporada de lluvias, encontrándose en músculo, en la base de las aletas, en aletas y cabeza. Se reportan prevalencias de *H. pumilio* entre 0.6-3.7% para peces cultivados en granjas de Vietnam (Thu *et al*, 2007; Thien *et al*, 2007, 2009). Algunos de los parásitos anteriores son considerados zoonóticos o potencialmente zoonóticos (Chai *et al*, 2005; WHO, 2011), lo cual puede llegar a representar un problema sanitario debido al consumo de pescado crudo (Thuy *et al*, 2010) ya que recientemente se ha determinado la presencia de algunos de estos parásitos en platillos preparados en restaurantes de Nam Dinh, Vietnam (Chi *et al*, 2009).

Diversos monogéneos parasitan la piel y las branquias. Algunas especies de *Thaparocleidus* parasitan estacionalmente a los individuos de *Pangasius* cultivados durante la temporada de lluvias o en periodos de bajas temperaturas. Entre los síntomas se encuentran: nado lento en la superficie del agua, desprendimiento de mucus en un intento por remover los parásitos y la presencia de branquias pálidas con hinchazón. Los ejemplares parasitados presentan apetito reducido, lo cual los hace a su vez vulnerables a infecciones bacterianas. El tratamiento con formalina ha probado ser efectivo (Dung *et al*,

2008b). La introducción de *T. caecus* (Fig. 17A) ha sido reportada en EUA, Polonia, Malasia y en la India a través de *P. hypophthalmus* y/o híbridos, así como la introducción de *T. siamensis* en la India (Fig. 17B) Lim, 1990; Więcaszek *et al.*, 2009; Tripathi, 2013). Więcaszek *et al.* (2009) consideran bajo el riesgo por la introducción de *T. caecus* en Polonia debido a su alta especificidad de hospederos. Otras especies de *Thaparocleidus* han sido reportadas para distintas especies de *Pangasius*: *T. bahari*, *T. campyloptercirrus*, *T. chandpuri*, *T. mahakamensis*, *T. pangasi*, *T. redebensis* y *T. sabanensis* (revisado en Lim *et al.*, 2001).

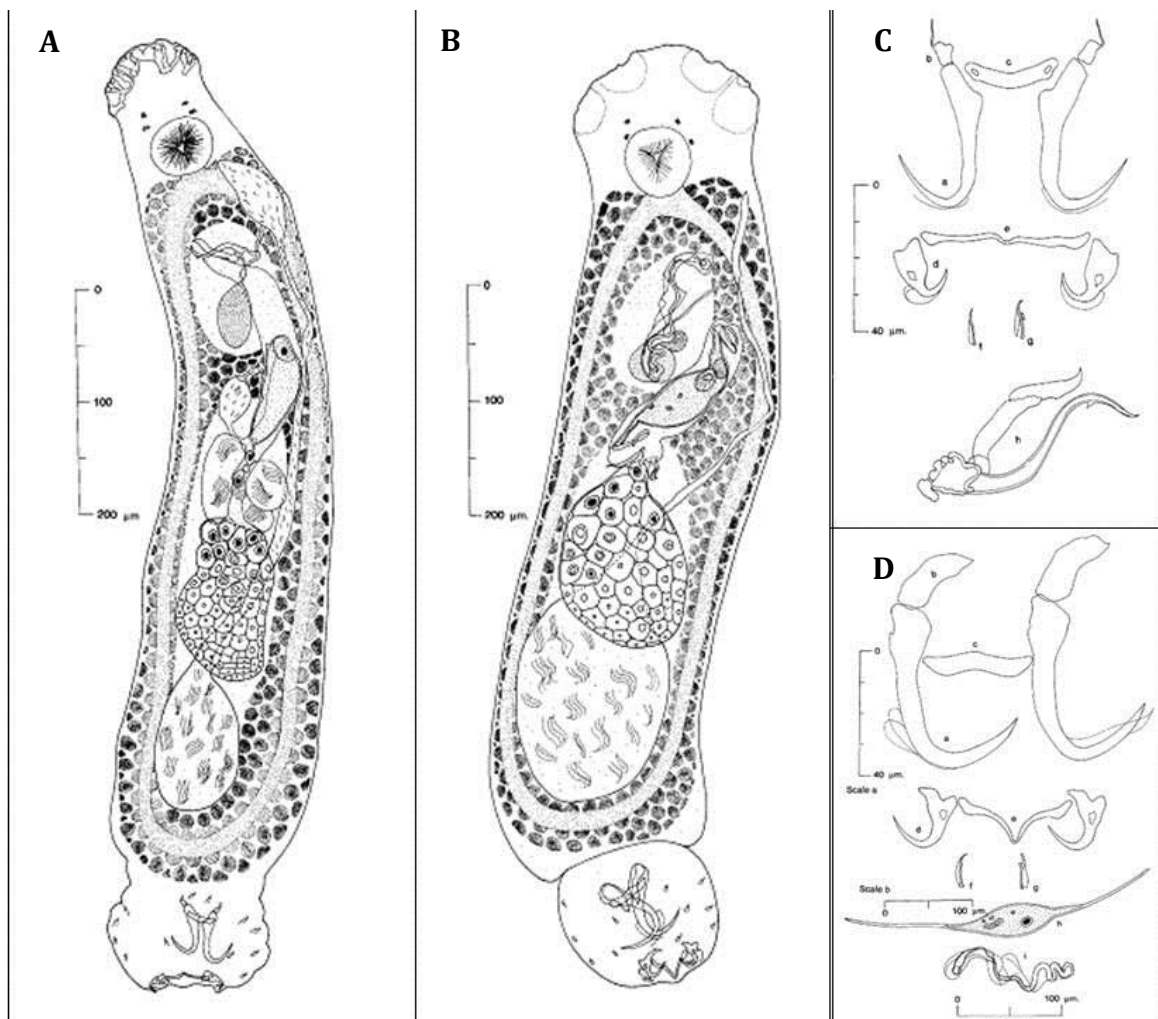


Figura 17. Ilustración de *Thaparocleidus caecus* (A) y *T. siamensis* (antes *Silurodiscoides*), así como sus partes duras, C y D respectivamente. (Tomado de Lim, 1990)

En diversos artículos Pariselle y colaboradores reportan la presencia de 45 especies de monogéneos del género *Thaparocleidus* parasitando branquias de varias especies de *Pangasius* en el Sureste de Asia (Tabla 4). De estas, 41 fueron descritas como nuevas especies. Así como una nueva especie y nuevo género (*Pangasitrema camillae*) para la misma familia de los taparocleididos en Indonesia, cuyo hospedero es *P. polyuranodon* (Pariselle *et al*, 2001a; Pariselle *et al*, 2001b; Pariselle *et al*, 2002a; Pariselle *et al*, 2002b; Pariselle *et al*, 2003; Pariselle *et al*, 2004; Pariselle *et al*, 2005a; Pariselle *et al*, 2005b; Pariselle *et al*, 2006). Se ha reportado el uso de dipterex y solución de formalina para eliminar algunos parásitos monogéneos (Te, 1998).

Entre otros parásitos de menor importancia, *Dactylogyrus sp.* se ha encontrado parasitando las branquias de *P. hypophthalmus* en cultivos de Vietnam y la India. Se reportan tasas de infección de 60 hasta 90% (Hằng *et al*, 2008; Singh y Lakra, 2012); con frecuencia se encuentra junto a la bacteria *E. ictaluri* (Vu y Campet, 2009).

Clonorchis sinensis puede infectar el hígado de los pangásidos durante la engorda, aunque esto se puede evitar mediante una preparación cuidadosa del estanque de cultivo. (Halls y Johns, 2013). Se ha registrado el parásito intestinal de *P. nasutus* *Protocladorchis chinabutae* en el Río Choapraya, Tailandia (Jones, 1987). *Silurodiscoides pangasi* ha sido reportado para *P. pangasius* en Meerut, India (Rastogi *et al*, 2008). Mientras que *Exorchis oviformis* se ha encontrado parasitando ejemplares de *P. hypophthalmus* cultivados en An Giang, Vietnam (Thu *et al*, 2007).

En el lago Tonlé Sap, Camboya se describió un nuevo género y especie de céstodo en *P. larnaudii*: *Pangasiocestus romani* (Fig 18, Scholz y de

Chambrier, 2012). Por otra parte, se han reportado como posibles hospederos del céstodo *Pseudocaryophyllaeus tenuicollis* a las especies *P. hypophthalmus* y *P. conchophilus* (Ash *et al*, 2011). *Gyrodactylus sp* ha sido reportado para *P. hypophthalmus*, así como el céstodo *Proteocephalus parasiluri* y el tremátodo *Bucephalosis gracilescens* que comunmente infecta el intestino de los peces (Hằng *et al*, 2008).

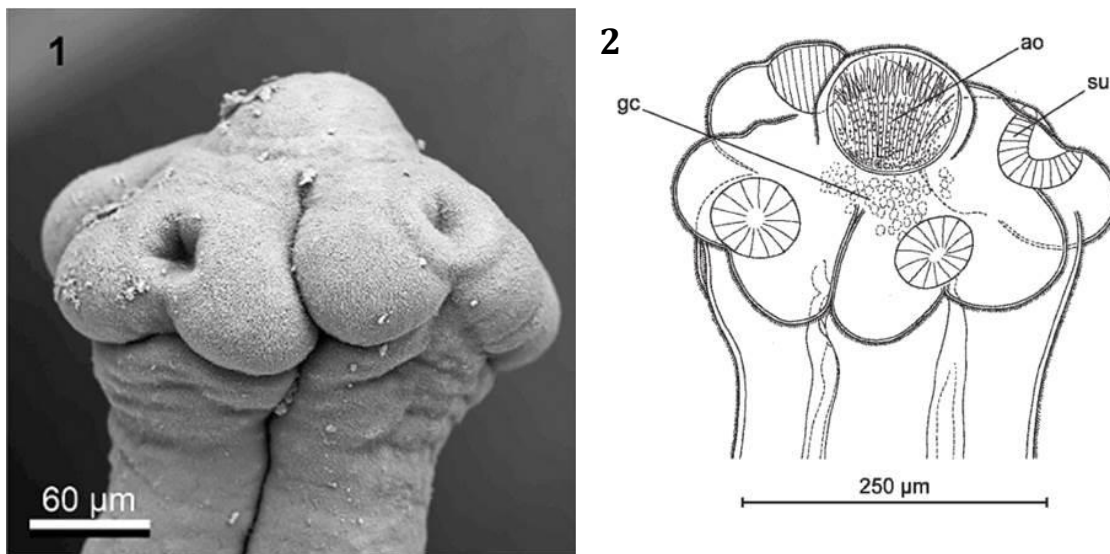


Figura 18. *Pangasiocestus romani* n. gen. n. sp. descrito en *Pangasius larnaudii*, en Camboya. 1) Escólex, vista dorsoventral. 2) Escólex, vista dorsal (esquema). ao=órgano apical, gc=células glandulares, su=ventosa. (Tomado de Scholz y de Chambrier, 2012).

En Vietnam se reporta el digeneo *Prosorhynchoides gracilescens* como parasito intestinal de las especies *P. bocourti*, *P. conchophilus*, *P. hypophthalmus* y *P. micronemus*, así como los cestodos intestinales *Proteocephalus sp.* en *P. pangasius* y *Lytocestus parvulus* en *P. conchophilus* y *P. hypophthalmus* (Arthur y Te, 2006)

El tremátodo *Protocladorchis pangasii*, ha sido encontrado en el intestino de *P. pangasius*, en Malasia (Jones y Seng, 1986), mientras que los monogéneos *Silurodiscoides siamensis* y *Bifurcohaptor indicus*, han sido encontrados en

branquias de *P. hypophthalmus* en Bangladesh (Das *et al.*, 2006)

Nemátodos

Se han encontrado diversas especies de nemátodos en órganos internos de *Pangasius*. En Vietnam se ha reportado *Philometra sp.* como parásito intestinal de *P. pangasius* (57.9% de prevalencia, intensidad de 345 parásitos/pez), así como en órganos internos y sitios subcutáneos de *P. hypophthalmus*, *P. larnaudii* y *P. bocourti*. Este parásito es responsable del bajo crecimiento en ejemplares afectados (Te, 1998; Arthur y Te, 2006).

También se ha reportado la incidencia del parásito intestinal *Cucullanellus minutus*, en cultivos vietnamitas de *P. hypophthalmus* (Hằng *et al.*, 2008), además de *Spectatus sp.* en *P. hypophthalmus*, *P. conchophilus*, *P. hypophthalmus* y *P. larnaudii* (Arthur y Te, 2006; Hằng *et al.*, 2008). *Cucullanus cyprini* se ha encontrado parasitando órganos intestinales de *P. bocourti* en Vietnam (Arthur y Te, 2006).

Dos nuevas especies de nemátodos han sido descritas para *P. pangasius*. En el Río Krishna (Andhra Pradesh, India) se describió *Procamallanus aarni* (Fig. 19), localizado en la cavidad corporal, aunque no se reportaron efectos adversos (Lakshmi, 2010). *Hysterothylacium fluviatile*, encontrado en la cavidad corporal de *P. pangasius*, fue descrita en Río Rojo, al norte de Vietnam (Moravec y Sey, 1988).

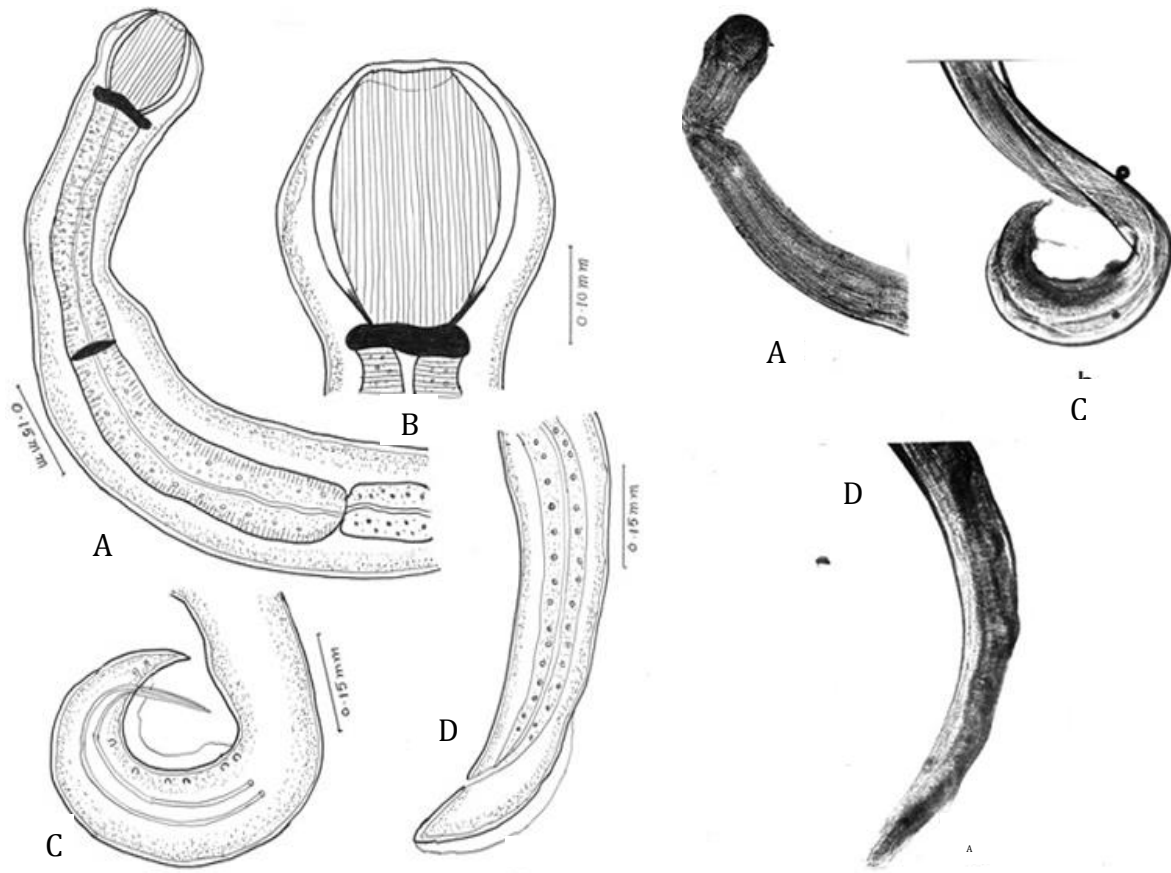


Figura 19. *Procamallanus aarni* n. sp. descrito en *P. pangasius*. A) Extremo anterior del macho .B) Cabeza del macho. C) Extremo posterior del macho. D) Extremo posterior de la hembra. (Tomado de Lakshmi, 2010).

Acantocéfalos

Se registró la especie *Mekrarhynckus prashadi*, descrita en un nuevo género, como parásito intestinal de *P. pangasius*. *M. prashadi* fue localizado en ejemplares obtenidos de un mercado local en Kolkata, India (Datta, 1940).

Artrópodos

En cultivos vietnamitas de *P. hypophthalmus* se ha reportado la

incidencia del copépodo *Lamproglana chinensis* en branquias durante la temporada de lluvias (Hằng *et al.*, 2008)

Otras enfermedades.

El Síndrome del filete rojo (*Red fillet syndrome*) afecta ejemplares adultos. Se caracteriza por la presencia de puntos rojos en los filetes, los cuales consisten en pequeñas hemorragias petequiales. Los peces afectados no son comerciables debido a que son considerados de baja calidad. Los puntos rojos pueden desaparecer si la ración de alimento es reducida o detenida al menos una semana y la calidad del agua es mejorada, lo cual sugiere que es un problema relacionado con el alimento o el medio. El agente etiológico no ha podido ser determinado a partir de muestras histológicas (Dung *et al.*, 2008b)

El Síndrome del filete Amarillo (*Yellow fillet syndrome*) también afecta la etapa adulta de *P. hypophthalmus* durante el periodo de inundaciones. A pesar de que ningún patógeno o parásito ha sido asociado, el síndrome es observado comúnmente en asociación con parásitos externos, y los peces afectados se vuelven más vulnerables a infecciones bacterianas. Los síntomas observados incluyen anemia, pérdida de peso, ascitis y una coloración amarillenta en los filetes. Al parecer la aparición de este síndrome está ligada a bajos niveles de oxígeno disuelto, por lo cual el uso de sistemas de aireación en cultivos con altas densidades durante la temporada de crecientes contribuye a reducir el problema (Dung *et al.*, 2008b).

Se ha reportado otra enfermedad con sintomatología similar a la anterior. La ictericia ("*Jaundice disease*"), la que también provoca el amarillamiento de la

carne en *P. hypophthalmus*, por lo cual posiblemente se trate del mismo problema. Aún no se ha confirmado el agente infeccioso. Como forma de prevención se sugieren mejores prácticas de cultivo y alimentación, así como el uso de antibióticos (aunque estos no se especifican) (Halls y Johns, 2013).

ESTADO DE LA ACUACULTURA EN MÉXICO

Unidades de Producción Acuícola de *Pangasius*

Ubicación.

Como prte del estudio se visitaron 6 Unidades de Producción Acuícola (UPA) que cultivaban *Pangasius*, cinco de ellas ubicadas en el Estado de Morelos y una en el Estado de Yucatán.

A continuación se resumen las ubicaciones de las UPA y su georreferencia tomada en la entrada de cada granja, posteriormente se muestran algunas fotografías tomadas dentro de las instalaciones (Tabla 5 y Figs. 20-28)

Tabla 5. Resumen de la ubicación y georeferencia de las upa visitadas durante el presente estudio

Granja	Ubicación	Coordenadas (Grados Minutos Segundos)	Coordenadas UTM (WGS84)	Altura (msnm)
Criadero de Peces y Plantas Acuáticas Enmanuel	Hunucmá, Yucatán	21° 01' 23.6" N 89° 52' 4.9" O	16Q 201882, 2327396	10
La Joya	Cocoyotla, Coatlán del Río, Morelos	18° 45' 29.6" N 99° 27' 19.5" O	14Q 451998 2074137	1037
Unidad de Integración Acuícola Rancho Inglés	Xoxocotla, Puente de Ixtla, Morelos	18° 38' 24.2" N 99° 14' 42.1" O	14Q 474156 2061019	967
La Buena Fortuna	Jojutla, Jojutla, Morelos	18° 38' 7" N 99° 10' 57.8" O	14Q 480727 2060482	907
El Texcal	Jojutla, Jojutla, Morelos	18° 38' 23.2" N 99° 10' 48" O	14Q 481015 2060980	908
Bettafish	Chinconcuac, Xochitepec, Morelos	18° 46' 14.5" N 99° 12' 6.1" O	14Q 478743 2075468	1148

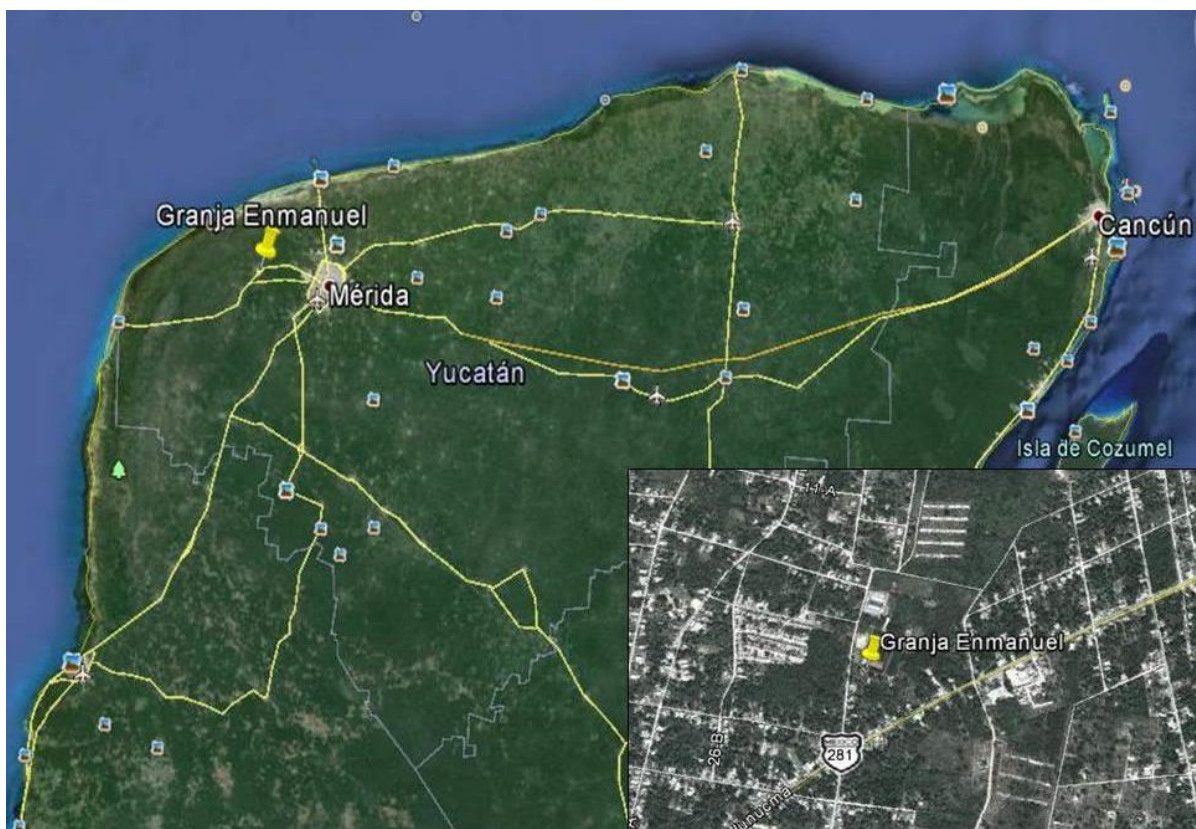


Figura 20. Ubicación de la UPA "Criadero de Peces y Plantas Acuáticas Enmanuel" en el Estado de Yucatán.



Figura 21. Instalaciones y ejemplares de la UPA "Criadero de Peces y Plantas Acuáticas Enmanuel" en el Estado de Yucatán. *Fotografías: Sergio Luna y Roberto Mendoza.*

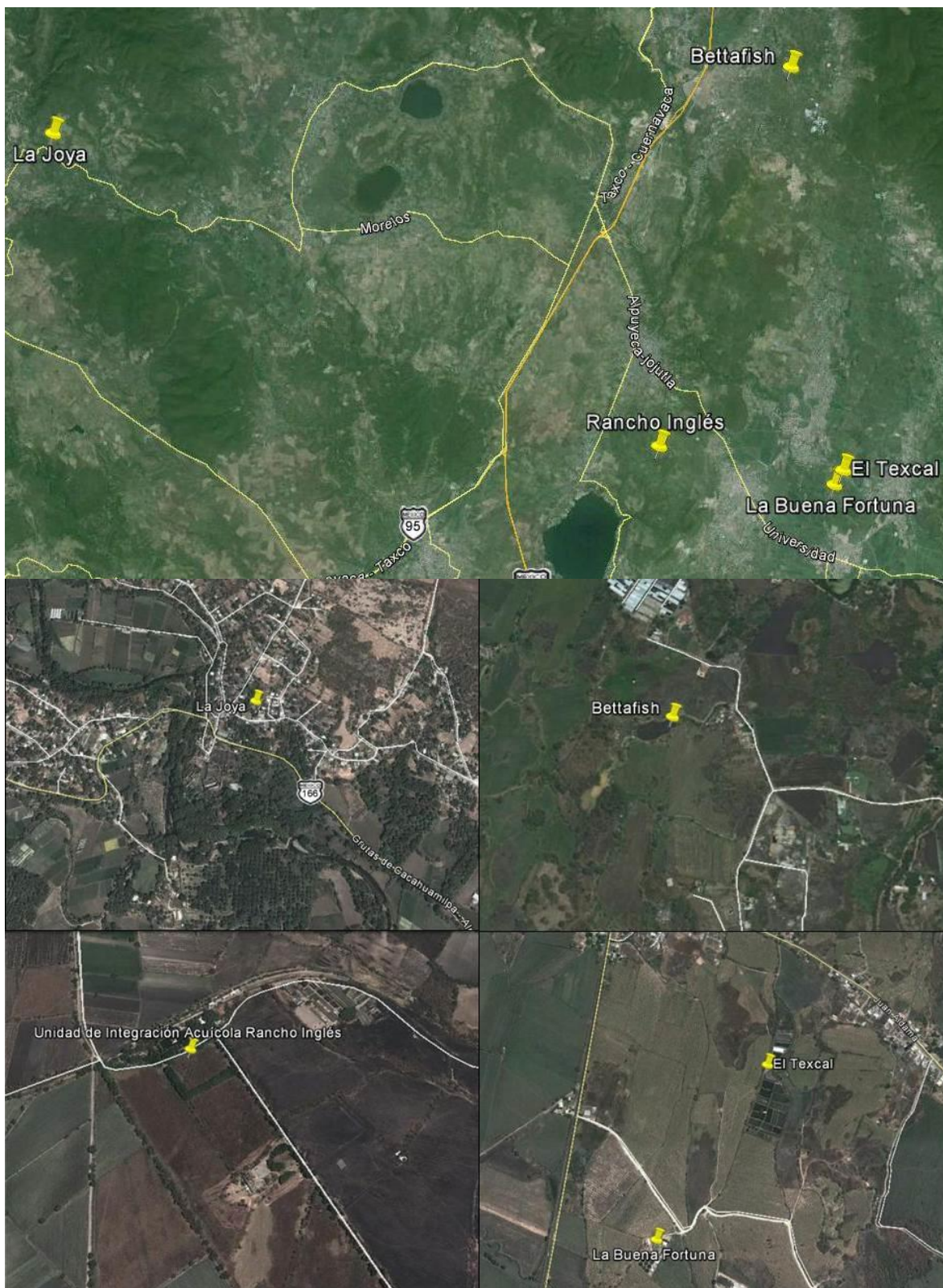


Figura 22. Ubicación de las UPA ubicadas en el Estado de Morelos.



Figura 23. Instalaciones de la UPA "La Joya" en el Estado de Morelos. *Fotografías Sergio Luna y Roberto Mendoza.*



Figura 24. Instalaciones y ejemplares de la UPA "U.I.A. Rancho Inglés" en el Estado de Morelos.
Fotografías: Sergio Luna y Roberto Mendoza.



Figura 25. Instalaciones y ejemplares de la UPA "La Buena Fortuna" en el Estado de Morelos.
Fotografías: Sergio Luna y Roberto Mendoza.



Figura 26. Instalaciones de la UPA "El Texcal" en Morelos. *Fotografía: Roberto Mendoza.*



Figura 27. Instalaciones de la UPA "Bettafish" en el Estado de Morelos. *Fotografías: Roberto Mendoza.*



Figura 28. Ejemplares cultivados en la UPA "Bettafish" en el Estado de Morelos. *Fotografías: Sergio Luna.*

Estado de las UPA

Para conocer el estado de las granjas se aplicó un cuestionario (Anexo) desarrollado en base a Manuales de Buenas Practicas y Estándares de Certificación Internacionales para el cultivo de estas especies. El cuestionario comprende varias secciones contemplando aspectos como: actividades principales de la granja, personal, origen de los animales, certificados sanitarios, medicamentos u hormonas utilizadas, densidades de cultivo, alimentación, precio de venta, medidas de bioseguridad, susceptibilidad de inundación, presencia de especies taxonómicamente cercanas a la especie en estudio, etc. Además se analizaron muestras de afluentes, estanques y efluentes del cultivo de *Pangasius*, determinando diversos parámetros físico-químicos del agua.

De acuerdo a los datos obtenidos, ninguna de las granjas tiene certeza de la especie que se esta cultivando. Tres de ellas producen exclusivamente *Pangasius* y solo cuatro UPA poseen certificado sanitario de los animales. Se reporta la presencia de especies exóticas con cercanía taxonómica en zonas aledañas a las granjas (plecos, bagre de canal). Solo una UPA cuenta con capacitación HACCP, pero no se mostraron evidencias de algún plan HACCP para la UPA. La densidad de siembra entre las distintas UPAs varió de 3.33 a 113 organismos/m². Las larvas por lo general se siembran con una talla de 5-7cm, y se cultivan en ciclos de 4 a 8 meses. La talla y peso final esparados después del ciclo varía entre 150 y 700g. Una UPA esperaba una cosecha de 0.8 - 1 t en el año, mientras que otra reportaba 2.5 ton durante este año (hasta la fecha del reporte).

Tres granjas poseen reproductores: machos 30-40 cm, 1.8 - 3.8 kg y hembras 50-70 cm, 2 - 4 kg. Esos reproductores tienen en promedio 3 años de edad. Se utiliza una proporción de 1:1 o 2:1 (machos: hembras) para la fertilización. Se utiliza Ovaprim para inducir el desove. Se reportan fecundidades

de 30,000 y 60,000 huevos/kg por hembra, con una tasa de eclosión de 50 a 90% y una tasa de supervivencia larval de 80-96%. Después del desove se utiliza sal o azul de metileno.

Solo dos UPAs manejan áreas de preengorda, en donde se lleva a cabo el crecimiento de las crías durante 3 meses en una de ellas. El área de engorda esta constituida por estanques de tierra sin recubrimiento o recubiertos con liners. La superficie de estos estanques varía de 113 - 500 m² y las profundidades oscilan entre los 0.6 a 1.5 m. El alimento utilizado es marca *Purina* (30% proteína), *Malta Cleyton* (35%) o *AcuaNu-3*, no se utiliza alimento vivo.

Se suele practicar la cuarentena para la introducción de ejemplares en 4 UPAs, aunque solo dos tienen un área asignada para este propósito. La preparación de los estanques se realiza por medio de lavado y adición de cal o sal. El vaciado sanitario dura de 1 a 7 días. Se fertiliza con superfosfatos o humus. En el estado de Morelos, se practican visitas periódicas para el monitoreo de patógenos (CESAEM). El material en el que son recibidos los animales usualmente se desecha aunque una granja lo reutiliza. Aquellos animales de comportamiento anormal o muertos son enterrados o desechado, en dos UPAs no se ha presentado el caso. En general no existen métodos para el control de entrada de patógenos.

Para el control de depredadores la mitad de las UPAs utilizan trampas físicas, cebos o mallas anti-aves. Se alimenta a voleo de 2 a 6 veces al día con una cantidad de 3% del peso, 8kg/ración o a saciedad. Se utilizan dietas comerciales.

El agua es obtenida de canales, ríos o manantiales en Morelos o de pozo en el caso de Yucatán. Los estanques se mantienen con flujo continuo o recambios de un 5-50% cada 1-3 días. No se cuentan con sistema de aireación.

Los sedimentos son colectados en 5 granjas, con distintas frecuencias (diario, cada ciclo). En ningún caso se cuenta con lagunas de oxidación.

En caso de eventos extremos solo una granja cuenta con procedimientos de emergencia. En caso de mortalidad masiva solo una granja procedería a cosechar. En la Tabla 6 se muestran los parámetros del agua medidos en cada UPA durante el estudio.

Tabla 6. Parámetros del agua medidos en cada UPA durante el estudio. Parámetros del efluente

	Unidades de Producción Acuícola						Recomendado*	
	Enmanuel	La Joya	Rancho Inglés	La Buena Fortuna	El Texcal	Bettafish	Inicial	Final
pH	8.33	9.15	7.9	7.47	8	8.3-8.7	6-9.5	6-9.0
Temperatura (°C)	32.5	28.1	28.5	26.7	29.7	29-29.1		
Turbidez (metros)	0.45	0.21	--	--	--	0.31-0.34		
Oxígeno disuelto (mg/ml)	3.1	--	--	3.19	4.15	5.14-5.95	>4	>5
Refracción (%)	0	0	0	0	0	0	<1	<1
Conductividad (mS/cm)	1.35	0.22	1.33	1.36	1.18	0.89-1.1		
Amonio (mg/L)	1.42	0.39	0.62	1.09	0.58	0.35-0.43	<5	<3
Cloro libre (mg/L)	0.07	0.02	0.03	0.09	0.07	0	<800	<550
Nitratos (mg/L)	0	0	0	12.1	>30	0		
Nitritos (mg/L)	0	0	0	3	0	0		
Fosfatos (mg/L)	>2.5	3.56	1.6	>10	>10	2.36-10	<0.5	<0.3

*Recomendado en base a estándares de certificación (Ver sección de Certificaciones)

Especies cultivadas

Para la identificación taxonómica de los ejemplares se tomaron en cuenta las revisiones sistemáticas desarrolladas por Roberts y Vidthayanon (1993) y Gustiano (2009) para la familia *Pangasiidae*, además se consideraron las características que son reportadas para los híbridos de estas especies.

De acuerdo a estas claves se determinó que la especie cultivada en todas las granjas visitadas es *Pangasianodon hypophthalmus* (Fig. 29). En la Tabla 7 y Figura 30, se muestran las características distintivas para esta especie.

Tabla 7. Características de la especie <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> de acuerdo a la revisiones sistemáticas de Roberts y Vidthayanon (1993) y Gustiano (2009). El orden de las características vas de las específicas (especie) hacia las generales (género, familia).	
1	Branquiespinas desarrolladas normalmente; pequeñas interespaciadas con grandes (no rudimentarias)
2	Vejiga natatoria usualmente extendiéndose más allá del abdomen, en una cámara simple (no dividida) y en posición dorsal a la base de la aleta anal.
3	Longitud cefálica (HL) menor al 27% de la longitud patrón (SL)
4	Longitud prepectoral (PPEL) menor a 25% SL
5	Anchura anterior del hocico (SNW1) menor a 30% HL
6	Longitud de la aleta anal (AFL) mayor que 27.5% SL
7	Distancia hocico-istmo (DSI) mayor a 37% HL
8	Anchura del hocico menor al 10% SL
9	Se considera la posición de los dientes vomerianos y palatinos considerados por Roberts y Vidthayanon (1993)
10	8 (ocasionalmente 9) radios de la aleta pélvica
11	Hocico terminal (no subterminal)
12	de 26 a 37 radios en la aleta anal
13	Abdomen redondeado (no quillado) en la parte anterior a las aletas pélvicas
<i>SL: Longitud patrón (desde la punta del hocico al pedúnculo caudal)</i> <i>HL: Longitud cefálica (desde la punta del hocico al borde posterior del opérculo)</i> <i>ED: Diámetro orbital máximo</i> <i>PPEL: Longitud prepectoral (desde la punta del hocico a la base de la espina pectoral)</i> <i>SNW1: Anchura anterior del hocico (distancia entre las nostrilas anteriores)</i> <i>AFL: Longitud de la aleta anal (desde la base del primer radio a la base del ultimo radio en la aleta anal)</i> <i>DSI: Distancia hocico-istmo (desde la punta del hocico al istmo con el hocico cerrado)</i>	

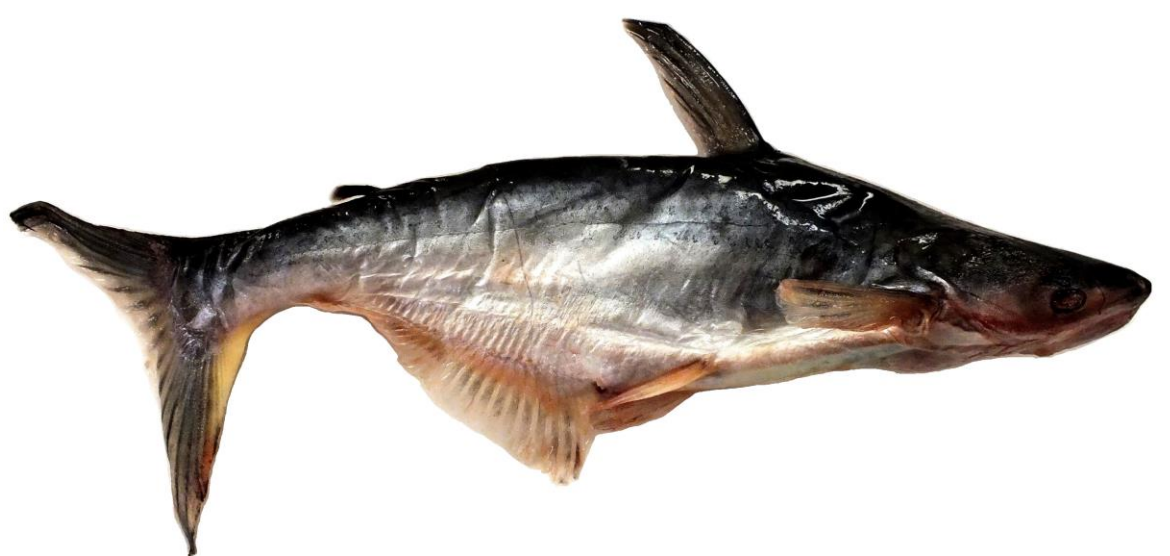


Figura 29. Ejemplares colectados en UPAS ubicadas en México. *Fotografías: Sergio Luna*

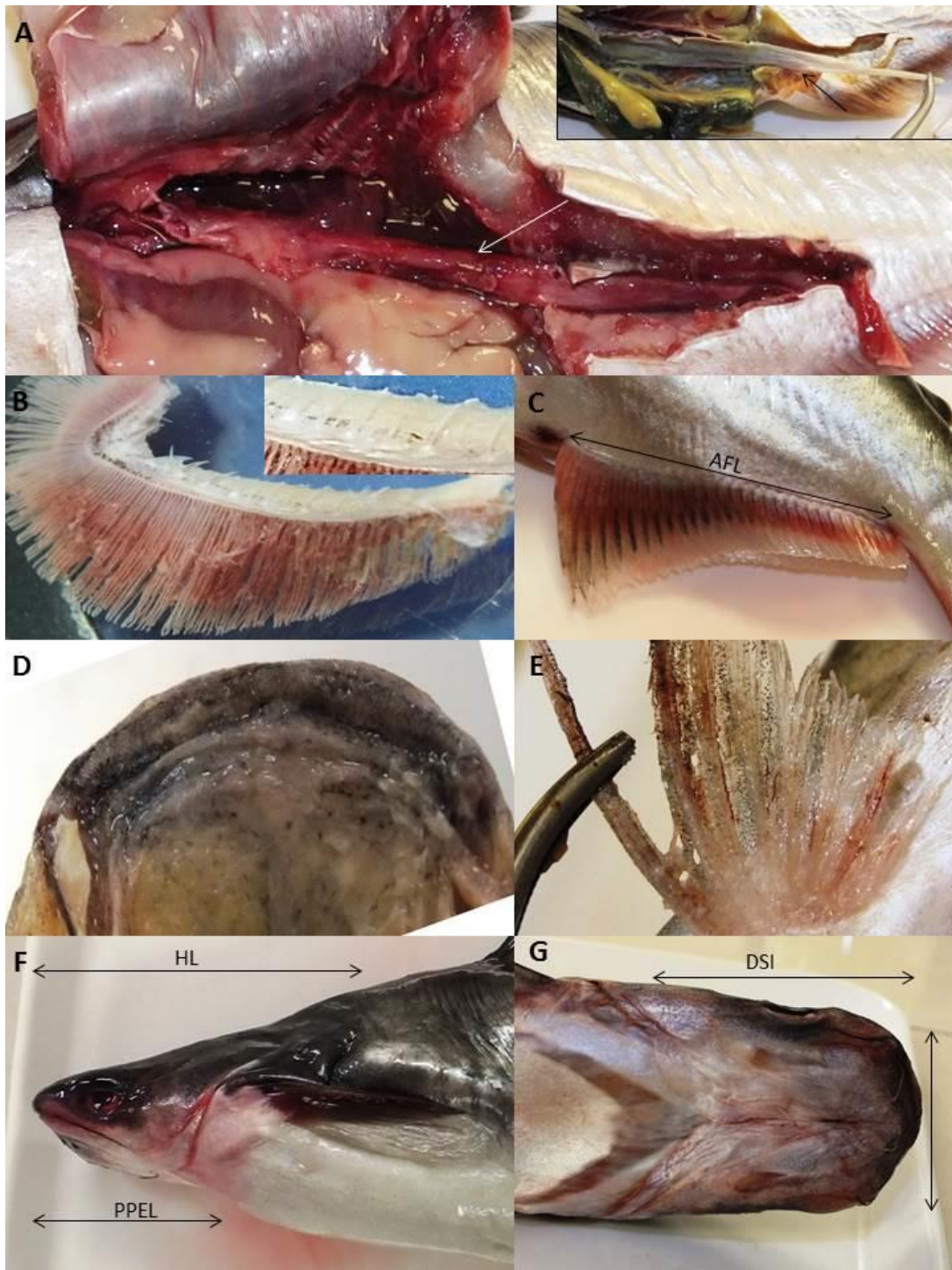


Figura 30. Fotografía de algunas de las características de los ejemplares de *Pangasianodon hypophthalmus* cultivados en México. A) Disección mostrando la vejiga natatoria. B) Primer arco branquial, mostrando las branquiespinas (inserción) desarrolladas. C) Aleta anal. D). Posición de los dientes vomerianos y palatinos. E) Aleta pélvica. F) y G) Medidas cefálicas. La descripción de las abreviaturas se muestra en la Tabla 7. Fotografías: Sergio Luna

Análisis Bacteriológico

Presencia de *Vibrio* spp y/o *Listeria monocytogenes* en filetes de peces cultivados en granjas.

Para cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, la cual tiene por objeto establecer los requisitos sanitarios para: las áreas de captura de moluscos bivalvos; los establecimientos que procesan productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados, incluyendo las embarcaciones de pesca y recolección, así como las especificaciones sanitarias que deben cumplir dichos productos. Esta Norma establece las especificaciones sanitarias microbiológicas como límites máximos para *Vibrio* spp. y *Listeria monocytogenes* la ausencia en 50 gramos y 25 gramos respectivamente, lo cual aplica para productos frescos, refrigerados y congelados, ya sean moluscos bivalvos o los demás productos de la pesca.

Para determinar la presencia de *L. monocytogenes* se sigue el método de prueba microbiológico establecido en la Norma NOM-143-SSA1-1995.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis para filetes de ejemplares de *P. hypophthalmus* cultivados en las UPAs visitadas durante el estudio.

Tabla 8. Análisis microbiológico para la presencia de <i>Vibrio</i> spp. y <i>Listeria monocytogenes</i> en filetes de <i>P. hypophthalmus</i> cultivados en México en base a lo establecido en las normas NOM-242-SSA1-2009 y NOM-143-SSA1-1995.		
U.P.A.	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Vibrio</i> spp.
U.I.A. Rancho Inglés	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g
El Texcal	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g
La Joya	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g
La Buena fortuna	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g
Bettafish	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g
Granja Araujo	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g
Enmanuel	Ausencia en 25g	Ausencia en 50g

Análisis Parasitológico.

En la tabla 9 se resumen las especies de parásitos reportados para los ejemplares de las UPA cultivadas. En el Anexo se muestran los reportes individuales para cada UPA. Algunas de las especies tienen reportes previos de invasión como *C. formosanus*. Además, hasta el momento, las especies del género *Tapharocleidus* no habían sido reportadas en México

Tabla 9. Parásitos externos e internos reportados en ejemplares de *Pangasius* cultivados en México.

Parásito	Especie	Área afectada
Protozoario	<i>Trichodina</i>	Branquias, aletas y piel
	<i>Ambiphrya sp.</i>	Piel y aletas
	<i>Epistylis sp</i>	
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Branquias, piel y aletas
	<i>Opalina sp</i>	Piel y aletas
	<i>Mastigophora</i>	Intestino
	<i>Ciliophora gen sp.</i>	Aletas y piel
Crustáceo	<i>Ergasilus</i>	Aletas
Monogéneo	<i>Tapharocleidus siamensis</i>	Branquias
Monogéneo	<i>Tapharocleidus caecus</i>	Branquias
	<i>Gyrodactylus sp</i>	Branquias
Tremátodo	<i>Centrocestus formosanus</i>	Branquias
Nemátodo	<i>Nematoda gen. sp.</i>	Branquias
Anélido	<i>Chaetogaster</i>	Aletas y piel

Análisis de metales

En la tabla 10 se observan los resultado de la evaluación de presencia de metales en filetes de *Pangasius* adquiridos en distintas tiendas comerciales en Monterrey, Yucatán y Morelos. No se encontraron niveles altos de metales pesados, aunque los niveles de sodio son mayores a los recomendados (ver sección de Postcosecha).

Tabla 10. Concentración de metales en filetes de *Pangasius* adquiridos en distintas tiendas comerciales en México (Monterrey, Morelos y Yucatán).

Metales Fuente	Sodio	Plomo	Arsénico	Mercurio
Monterrey 1	3,653.58 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg
Monterrey 2	3,416.12 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg
Yucatán 1	3,083.11 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg
Yucatán 2	6,165.06 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg
Yucatán 3	2,237.17 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg
Morelos 1	2,838.54 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg
Morelos 2	2,888.93 mg/Kg	<0.03 mg/Kg	<0.051 mg/Kg	<0.0005 mg/Kg

MERCADO

CADENA DE VALOR

Entre los principales productos de exportación de Vietnam se encuentran los productos acuícolas. El desarrollo de este sector en Vietnam es una de las mayores fuentes de divisas extranjeras y una importante fuente de empleo. El éxito de este sector ha incentivado la inversión extranjera y local. El delta del río Mekong (*Mekong River Delta*, MRD) contribuye con cerca de 55-60% del total de la producción acuícola y más del 60% de las exportaciones acuáticas de todo el país. Desde 1995, gracias al desarrollo de las técnicas de propagación artificial de *Pangasius* por los franceses y belgas, así como una importante mejoría en las estrategias de mercadotecnia en los productos de esta especie, la actividad se ha posicionado como uno de los segmentos pecuarios de más rápido crecimiento. Ya para el 2005 los productos de *Pangasius* emergieron como una de las mayores fuentes de ingresos debido a las exportaciones (FAO, 2005).

Sin embargo han surgido muchos problemas derivados del rápido crecimiento y una planeación deficiente e inadecuada en el cultivo del *Pangasius* en el MRD. En particular la fluctuación del precio desde el 2003. Debido a esto, los Estados Unidos acusaron a las empresas vietnamitas de la práctica de "dumping", en tanto que en Europa establecieron barreras tecnológicas a las importaciones del *Pangasius* que provenía de Vietnam (VASEP, 2003).

Para dar respuesta a estas condiciones se realizó el análisis de la cadena de valor, que resultó ser un valioso auxiliar para identificar el origen de los problemas asociados a este rápido crecimiento e identificar las áreas de

oportunidad.

Del estudio detallado de la cadena de valor se lograron identificar las fuerzas que impulsan el movimiento de los indicadores en cada una de las interacciones entre los involucrados, gracias a lo cual se pudo establecer que la calidad del *Pangasius* era el resultado de todas las actividades desarrolladas así como de las instalaciones y equipos utilizados en la producción, cosecha, procesado, distribución y exportación. El proceso de control de calidad afecta directamente el rendimiento y la calidad, y consecuentemente los costos de producción y el nivel de utilidad que se obtiene. Los aspectos que impulsan la calidad y los costos son dos indicadores clave del desempeño que se pretenden alcanzar en esta industria (Khoi, 2007).

El mayor problema identificado en el sector pesquero de Vietnam es la falta de una estrecha coordinación técnico-administrativa que garantice la calidad a lo largo de toda la cadena (Fig. 31). En esta falta de coordinación se detectaron cuatro problemas subyacentes principales: (1) nuevas y más estrictas reglas en relación a la calidad de los productos importados en los mercados a los cuales exporta Vietnam, (2) ausencia de técnicas de cultivo a nivel de granja, (3) el comportamiento oportunista de los involucrados en la cadena, y (4) la ausencia de implementación del método HACCP a nivel de las empresas.

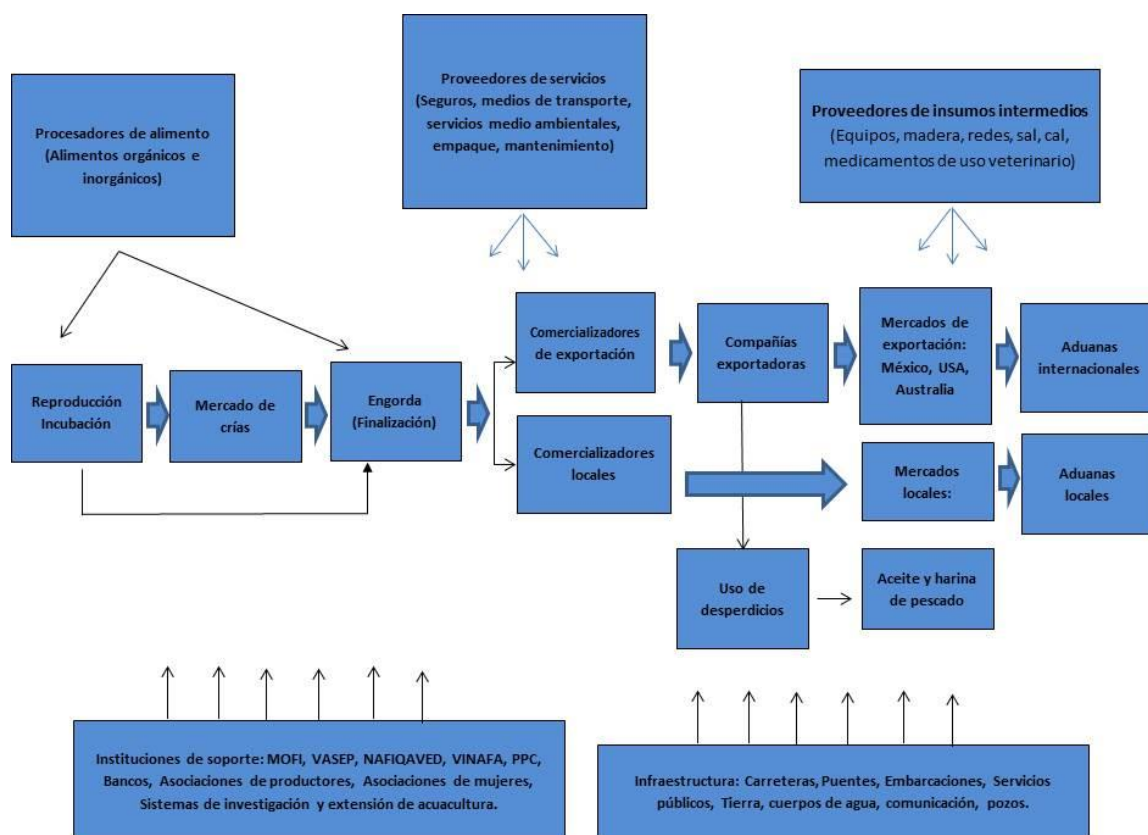


Figura 31. Cadena de valor de la industria de *Pangasius* en Vietnam. (Tomado de Khoi, 2007).

En relación al primer problema subyacente, corresponde a las empresas exportadoras el desafío de cumplir con los criterios de exportación a sus mercados objetivo. En el caso de las exportaciones cuyo destino son los países desarrollados, debido a que estos países emplean equipo y tecnología moderna para verificar la ausencia o presencia de residuos como: cloranfenicol, nitrofurano, fluoroquinonas y otros antibióticos en los productos de pescado y aplican una política de tolerancia cero, es menester que se tomen las medidas necesarias para continuar exportando.

Normalmente las empresas procesadoras y productores de pescado del MRD verifican la presencia de productos químicos de esta naturaleza en una de las ramas de la Dirección Nacional de Aseguramiento de la Calidad y

Veterinaria (*National Fisheries Quality Assurance and Veterinary Directorate*, NAFIQAVED). Esta es responsable del análisis mensual en campo de los peces muestreados en la granja y del producto terminado en las empresas procesadoras en MRD, sin embargo le resulta difícil a la rama responsable de los muestreos mensuales de la NAFIQAVED examinar las granjas de los productores individuales debido al tiempo y costo (Loc, 2006). Además no cuentan con equipo moderno y adecuado, equivalente al empleado en los países más avanzados, esto tiene como consecuencia que los productos de pescado no cumplan con los estrictos estándares de calidad que exigen los mercados de exportación. Más aún, los requerimientos de análisis de los mercados de exportación continuamente están cambiando los estándares, lo que representa un reto todavía mayor que tienen que enfrentar las compañías procesadoras y exportadoras así como una urgente necesidad de reaccionar ante las nuevas sustancias encontradas por los países importadores (VASEP, 2006 citado en Khoi, 2007).

El segundo problema, la ausencia de técnicas de cultivo a nivel de granja, está vinculado a la falta de cultura respecto al uso de sustancias de uso común en medicina veterinaria, así como piensos alimenticios que pueden representar un riesgo para la salud. No existe información respecto al número de agentes o compañías que producen y comercializan productos veterinarios para la acuicultura. Existen datos y estimaciones informales que muestran alrededor de 800 tipos de medicamentos y productos de uso común en medicina veterinaria empleados en acuicultura, pero las autoridades locales no pueden monitorear todas ellas en términos de marcas. De la mano se encuentra la falta de conocimiento de los granjeros en torno a su responsabilidad en el uso y manejo de este tipo de medicamentos para asegurar la calidad de los peces o

simplemente aplican técnicas de cultivo deficientes que compensan mediante el uso de antibióticos prohibidos (Chinh, 2005). En relación al uso de alimentos, para alimentar el *Pangasius* se emplean tanto dietas hechas en granja como dietas comerciales, de estas las primeras suele ser más comunes por ser más baratas. Sin embargo, se ha demostrado que los alimentos preparados en granja son una fuente de contaminación, debido a que su FCR es mucho mayor, lo cual ha dado lugar una baja calidad de los peces producidos y una mayor contaminación del agua (Sinh y Phuong, 2006; Griffiths *et al.*, 2010)

El tercer problema, el comportamiento oportunista, éste se deriva de que hay muchas circunstancias que propician el comportamiento abusivo derivado de la falta de información. Los comercializadores emplean productos químicos prohibidos antes de vender los pescados a las compañías procesadoras. Los acopiadores y comercializadores de camarón operan de la misma manera, incluso existen evidencias de que llegan al extremo de inyectarle al camarón sustancias como algas comestibles o clavos con el afán de incrementar su peso antes de transportarlos a las empresas procesadoras. De hecho el sistema de inspección que emplean los 48 comercializadores de *Pangasius* es visual, lo que es insuficiente para detectar potenciales amenazas (Loc, 2006). Una muestra del problema se puede apreciar la provincia de An Giang en donde existen 115 compañías que comercializan 394 productos veterinarios (Chinh 2005). Dichas compañías tienen algo de experiencia en la venta de productos relacionados con la salud de animales domésticos y de granja pero nada de experiencia en acuicultura, por lo que las recomendaciones que hacen a los granjeros por lo general son inapropiadas y están lejos de ser medidas prácticas que puedan aplicarse en las granjas (Sinh y Phuong, 2006). Además el uso de las distintas marcas de productos de uso común en medicina veterinaria y la desbordante

mercadotecnia y promocional han contribuido a confundir a los productores en relación al problema de calidad del agua (Sinh y Nga, 2005).

El cuarto problema identificado, la ausencia de implementación del sistema HACCP en las empresas. Esto obedece al hecho de que solamente los directivos de las compañías han sido entrenados y conocen el sistema (Loc, 2006). Debido a que los trabajadores no están entrenados y desconocen el modelo, no son capaces llevar a la práctica de manera eficiente y eficaz las instrucciones recibidas. De tal manera que se carece de la información necesaria para llevar a la práctica el proceso de control de calidad y poder cumplir con los estándares. Adicionalmente, como ya se mencionó, las empresas carecen de las inversiones necesarias en el equipo e instalaciones modernas para realizar los análisis lo que implica que los productos de pescado no se encuentran libres de riesgos en materia de salud e inocuidad.

En el caso de los pequeños productores, un aspecto clave en la cadena de valor de los mercados nacionales y de exportación es el manejo y control de calidad. La necesidad de administrar la calidad a lo largo de la cadena agroalimentaria surge como una necesidad derivada de las crisis que se han presentado en el pasado en la industria de alimentos. La encefalopatía bovina espongiforme (BSE) y la fiebre clásica porcina (CSF) en 1997, la enfermedad del pie y el hocico (FMD) en 2001, la Influenza aviar en Asia y América desde 2005, la *Salmonella* en Estados Unidos en 2008 y el escándalo de contaminación por melamina en China en 2008, son tan solo algunos ejemplos.

La enorme necesidad de aumentar la producción de alimentos a nivel mundial, particularmente durante las últimas décadas, ha propiciado la incorporación masiva de los pequeños productores en las cadenas globales. Sin

embargo, debido a los estrictos estándares en materia de seguridad que exige la industria de los alimentos, se requieren fuertes medidas en control de calidad, y la atención se centra en los requerimientos institucionales que permitan trabajar a los pequeños productores y que al mismo tiempo estos cumplan con los requisitos más estrictos en material de inocuidad y calidad alimentaria.

El control y administración de calidad en la acuicultura y el procesamiento de peces es un proceso complejo, ya que la calidad de los organismos se puede ver comprometida por las características inherentes a las condiciones en que se cultivan, tales como variabilidad en la calidad del alimento, inconsistencia en la calidad del agua, utilización de químicos, etc. De aquí que la producción de peces para consumo de alta calidad requiera de un enfoque especial debido al amplio espectro de factores en la cadena de valor que pueden afectar la calidad (Khoi, 2012).

La cadena de valor y su relación con los pequeños productores

El Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control (*Hazard Analysis and Critical Control Points*, HACCP) es un sistema de administración de prevención de riesgos y seguimiento para asegurar la calidad e inocuidad tanto en la producción como en el procesamiento de peces. Mientras que la implementación de un plan de calidad e inocuidad basado en HACCP está bien desarrollado en la industria de procesamiento de *Pangasius* en Vietnam, la aplicación de tal sistema a nivel de producción en granjas es deficiente o carente del todo (Khoi, 2012).

Reilly y Kaferstein (1977) propusieron el sistema de puntos críticos de control

en la producción acuícola (Fig. 32).

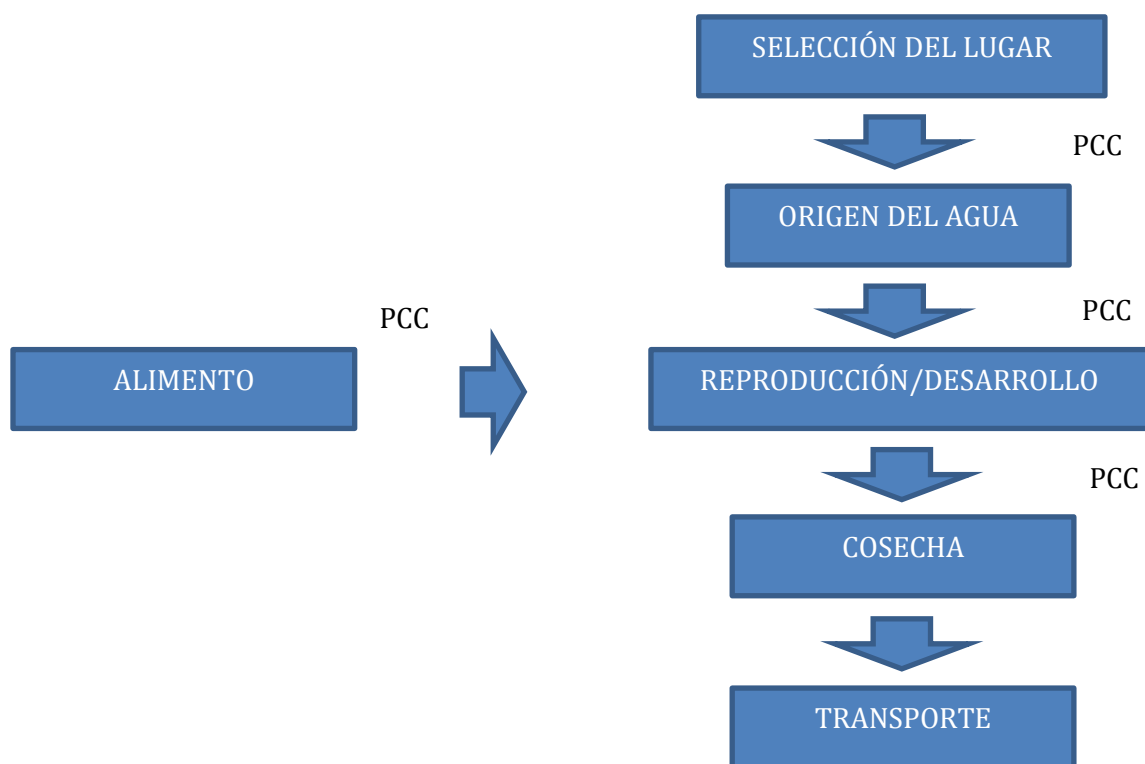


Figura 32. Diagrama de flujo para la producción acuícola Puntos Críticos de Control (PCC).
(Tomado de Reilly y Kaferstein, 1977)

Existen cuatro PCC asociados con el modelo propuesto, que son aquellos en donde el control es necesario para prevenir o eliminar riesgos de inocuidad a un nivel aceptable. Estos PCC se encuentran localizados en algún sitio en particular en los estanques, por ejemplo: el suministro de agua, la entrada de insumos (crías, alimento, productos químicos) o bien son procesos ya sea en la producción de crías o en la fase de finalización (engorda). La naturaleza de los PCC es variable ya que dependerán del sistema de cultivo, por lo que es necesario considerar las condiciones únicas que existen dentro de cada granja en particular al desarrollar el sistema HACCP. La implementación del sistema HACCP en las granjas que ya llevan un sistema de buenas prácticas de

producción (BPP), se recomienda como un método para mejorar garantizar la calidad e inocuidad de los organismos producidos.

Dentro de la cadena de suministro de *Pangasius* en Vietnam (productores, procesadores y exportadores), los involucrados más poderosos son las grandes cadenas de procesadores/exportadores, ya que estos establecen las condiciones del producto en la cadena de suministro. Esto obedece a que son los que reciben las especificaciones por parte de los importadores potenciales. Por lo tanto, las grandes empresas procesadoras/exportadoras actúan como intermediarios, lo que significa que por un lado transmiten los requerimientos y estándares de los importadores a los pequeños productores y por otro lado son los responsables de la calidad de la producción ante los importadores.

MERCADO DEL *Pangasius*.

Mercado internacional

En los últimos 10 años el producto conocido en el mercado mundial como *Pangasius* ha cobrado una enorme importancia como una de las especies cuyo cultivo refleja el mayor crecimiento, al grado de situarse en una década dentro de los primeros lugares de producción a nivel mundial, solo después de las carpas y tilapia (Fig. 33).

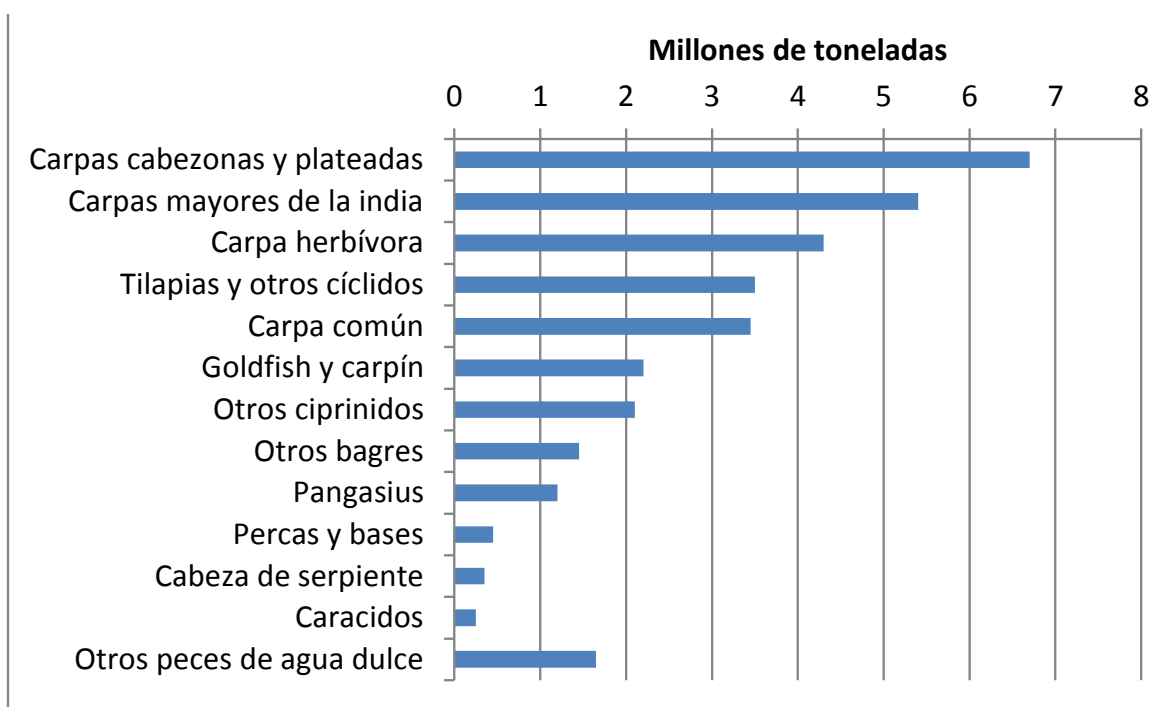


Figura 33. Principales especies producidas por acuicultura a nivel mundial (Fuente: FAO, 2012).

Este pez pasó de tener una presencia nula en el mercado internacional durante la década de los 90s, a tener un crecimiento espectacular a partir del 2001, momento en el que la producción de Vietnam se orientó a las exportaciones. Estas exportaciones crecieron de 22,500 t en 1998 a más de 1'000,000 t en el 2007, mientras que el valor de las exportaciones creció de USD\$ 19.7 millones a USD\$ 980 millones en este mismo periodo. Posteriormente, la producción sostenida entre el 2008 y el 2010 de más de 1.2 millones de toneladas métricas. (FAO, 2012) permitió generar ganancias por más de USD\$ 1,450 millones (Belton *et al.*, 2011). En 2011 se produjeron cerca de 1'500,000 toneladas métricas con un valor en el mercado internacional de más de 2,200 millones de dólares (FAO, 2013). Como resultado de esta enorme producción creciente y la consecuente sobre-oferta del producto, el precio por kg disminuyó de manera consistente ocasionando que pasara de más de 2 US\$/kg en 1996 a apenas 1 US\$/kg en el 2011, como se observa en la Fig. 34.

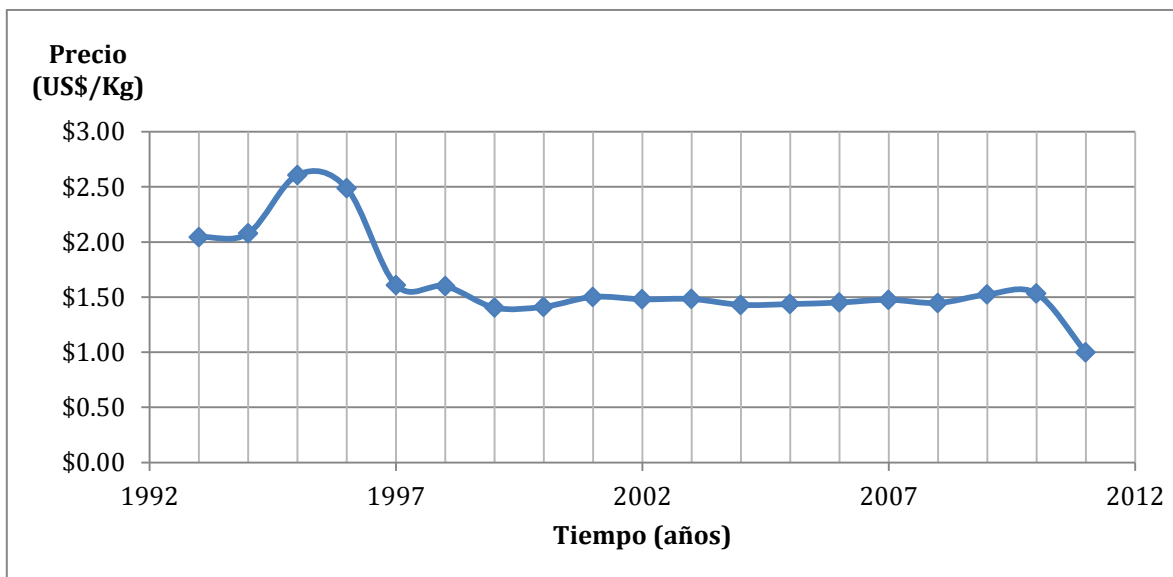


Figura 34. Precios históricos de *Pangasius* en Vietnam periodo 1993-2011 (Fuente: FAO, 2013).

En la Figura 26 se puede apreciar como en los primeros tres años de la curva de aprendizaje los precios se elevaron de manera importante solo para estabilizarse a partir del sexto año, y osciló solo 13 centavos de dólar durante el periodo 1999-2010, llegando a ofertarse en ese periodo el pescado entero a un mínimo de US\$ 1.41/kg y un máximo de US\$ 1.53/kg. En tanto que de 2011 en adelante el producto disminuyó un tercio de su valor cayendo a solo US\$ 1/kg.

Este sorprendente crecimiento es en parte el resultado de un cuidadoso programa de apoyo realizado en dos fases (1993 y 2006, respectivamente) por parte Dinamarca en conjunto con el gobierno de Vietnam (FSPSIIP, 2005), así como por el proyecto "Catfish Asia" realizado por el personal de seis institutos de investigación de Vietnam, Indonesia, Francia y Bélgica qu permitió conocer varios aspectos de la biología de los pangásidos, y permitió el desarrollo de la reproducción controlada y los métodos de cultivo y alimentación de larvas y juveniles.

Mediante este programa danés se determinó la ventaja competitiva de Vietnam en un escrupuloso y detallado proceso, a través de un análisis FODA

acrónimo de Fortalezas (al interior) Oportunidades (al exterior) Debilidades (al interior) y Amenazas (al exterior).

El sector pesquero fue seleccionado como uno de tres para el programa de desarrollo de asistencia Danés a Vietnam en 1993. La primera actividad clave consistió en formular el plan maestro para el sector, seguido de dos proyectos: Determinación de los recursos marinos vivos en Vietnam (ALMRV I) y el Proyecto de exportación de productos marinos y mejoramiento de la calidad (SEAQIP I) (FSPSIIP, 2005).

El *Pangasius* se exporta a 130 países en el mundo y uno de los principales destinos de las exportaciones es México. El país de acuerdo con el Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca en 2010 importó 40,438 t (Tabla 11). Cabe hacer notar que estas cifras de importaciones de *Pangasius*, aunque muy cercanas, no coinciden completamente con la cantidad reportada por la FAO en el Globe Fish Report, en donde se reporta un mayor volumen importado para este mismo año.

Tabla 11. Importación de *Pangasius* en 2010 y 2011

AÑO	Cantidad (Ton)	Valor ((US\$)X1000)	Precio Unitario (US\$/Kg)
2010	40438	87775	2.17
2011	41095	103519	2.52

FUENTE: Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA, 2010; 2011)

En la Tabla 12 se muestran los principales destinos de las exportaciones de filete de *Pangasius* para el periodo 2007–2010, en la cual se puede apreciar como la cantidad que se exportó a México creció de manera constante hasta llegar a ser similar a la importada por los Estados Unidos, uno de los principales importadores a nivel mundial durante 2008, aunque las importaciones de este país fueron mucho más importantes que las de México a partir de ese año. Este

punto de referencia es relevante sobre todo si se considera la diferencia en el número de habitantes y poder adquisitivo de ambos países.

Tabla 12. Principales destinos de las exportaciones de filete de Pangasius durante el periodo 2007-2010 (Fuente: FAO, 2011).

País	Año			
	2007	2008	2009	2010
	(Miles de toneladas)			
Unión Europea	172.8	224.3	224.1	221.9
Rusia	48.7	118.2	39.5	30.3
Ucrania	23	74.4	37.7	ND
ANSEA	33.8	34	43.5	41.6
China y Hong Kong	18.2	18.5	19.4	23.7
Estados Unidos	21.2	24.2	41.6	55.7
México	14.3	23.2	31.1	39.3
Egipto	6.3	26.6	26.1	26.5
Otros	48.7	97.6	144.7	204.7
Total	387	641	607.7	643.7

ND: No disponible

ANSEA: Asociación de Países del Sureste Asiático

Los excedentes que produce Vietnam han provocado desequilibrios en varios de los mercados a los cuales exporta su producto, provocando al mismo tiempo el reclamo de los acuicultores y pescadores de los diferentes países productores e importadores. Hasta la fecha México sigue siendo uno de sus

principales destinos y mercados más estables (FAO, 2011; Pangasius-Vietnam, 2013a; VASEP, 2013).

Derivado de estos desequilibrios, en el 2010 algunos mercados como los de Europa, Asia y América Latina respondieron incrementando los impuestos a las importaciones de *Pangasius*, con lo que se limitó el acceso a la exportación por parte de Vietnam, el mayor productor de este pez en el mundo. En el mismo periodo la escasez de materias primas impulsó a la alza los precios de los insumos, principalmente el alimento, en el delta del Mekong a US\$ 1.19-1.24 por kg. Como medida para contrarrestar esta circunstancia en 2011, según la Asociación Vietnamita de Exportadores y Productores de Mariscos (*Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers*, VASEP), estableció medidas de control de precios. Precio mínimo a pie de granja y precio techo a la exportación de filete en US\$ 1.00/kg y US\$ 2.8/kg libre a bordo respectivamente (FAO, 2011).

Considerando este contexto, la VASEP proyectó que en 2011 sus exportaciones iban a disminuir drásticamente en comparación con las del 2010 de 640,000 t a 360,000 t. Estas estimaciones de disminución en las exportaciones que de acuerdo con la VASEP constituirían una drástica reducción de hasta un 44% en 2011 no solo no se cumplieron, sino que en el primer trimestre del 2011, reportaron un incremento de las exportaciones de 5.2 % en volumen y 21.6% en valor respecto al mismo período del año anterior (Pangasius-Vietnam, 2011). Esta historia se repitió a lo largo de todo 2011 y como resultado concluyeron el 2011 con exportaciones con un valor de USD\$ 1,800'000,000. Esto representó un incremento de 26.5% con respecto al 2010.

Por otra parte, las exportaciones de *Pangasius* a la Unión Europea disminuyeron en 1% a un valor de US\$ 526'080,000, mientras que se

incrementaban en los Estados Unidos lo que representó un valor de exportación de US\$ 331'600,000.

Sin embargo, este volumen de exportaciones creciente se vió frenado en 2012 cuando los efectos de la recesión y la presión en el mercado internacional tuvieron un efecto negativo en las exportaciones de *Pangasius* de Vietnam. Tan solo las exportaciones disminuyeron 27% en la Unión Europea debido a la crisis económica en este continente. Las ventas de *Pangasius* a los cuatro mercados europeos clave (España, Holanda, Alemania e Italia) bajaron. España, uno de los países más golpeados por esta crisis, disminuyó sus importaciones en 32%, mientras que Holanda y Alemania disminuyeron sus importaciones en 35 y 45%, respectivamente. Solo Italia incrementó ligeramente sus importaciones en 10.8% (Aquahoy, 2013a). El diferencial de exportaciones del 2011 al 2012 se tradujo en una disminución de 3.4%, por lo que el valor de las exportaciones representó un monto total de US\$ 1,740'000,000 (Aquahoy, 2013b).

En el lapso de Enero a Septiembre de 2013, el valor de las exportaciones de Vietnam llegaron a US\$ 1,273'000,000, lo que significa 29.3% menos que en 2011, y se esperaba que esta tendencia continúe.

La agresiva oferta de *Pangasius* a nivel mundial ha causado malestar en la industria acuícola de numerosos países, ya que les resulta difícil competir con un producto de tan bajo costo. Entre los países que han tenido que enfrentar los reclamos de su industria interna por las importaciones de *Pangasius* destaca Australia, por lo que el gobierno en conjunto con la Corporación de Investigación y Desarrollo Pesquero (*Fisheries Research and Development Corporation*) se vieron en la necesidad de elaborar y difundir un documento para explicar la función de las importaciones de pescados y mariscos en torno a la oferta y estabilidad de precios, considerando que el público bien informado lograría aminorar las protestas que provocaron las fuertes importaciones de

Pangasius (FRDC, 2010). De la misma manera, en Uruguay hubo una fuerte resistencia por parte de los piscicultores locales para que se importara el *Pangasius*, porque estos se desempeñan principalmente en el mercado interno y son a quienes más les afecta la importación de este tipo de pescados (Aquahoy, 2011)

La industria de *Pangasius* en Vietnam enfrenta enormes desafíos relacionados con el mercado de insumos, lo que ha repercutido en un incremento en los costos de producción, problemas de enfermedades, así como elevadas tasas de interés para financiar sus operaciones (FAO, 2011). Aunado a esto, el mercado internacional de *Pangasius* enfrenta importantes y crecientes cuestionamientos en torno a la calidad, lo que ha venido sucediendo ya en varios países, principalmente aquellos de la UE y los Estados Unidos (Fig. 35).

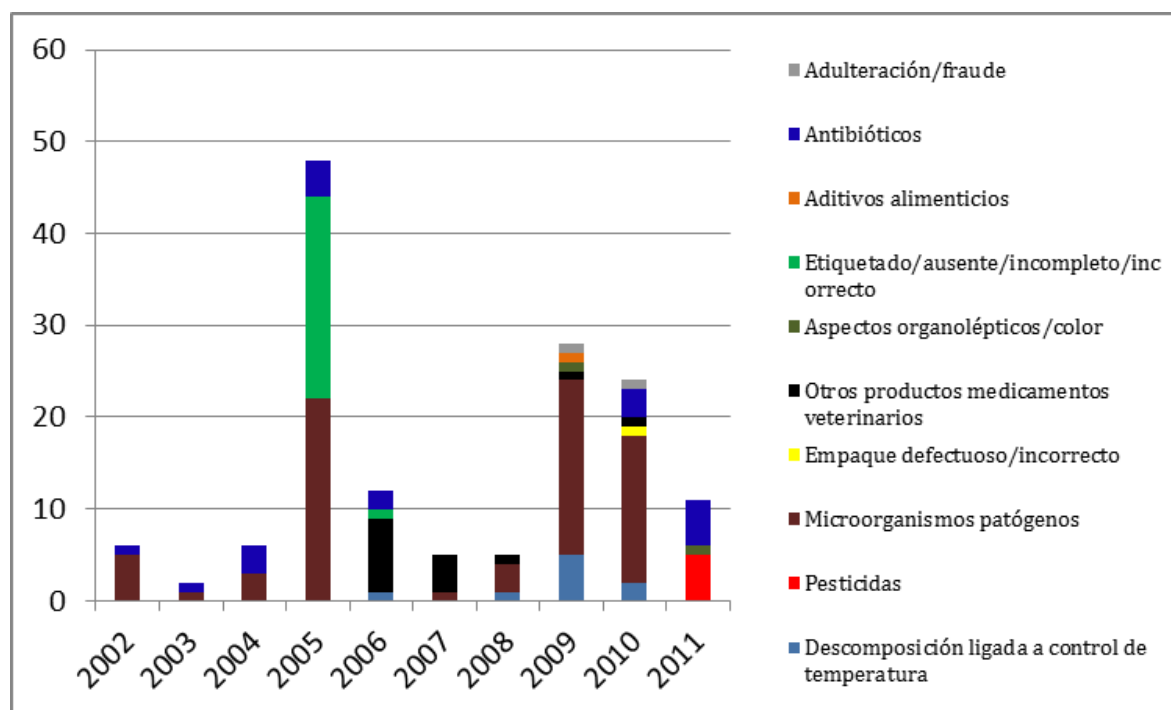


Figura 35. Notificaciones de seguridad alimentaria por el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos de la Unión Europea (EU Rapid Alert System for Food and Feeds, RASFF) para pangásidos y otros grupos de peces y mariscos exportados de Vietnam a Europa entre 2002 y 2011 (Tomado de Little *et al.*, 2012).

Considerando las importantes fluctuaciones en la balanza de exportaciones/importaciones en el mercado internacional, el Ministerio de Agricultura de Vietnam informó que la industria del *Pangasius* dejaría de promover la producción y el aumento de las áreas de cultivo durante el 2013, ajustando la escala de producción en todo el país a través de la demanda global por el pescado. Adicionalmente, para enfrentar los problemas persistentes e incrementar la eficiencia y el desarrollo sustentable se fijaron como objetivos la reestructuración de la producción de *Pangasius* y las exportaciones para incrementar el valor de exportación y el establecimiento de mejores condiciones para los exportadores, junto con un estricto control de la calidad del producto con la finalidad de satisfacer los requerimientos de los mercados consumidores (Aquahoy, 2013c). En consecuencia los productores y procesadores han sido incentivados para enfocar su estrategia hacia la calidad y no la cantidad. Así mismo el sector fue motivado para que buscara diferentes certificaciones y evitar los riesgos ecológicos.

El *Pangasius* es un pez muy popular entre los consumidores de Asia, incluyendo a los países productores como Bangladesh, Indonesia y Myanmar, India, Las Filipinas y Tailandia.

La sobre-oferta del producto no es un caso exclusivo de Vietnam, en la India, uno de los principales productores, se presentó un caso similar. La producción de *P. hypophthalmus* se estima en más de 200,000 toneladas anuales y la tasa de producción de este pez superó la producción de las carpa nativas. Sin embargo, no se prefiere el *Pangasius* a nivel local ya que está clasificado como un pescado de bajo precio en el mercado interno en comparación con carpas y otros peces locales. El costo unitario de la producción del *Pangasius* es mayor que el de las carpas nativas debido a la

alimentación excesiva y el gasto adicional en desinfectantes y antibióticos (Singh y Lakra, 2011).

El precio a pie de granja de *Pangasius* alcanzó un precio máximo de 55 rupias indias (inr) por kg de noviembre a diciembre de 2009 (aproximadamente USD\$ 1 = INR 45). En julio de 2010, el precio se redujó a INR 36/kg y en septiembre de 2010 se derrumbó a INR27/kg (un poco más de medio USD). En diciembre de 2010, el precio era sólo de INR 33/kg, frente al costo de producción estimado de INR 40/kg. Aunque se desconocen las razones exactas de la caída del precio la razón más probable es el exceso de producción

Como una medida de adaptación los agricultores han recurrido a las cosechas parciales de peces de talla comercial, para cumplir con la inversión de la infraestructura y el cambio a alimentos más baratos, ya sea alimentos caseros o pellets. Pero todavía están muy preocupados tanto por el prolongado período de cultivo como por los costos adicionales asociados al manejo y están esperando ansiosamente para que la crisis pase.

También ha habido otra noticia preocupante para los productores indios de *Pangasius*. Una cantidad considerable de filetes de *Pangasius* de Vietnam se comenzaron a importar en la India a un precio más barato, aunque la cantidad exacta no se conoce. Por lo que a partir de ahora los productores indios de *Pangasius* tendrán que competir con los filetes de *Pangasius* importados de Vietnam (Krishna *et al.*, 2011).

En el caso particular de Indonesia, se han introducido importantes regulaciones para asegurar la calidad de los peces exportados y para reducir los fraudes, así como con la finalidad de promover el consumo del pescado doméstico. En tanto del lado de los países importadores las autoridades de Estados Unidos y Brasil, han impuesto estrictas medidas para verificar la calidad de los productos importados. Así mismo los mayores detallistas de Gran

Bretaña: Tesco, Asda y Morrisons, retiraron el *Pangasius* de sus estantes debido al excesivo contenido de aditivos empleados para retener agua en los tejidos. (FAO, 2011). Esto provocó que una parte considerable de las exportaciones de Vietnam se destinaran a los países de Europa del Este que tienen menores estándares de calidad.

Las consecuencias de esta compleja situación para los productores de *tra* de Vietnam se han visto agravadas debido a que los bancos se han negado a financiarlos desde hace dos años. VASEP impuso un precio piso de US\$ 1/kg, no obstante les fue pagado US\$1.18/kg el más alto que se haya registrado, para paliar su descontento.

Lo anterior refleja las presiones en el mercado como consecuencia de una percepción de calidad cuestionable. El objetivo de este recurso económico (fijar un piso) es el de incrementar los precios para incentivar a los productores a mantener los niveles de producción. Los productores en el periodo del 2011 tuvieron una utilidad de US\$ 0.25-0.3/kg lo cual resultó en una producción en la primera mitad del año de 319,350 t de exportaciones con un valor cercano a los US\$ 800'000,0000, encontrándose por arriba de las exportaciones del año anterior en un 28% en el mismo periodo.

El dinamismo de la industria de Vietnam previendo una baja esperada en el mercado, orientó sus esfuerzos de exportación a los países de Europa del Este como estrategia adicional, lo cual le permitió mantener sus exportaciones en 2011, como ya se mencionó (Fig. 13).

Tabla 13. Unión Europea: importaciones de *Pangasius* de Vietnam

MERCADO	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(toneladas de filete)						
España	10,000	22,000	33,600	44,700	55,200	49,100
Alemania	7,300	12,100	16,300	24,800	35,300	31,400
Polonia	3,800	23,500	39,800	44,100	27,500	20,900
Países Bajos	6,000	21,600	29,600	32,900	25,500	27,300
Rumania	0	0	200	3,900	12,000	13,800
Italia	2,700	7,600	11,300	15,900	11,700	10,200
Bélgica	6,700	9,800	9,300	12,900	11,400	9,800
Reino Unido	200	900	2,000	4,200	7,200	8,600
Francia	100	900	2,700	4,300	4,800	4,900
República Checa	0	500	1,400	3,100	4,600	3,600
Lituania	0	400	1,000	2,600	3,500	2,200
Otros	2,200	4,800	8,100	13,600	20,200	26,400
TOTAL	39,000	104,100	155,300	207,000	218,900	208,200

FUENTE: FAO, 2011.

El caso más sonado por las implicaciones en el entorno internacional, dada la política exterior con la que siempre se han manejado con respecto al libre mercado, es el de la industria del bagre de Estados Unidos.

Las importaciones de bagres a Estado Unidos incluyendo las de *Pangasius* y bagre de canal *Ictalurus spp* se incrementaron a 62,385 t en 2010, 6.3% más que en el 2009. De este total, aproximadamente el 80% está representado por las importaciones que provienen de Vietnam, y tan solo el 9% son de *Ictalurus spp*, mientras que el 11% restante está integrado por *Pangasius* que proviene de China principalmente (Tabla 14).

Tabla 14. Estados Unidos: importaciones de bagres

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	(toneladas de filete)					
Vietnam	8,600	18,000	16,600	24,200	38,700	49,200
China	1,700	7,600	9,900	12,500	10,400	8,100
Tailandia	1,500	3,400	5,600	5,600	6,200	3,500
Malasia	500	2,900	400	100	500	300
Otros	1,300	2,500	240	1,900	2,900	1,300
TOTAL	13,600	34,400	32,740	44,300	58,700	62,400

FUENTE: FAO, 2012.

El mercado interno de Estados Unidos sigue luchando en medio de las crecientes importaciones debido a la aparente recesión por la que está pasando. Mientras tanto los detallistas como la industria restaurantera, se resisten a los incrementos en los precios de filete, por lo cual se espera que disminuya la demanda que normalmente suplen los productores nacionales.

A este respecto, Davis (2007) plantea importantes interrogantes en relación a la capacidad de negociación de los países menos desarrollados en caso de controversia con sus contrapartes más poderosas. Generalmente, los mercados de menor tamaño no son capaces de hacer eficaces las amenazas de represalias contra los países en vías de desarrollo, como mecanismo para combatir la discriminación en contra de sus bienes.

En contraste, este tipo de medidas para coaccionar por parte de las economías más grandes pueden causar severos daños con mucha facilidad a las economías pequeñas. Esto cobra relevancia al considerar que la estrategia de liderazgo en costos de *Pangasius* implementada por los productores en Vietnam es tan sólida que los productores de bagre de canal *Ictalurus punctatus*, de Estados Unidos, una industria madura con más de 70 años de historia, recurrieron a todo tipo de elaborados argumentos para detener la entrada de este producto que había comenzado a afectar de manera

importante su mercado interno, a tal grado que llegó a ser conocido como la "guerra del bagre".

En efecto, Vietnam comenzó a exportar bagre a los Estados Unidos en 1996 a un precio atractivo y con calidad aceptable, lo que provocó la aceptación y el creciente margen de participación en el mercado del bagre de Estados Unidos pasará de 59 t en 1996 a 3,191 t en 2000 y para el 2012 ya se importaban 103,000 t. Esto significó que la participación en el mercado creciera de 5.2% en 1996 a 85.4% en el 2000 y a 95.9% en 2012 (Tran, 2013).

Los productores de bagre de Estados Unidos mediante un "cabildeo" en el congreso lograron que se aceptara la adopción de un programa adicional de la FDA para inspeccionar el bagre con miras a frenar la entrada del pescado Asiático. Este programa adicional de inspección de bagre, costó más de 15.4 millones de dólares a lo que se deben sumar 4.4 millones de dólares adicionales para su desarrollo. La justificación de este gasto fue que los precios del mercado interno subirían para beneficiar a los productores nacionales (VASEP, 2013).

En 2002, la asociación de productores de bagre de Estados Unidos (*Cat Fish Farmers of America*, CFA), interpuso una demanda por anti-dumping en contra de la asociación de productores y exportadores de Vietnam ante la Comisión Internacional de Comercio de los Estados Unidos (*US International Trade Commission*, ITC), y ante el departamento de Comercio de Estados Unidos (*US Department of Commerce*, DOC) (Tran, 2013).

Debido a que Vietnam no es miembro de la organización mundial de comercio (WTO), tuvo que negociar de manera bilateral para mantener el acceso de su producto al mercado de Estados Unidos. Sin embargo, Vietnam no fue capaz de impedir que los Estados Unidos aplicaran regulaciones al etiquetado,

ni de frenar una demanda por anti-dumping que discriminaba el bagre asiático (Davis, 2007).

En países como Pakistán, India y Bangladesh, los granjeros han venido produciendo *Pangasius* con inversiones más bajas que en los cultivos alternativos (arroz principalmente), pero los costos comenzaron a escalar debido al incremento en el precio de los insumos, fundamentalmente de alimento, antibióticos y otros productos químicos. Esta situación impactó significativamente a las condiciones socio-económicas de los productores marginales, consumidores y el medio ambiente. Esto llevó al Buró Nacional de Recursos Genéticos de Peces (*National Bureau of Fish Genetic Resources*) a tener serias preocupaciones sobre la sustentabilidad a mediano y largo plazo de la actividad debido a las enfermedades e impactos económicos así como a los efectos negativos en la biodiversidad (Singh y Lakra, 2012).

Mercado nacional

Desde hace algunos años esta especie ha despertado el interés entre los acuicultores nacionales, ya que tienen la idea de que una de las razones por las que es posible colocar en el mercado el filete de *Pangasius* a precios tan bajos es que se trata de una especie superior para la acuicultura y la tecnología para su producción está disponible. En función de esto, se ha promovido activamente la introducción del cultivo de *Pangasius* en Latinoamérica, exaltando sus características biológicas: rápido crecimiento a altas densidades, resistencia a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, elevada fertilidad y uso eficiente de la proteína de origen vegetal. En particular se ha empleado a la tilapia para fines comparativos, uno de los organismos de mayor crecimiento y éxito a nivel mundial por sus características biológicas, (resistencia a enfermedades, fertilidad, rápido crecimiento, resistencia a bajas concentraciones

de oxígeno disuelto, alimentación a niveles tróficos bajos). El principal argumento de promoción han sido los elevados rendimientos de *P. hypophthalmus* que se pueden obtener por hectárea, *e.g.* en Vietnam bajo condiciones óptimas de cultivo se obtienen en promedio 330 t/ha (McGee, 2010), aunque se pueden llegar a producir hasta 370 t/ha (Belton *et al.*, 2011) y excepcionalmente 500 t/ha (Poulsen *et al.*, 2008).

Lo anteriormente mencionado ha propiciado que en México varios productores se hayan decidido por la opción de producir y ofertar *Pangasiss* en México.

Actualmente, la composición de la demanda nacional está integrada por la actual producción nacional y las importaciones.

En el transcurso del año 2011 en México la importación de productos pesqueros alcanzó un volumen de 215 mil toneladas con un valor de 679 millones de dólares. Aquí cabe destacar que el *Pangasius* fue el tercer producto de importación solo después de la tilapia y el atún.

En el análisis que hace la VASEP en el portal oficial de *Pangasius* en Vietnam (Pangasius-Vietnam, 2013a) del mercado interno de México, se señala que el país es uno de los principales países blanco de sus exportaciones y uno de los mercados más estables (Figura 36).

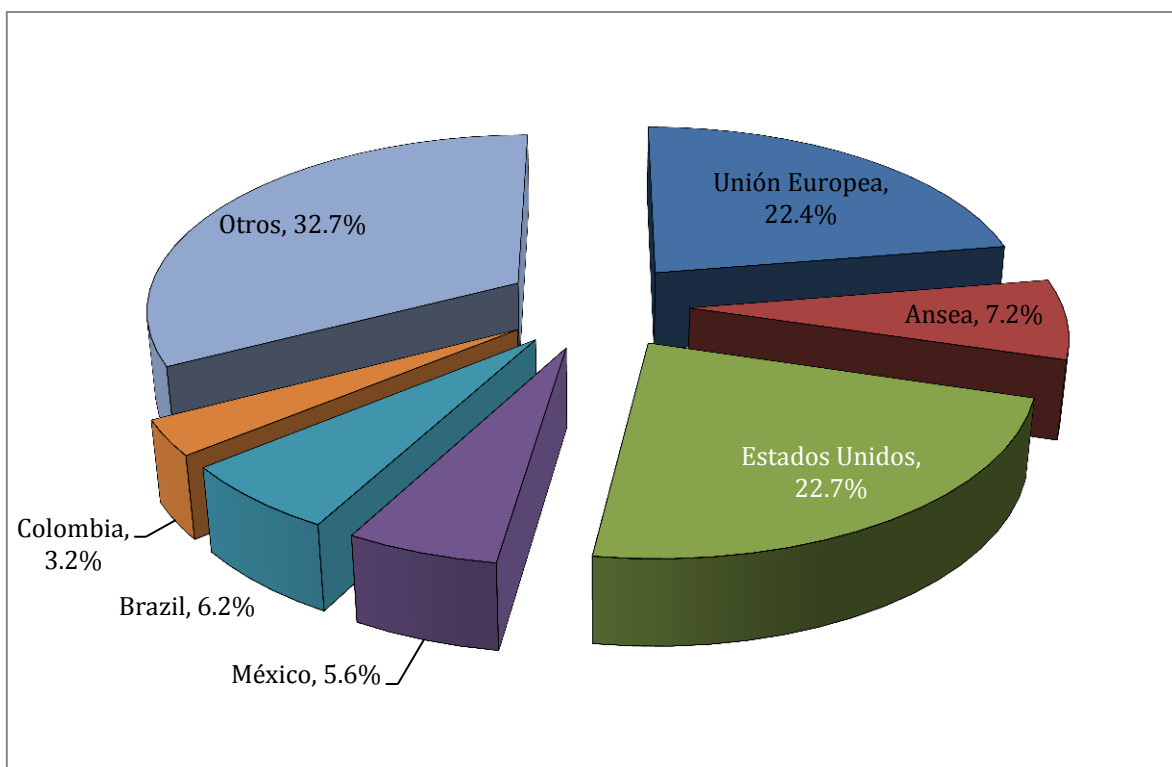


Figura 36. Valor de las exportaciones de *Pangasius* de Vietnam durante el periodo Enero-Septiembre del 2013 (Fuente: Pangasius-Vietnam, 2013a).

No obstante, señalan que estas exportaciones hacia México disminuyeron en el mes de septiembre, debido a las crecientes importaciones de tilapia provenientes de China, el principal competidor de *Pangasius*, tal y como lo muestra la tendencia en las importaciones de México en los primer siete meses de 2013 (Fig. 37).

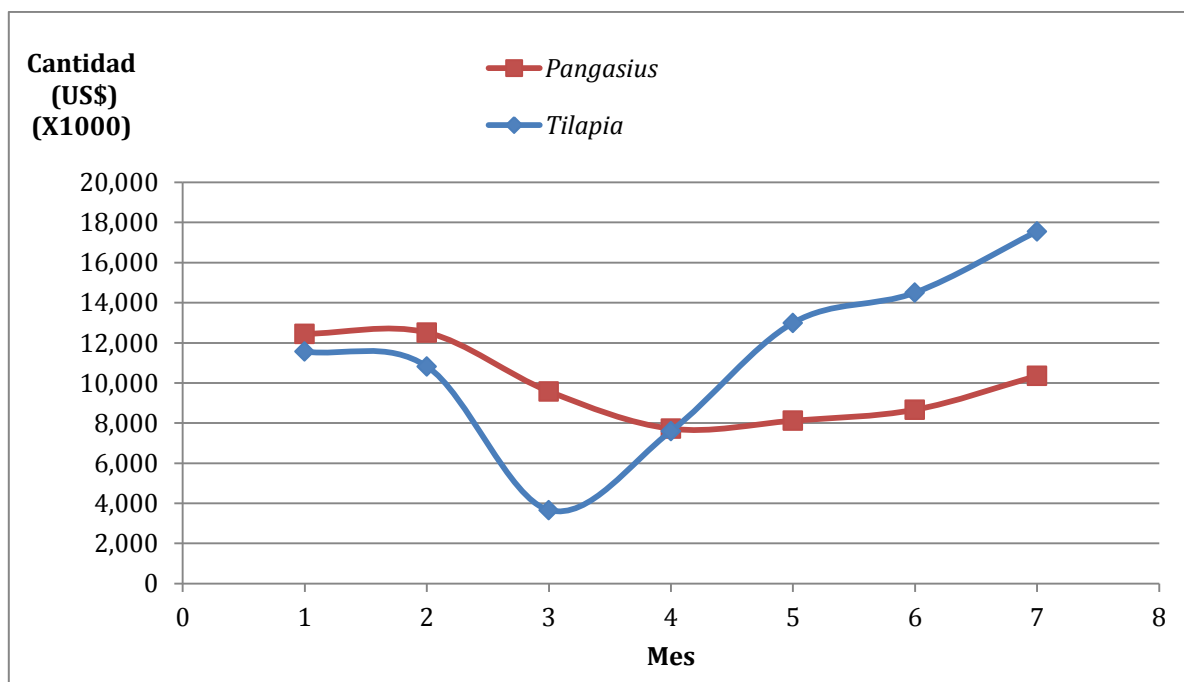


Figura 37. Importaciones de tilapia (China) y *Pangasius* (Vietnam) en miles de USD, durante el periodo Enero-Julio, 2013 (Fuente: Pangasius-Vietnam, 2013a).

De la participación en el mercado de los distintos países que exportan a México filete congelado, destacan de manera importante China (42%), Vietnam (37%) y Chile (18%) que en su conjunto sumaron el 97% de las importaciones en México de filete congelado para el periodo enero-julio de 2013 (Fig. 38).

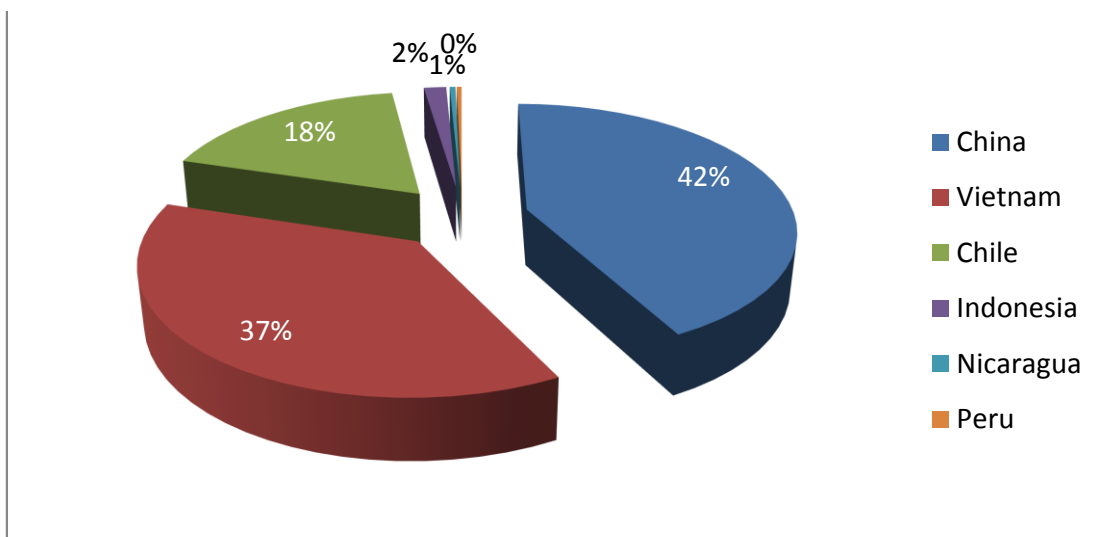


Figura 38. Origen de las importaciones de filete congelado durante el periodo Enero-Julio, 2013
(Fuente: Pangasius-Vietnam, 2013)

Del mismo, en este análisis, mencionan el gusto de la sociedad mexicana por el filete de pescado congelado comparado con otras presentaciones, lo que favorece sus exportaciones. Por otra parte, resaltan que con un ingreso per cápita-anual de US\$ 10,689 dólares por habitante en 2012 (OECD.StatExtracts, 2013), es uno de los mercados más estables para el *Pangasius* de Vietnam. A pesar de que este pez no era muy popular en 2006 entre los consumidores mexicanos, ahora aparece en la mayoría de los principales supermercados del país como: Walmart, Costco, Chedraui, Superama, Soriana (Pangasius-Vietnam, 2013a).

Para entender mejor la dinámica de este mercado se realizaron visitas a las granjas activas que se han identificado y que se encuentran operando tanto en el estado de Morelos así como una en el Estado de Yucatán.

La oferta de mercado implica cuantificar lo que los productores (oferentes) están dispuestos a producir y ofertar en el mercado a un precio determinado, en función de la tecnología disponible, capacidad de la operación comercial, expectativas futuras, estructura de costos y número de productores, entre otros aspectos relevantes.

En tanto que la demanda se define como la cantidad que los demandantes (consumidores) están dispuestos a retirar del mercado a cierto precio en función de su ingreso disponible, expectativas futuras, gustos y preferencias, precio de productos complementarios y relacionados, así como el precio de bienes sustitutos, entre otros aspectos (Gujarati, 1992; Fontaine, 1999; Ibarra, 2000; Silva, 2000; Baca, 2005).

De la visita realizada a las granjas del estado de Morelos y Yucatán se obtuvieron datos por medio de entrevistas directas, para estimar la magnitud de la oferta, de donde derivan los valores obtenidos que se resumen en la Tabla 15:

Tabla 15. Oferta de <i>Pangasius</i> determinada en entrevista directa con productores						
Granja	Estado	Producto	Cantidad (# de U)	Unidad (U)	Precio (\$/U)	Ingresos (\$)
Bettafish	Morelos	Entero	3000	kg.	\$80	240,000
Magogal	Morelos	Entero	12000	kg.	\$45	540,000
		Cría	50,000	pez	\$6	300,000
La Buena Fortuna	Morelos	Entero	12000	kg.	\$75	900,000
		Filete	12000	*kg.	\$100	1,200,000
El Texcal	Morelos	Entero	20000	kg.	\$65	1,300,000
Enmanuel	Yucatán	Entero	234000	kg.	\$45	10,530,000
VALOR PRIVADO DE LA PRODUCCIÓN			317,000	**kg.		15,010,000
* Representa 36 t de pescado entero equivalente						
**kg de pescado entero equivalente						

Cabe aclarar que no todos los productores entrevistados manifestaron su intención de producir a un determinado precio

La oferta de los distintos productores está dominada por la granja *Enmanuel* del estado de Yucatán que para fines prácticos representa el 72% de la misma (Tabla 16 y Fig. 39).

Tabla 16. Oferta de <i>Pangasius</i> determinada en entrevista directa (junio de 2013) con productores de los Estados de Morelos y Yucatán.				
Granja	Precio Unitario	Oferta (Kg)	Oferta agregada (Kg)	VPP (\$)
Enmanuel	\$ 45.0	234,000	234,000	\$ 10,530,000
*La buena fortuna	\$ 43.5	48,000	302,000	\$ 2,088,000
El Texcal	\$ 65.0	20,000	254,000	\$ 1,300,000
Magogal	\$ 45.0	12,000	12,000	\$ 540,000
Betafish	\$ 80.0	3,000	15,000	\$ 240,000
TOTAL		317,000		\$ 14,698,000
VPP-Valor privado de la producción				
*La buena fortuna precio promedio ponderado equivalente a pescado entero				

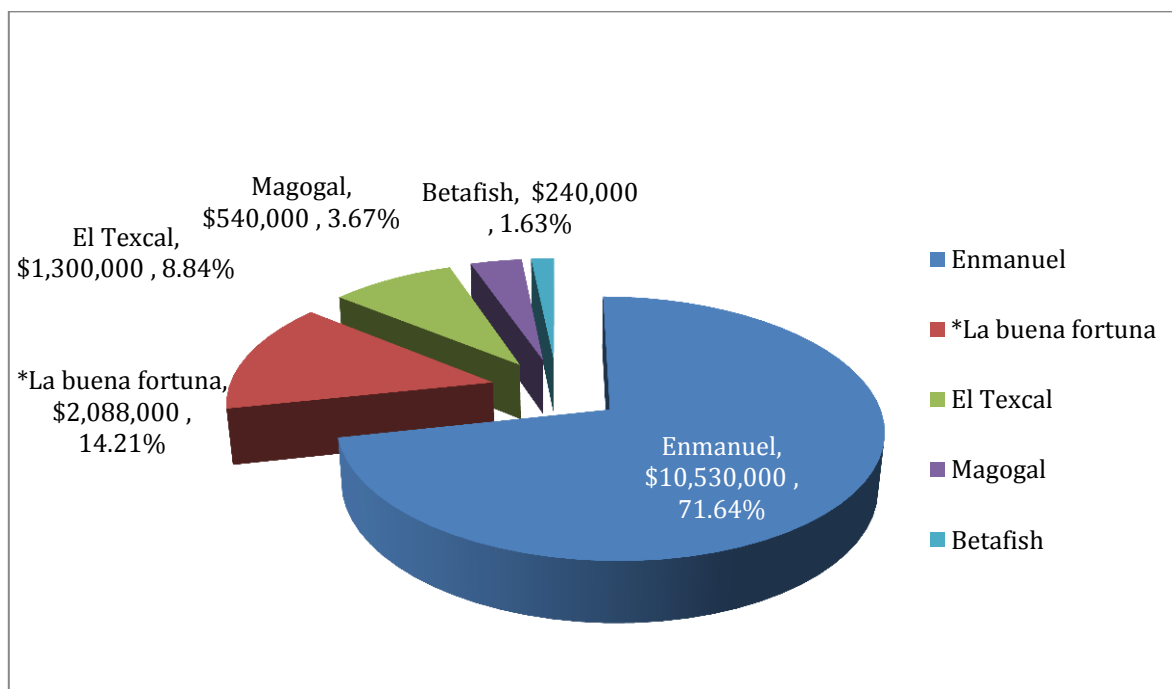


Figura 39. Valor y participación en la oferta de los productores nacionales de *Pangasius*. *La buena fortuna precio promedio ponderado equivalente a pescado entero.

Sin embargo, debido al ámbito de influencia de los distintos proyectos se consideraron como entidades separadas en la oferta nacional las ofertas del estado de Morelos y del estado de Yucatán.

A continuación se muestra la tabla 17 y correspondiente a la curva de oferta de pescado entero de los productores del estado de Morelos (Fig. 40).

Tabla 17. Oferta de *Pangasius* determinada en entrevista directa con productores del estado de Morelos.

Granja	Precio Unitario (\$/kg)	Oferta (kg)	Oferta agregada (kg)
*La buena fortuna	\$ 33	36,000	36,000
Magogal	\$ 45	12,000	48,000
El Texcal	\$ 65	20,000	68,000
La buena fortuna	\$ 75	12,000	80,000
Bettafish	\$ 80	3,000	83,000

*La buena fortuna precio y cantidad equivalente a pescado entero

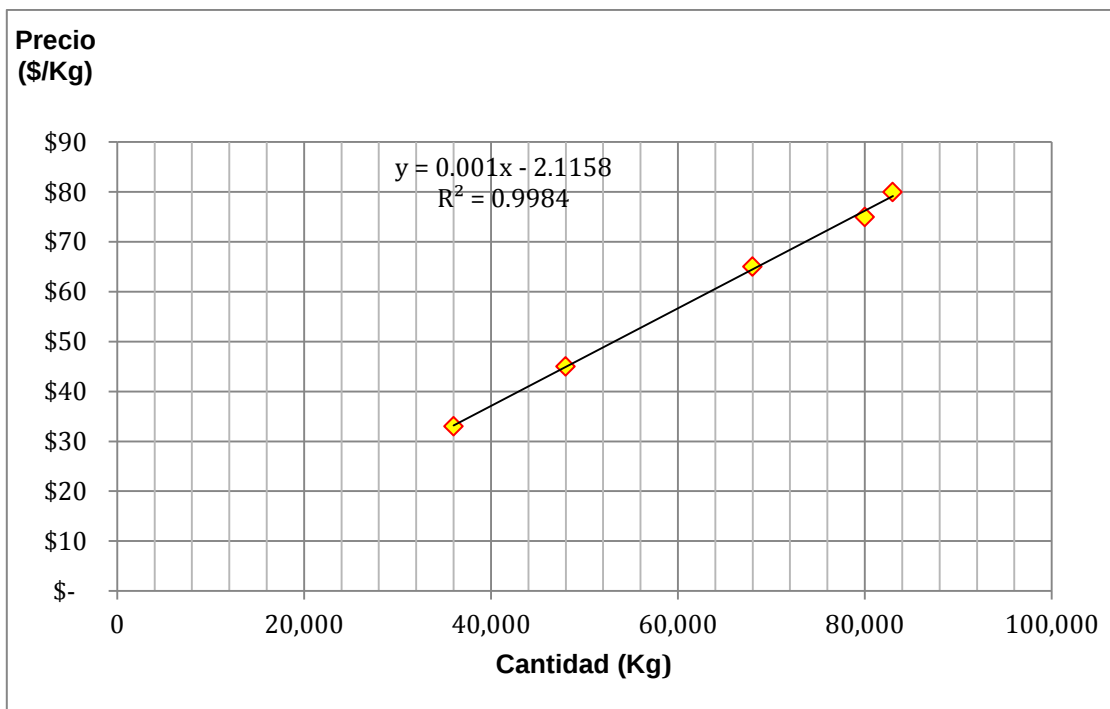


Figura 40. Oferta estimada de *Pangasius* en el Estado de Morelos en 2013.

Esta oferta va a tener que competir con los precio de mercado del *Pangasius* importado, el cual en promedio se vende en las principales cadenas de autoservicio a \$70/kg de filete al detalle, es decir al consumidor final.

El margen con el que normalmente trabajan los diferentes detallistas oscila en el orden de 36-40% (Baca, 2005), con lo cual es factible cubrir los costos fijos. Esto significa que el mayorista compra el producto terminado, el filete congelado individual importado, entre \$50/kg - \$51.50/kg.

Como se mencionó anteriormente, se requieren de 3 kg de pescado para obtener 1 kg de filete, por lo cual en este escenario será de capital importancia para los productores nacionales segmentar cuidadosamente el mercado para evitar pérdidas. Ya que tan solo el costo por kg de filete oscilaría entre \$135/kg, a lo cual habría que agregarle: costos de proceso, empaque y embalaje así como costos de distribución y ventas.

En la tabla 16 y Fig. 41 se muestran los precios históricos a los que se ha importado el kg de filete de *Pangasius* para el periodo 2007-2010 y la proyección para 2011 que es lo que se esperaría si todo lo demás hubiera permanecido constante (*ceteris paribus*).

Tabla 16. Precios de importación históricos de *Pangasius* en México periodo 2007-2010 y proyección 2011.

Año	Precio US\$/Kg	Precio esperado US\$/Kg
2007	\$ 2.79	
2008	\$ 2.58	
2009	\$ 2.32	
2010	\$ 2.19	
2011		\$ 1.96
*2011	\$ 2.52	

FUENTE: FAO, 2012.

*CONAPESCA, 2011.

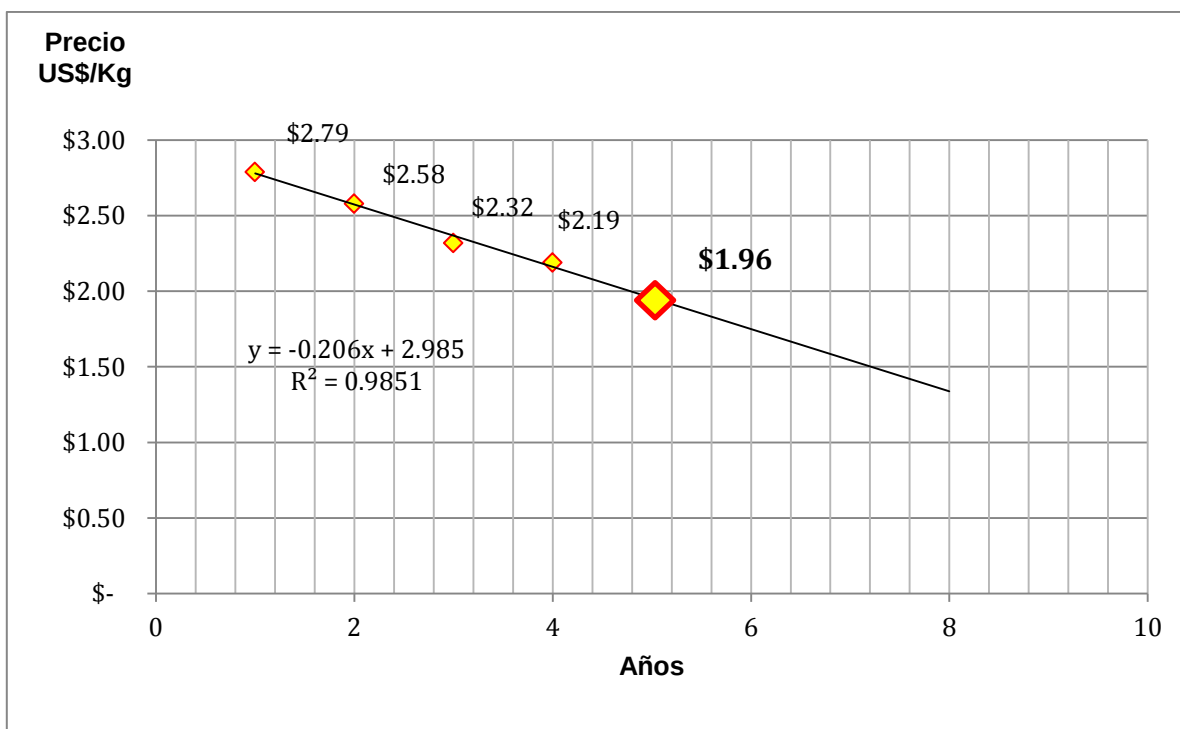


Figura 41. Precios de importación históricos de filete de *Pangasius* en México periodo 2007-2010. FUENTE: FAO, 2011.

Existe una diferencia importante entre lo proyectado, es decir el precio esperado, US\$ 1.96/kg de filete, si todo lo demás hubiera permanecido sin cambios (*ceteris paribus*), y el precio al que México de hecho importó el filete de acuerdo con el Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca US\$ 2.52/kg.

Aunque el precio reportado de las importaciones en 2010, de filete de pescado congelado en el Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca es de US\$ 2.17/kg, muy cercano al precio reportado por la FAO (2011) de US\$ 2.19/kg respectivamente, este último si refleja los efectos de la situación que se discutió en el entorno internacional.

En este entorno, entre otras cosas hubo un incremento en el precio de los insumos en el delta del Mekong, una desaceleración de la economía como lo venía advirtiendo el Fondo Monetario Internacional, la cual se vio reflejada en el índice de precios de los insumos ya que se presentó un incremento de

alrededor de 230 puntos en menos de un año, pasando de 160 a mediados de 2010 hasta llegar a cerca de 390 puntos a mediados de 2011. Como referencia para el índice se considera el día 3 de enero del 2006 = 100 (IMF, 2011). También se presentó un endurecimiento en la política de importaciones por parte de Estados Unidos, el mayor importador de filete congelado de Vietnam, considerando que la Unión Europea es un conjunto de países. Aunado a esto, surgieron protestas en diversos países de América Latina, la Unión Europea y Australia por las fuertes importaciones de *Pangasius* y su efecto en las economías internas.

Esto en su conjunto llevó a que Vietnam estableciera un precio mínimo a pie de granja y precio máximo a la exportación de filete congelado de *Pangasius* en: US\$ 1.00/kg y US\$ 2.8/kg libre a bordo respectivamente.

Si en México se llegara a importar el kg de filete a US\$ 3 y se considerara un tipo de cambio de \$13/1 US\$, el precio del kg de filete importado sería de \$39/kg. Este precio claramente es inferior que los precios de oferta de pescado entero por parte de los productores nacionales (\$45/kg de pescado entero) equivalente en filete a \$135/kg, sin considerar los costos de procesado, empaque y embalaje, así como costos de ventas y distribución. Esta estructura de costos está muy por arriba de los precios a los que las principales cadenas de autoservicio están importando el filete de *Pangasius*.

El margen de maniobra del gobierno de Vietnam se ve reflejado en las curvas de demanda de los años 2007-2010 de las cuales para efecto de enfatizar esta capacidad a continuación se muestra la Tabla 17 y Fig. 42 con la de demanda para el año 2007 y la respectiva curva de demanda, así como para el año 2010.

Tabla 17. Demanda de *Pangasius* en 2007

MERCADO 2007	Precio Unitario (US\$/t)	Demanda (t)	Demanda agregada (t)
Estados Unidos	3.19	21,196	21,196
Australia	3.16	12,210	33,406
Tailandia	2.93	8,106	41,512
Países bajos	2.92	29,966	71,478
España	2.80	36,133	107,611
México	2.79	14,324	121,935
Otros	2.76	42,593	164,528
Unión Europea	2.72	172,871	337,399
Singapur	2.30	12,157	349,556
ANSEA	2.30	33,741	383,297
Polonia	2.29	38,578	421,875
Hong Kong	2.13	17,150	439,025
China y Hong Kong	2.13	18,214	457,239
Rusia	1.85	48,728	505,967
Malasia	1.78	8,787	514,754
Ucrania	1.71	22,992	537,746

FUENTE: VASEP en cooperación con la Aduana de Vietnam, citados en Pangasius-Vietnam, 2013b.

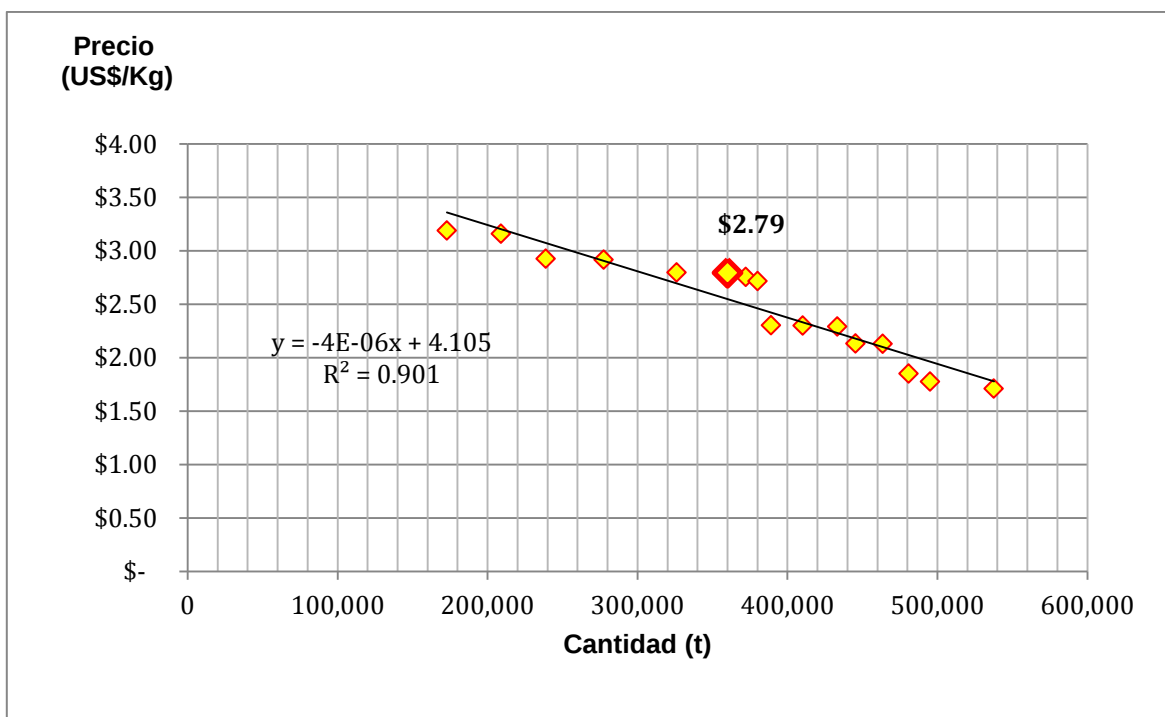


Figura 42. Función de demanda de *Pangasius* 2007. FUENTE: VASEP en cooperación con la Aduana de Vietnam, citados en Pangasius-vietnam, 2013b.

De la tabla y curva de demanda para el año 2007 se puede ver que Estados Unidos pagó US\$3.19/kg el precio más alto, mientras que México pagó US\$ 2.79/kg y Ucrania solo pagó US\$1.71/kg, el precio más bajo, esto significa que en caso de ser necesario Vietnam estaría dispuesto a reducir el precio a este nivel.

Lo anteriormente expuesto se reflejó en los años subsecuentes hasta llegar al año 2010 (Tabla 18 y Fig. 43) en el que el precio al que México importó disminuyó de manera constante y el precio unitario llegó a ser de US\$ 2.19/kg. Para el año 2011 este precio se vio afectado por el entorno económico internacional y las condiciones particulares del Mekong, por lo que México importó a un precio más alto de lo esperado (US\$2.52/kg).

Tabla 18. Demanda de *Pangasius* en 2010

Mercado 2010	Precio unitario (US\$/Kg)	Demanda (t)	Demanda agregada (t)
Estados Unidos	3.17	55,750	55,750
Australia	2.84	15,148	70,898
Países bajos	2.55	<i>29,784</i>	100,682
Alemania	2.48	<i>36,924</i>	137,606
Tailandia	2.32	<i>6,960</i>	144,566
Unión Europea	2.30	221,939	366,505
España	2.24	<i>53,590</i>	420,095
México	2.19	39,398	459,493
Singapur	2.03	<i>12,964</i>	472,457
Otros	1.92	204,754	677,211
ANSEA	1.88	41,696	718,907
Polonia	1.85	<i>23,417</i>	742,324
China y Hong Kong	1.81	23,752	766,076
Hong Kong	1.79	<i>18,563</i>	784,639
Rusia	1.70	30,386	815,025
Egipto	1.65	26,575	841,600
Malasia	1.39	<i>11,216</i>	852,816

FUENTE: VASEP en cooperación con la Aduana de Vietnam, citados en Pangasius-vietnam, 2013b.

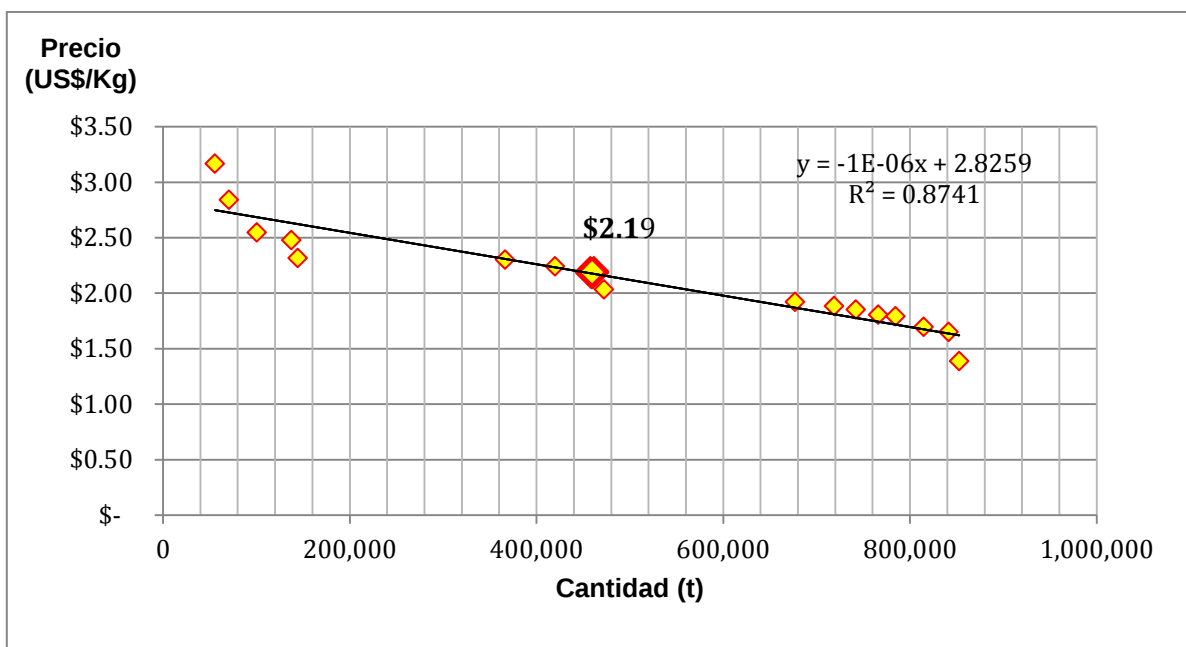


Figura 43. Función de demanda de *Pangasius* en 2010. FUENTE: VASEP en cooperación con la Aduana de Vietnam, citados en *Pangasius-vietnam*, 2013

En estos estudios se consideran los precios de mercado de beneficios y costos sociales directos atribuibles a cada proyecto, para de esta manera determinar la relación costo/beneficios. Es pertinente señalar que en este tipo de estudios se trabaja con precios sombra, es decir los precios "reales" lo que significa que son precios de mercado sin distorsiones, es decir sin impuestos.

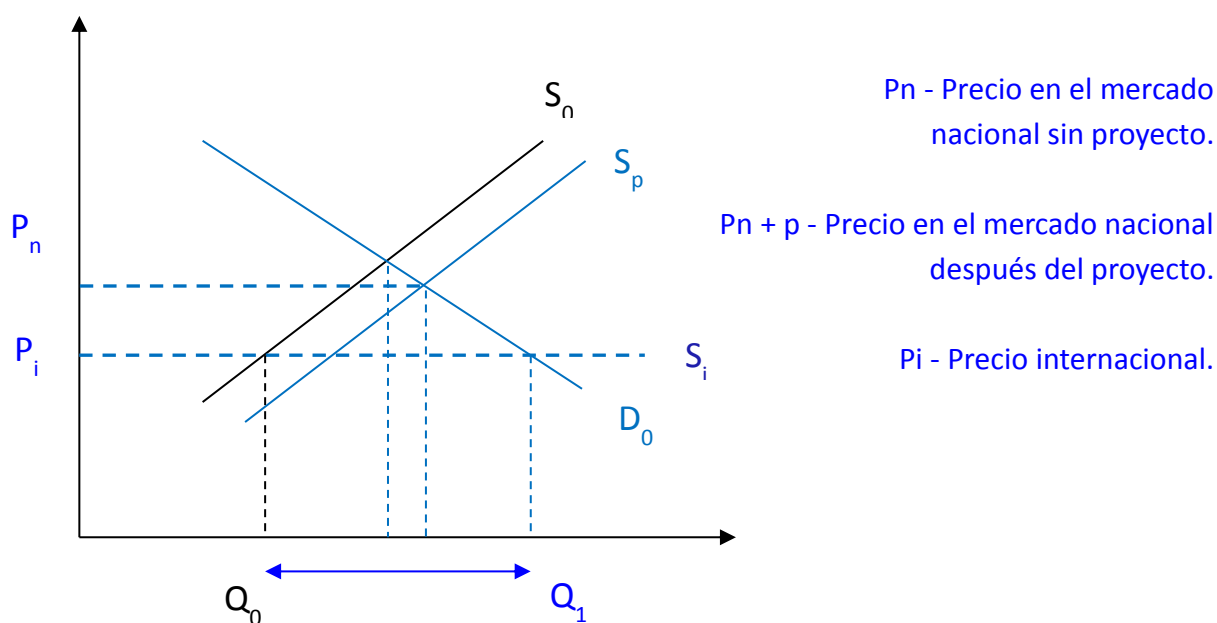
Existen una serie de disposiciones legales además de los impuestos; subsidios, cuotas, prohibiciones, precios máximos y precios mínimos, que también conducen a que los precios de productos e insumos difieran de sus "verdaderos valores" (Silva, 2000).

ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

Efectos directos

Beneficio social atribuible al Proyecto

Este es el caso de un proyecto que producirá un bien transable con impuesto a la importación tasa cero, fracción arancelaria 0304.62.01 (Aduanas México, 2013), en el que el valor social de la producción y el valor privado de la producción difieren y la oferta del producto en el mercado internacional es infinitamente elástica, ver siguiente figura.



En la situación sin proyecto la cantidad importada de filete de *Pangasius* es: $(Q_1 - Q_0) = 42,000$ t/año, las que se comercializan en tiendas de autoservicio y supermercados a \$70/kg precio regular y hasta \$58/kg en oferta, los precios se pueden incrementar cuando el producto sufre cierto procesamiento (*e.g.* a \$90/kg cuando este es marinado) o por la temporada (*e.g.* mayores precios en Semana Santa).

La referencia obligada para el mercado mexicano es un producto comparable: el bagre de canal, del que se producen y comercializan anualmente a nivel nacional 1,300 t de filete, con un precio promedio de \$110/kg en tiendas de autoservicio como HEB.

Ya que Vietnam tiene el monopolio del mercado de *Pangasius* a nivel mundial, el aumento en la oferta debido a un incremento en la producción nacional actual no afectaría el precio internacional de ninguna manera.

Lo anteriormente expuesto se refleja en un beneficio social que puede ser expresado por un mayor consumo o un beneficio social por menor salida de divisas debido a una disminución de las importaciones, en una magnitud igual al incremento de la oferta por su precio internacional, es decir se obtendrían MX\$4,121,000 por 317 t de pescado convertido en filete

$$\begin{aligned} &= (317 \text{ t pescado}) (1 \text{ t filete}/3 \text{ t pescado}) (\text{US\$}3,000/\text{t}) (\$13/\text{US\$}) \\ &= \$4'121,000 \end{aligned}$$

Costo social (de los insumos) atribuible al proyecto:

En el mercado de factores de producción se identifican los costos sociales directos; en este caso un costo social por mayor uso de recursos, que dejan de ser empleados en su mejor uso alternativo. Específicamente el alimento, principal insumo para engorda del *Pangasius*.

$$\begin{aligned} &= (317 \text{ t pescado}) (1.7 \text{ t de alimento}/\text{t pescado}) (\$12,000/\text{t de alimento}) = \\ &= \$6'466,800 \end{aligned}$$

Efectos indirectos

Los efectos indirectos están ligados al mercado de los productos sustitutos, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* es definitivamente un sustituto

directo que en México se obtiene mediante pesca y mayormente a través de acuicultura, además de otras especies como la tilapia obtenida mediante acuicultura y pesca en el mercado nacional. Más que la magnitud actual del proyecto de producción de *Pangasius*, las importaciones de China y en una medida menor la producción de tilapia en México afectan el mercado sustituto.

En 2011 México importó 48,731 t de filete de tilapia con un valor reportado de US\$ 150'822,000 (US\$ 3.095/kg) en tanto que de *Pangasius* se importaron 41,095 t con valor de US\$ 103'519,000 (US\$ 2.52/kg) (CONAPESCA, 2011).

Como resultado las importaciones de *Pangasius* han provocado una presión sustancial a la baja en los precios de venta del bagre y de otras especies en México lo que ha significado para el caso particular de Tamaulipas que de las 54 granjas que operaban a la fecha, 20 hayan dejado de operar por completo y las que permanecen operando se encuentren trabajando a un fracción de su capacidad instalada (Villarreal, *comunicación personal*), con el costo social que esto implica (migración, principalmente pérdida de empleos y reconversión de actividades productivas).

Estos resultados y proyecciones en los mercados sustitutos son claros y muestran su evidente disminución en términos reales ya que el crecimiento de la producción ha sido frenado por la fuerte competencia de los productos importados que afectan los precios del producto nacional.

Externalidades

En este caso, más allá de las alteraciones en el mercado nacional es necesario considerar externalidades negativas potenciales vinculadas al riesgo ambiental y económico de escape de esta especie exótica. Aunque estos costos son difíciles de estimar *a priori*, es posible prever en base a las experiencias con

otras especies en México y en el mundo que pueden ser sumamente elevados, como el caso ya probado de los "plecos" en el país (Mendoza *et al.*, 2009).

Intangibles

Pérdida de biodiversidad, ¿cuál es el valor en pesos (o dólares) de la pérdida de una especie por efecto de una especie exótica invasora? Es un precio aún más difícil de definir, sin embargo el costo puede ser muy elevado, ya que la pérdida de biodiversidad hace vulnerables a los ecosistemas y por ende más susceptibles de ser invadidos. Estos valores aunque no se puedan expresar en pesos y centavos deberán ser considerados en la decisión (Fontaine, 1999; Silva, 2000; FIRA, 2011).

Los economistas han adoptado varios enfoques para valorar los daños que no se reflejan directamente en los precios de mercado. La valoración es más fácil en los casos en los que los problemas relacionados con el medio ambiente perjudican directamente a los usuarios (afectaciones en los servicios ambientales). Así por ejemplo, un río contaminado disuade de pescar o nadar y el valor de las oportunidades recreativas perdidas puede estimarse examinando el costo de oportunidad, es decir, cuánto pagarían los individuos por un tipo equivalente de entretenimiento. Pero ¿qué ocurre con el valor de un pez? A este respecto, algunos economistas del medio ambiente han utilizan una técnica llamada valoración contingente, que consiste en preguntar a la gente cuánto estarían dispuestas a pagar en una situación hipotética, por ejemplo, para preservar un recurso natural (Samuelson y Nordhaus, 1999).

Existe una máxima en economía que establece que si el producto es más barato en el mercado internacional es preferible importar a producirlo de tal manera que los recursos liberados puedan ser empleados en su mejor uso alternativo.

De la breve descripción de los hechos respecto al *Pangasius* está claro que México deberá considerar con cuidado incursionar en este segmento de mercado en el cual Vietnam, Bangladesh y la India tienen una clara ventaja competitiva, ya que la eventual incursión se reflejaría en los efectos directos: beneficios *vs* costos sociales, ya que mientras los costos son mayores entre más crezca el proyecto, también lo serán los costos sociales.

De igual manera, se debe vislumbrar el costo potencial para la sociedad por el riesgo innecesario que se corre, derivado de que la especie se convierta en una especie exótica invasora ya que en materia de estas especies, la prevención es la mejor opción tanto en términos económicos como estratégicos.

Pretender que producir *Pangasius* en México es la solución, "o dejar que se siga importando de Vietnam", es una falsa disyuntiva y una simplificación excesiva de lo que se puede convertir en un problema complejo y muy costoso de resolver.

VÍAS DE INTRODUCCIÓN E INTRODUCCIONES A NIVEL MUNDIAL

Diferentes especies de pangásidos han sido introducidas a nivel internacional ya sea para fines de producción por acuicultura o para el mercado del acuarismo. A continuación se mencionan los países en los que se encuentran documentadas estas introducciones (Fig. 44).

Bangladesh.- En Bangladesh *P. sutchi* (muy probablemente *P. hypophthalmus*) y *P. gigas* fueron introducidos para su cultivo comercial a partir de Tailandia entre 1988 y 1990 (Faruk, 2008; Azam, 2010; Hossain, 2002). Para la industria del acuarismo se introdujo *P. hypophthalmus* de la India y Tailandia (Mohsin and Galib, 2013). Esta especie se encuentra establecida (con reproducción natural), pero no se han reportado impactos (Singh and Lakra, 2012; Barua et al, 2001 citado en Froese y Pauly, 2013).

Cuba.- *Pangasius spp* fue introducido para su cultivo (McGee, 2009).

China.- *P. gigas* y *P. hypophthalmus* fueron introducidos para su cultivo (Bangxi et al., 2003; Sifa 2005). *P. hypophthalmus* se escapó y está establecido, no se han reportado impactos (Singh y Lakra, 2012)

Filipinas.- Los pangásidos fueron introducidos para su cultivo comercial en Filipinas desde 2007 (Caguan, 2007) y a partir del 2008 se realizaron grandes importaciones desde Vietnam (Undercurrent News, 2013). Se encuentra establecido y no se han reportado impactos (Singh and Lakra, 2012)

Florida.- *Pangasius spp* se ha reportado en un arroyo que desemboca en el río Hillborough en 1988 (identificado erróneamente como *Platytrapius siamensis*; Shafland et al., 2008 citado por Neilson y Loftus, 2013). No establecido, probablemente representa una liberación de acuarismo.

Guam.- *P. sutchi* introducido en 1982 para su cultivo (Eldredge, 1994)

Haití.- *P. hypophthalmus* introducido para su cultivo (McGee, 2010)

Hungría.- Ejemplares de *P. hypophthalmus* han sido introducido por la vía del acuarismo. Los organismos se encontraron severamente infectados con *Myxobolus spp.* (F. Baska, 2002, citado por Molnár *et al.*, 2006).

India.- *P. hypophthalmus* llamado "la princesa de la acuicultura vietnamita" fue introducido en Bengala occidental sin autorización a partir de Bangladesh para su cultivo comercial en 1994-1995. Pero su introducción, cultivo y producción de larvas no se regularizó oficialmente sino hasta el 2009 (Krishna *et al.*, 2011). *P. hypophthalmus* también fue introducido para ser cultivado en la región de Uttar Pradesh y después de haber escapado se le ha encontrado en el río Tamasa de esta región (Singh, 2013a). También fue introducido por acuarismo en diferentes variedades (principalmente rayados y albinos)(Singh and Lakra, 2012, Singh *et al.*., 2013a). Debido a su valor como especie de cultivo y ornamental las introducciones ilegales han permitido que *P. hypophthalmus* se encuentre presente en aguas naturales como el río Tamasa en Uttar Pradesh, humedales y el río Churni en Bengala occidental y en el lago Kolleru en Andhra Pradesh. Se considera un riesgo de invasión alto para este país (Bhakta y Bandyopadhyay, 2007; Lakra y Singh, 2010; Singh *et al.*, 2013). Se reportan impactos ecológicos adversos, aunque el gobierno considera que se encuentra regulado (Singh y Lakra, 2011). De acuerdo a Singh and Lakra (2012) estos peces tienen el potencial de madurar y reproducirse en la naturaleza, por lo cual los peces que se escapan podrían colonizar el medio y formar poblaciones ferales en diferentes condiciones agroclimáticas impactando los ecosistemas y afectando consecuentemente la biodiversidad. Por otra parte, en la India al

ocurrir como especie nativa *Pangasius pangasius* y al tener la misma temporada de desove que *P. hypophthalmus* existe el riesgo de que se hibridicen, un aspecto que ya se ha demostrado de manera experimental.

Indonesia.- En Indonesia, a pesar de contar con más de 10 especies de pangásidos en la ictiofauna nacional, la única especie de *Pangasius* cultivada comercialmente en este país es *P. hypophthalmus*, que se introdujo de Tailandia (Legendre, 1998).

Irán.- *P. sutchi* fue introducido en Irán en el 2004 para fines de cultivo (Islam, 2004).

Israel.- Snovsky and Golani (2012) recientemente reportaron el establecimiento de *P. hypophthalmus* en el Lago Kinneret, Israel. Los autores sostienen que los peces escaparon de acuarios. De acuerdo a pescadores locales del mismo sitio, existen otros casos de colectas de esta especie, lo cual podría representar un caso de múltiples escapes o posiblemente el establecimiento de una pequeña población en el lago.

Jamaica.- *P. hypophthalmus* introducido para su cultivo (McGee, 2010)

Malasia.- *P. hypophthalmus* se introdujo por ser una de las especies mejor adaptadas al cultivo en jaulas (Molnár et al, 2006). Se han escapado, pero aún no se reportan impactos o amenazas hacia peces nativos por parte de esta especie (Chong *et al.*, 2010).

Myanmar.- *P. hypophthalmus* fue introducido a partir de Tailandia en 1982 para ser cultivado (Win, 2005). Se encuentra establecido y no se han reportado impactos (Singh and Lakra, 2012).

Nepal.- *P. hypophthalmus* introducido para su cultivo (Singh y Lakra, 2012).

Polonia.- Więcaszek *et al.* (2009) reportaron ejemplares similares a *P. hypophthalmus* en un estanque de la ciudad de Szczecin, Polonia. Los ejemplares aunque muy parecidos a *P. hypophthalmus* presentaban características diferentes en cuanto al número de radios de las aletas pélvicas y otras características morfológicas por lo que los autores sugieren que se trata de un híbrido liberado por acuaristas debido a su tamaño (33 cm). Los ejemplares tenían parásitos (tremátodos monogeneos) que no se habían reportado para Europa (*Thaparocleidus caecus*).

Puerto Rico.- Introducido desde 2002 para su cultivo por la empresa Caribe Fisheries Inc. (McGee, 2009)

República Dominicana.- Introducido para su cultivo (McGee, 2009)

Singapur.- *P. sutchi* fue introducido para su cultivo en los 90's y ahora está considerada como especie feral (Ng et al., 1993), ya que se encuentra establecido en el medio ambiente natural en donde ha estado provocando impactos negativos (Singh and Lakra, 2012).

Sudáfrica.- *P. sanitwongsei* fue introducido por la vía del acuarismo (Mäkinen et al., 2013)

Taiwan.- Introducido para su cultivo y como especie ornamental desde 1976 (Liao et al., 2001). Importado de Indonesia (Welcomme, 1988)

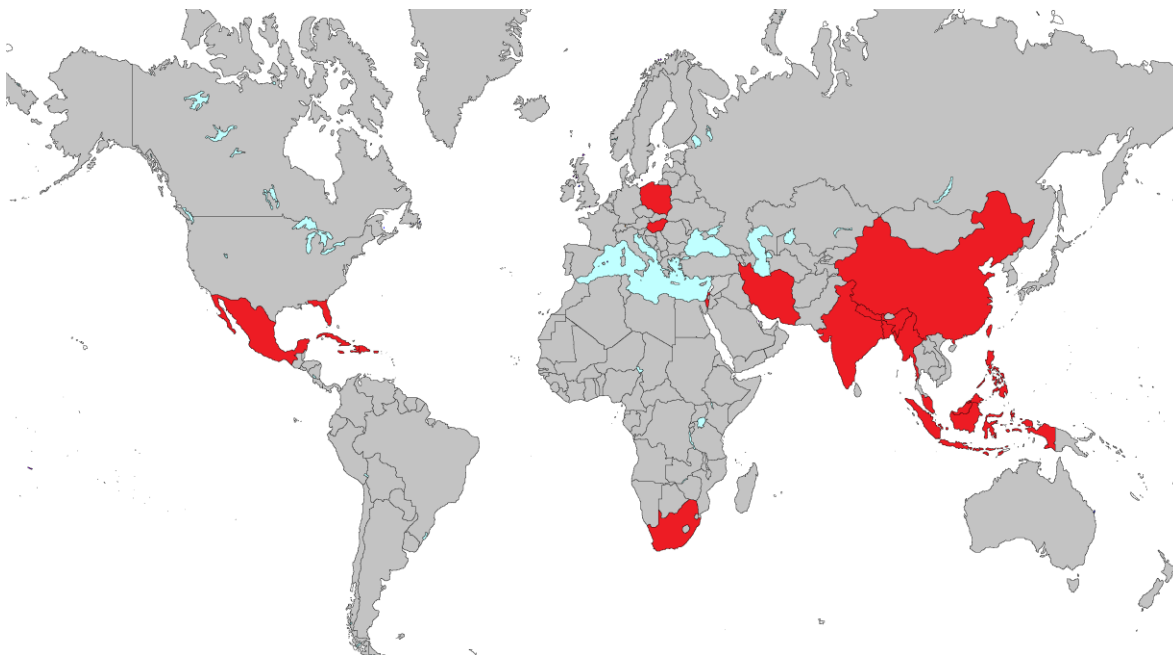


Fig. 44. Introducciones de *Pangasius* (principalmente *P. hypophthalmus*) a nivel mundial.

EVIDENCIAS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

La acuicultura de *P. hypophthalmus* ha estado en auge en los últimos años en los estados costeros de la India y como producto de esta introducción se reporta que la septicemia hemorrágica bacteriana causada por *Aeromonas hydrophilla* se volvió persistente, lo que conllevó a utilizar antibióticos de manera repetida. Se perdieron múltiples cosechas ya que no se pudo controlar la enfermedad, lo que es indicativo de que la bacteria desarrolló resistencia a los antibióticos utilizados. De la misma manera se menciona la incidencia frecuente de tres enfermedades bacterianas con diferentes signos clínicos causados por patógenos hasta ahora no identificados. Igualmente se han reportado enfermedades bacterianas causadas por *Flavobacterium columnarae* y las causadas por ciliados como *Trichodina*, se han registrado en un número importante de granjas constituyendo un problema grave (Singh y Lakra, 2011). También se ha registrado la presencia de trematodos en las branquias y coloración amarillenta de los animales. Otro problema importante es el deterioro de la calidad del agua, ya que se han registrado niveles de amoníaco en los estanques de cultivo de hasta 8 ppm (Krishna et al., 2011). Actualmente está considerada como una especie altamente invasora (Singh, 2013a). En los casos de policultivo con carpas se ha demostrado que puede dañar a las especies locales. Otras de las consecuencias es la alimentación de los organismos en los sistemas intensivos, la que genera condiciones eutróficas en las granjas y como resultado se presentan frecuentes brotes de enfermedades. Estas condiciones de cultivo afectan negativamente las condiciones socioeconómicas de los acuacultores marginales, consumidores, y medios de cultivo las (Singh y Lakra, 2011).

En Bangladesh en donde existen 1,400 granjas y se producen cerca de 20,000

toneladas de *P. hypophthalmus* año, desde desde la introducción de esta especie se han presentado de forma recurrente varias enfermedades, aunque principalmente las ocasionadas por *Aeromonas hydrophila*. Lamentablemente, debido a la falta de apoyo diagnóstico y de medicamentos apropiados varios granjeros han sufrido de importantes pérdidas financieras. Otra consecuencia es que el precio de esta especie ha venido descendiendo lo que ha afectado la economía de los acuacultores (Faruk, 2008). Igualmente, en este país en donde *P. sutchi* (*P. hypophthalmus*) y *P. gigas* se consideran como especies invasoras, se ha reportado que compiten por el alimento con las especies nativas y se atribuyen daños a la fauna local debido a los hábitos predadores de estas especies (Azam, 2010).

Una de las mayores amenazas por el escape potencial de las especie *P. hypophthalmus* que presenta un comportamiento carnívoro y voráz y amplio espectro alimenticio, el cual manifiesta incluso con hábitos canibalísticos (Jaques et al., 1998; Lazard, 1998; Singh and Lakmar, 2012). Se reporta que no solamente predan a especies nativas de peces, sino también a crías de patos y caracoles (Pallewatta, 2003). Debido a que los acuacultores los alimentan con aves muertas, se estima que las poblaciones de buitres también se encuentran amenazadas, ya que los cadáveres que hubieran podido estar disponibles para estos son colectados y ofrecidos a los *Pangasius* (Rahman, 1997). De hecho se trata de evitar la presencia de *P. sutchi* en los campos de arroz del área de Mongla en Bangladesh ya que la especie esta considerada como invasora (Amin et al., 2009).

Por otra parte, si bien se argumenta que se reproduce difícilmente en la naturaleza, aunque existen evidencias de lo contrario, *P. hypophthalmus* es capaz de vivir 20 años y pesar más de 20 kilos (McGee, 2009), por lo que bastaría con

que se escapara un buen número, como ya ha sucedido en otros países, para constituir una seria amenaza para las especies nativas.

Se han presentado múltiples problemas relacionados con la manera en que se cultiva el *Pangasius* en sus lugar de origen. Generalmente estos peces son cultivados en estanques de concreto y producen una gran cantidad de efluentes con una alta carga de materia orgánica, los cuales en general no son tratados, ya que se estima que menos del 10% de las granjas cuentan con estanques de sedimentación. Por otra parte, los desperdicios de alimento y heces de los cultivos en jaulas que se realizan en el Mekong contribuyen a agravar este problema junto con las plantas procesadoras. La dimensión del problema se puede vislumbrar al considerar que Vietnam produjo más de un millón de toneladas de *Pangasius* en 2008 llevando al país al tercer lugar de la producción acuícola mundial (Trieu and Lu, 2013).

En un estudio realizado en Bangladesh, Ali and Haque (2011) reportan que a pesar de los beneficios económicos derivados del cultivo de *Pangasius*, cuya producción se triplicó en las últimas dos décadas, se presentaron problemas por el uso del suelo e inequidad social como consecuencia de la expansión de la actividad acuícola. De la misma manera, aunque se reportan beneficios de la utilización de las descargas para los cultivos de arroz, cuando estas no son tratadas se reportan impactos ambientales. Otros impactos reportados son directamente al consumidor. Así por ejemplo en un estudio efectuado por Ahmed et al (2012) en Bangladesh en donde se estudiaron las cualidades nutricionales de las especies nativas y las exóticas que ocurren en los cuerpos de agua de la región se encontró que el *Pangasius* era el que menos valor nutricional ofrecía de las especies exóticas y todas estas tenían menor valor nutricional que las nativas. El análisis proximal reveló que en promedio el

Pangasius tenía 82.76% de humedad, 1.12% de cenizas, solo 14.71% de proteína y 1.40% de lípidos

De acuerdo a Singh and Lakra (2012) dentro de los varios problemas asociados al cultivo a gran escala de *P. hypophthalmus* destacan los siguientes

- Los propietarios de criaderos de peces no colectan reproductores de fuentes originales en intervalos regulares y siempre tratan de utilizar los mismos reproductores, así como sus crías para reproducirlos año tras año. De tal manera que se presenta una creciente depresión endogámica con consecuencias como anormalidades en crecimiento, reducción de la fecundidad, baja resistencia a las enfermedades y pérdida de variabilidad genética.
- Se estima que más de 83% de los acuacultores utilizan químicos (principalmente antibióticos como: Oxitetraciclina, Entrofloxacina, Furazolidona) debido a la pobre calidad del agua, lo que pone en duda la inocuidad alimentaria
- Parte de los químicos que se utilizan (incluyendo antibióticos, hormonas et.) se descargan en los ríos, lo que puede afectar a la fauna nativa y posiblemente a las poblaciones de humanos con acceso a esos ríos. Por ejemplo, se encontró que el *Pangasius* producido en Vietnam que llegó al mercado Italiano traía restos de mercurio, pesticidas organoclorados y bifeniles policlorinados.

CERTIFICACIONES

La certificación es un mecanismo de incidencia creciente en los mercados a través del cual los minoristas y ONGs son capaces de ejercer control sobre los productores para asegurar sus intereses comerciales e institucionales (Belton et al., 2011).

Tanto las presiones medioambientales como las económicas han originado la necesidad de la certificación de la producción acuícola. En general se trata de un proceso que permite a un productor demostrar que es capaz de minimizar el impacto sobre el medio ambiente, haciendo el mejor uso posible de los recursos disponibles a nivel local, tomando decisiones informadas en materia de derechos laborales, cumpliendo con la legislación nacional y la garantía de la mejor la utilización de alimentos y productos terapéuticos.

En particular, el rápido crecimiento de industria acuícola del *Pangasius* ha planteado una serie de problemas ambientales y sociales que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- La forma en que afectan las nuevas granjas el uso de la tierra y el agua
- La contaminación del agua y la gestión de residuos
- Los escapes de especies exóticas que pueden competir con las especies nativas y afectar los ecosistemas
- El uso no sustentable de harina y aceite de pescado y su afectación a los recursos naturales
- Aspectos sanitarios relacionados con la gestión de los medicamentos y productos químicos,
- La responsabilidad social relacionada con las prácticas laborales
- Los conflictos entre los usuarios de los recursos compartidos
- Aspectos legales acerca de la construcción y operación

Actualmente, el desarrollo de los estándares para la acuicultura está en marcha a través de diversas organizaciones, incluyendo la Alianza Global para la Acuicultura (*Global Aquaculture Alliance* - GAA), los Estándares Mundiales de Buenas Prácticas Agrícolas (*Global Good Agricultural Practice* - GLOBALG.AP) y los Diálogos Estandarizados para la Acuicultura a través de WWF (*WWF Aquaculture Dialogue Standards* – WWF-ADS), que sirven de base para la certificación por el Consejo de Gestión para la Acuicultura (*Aquaculture Stewardship Council* - ASC). Existen otros esquemas, los cuales aunque no son de certificación están enfocados en las buenas prácticas para el cultivo de *Pangasius*, como las Prácticas de Buen Manejo de la Red de Centros de Acuicultura Asia-Pacífico (*Network Aquaculture Centers in Asia-Pacific, Better Management Practices for Catfish Aquaculture in the Mekong Delta*- NACA BMP). Se dispone también de otros estándares más generales con validez internacional para acuicultura como las Directrices para la Certificación de la Acuicultura de UNFAO (*United Nations Food and Agriculture Organization - Global Guidelines for Aquaculture Certification*- UNFAO-GCAC) y la Alianza para el Mejoramiento de la Acuicultura (*Aquaculture Improvement Partnership* – AIP). Y finalmente existen sistemas generales de certificación enfocados en el manejo ambiental como el ISO 14001 (*International Standards Organization, 14001:2004 Environmental Management Systems*).

Mientras que para la producción responsable de alimento existe el estándar global de la Organización Internacional de Harina y Aceite de Pescado (*International Fishmeal and Fish Oil Organisation* - IFFO) para el Suministro Responsable (IFFO Responsible Supply – IFFO RS). Igualmente, existen otros estándares internacionales para garantizar la calidad del producto (*Butler's choice* y *Safe Quality Food 1000* y *2000*) o que este se haya producido de

manera orgánica (*Natureland*).

A continuación se presenta una breve descripción de estos estándares:

Estándares Mundiales de Buenas Prácticas Agrícolas GLOBALG.A.P.- La GLOBALG.A.P. es un organismo privado sin fines de lucro cuyo objetivo es la producción agrícola segura y sostenible a nivel mundial. Establecen normas voluntarias para la certificación en todo el mundo de los procesos de producción de productos agrícolas (incluyendo la acuicultura), lo que permite que los estándares sirvan como un sistema de referencia global para otros estándares existentes. Se trata de una certificación de negocio a negocio y que por lo tanto no está directamente visible para los consumidores. Los estándares para las granjas de *Pangasius* se pusieron en marcha en abril de 2009 y las primeras certificaciones se lograron en abril 2010.

La Alianza Mundial de Acuicultura (The Global Aquaculture Alliance - GAA).- La GAA es una organización comercial internacional, sin fines de lucro, registrada en los EE.UU. , que promueve el avance de la acuicultura ambiental y socialmente responsable. La GAA ha desarrollado diferentes estándares de certificación en Buenas Prácticas de Manejo para productos acuícolas. La GAA finalizó los Estándares de Buenas Prácticas para Acuicultura (BAP) para el *Pangasius*, que se aplican a los cultivos en estanques, en agosto del 2010 y las primeras operaciones fueron certificadas en marzo de 2011.

Diálogos Estandarizados para la Acuicultura de WWF.- Los WWF-ADS definieron sus estándares en 2010 y en diciembre del mismo año el gobierno y los principales grupos de las industrias acuícola y pesquera vietnamitas llegaron a un acuerdo para trabajar en conjunto tomando en cuenta estos estándares con el fin de lograr una certificación para la producción sustentable de

Pangasius en Vietnam. De esta manera se crearon los Diálogos para la Acuicultura del *Pangasius* (*Pangasius Aquaculture Dialogues* - PAD). En un inicio WWF colocó provisionalmente la producción de *Pangasius* en un "movimiento hacia la certificación" en sus guías para alimentos acuícolas. En efecto, a finales de octubre de 2010, el *Pangasius* entre otros los peces fue incluido por la WWF y una serie de países, entre ellos el Fondo Mundial para la Naturaleza en Dinamarca, en la lista roja de la guías de pesca dirigida a los consumidores. En estas listas son colocados peces seleccionados en una lista verde roja y una amarilla, de acuerdo a varios factores, tales como si la especie está amenazada, o si los peces son cultivados de una manera responsable. Debido a esto, posteriormente, y a demanda de los acuacultores vietnamitas, Struan Stevenson, Vice-presidente del Comité de Pesquerías del Parlamento Europeo visitó Vietnam en 2011 para constatar las prácticas de trabajo *in situ*, revirtiendo esta clasificación y otorgándoles la certificación (Hedlund, 2011). Esta certificación fue posible gracias a que consultores independientes, representantes de empresas de alimentos, organismos nacionales como Asociación Vietnamita de Exportadores y Productores de Productos Acuícolas (*Vietnamese Association of Seafood Processors and Exporters* - VASEP), y diferentes ONG internacionales, como la Asociación de Pesquerías Sustentables, trabajaron con los productores a fin de cumplir con las normas establecidas. La WWF Internacional entró en negociaciones con los ministros de agricultura y de pesca vietnamitas, así como con las organizaciones pesqueras vietnamitas y llegó en diciembre de 2010 a un acuerdo de cooperación entre las partes. Dicho acuerdo prevé que el 50% de la producción de *Pangasius* debe estar certificado para finales de 2015 de acuerdo a las nuevas normas del Consejo para la Gestión de la Acuicultura (ASC), es un nuevo sistema de etiquetado independiente e internacional para la agricultura ecológica y socialmente responsable de pescado y mariscos para la

acuicultura responsable.

Directrices para la certificación de la Acuicultura de UNFAO.- En enero del 2011 las primeras directrices mundiales para la certificación de la acuicultura fueron aprobados por el Comité de Pesca de UNFAO. Las directrices, que no son vinculantes, cubren la salud animal, la seguridad alimentaria, el medio ambiente y los aspectos socioeconómicos relacionadas con los trabajadores de la acuicultura.

La Alianza para el Mejoramiento de la Acuicultura.- La Asociación de Pesquerías Sustentables opera la Alianza para el Mejoramiento de la Acuicultura (*Aquaculture Improvement Partnership* - AIP), que son las alianzas de productores, proveedores y compradores que trabajan juntos para hacer frente a los problemas de sustentabilidad en el sector acuícola. Actualmente, están llevando a cabo una evaluación de los efectos ambientales de la acuicultura del *Pangasius* en el bajo delta del Mekong, en relación con los efectos de otras actividades, como la agricultura.

PRÁCTICAS DE BUEN MANEJO DE LA RED DE CENTROS DE ACUACULTURA ASIA-PACÍFICO.- Gracias a una subvención de AUD \$ 455,590 se logró el desarrollo de buenas prácticas de manejo (BPM) para el cultivo del tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) en el delta del Mekong de Vietnam. La subvención fue proporcionada por el Programa de Desarrollo Rural y Colaboración para la Agricultura de AusAID, la Agencia de Desarrollo internacional de Australia. El proyecto fue ejecutado en forma conjunta durante un período de tres años a partir de 2008, por la NACA en conjunto con el Departamento de Pesquerías de Victoria, Australia y el Instituto de Investigación en Acuicultura y la Facultad de Pesquerías de la Universidad Cantho en

Vietnam. El objetivo del proyecto fue desarrollar y facilitar la adopción de las BPM para las prácticas de cultivo de *tra* que aumentarían la eficacia y rentabilidad de los pequeños productores al mismo tiempo que reducirían su perfil de riesgo y el impacto ambiental, a fin de garantizar una sustentabilidad más amplia del sector en su conjunto (NACA, 2007; 210).

NATURLAND.- *Naturland* es un organismo de certificación acreditado bajo la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (*International Federation of Organic Agriculture Movements* - IFOAM), el órgano de carácter global que rige para la agricultura orgánica, y ha estado involucrado en la certificación de la acuicultura ecológica desde mediados de los años noventa. El movimiento orgánico tiene una filosofía muy bien articulada que se basa en los principios éticos fundamentales de la salud, la ecología, la equidad y la atención. IFOAM también tiene un conjunto básico de normas que ellos llaman el Índice de Referencia de Normas de IFOAM que establece los componentes básicos de una norma orgánica. Organismos de certificación acreditados como Naturland están dirigidos a utilizar los principios, los puntos de referencia y los Códigos de ISEAL de Buenas Prácticas (*The Code of Good Practice for Setting Social and Environmental Standards* - ISEAL) para los estándares sociales y ambientales si desean desarrollar nuevos estándares orgánicos (IFOAM 2012). Actualmente el movimiento orgánico es probablemente el sello más fácilmente reconocible de certificación entre los consumidores occidentales. *Naturland* comenzó el proceso para certificar las granjas orgánicas de *Pangasius* en Vietnam en 2003 (Schut, 2009).

SAFE QUALITY FOOD.- El estándar Safe Quality Food (SQF) es patrocinado por el *Food Marketing Institute*, una asociación de comercio minorista de alimentos y las empresas de venta al por mayor con sede en los Estados Unidos. Este

sistema de certificación está diseñado para una variedad de sistemas de producción de alimentos y se centra en cuestiones de seguridad alimentaria y gestión de calidad. Hay dos códigos diferentes, el SQF1000 centrado en la certificación de los productores primarios y SQF2000 para procesadores y otros intermediarios. También existen directrices específicas del sector desarrollado en cada uno de estos códigos. Hace años, el Departamento Vietnamita de Agricultura y Desarrollo Rural (DARD) ha desarrollado un acuerdo con SQF y uno de sus organismos certificadores, la Société Générale de Surveillance (SGS) para implementar SQF1000 y 2000 como norma voluntaria para la industria de *Pangasius*. A la fecha hay varias decenas de empresas certificadas (Schut, 2009).

BUTLER'S CHOICE.- Empresa holandesa que fue establecida con el objetivo de garantizar la alta calidad y ética del origen de los alimentos. Es una empresa pionera en la certificación de pescados y el mariscos. En 2004 fueron certificados por las normas - ISO 14001 y SA 8000. La certificación ISO 14001 implica la protección del medio ambiente mediante el uso de indicadores para controlar la contaminación del agua, el uso de medicamentos y la limpieza del aire y el suelo. Por otra parte, la certificación SA 8000 implica la protección de los derechos laborales, incluyendo un salario justo, de acuerdo a las regulaciones locales, la libertad de suscribirse a un sindicato de trabajadores, prohibición de la discriminación en el lugar de trabajo, así como de no utilización de trabajo infantil o trabajo forzado. Butler's Choice también apoya otras certificaciones como la ASC, el organismo certificador en los Diálogos para la Acuicultura del *Pangasius* (Butler's choice, 2013).

ESTÁNDAR GLOBAL DE SUMINISTRO RESPONSABLE DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO.- La Organización Internacional de Harina y Aceite de Pescado (*International Fishmeal and Fish Oil*

Organisation - IFFO) es una organización internacional sin fines de lucro que representa a productores de harina y aceite de pescado y afines en todo el mundo. IFFO ha desarrollado el Estándar Global para el Suministro Responsable (IFFO *Global Standard for Responsible Supply* - IFFO RS), un programa de negocio a negocio de certificación que permite a los procesadores del mismo ramo demostrar que abastecen de manera responsable su materia prima originada de pesquerías responsables y bien gestionadas y que convierten esta en productos puros y seguros. Hay dos componentes principales del programa: La verificación y certificación de fábricas de harina y aceite de pescado que obtienen su materia prima de pesquerías aprobadas y la certificación de subproductos pesqueros siguiendo la norma IFFO RS. Recientemente IFFO firmó un acuerdo con las principales certificadoras ASC, GAA (ACC), GLOBALG.A.P. encaminado a definir requerimiento comunes para la harina y aceite de pescado usados en las dietas (IFFO, 2013).

ESTÁNDARES INTERNACIONALES

En el presente documento solamente se examinan tres de las certificaciones, estas son *Aquaculture Certification Council's BAP* (GAA ACC), GlobalGAP; y ASC's PAD. Se salamente consideran estas por su significado potencialmente mayor que otros esquemas, como se ha realizado en otros estudios (*e.g.* Belton et al., 2011) debido a que:

- 1) Engloban los aspectos ambientales del proceso productivo y, en consecuencia, son susceptibles de implicar más modificaciones por parte de los productores que otros esquemas como SQF 1000 que tienen que ver predominantemente con la seguridad alimentaria,
- 2) Estos estándares se adaptan a la mayor parte de la producción mundial en comparación con los estándares de nicho, como las normas de

minoristas orgánicos (*Naturland*) o aplicadas de manera unilateral (*Butler's choice*)

- 3) Existen indicios de que, si bien existen diferencias significativas entre los tres estándares, todos en última instancia son susceptibles de armonizarse por comparación

El enfoque de esta sección se centra principalmente en los estándares ambientales relativos al Análisis de Riesgo.

GAA (ACC)

Los estándares de **GAA (ACC)** destacan diez puntos clave 1) la protección de la biodiversidad y la conservación de los ecosistemas, especialmente los humedales, 2) la calidad del agua con énfasis en el manejo de los efluentes y el manejo de lodos, 3) la conservación de los suelos, 4) la composición de los alimentos, 5) el escape de los organismos cultivados, 6) el almacenamiento y desecho de químicos y residuos sólidos, 7) la salud de los organismos, 8) la seguridad alimentaria desde el punto de vista químico y microbiológico, 9) la cosecha y transporte, 10) la trazabilidad

De estos, para el propósito de este estudio, solo se destacan los estándares siguientes:

Escape de los organismos cultivados.- Las granjas certificadas deberán tomar medidas para reducir al mínimo los escapes de las poblaciones de organismos cultivados y cumplir con las regulaciones gubernamentales sobre el uso de especies nativas y no nativas, y *Pangasius* modificados genéticamente.

- a) Se deberá mantener un registro exacto de las especies cultivadas y, cuando sea relevante, se deberán registrar las características significativas, incluyendo, aunque no limitadas, a especies exóticas, especies libres de

patógenos, resistentes a patógenos, híbridos, triploides, organismos revertidos sexualmente ó si fueron objeto de alguna modificación genética

b) Si las regulaciones del gobierno controlan el uso o la importación de cualquiera de las especies o poblaciones cultivadas, los permisos pertinentes se pondrán a disposición para la inspección, incluso si los alevines importados fueron comprados a un intermediario.

c) Se deberá llevar un registro del origen de los organismos cultivados, y se deberá registrar el número sembrado en cada unidad de cultivo para cada periodo de cultivo.

d) Todos los sistemas de contención, transporte y cultivo deberán estar diseñados, operados y mantenidos para minimizar el escape de los huevos, larvas, juveniles y animales adultos. Será necesario utilizar mallas dimensionadas para retener a los animales más pequeños y estas se deberán instalar en las bombas de salida de agua, tuberías o compuertas .

e) Todos los incidentes relacionados con los escapes de peces deberán documentarse con precisión

Salud de los organismos

Los productores deberán demostrar que todas las operaciones de la granja que involucran a los peces estarán diseñadas y operarán considerando la salud y máxima supervivencia de los organismos. Los empleados deben estar capacitados para el cultivo adecuado de los organismos.

- a) Se deberá considerar un límite máximo de biomasa basado en el estado de salud de los peces y en los registros de supervivencia.
- b) La alimentación se deberá adecuar para evitar cualquier posible estrés por subalimentación o sobrealimentación.
- c) Se deberán establecer periodos máximos para el ayuno, el hacinamiento y el tiempo de los organismos fuera del agua.
- d) El personal de la granja deberá hacer inspecciones periódicas de las instalaciones de cultivo, la calidad del agua, el comportamiento y el estado de los peces.
- e) Los brotes de enfermedades se gestionarán a través del diagnóstico y tratamiento rápido y, cuando sea necesario, se eliminarán los organismos
- f) Cuando se retiren los peces enfermos, deformados o no comercializables así como las especies no deseadas, se deberá llevar un registro y deberán ser eliminados de manera ética y responsable, de acuerdo con las regulaciones locales y estatales.
- g) La gestión de los procedimientos sanitarios se hará constar en un plan de manejo sanitario o en un manual de operaciones

Seguridad microbiana

Deberá evitarse que cualquier desecho humano y animal sin tratar contamine las aguas de los estanques de cultivo. Igualmente, las aguas residuales domésticas se deberán tratar para no contaminar las áreas circundantes

- a) Las aguas residuales domésticas se deberán tratar y eliminar de

manera segura

b) Los desechos humanos y el estiércol animal no tratado no deberán ser utilizados para fertilizar los estanques

c) Los organismos no procesados y sus subproductos no deberán ser utilizados como alimento en los estanques de engorde.

d) Se deberá contar con un plan para la eliminación pronta y responsable de los animales particularmente al presentarse mortalidades masivas mediante la incineración, el enterramiento, el compostaje o la separación por un contratista competente

Cosecha y transporte

Los peces se cosecharán y transportarán manteniendo siempre el control de temperatura y minimizando el estrés.

a) El equipo y los recipientes que se utilizarán para la cosecha y el transporte deberán estar limpios y libres de lubricantes, combustibles, fragmentos de metal y otros materiales extraños

b) El hielo deberá fabricarse con agua potable

c) La adecuación de los métodos de transporte se apreciará a través de las tasas de mortalidad documentadas.

d) La duración del transporte de peces vivos deberá ser de menos de 24 horas, para minimizar el estrés.

e) Los productos químicos no aprobados no deberán ser aplicadas directa o indirectamente a los peces durante el transporte

f) Antes de sacrificar a los organismos, los peces se deberán volver insensibles por medio de dióxido de carbono, hielo, agua fría, o un proceso alternativo

Trazabilidad

Para establecer la trazabilidad del producto, los siguientes datos se deberán registrar para cada unidad de cultivo y cada ciclo de producción:

- Número de identificación de la unidad de cultivo
- Unidad de superficie o volumen
- Fecha de siembra
- Cantidad de alevines sembrados
- Fuente de alevines
- El uso de antibióticos y otros químicos
- Herbicidas, alguicidas, pesticidas
- Fabricante y número de lote para cada alimento utilizado
- Fecha de cosecha
- La cantidad cosechada
- Planta de transformación o el comprador

ASC's PAD

Los estándares ASC's PAD consideran los siguientes aspectos: 1) Localización, diseño y construcción de la granja, 2) calidad de agua, manejo de desperdicios

y consumo de energía, 3) impacto del cultivo de *Pangasius* en la integridad genética de las poblaciones locales de *Pangasius*, 4) composición y manejo del alimento, 5) salud de los organismos y seguridad alimentaria, 6) responsabilidad social en la operación de la granja

De estos estándares para fines de la elaboración del Análisis de Riesgo solo se consideran los siguientes:

Minimizar el impacto de la acuicultura de Pangasius sobre la integridad genética de las poblaciones locales de Pangasius¹.

El cultivo de *Pangasius* puede afectar la genética y la biodiversidad de las poblaciones silvestres de *Pangasius* cuando se introduce como una especie exótica y se escapa en los ecosistemas circundantes de las instalaciones de cultivo. Otros impactos pueden surgir del uso de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y la hibridación.

Presencia de Pangasius en los efluentes

- a) La granja deberá establecerse en donde la especie sea nativa
- b) De establecerse en el medio natural la especie (nativa), se deberá demostrar que no está provocando impactos negativos al ambiente
- c) Si la especie es exótica se deben proveer evidencias de que no podrá establecerse en el medio natural
- d) No se deberán utilizar larvas genéticamente modificadas o híbridos de

¹ Este estándar se consideró, porque a pesar de que aún no existen especies de *Pangasius* establecidas en aguas nacionales, el estándar tiene implicaciones en torno a las especies exóticas y los híbridos

Pangasius con otras especies

Escapes

- a) Todas las entradas y salidas a los sistemas de cultivo y todos los sistemas de confinamiento deberán contar con redes, mallas ó parrillas de tamaño apropiado para evitar que escapen las poblaciones de peces en cultivo de cualquier tamaño
- b) Se deberán llevar a cabo inspecciones regulares (al menos una vez por día). Las reparaciones que se llevan a cabo en la redes mallas ó parrillas deberán ser registrados en un registro permanente (siempre disponible para su inspección)
- c) Los estanques deberán tener la altura suficiente para evitar el derrame de agua (se recomiendan de 3.5 a 4 m), y de esta manera evitar los escapes, particularmente en la temporada de lluvias, cuando se producen inundaciones
- d) Deberán existir trampas colocados en los canales de drenaje o en las salidas de agua para capturar peces que eventualmente hayan escapado; se deberá mantener un registro de los resultados y las acciones tomadas (este deberá estar disponible para su inspección)

Mantenimiento de estanques para evitar los escapes

- a) Los muros perimetrales de todos los estanques de cultivo deberán haberse mantenido intactos durante todo el ciclo de cultivo
- b) Deberá contarse con evidencias que aseguren que no han existido liberaciones intencionales

Minimizar los impactos a los ecosistemas y a la salud humana, maximizando la salud de los peces y asegurar la seguridad alimentaria

Mortalidades

- a) Se permitirá solo un 20% de mortalidad promedio real, desde la siembra hasta la cosecha

Plan de salud de los animales

- a) Se deberá contar con un plan de salud para *Pangasius* por escrito, mismo que deberá ser revisado anualmente, actualizado y aprobado por un especialista certificado

Unidades de cuarentena

Se deberá contar con registros del origen, tamaño y calidad de las larvas sembradas. Los registros deberán incluir

- a) Descripción de los síntomas generales y cualquier anormalidad
- b) Lista de medicamentos veterinarios, productos químicos y biológicos utilizados en las primeras etapas de vida
- c) Los resultados de las pruebas de patógenos, ya legisladas
- d) Mantener registros diarios que muestran un seguimiento regular de los peces para detectar signos de estrés o enfermedad
- e) Todos los eventos de mortalidad, así como las mortalidades diarias por encima de la mortalidad media en la granja deberán ser reportados a los especialistas en salud de los animales acuáticos

Estado de condición de los organismos

- a) La tasa de crecimiento promedio mínima deberá ser de 3.85 g/día/pez
- b) La densidad máxima permitida en cualquier periodo para cultivo en estanques será de 38 kg/m²

GlobalGAP

Los estándares de consideran los siguientes aspectos: 1) Localización y manejo de la granja, 2) Productos químicos, 3) Control de plagas, 4) Seguridad y salud laboral, 5) Salud de los peces, manejo y cultivo, 6) Alimentos, 7) Medio ambiente y biodiversidad, 8) Consumo de agua y eliminación, 9) Producción en jaulas, 10) Muestreo y pruebas.

Adicionalmente, considera estándares específicos para *Pangasius* sobre: 1) Producción y cultivo de larvas, 2) Crecimiento en estanques y jaulas, 3) Cosecha, áreas protegidas y áreas de alto valor de conservación, 4) Criterios sociales

De los puntos anteriores solo se consideran relevantes para el análisis de Riesgo los siguientes:

Localización y manejo de la granja

- a) La granja deberá contar con un Plan de Contingencia que contemple acciones que se deberán tomar en el evento de situaciones que pueden amenazar la salud humana, la seguridad alimentaria o la salud animal, o situaciones que hayan sido identificadas como riesgos, tales como la pérdida de energía, fugas de agua, daños por inundaciones/tormentas, fuego, derrames químicos o de efluentes

- b) Se deberá contar con una evaluación de riesgos para la salud de los animales que incluye predadores y especies extrañas en la unidad de producción, teniendo en cuenta el uso previo de la tierra o el sitio
- c) No se permitirá el cultivo de organismos genéticamente modificados

Salud de los peces, manejo y cultivo

- a) Debe existir un sistema de trazabilidad que permita identificar la granja de la cual se originan los peces
- b) Los peces deben ser trazables al laboratorio de producción, en el que se deberá poder identificar el lote de huevos y padres
- c) Los huevos y larvas deberán estar certificados de acuerdo a los requerimientos legislativos sobre enfermedades infecciosas
- d) Se deberá contar con registros de los movimientos de los peces, en todas las etapas del ciclo de vida y en los diferentes sitios de la granja. Los registros deberán incluir: la especie, el número de individuos, la biomasa, el estanque, el método de movimiento, uso de marcas, uso de medicamentos u otros tratamientos, método para matar a los peces cosechados, etc.
- e) Los peces deberán poder ser identificados a nivel de lote durante todo el periodo de crecimiento
- f) Se debe contar con sistemas de identificación visual de los lotes de peces que requieran o reciban tratamientos hasta que el periodo del tratamiento y el periodo de depuración hayan finalizado
- g) Se deberá generar un historial completo del estado de salud de los peces y sus tratamientos, con las fechas de los periodos de tratamiento y depuración correspondientes
- h) Los productores deberán ser capaces de demostrar tanto el entendimiento de prácticas de higiene, como la implementación de medidas adecuadas para la granja. Se requiere un *Plan de Higiene* en el que se detallen los elementos de higiene más importantes (calidad

del agua, métodos de limpieza, productos de limpieza, desinfectantes, periodos de aplicación, frecuencia de aplicación, etc.). Se deberá demostrar la existencia e implementación de este plan

i) Se requiere de un *Plan Sanitario* firmado por un especialista que incluya lo siguiente:

1. Nombre y localización de la granja
2. Enfermedades identificadas
3. Tratamientos (químicos, drogas, medicamentos etc.) que serán administrados bajo condiciones regulares de cultivo
4. Protocolos de vacunación
5. Control de parásitos
6. Medidas de bioseguridad
7. Programa de monitoreo *in situ* para patógenos relevantes
8. Análisis de riesgo para residuos medicinales relacionados con seguridad alimentaria
9. Plan de acción para cuando se hayan excedido los niveles mínimos de riesgo del país de producción o de destino
10. Registro de visitas veterinarias periódicas
11. Frecuencia y métodos de remoción y disposición de organismos enfermos o muertos
12. Otros planes de prevención
13. Mecanismo para informar sobre brotes de enfermedades

j) Los trabajadores deberán estar familiarizados con el Plan Sanitario

k) Deberá existir una confirmación escrita de la naturaleza y fecha de la aplicación del tratamiento, especificando cuando fue completado.

Cualquier pez vendido a otra granja deberá ser identificado. Los trabajadores deberán ser capaces de identificar estos peces, así como aquellos que hayan entrado en contacto con alimento medicamentado o agua con medicamento

l) La granja deberá notificar a las autoridades competentes sobre las enfermedades estipuladas por la OIE

m) Deberá existir un monitoreo rutinario de la calidad del agua en el que se considere la salud de los peces

Procedimiento de vacunación y tratamientos

- a) Se debe demostrar que se cuenta con un procedimiento de vacunación
- b) Todas las superficies y equipo utilizado en el proceso de la vacunación deberán estar diseñados apropiadamente para no causar daño físico y minimizar el estrés de los peces
- c) Se deberán utilizar únicamente vacunas aprobadas para acuicultura por las autoridades correspondientes, nacionales o internacionales. Se deberá disponer de una lista de todas las vacunas
- d) Ya sea que la vacunación se lleve a cabo por personal de la granja o por personal externo, estos deberán estar adecuadamente entrenados y deberán demostrar que están calificados

Mortalidad

- a) Se deberán mantener registros de la mortalidad diariamente
- b) La disposición de grandes cantidades de organismos muertos deberá formar parte de un plan de contingencia en el evento de episodios de enfermedades severas

- c) Se deberá disponer de un plan para la remoción segura de organismos enfermos o muertos y huevos, utilizando un protocolo para reducir la transmisión de patógenos al resto de los peces de la granja
- d) Todas las mortalidades y la causa de estas deberán ser registradas

Unidad de de Cuarentena

- a) La Unidad de Cuarentena se deberá mantener en perfectas condiciones de higiene
- b) Todas las redes deberán estar marcadas y se deberán encontrar en buenas condiciones. La integridad de las redes deberá ser revisada regularmente y después de cualquier evento especial (*e.g.* huracanes) para asegurar que los peces no se puedan escapar
- c) La abertura de malla deberá ser apropiada para el tamaño de los peces

Cosecha y Transporte

- a) Los peces deberán ser mantenidos en ayuno antes de la cosecha para que no tengan nada en los intestinos. Se deberán mantener registros del periodo de ayuno considerando los periodos máximos de ayuno establecidos por las autoridades o los compradores
- b) La cosecha y transporte se deberán llevar a cabo de manera que no se comprometa la seguridad alimentaria. Se deberá contar con registros de higiene y temperatura durante estos procesos

Medio ambiente y biodiversidad

- a) El productor deberá estar comprometido con una política de ambiental y de biodiversidad formal que este apoyada por códigos de práctica, protocolos de manejo, registros, normas y certificaciones
- b) Se deberá contar con una Manifestación de Impacto Ambiental y un Análisis de Riesgo Ambiental. los cuales deberán actualizarse de acuerdo a los cambios que se realicen en las operaciones de granja
- c) Se deberá desarrollar un *Plan de Manejo Ambiental y de Biodiversidad* en donde se diseñen estrategias destinadas a minimizar los efectos sobre el ambiente, para justificar que el sitio es adecuado. El Plan deberá incorporar el monitoreo ambiental regular. Los registros de emisiones y disposición de residuos deberán estar disponibles
- d) Deberá existir un *Plan de Contingencia Ambiental* que cubra las acciones que deban ser tomadas en el evento de situaciones que puedan amenazar el ambiente y que hayan sido identificadas como riesgos

Desperdicios

- a) Todos los desperdicios humanos sólidos deberán desecharse a través del drenaje sin que exista contaminación de las áreas de producción y no deberán liberarse en aguas abiertas sin haber sido tratados previamente

Escape de especies exóticas

- a) Deberá existir un procedimiento de operación estándar en el *Análisis de Riesgo Ambiental* y en el *Plan de Contingencia Ambiental* para asegurar que no existan escapes de los peces cultivados
- b) Todos los escapes deberán ser reportados a las autoridades

ESTÁNDARES EXCLUSIVOS PARA *Pangasius*

1) Origen de los reproductores

- a. No se permitirá la utilización de peces silvestres (primera generación) para programas de alimentación
- b. Todos los reproductores introducidos para programas de reproducción deben haber pasado por un periodo de cuarentena y deberán contar con un certificado de origen. Se deberá tener un registro en el que se especifiquen los detalles del envío, los días de cuarentena y las condiciones de mantenimiento en cuarentena (densidad, temperatura, DO, pH, régimen alimenticio)
- c. Se recomienda la compra de reproductores certificados por GLOBALGAP
- d. Se debe contar con un registro de la disposición de los cadáveres de los reproductores ya que como se señaló estos no pueden ser utilizados en para programas de alimentación

2) Origen de las larvas

- a. No se permitirá la utilización de larvas silvestres
- b. Se recomienda la compra de larvas certificadas por GLOBALGAP

3) Desove

- a. El uso de hormonas deberá estar acorde a la legislación nacional
- b. Se debe utilizar anestesia para evitar el estrés de los peces
- c. No se deberán llevar a cabo más de 2 desoves/pez/año y no se deberá colectar esperma más de una vez / pez / mes

4) Instalaciones y construcción

- a. Se debe contar con procedimientos para evitar la contaminación cruzada en todas las etapas de producción. En particular se debe contar con procedimientos claros de desinfección y bioseguridad, especialmente en el área de reproducción y en el área de cuarentena para larvas

5) Mortalidad

- a. Se deberán llevar a cabo registros de mortalidad diariamente y los organismos muertos se deberán retirar de inmediato o al menos una vez por día

6) Sitio de cultivo

- a. No se deberán iniciar operaciones de cultivo de *Pangasius* en cuerpos de agua naturales (o conectados a cuerpos de agua naturales) cuando el *Pangasius* no sea nativo. Esto es aplicable en todas las regiones en las los organismos puedan sobrevivir en los cuerpos de agua naturales
- b. Las granjas no deberán construirse en ANPs, Áreas Protegidas con categorías de IUCN 1ª a IV ó áreas definidas bajo convenciones internacionales (*e.g.* RAMSAR ó World Heritage)
- c. Las granjas no se deberán establecer en áreas en donde previamente haya existido un ecosistema de manglares, dentro de la zona intermareal natural o en áreas de Alto Valor de Conservación

ANÁLISIS DE RIESGO

La producción de alimento mediante el cultivo de los organismos proporciona una posible disminución de la presión sobre los recursos naturales. Dentro de los esquemas de producción, las pesquerías han llegado a su límite máximo sostenible por diversas causas (e.g. sobre-eplotación, contaminación, cambio climático etc.), lo que ha permitido un importante desarrollo de la acuicultura y actualmente el segmento industrial la acuicultura está considerado como uno de los sectores de mayor crecimiento en el mundo (FAO, 2012). Sin embargo, su crecimiento ha despertado preocupación por las posibles repercusiones ambientales, entre ellas la dependencia de especies exóticas y el riesgo que esto implica. La mayor parte de las introducciones de peces exóticos se han llevado a cabo con propósitos de cultivo. Este fenómeno representa una de las mayores amenazas a la biodiversidad debido al posible desplazamiento de las especies nativas por predación o competencia por recursos, interacciones genéticas y transmisión de enfermedades entre otros (Naylor et al, 2001; De Silva et al, 2006; 2009). La importancia de esta vía de introducción se ve reflejada en las bases de datos de la FAO que indican que la acuicultura es responsable del 38.7% de los registros de especies exóticas a nivel mundial. A este respecto, se considera que las especies introducidas para acuicultura tienen mayor probabilidad de que se conviertan en invasoras, debido a que han sido sometidas a procesos de domesticación y selección para crecer rápido y poder resistir cambios en la red trófica o en el ambiente (Zambrano y Macías-García, 2000).

Por otra parte, la liberación de organismos asociados al acuarismo también es una vía de introducción ampliamente reconocida (Severinghaus y Chi, 1999). Esta industria tiene un crecimiento anual de 14% (Padilla y Williams, 2004). De

acuerdo con Mendoza-Alfaro et al. (2009), existen varias evidencias relacionadas con la presión del propágulo que apoyan esta hipótesis, dentro de las que se encuentran las siguientes: a) el aumento de las especies y variedades de peces que se producen, la importante frecuencia de introducción y la creciente cantidad de países que a los que diario se trasladan, han incrementado las posibilidades de establecimiento de un mayor número de especies acuáticas potencialmente invasoras. Se estima que anualmente se producen alrededor de 60 millones de toneladas de peces ornamentales en alrededor de 190 países en sistemas acuaculturales (FAO, 2012) y se calcula que anualmente se comercializan más de 1,500 millones de individuos a nivel mundial (Ploeg, 2008) en 133 países importadores y 146 países exportadores (Huanqui-Canto, 2002), que transportan por el mundo entre 800 y mil especies diferentes (Tlusty, 2002); b) al aumentar la frecuencia de las introducciones, aumenta la probabilidad de que un mayor número de especies invasoras se establezca. De las aproximadamente 115 especies introducidas en México, 67 se han establecido (Aguirre y Mendoza Alfaro, 2009); c) debido a la gran diversidad de especies y variedades de peces que a diario se comercializan y transportan a nivel mundial y debido al mejoramiento de las técnicas de empaque y la rapidez de los medios de transporte utilizados, se ha incrementado el riesgo de que se establezcan especies acuáticas invasoras de regiones distantes, por lo que la industria acuarismo puede llegar a representar un alto riesgo para los ambientes acuáticos en estado natural (Fuller et al., 1999; Tlusty, 2002).

De lo anterior destaca la importancia de identificar especies de alto riesgo y los mecanismos asociados a su transporte poder prevenir invasiones futuras (Rixon et al 2005). Con este propósito se han desarrollado distintas herramientas de identificación como el Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK), las Guías rápidas de

la CCA para Norteamérica y el Sistema de Ponderación de Invasividad de Especies de CONABIO desarrollado en México.

ANÁLISIS DE RIESGO ELABORADOS EN OTROS PAÍSES

INDIA.- En un análisis de riesgo llevado a cabo por Singh y Lakra (2011), *Pangasionodon hypophthalmus* fue clasificada como una especie de mediano riesgo en el límite de las de riesgo elevado utilizando un índice desarrollado por los autores llamado FIST (*Fish Invasiveness Screening Test*). El índice considera la importancia del cultivo de la especie, el crecimiento, la presión del propágulo (transporte), historia de establecimiento, espectro trófico, tolerancia a temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, habilidad para reproducirse en el medio natural, competencia con especies nativas y enfermedades

BRASIL.- En un Análisis de Riesgo llevado a cabo recientemente por el Instituto Hórus de Desarrollo y Conservación Ambiental de Brasil (Instituto Hórus, 2013) se encontró que la especie *Pangasius hypophthalmus* constituía un alto riesgo por lo que fue rechazada para su importación. Los motivos para este rechazo se basaron entre otras cosas en sus hábitos alimenticios, su alta tolerancia a los ambientes degradados, su amplia distribución y establecimiento fuera de su área de distribución natural, sus diferentes vías de introducción (acuicultura y acuarismo), la ocurrencia de taxones relacionados cerca de las zonas potenciales de cultivo, la susceptibilidad de transmisión de parásitos, su rápido crecimiento y la ausencia de mecanismos de control.

COLOMBIA.- Por otra parte, en fecha reciente (29 de Abril del 2013) le fue negada la licencia ambiental a un grupo de acuicultores que pretendían cultivar *Pangasius hypophthalmus* en Colombia (ANLA, 2013). Las razones para negarles la licencia se fundamentaron en el impacto negativo causado por la

generación potencial de residuos sólidos, así como de residuos peligrosos. Entre otros aspectos se argumentó que las instalaciones requerían adecuaciones para la fase experimental y la fase comercial encaminadas principalmente en el mejoramiento de las medidas de bioseguridad para minimizar los riesgos de escape de la especie (no se garantizaba una probabilidad de 0.0% de escapes accidentales). Se hizo énfasis en la falta de medidas de bioseguridad en la manera en la que se planeaba realizar el transporte de los reproductores, en el marcaje de los individuos, en la manera en que se manejarían los organismos y principalmente en su disposición como residuos peligrosos, en caso de mortalidad, al tratarse de especies exóticas. Se detectaron igualmente conflictos potenciales sobre la disponibilidad del agua, posibilidades de incidencias patológicas a altas densidades, ausencia de depredadores y en particular la presencia de especies vulnerables de taxones cercanos (el bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*) en las inmediaciones de las instalaciones en donde se llevarían a cabo las fases experimental y comercial. En cuanto al Análisis de Riesgo desarrollado por el Instituto Alexander von Humboldt en 2011, concluye que dicha especie es "de alto riesgo (se prohíbe su ingreso)" enunciando que "hay que tener en cuenta tanto los aspectos biológicos (historia de vida) como los hábitos alimenticios (carnívoro) puede llegar a tener un impacto alto en ecosistemas tropicales, debido a la alta similitud de hábitat, la ausencia de depredadores naturales y el alto riesgo de hibridación que se puede llegar a presentar". Esta conclusión estuvo basada en la amplia introducción a escala global de la especie, la alta similitud climática de su lugar de origen con Colombia, sus hábitos reproductivos y fecundidad, la dispersión de huevos y larvas y su supervivencia, el ser una especie estratega K, sus hábitos alimenticios, su resistencia a agua dulce y estuarina, su longevidad, su adaptabilidad para prosperar en ambientes alterados, su potencial de transmitir

patógenos y parásitos, la posibilidad de que se disperse intencionalmente en nuevos ecosistemas, y sobre todo la ausencia de medidas de manejo y especialmente la falta de mecanismos de control.

AUSTRALIA.- Finalmente, en un Análisis de Riesgo hecho en Australia para especies ornamentales (Moore et al., 2010) se encontró que *P. hypophthalmus*, así como varias especies de pangasidos, eran especies de alto riesgo. Esta clasificación tuvo como base una alta similitud climática, la ausencia de esfuerzos de erradicación documentados, el hecho de estar establecida más allá de su área de distribución natural, la robustez y resiliencia de la especie, el potencial de causar impactos negativos al hábitat y a otras especies, potencial de transmitir enfermedades a las especies nativas, el que se comercialicen diferentes especies del mismo género

Análisis de Riesgo para México

1.-Herramienta de Identificación de Invasividad de Peces (*Fish Invasiveness Scoring Kit*, FISK)

FISK es una adaptación para peces dulceacuícolas, del *Weed Risk Assessment* (WRA) desarrollado para plantas terrestres de Australia y Nueva Zelanda. Esta herramienta comprende un conjunto de 49 preguntas del tipo Si/No/Se desconoce que consideran la biogeografía e historia de la especie, biología, ecología y la presencia de rasgos indeseables. La puntuación resultante corresponde a un valor numérico entre -11 y 53 (Copp et al, 2005a; 2005b; Lawson et al 2013). La version inicial (FISK v1) ha sido calibrada para la identificación de especies potencialmente invasoras en diversos países como UK

(Copp et al. 2009), Bielorrusia (Mastitsky et al. 2010), Japón (Onikura et al. 2011) y Brasil (Troca y Vieira, 2012), en los cuales una puntuación de ≥ 19 para definir especies de alto riesgo ha sido respaldada.

Recientemente el FISK ha sido actualizado a su version v2 para su utilización en un rango mayor de zonas climáticas y su aplicación ha sido empleada para Australia (Vilizzi y Copp 2012), Florida (Lawson et al. 2013), Finlandia (Punttila et al, 2013) y la Península Balcánica (Simonovic et al, 2013) e Ibérica (Almeida et al, 2013). Por lo anterior, el FISK representa una herramienta útil, sencilla y popular para identificar especies potencialmente invasoras (Copp, 2013).

El riesgo de introducción en México de la especie *P. hypophthalmus* fue evaluado utilizando la ultima versión del FISK (v2.0). Se utilizó un valor de >19 para definir especies de alto riesgo como se ha reportado para otros países. A continuación se muestran las respuestas y los valores de incertidumbre para el cuestionario (Tabla 19), así como el reporte generado (Tabla 20).

Tabla 19. Herramienta de análisis de riesgo FISK v2.0. Cuestionario y respuestas para especies de *Pangasius spp.*

No.	Pregunta*	Respuesta	Certidumbre	Comentarios y Referencias
A. Biogeografía/Histórico				
1. Domesticación/Cultivo				
1	¿La especie ha sido domesticada o cultivada ampliamente por motivos comerciales, de pesca deportiva u ornamental?	Si	4	Los pangásidos y en especial <i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. bocourti</i> , han sido ampliamente cultivados en el delta del río Mekong, Vietnam, en varios países del sureste de Asia y del mundo (Welcomme, 1988; Ng <i>et al.</i> , 1993; Eldredge, 1994; Legendre, 1998; Trong <i>et al.</i> , 2002; Bangxi <i>et al.</i> , 2003; Islam, 2004; Sifa 2005; GTZ, 2005; Rahman <i>et al.</i> , 2005; Win, 2005; Caguan, 2007; McGee, 2009; De Silva y Phuong, 2011; Singh y Lakra, 2012; Mohsin y Galib, 2013). Y se han introducido también en varios países por la vía del acuarismo (Molnár <i>et al.</i> , 2006; Wiecaszek <i>et al.</i> , 2009; Singh y Lakra, 2011; Mohsin y Galib, 2013; Neilson y Loftus, 2013; Makinen <i>et al.</i> , 2013).
2	¿La especie ha establecido poblaciones autosuficientes en el lugar donde se ha introducido?	Si	4	<i>P. hypophthalmus</i> se ha establecido en Bangladesh, Filipinas, China, India, Indonesia, Israel, Myanmar y Singapur (Amin <i>et al.</i> , 2009; Vidthayanon y Hogan, 2011; Singh y Lakra, 2012; Snovsky y Golani, 2012; Barua <i>et al.</i> , 2001 citado en Froese y Pauly, 2013; Singh, 2013).
3	¿La especie tiene razas, variedades o subespecies invasoras?	No	2	Existen sub-especies albinas asociadas con enfermedades bacterianas, aunque no estan reportadas como invasoras (Krishna <i>et al.</i> , 2011).
2. Climático y distribución				

4	¿Cuál es el nivel de coincidencia entre la tolerancia reproductiva de la especie y el clima del área de análisis de riesgo?	Alto	4	Alta compatibilidad de acuerdo a la clasificación de de Koppen-Geiger (Peel <i>et al.</i> , 2007) y modelos de nicho ecológico.
5	¿Cuál es la calidad de la información para determinar la coincidencia climática?	Alta	4	Basado en modelos de nicho ecológico (MaxEnt, openModeller) y clasificación climática de Koppen-Geiger.
6	¿Tiene la especie poblaciones autosuficientes en tres o más zonas climáticas Köppen-Geiger?	Si	4	En su hábitat nativo reside en dos zonas climáticas: Am y Aw, Tropical monzónico y Sabana tropical, respectivamente (Poulsen <i>et al.</i> , 2004; So <i>et al.</i> , 2006; Nguyen, 2009) de acuerdo a la clasificación de Koppen-Geiger (Peel <i>et al.</i> , 2007). Establecido en al menos tres zonas climáticas más (Bangladesh, Filipinas, China, India, Indonesia, Israel, Myanmar y Singapur) (Amin <i>et al.</i> , 2009; Vidthayanon y Hogan, 2011; Singh y Lakra, 2012; Snovsky y Golani, 2012; Barua <i>et al.</i> , 2001 citado en Froese y Pauly, 2013, Singh, 2013).
7	¿La especie es nativa, o se ha establecido en regiones con climas similares a los del área del análisis de riesgo?	Si	4	En su área de distribución nativa reside en dos zonas climáticas Koppen-Geiger: Am y Aw (Poulsen <i>et al.</i> , 2004; So <i>et al.</i> , 2006; Peel <i>et al.</i> , 2007; Nguyen, 2009), ambas se encuentran presentes en México, por lo cual existe compatibilidad climática en prácticamente toda la región sureste (Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán), la mayor parte del suroeste (Guerrero, Oaxaca y Chiapas); Centro y sur de Veracruz y el sur de Tamaulipas; y desde Sinaloa el sur de los estados del occidente (Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán).
8	¿La especie tiene antecedentes de haber sido	Si	4	Ampliamente introducido para su cultivo. Los pangásidos y en

	introducida fuera de su rango de distribución natural?		especial <i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. bocourti</i> , han sido ampliamente cultivados en el delta del río Mekong, Vietnam, en varios países del sureste de Asia y del mundo (Welcomme, 1988; Ng <i>et al.</i> , 1993; Eldredge, 1994; Legendre, 1998; Trong <i>et al.</i> , 2002; Bangxi <i>et al.</i> , 2003; Islam, 2004; Sifa 2005; GTZ, 2005; Rahman <i>et al.</i> , 2005; Win, 2005; Caguan, 2007; McGee, 2009; De Silva y Phuong, 2011; Singh y Lakra, 2012; Mohsin y Galib, 2013). Y se han introducido también en varios países por la vía del acuarismo (Molnár <i>et al.</i> , 2006; Wiecaszek <i>et al.</i> , 2009; Singh y Lakra, 2011; Mohsin y Galib, 2013; Neilson y Loftus, 2013). <i>P. hypophthalmus</i> se ha establecido en Bangladesh, Filipinas, China, India, Indonesia, Israel, Myanmar y Singapur (Amin <i>et al.</i> , 2009; Singh y Lakra, 2012; Snovsky y Golani, 2012; Barua <i>et al.</i> , 2001 citado en Froese y Pauly, 2013, Singh, 2013, IUCN, 2013).
3. Invasividad en otros lugares			
9	¿La especie ha establecido una o más Si poblaciones autosuficientes, fuera de su rango de distribución nativa?	4	Se han reportado diversas poblaciones establecidas fuera de su rango de distribución natural (Amin <i>et al.</i> , 2009; Vidthayanon y Hogan, 2011; Singh y Lakra, 2012; Snovsky y Golani, 2012; Barua <i>et al.</i> , 2001 citado en Froese y Pauly, 2013, Singh, 2013).
10	En el rango en donde la especie se ha Si introducido, ¿se conocen impactos a poblaciones, especies comerciales o de pesca	4	En Bangladesh se consideran como especies invasoras, se ha reportado que compiten por el alimento con las especies nativas y se atribuyen daños a la fauna local debido a los

	deportiva silvestres?			habitos predadores de estas especies (Azam, 2010). En este mismo país se reporta que no solamente predan a especies nativas de peces, sino también a crías de patos y caracoles (Pallewatta, 2003). Mientras que en la India se han registrado daños a las carpas nativas (Singh y Lakra, 2011)
11	En el rango introducido de la especie, ¿se conocen impactos a especies producidas por la acuicultura o para uso ornamental?	Si	4	En la India se reportan afectaciones a especies de carpas cultivadas localmente (Singh y Lakra, 2011).
12	En el rango introducido de la especie, ¿se conocen impactos a ríos, lagos o a los servicios que proporciona un ecosistema?	No	3	Aunque se reportan beneficios de la utilización de las descargas para los cultivos de arroz, cuando estas no son tratadas generan impactos ambientales (Ali y Haque 2011)
13	¿Tiene la especie congéneres invasivos?	No	3	No se encontró información sobre otras especies de pangásidos reportadas como invasoras.

B. Biología/Ecología

4. Rasgos indeseables (o de persistencia)

14	¿La especie es ponzoñosa/venenosa, o representa un riesgo para la salud humana?	No	4	No hay reportes, la especie es inofensiva (Froese y Pauly, 2013).
15	¿La especie compite con especies nativas?	Si	4	En Bangladesh, <i>P. hypophthalmus</i> es una especie exótica voraz que depreda peces nativos y las poblaciones de buitres nativos se han visto amenazadas debido a que los cadáveres son utilizados por los acuicultores para la alimentación de estos peces (Rahman, 1997).
16	¿La especie es parásito de otras especies?	No	4	Es de vida libre.
17	¿La especie le desagrada a, o carece de, depredadores naturales?	No	2	Poco probable, aunque no se encontró suficiente información sobre los depredadores de la especie.

18	¿La especie se alimenta de especies nativas (previamente sujetas a baja o nula depredación)?	Si	3	Actualmente la especie está siendo cultivada en diversas granjas de Morelos y Yucatán. Los cenotes y otros hábitats acuáticos presentes en Yucatán generalmente se encuentran aislados y poseen niveles de depredadores más bajos que otros ambientes (Vega-Cendejas y Arreguín-Sánchez, 2001; Schmitter-Soto <i>et al.</i> , 2002; Zambrano <i>et al.</i> , 2006). Por lo anterior y debido a que existe una compatibilidad climática, si la especie llegase a alcanzar estos hábitats podría ejercer un impacto sobre las especies nativas. Previamente se han reportado otros casos de invasiones de peces de cultivo en Yucatán, debido a inundaciones provocadas por huracanes (Strecker, 2006).
19	¿Es la especie hospedera, y/o es un vector, de parásitos y patógenos reconocidos, especialmente no nativos?	Si	4	Existe el riesgo de introducción de cepas de <i>Edwardsiella ictaluri</i> genéticamente distintas a las presentes de Norteamérica (Ish y Doctor, 2007; Bartie <i>et al.</i> , 2012; Dung <i>et al.</i> , 2012) algunas de las cuales han adquirido resistencia a diversos antibióticos (Dung <i>et al.</i> , 2008a; Halls y Johns, 2013). Otros parásitos de importancia incluyen: <i>Flavobacterium columnaris</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , microsporidios, <i>Saprolegnia parasítica</i> , <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> , mixosporidios y varios trematodos zoonóticos (ver sección de Patógenos).
20	¿La especie alcanza un gran tamaño corporal (> 15 cm LT) (más propicia a ser liberada)?	Si	4	Longitud máxima de 90 cm (Roberts y Vidthayanon, 1991) o hasta 150 cm (Poulsen <i>et al.</i> , 2004). La especie debido al gran tamaño que alcanza es a menudo liberada y por ende no

				recomendada para acuarismo (BMELF, 1999; Evans, 2012)
21	¿Tiene la especie una amplia tolerancia salina o es eurihalina en alguna etapa de su ciclo de vida?	Si	4	Puede ser cultivado en salinidades de hasta 13 ‰ y sobrevivir durante 22 días a 20 ‰ (Castaneda <i>et al.</i> , 2010).
22	¿Es la especie capaz de resistir fuera del agua durante periodos extensos (mínimo una hora)?	Si	4	Durante el transporte hacia las plantas procesadoras los ejemplares son mantenidos fuera del agua. Los viajes puede llegar a extenderse varias horas (GTZ, 2005). <i>P. hypophthalmus</i> posee una respiración aérea facultativa. A diferencia de otras especies en las cuales las branquias están reducidas para minimizar la pérdida de oxígeno a través de ellas, <i>P. hypophthalmus</i> tiene una gran capacidad para ambos tipos de respiración, tanto acuática como aérea (Lefevre <i>et al.</i> , 2011a).
23	¿Es la especie tolerante a un amplio rango de condiciones de velocidad del agua (versátil en la utilización de su hábitat)?	Si	4	En su migración hacia los sitios de desove la especie recorre habitats de rápidos, bancos de arena, canales rocosos, estanques y zonas de inundación (Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002; So <i>et al.</i> , 2006) Durante su desarrollo se presentan adaptaciones para las condiciones del flujo del Mekong ya que las larvas son capaces de nadar a contracorriente desde los 20 días después de la eclosión (Mukai <i>et al.</i> , 2010b).
24	¿La alimentación u otros comportamientos de la especie modifican o reducen la calidad del hábitat para las especies nativas?	Si	3	En ciertos distritos de Vietnam la calidad del agua se ha deteriorado como producto de la acumulación de material orgánico que se deposita debajo de las jaulas. Esto propicia brotes de enfermedades durante la temporada seca, debido al

				bajo flujo del río, causando una disminución en el crecimiento de los ejemplares cultivados y muy probablemente en las especies nativas (Halls y Johns, 2013)
25	¿Requiere la especie de un tamaño de ? población mínimo para mantener poblaciones viables?		2	Se desconoce. No obstante, hay registros de que una sola hembra de 10 kg puede desovar hasta un millón de huevos (Griffith <i>et al.</i> , 2010).
5. Alimentación				
26	Si la especie es principalmente herbívora o piscívora/carnívora (e.g. anfibios), ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?	No	4	Especie de hábitos omnívoros (Referencias en respuesta 27).
27	Si la especie es omnívora (o depredador generalista), ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?	Si	4	De acuerdo a Rainboth (1996) y Poulsen <i>et al.</i> (2004) <i>P. hypophthalmus</i> es omnívoro alimentándose de restos vegetales, frutas, crustáceos y peces pequeños. En sitios donde ha sido introducido se alimenta prácticamente de todo (insectos, alevines, renacuajos, ranas, crías de aves, caracoles, crustáceos), en perjuicio de especies nativas (Bhakta y Bandyopadhyay, 2007; Azam, 2010; Lakra y Singh, 2010).
28	Si la especie es principalmente planctívora o detritívora o algívora, ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?	No	4	Especie de hábitos omnívoros. (Referencias en respuesta 27).
29	Si la especie es principalmente bentívora, ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?	No	4	Especie de hábitos omnívoros. (Referencias en respuesta 27).

6. Reproducción

30	¿La especie exhibe cuidado paterno y/o es capaz de adelantar su madurez sexual en respuesta al medio ambiente?	No	4	No hay cuidado de las crías (Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002; Poulsen <i>et al.</i> , 2004).
31	¿La especie produce gametos viables?	Si	4	Hay reproducción natural y en cautiverio (Cacot, 1998; Legendre <i>et al.</i> , 2000; Cacot <i>et al.</i> , 2002; 2003; Sinh y Hien, 2010).
32	¿La especie se hibridiza naturalmente con especies nativas (o utiliza machos de especies nativas para fecundar sus huevos) en el área de análisis?	Si	2	Se reportan híbridos con otras especies de pangásidos e incluso cláridos. No hay especies de esta familias en México (Tarnchalanukit, 1986; Na-Nakorn <i>et al.</i> , 1993; Jensen, 1997; Gustiano y Kristanto, 2007; Hatachote <i>et al.</i> , 2010). Por otra parte, en la India al ocurrir como especie nativa <i>Pangasius pangasius</i> y al tener la misma temporada de desove que <i>P. hypophthalmus</i> existe el riesgo de que se hibridicen, un aspecto que ya se ha demostrado de manera experimental (Singh y Lakra, 2012). El hecho de que la especie se pueda hibridizar interfamiliarmente constituye un riesgo.
33	¿La especie es hermafrodita?	No	4	No. Especie dioica (Froese y Pauly, 2013).
34	¿La especie depende de la presencia de otra especie (o una característica específica del hábitat) para completar su ciclo de vida?	Si	3	Los pangásidos están considerados como peces reofilicos ya que viven y se desarrollan en un medio que experimenta cambios periódicos de luz, temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, lluvias y disponibilidad de alimentos, principalmente, que influyen de manera determinante en la maduración de las gónadas y en el éxito de la reproducción. Se desarrollan en los ambientes acuáticos laterales a los grandes ríos y cuando

				alcanzan su estado adulto y su madurez sexual, migran al río formando cardúmenes para desovar. La reproducción se produce cuando las aguas comienzan a subir y el ambiente acuático se expande. Para reproducirse, necesariamente deben migrar a lo largo de los grandes ríos, por decenas de kilómetros, de otro modo sus gónadas se reabsorben (Hoggarth y Halls, 1997). <i>P. hypophthalmus</i> habita en ríos de corriente rápida con bancos de arena entremezclados con canales rocosos y pozas profundas. Los individuos se concentran en estas áreas profundas durante la temporada seca, cuando el nivel de los ríos es bajo. Los sistemas de raíces expuestos de árboles como la especie <i>Gimenila asiática</i> sirven de substrato para depositar los huevos (Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002).
35	¿La especie tiene una tasa de fecundación alta (>10,000 huevos/kg), es iteropara o tiene una larga temporada de reproducción?	Si	4	La fecundidad de <i>P. hypophthalmus</i> es en promedio de 81,600 a 100,000 huevos/kg y de hasta 317,000 huevos/kg (Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002; Legendre <i>et al.</i> , 2000; Bui <i>et al.</i> , 2010).
36	¿Cuál es el tiempo generacional mínimo conocido para la especie (en años)?	2	4	La edad mínima de maduración sexual se ha reportado en dos años (Lakra y Singh, 2010).
7. Mecanismos de dispersión				
37	¿Puede la especie ser dispersada de manera involuntaria en alguna etapa de su vida?	No	3	No es probable, no es utilizada como carnada (Phen <i>et al.</i> , 2005).
38	¿Puede la especie ser dispersada en alguna etapa de su vida intencionalmente por el humano (y existen hábitats apropiados	Si	4	Es probable su dispersión debido a su valor como especie de cultivo y ornamental (Islam, 2004; Win, 2005; Molnár <i>et al.</i> , 2006; Więcaszek <i>et al.</i> , 2009; Mohsin y Galib, 2013).

	abundantes en las cercanías)?			
39	¿Puede la especie ser dispersada en alguna etapa de su vida como un contaminante de materias primas?	Si	3	Debido a su similitud morfológica con otras especies de pangásidos. Gustiano (2009) reporta que casi todos los autores tienen problemas diferenciando juveniles de las especies que crecen más. De hecho se han tenido que desarrollar marcadores específicos como el marcador SSCP (Single Stranded Conformation Polymorphism). Este marcador permite una rápida identificación de adultos y las larvas de <i>P. hypophthalmus</i> , <i>P. gigas</i> , <i>P. bocourti</i> y <i>P. lanaurdi</i> , además de ejemplares adultos de <i>P. leptorhynchus</i> (Sriphairoj <i>et al.</i> , 2010).
40	¿Su dispersión natural ocurre en función de la dispersión de sus huevos?	No	3	Los huevos son pegajosos, y probablemente son adheridos a las raíces de los árboles en las zonas inundadas durante el desove (Touch, 2000 citado en Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002; Lakra y Singh, 2010).
41	¿Su dispersión natural ocurre en función de la dispersión de sus larvas (a lo largo de hábitats lineales y/o transitorios)?	Si	4	En ambas especies (<i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. bocourti</i>), después de la eclosión las larvas se dispersan con la corriente hacia las zonas inundadas, lugar donde se alimentan (Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002; Poulsen <i>et al.</i> , 2004).
42	¿Migran los adultos o juveniles de la especie (ej. reproducción, esmoltificación, alimentación)?	Si	4	Todas las especies de Pangásidos son migratorios. <i>P. hypophthalmus</i> y <i>P. bocourti</i> realizan migraciones de varios cientos de kilómetros entre los sitios de desove y los de alimentación (Poulsen <i>et al.</i> , 2004; Poulsen <i>et al.</i> , 2008).
43	¿Los huevos de la especie son dispersados por otros animales (externamente)?	No	3	Los huevos no son dispersados, ya que son adheridos a raíces de arboles en las zonas inundadas durante el desove (Touch, 2000 citado en Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002).

44	¿La dispersión de la especie denso- dependiente?	3	Se desconoce, pero los juveniles se desarrollan en los ambientes acuáticos laterales a los grandes ríos y cuando alcanzan su estado adulto y su madurez sexual, migran al río formando cardúmenes para desovar (Hoggarth y Halls, 1997).
8. Atributos de tolerancia			
45	¿Alguna etapa de su vida puede sobrevivir al transporte fuera del agua?	4	Durante el transporte hacia las procesadoras los ejemplares son mantenidos fuera del agua, los viajes puede llegar a extenderse varias horas (GTZ, 2005). <i>P. hypophthalmus</i> posee una respiración aérea facultativa. A diferencia de otras especies en las cuales las branquias están reducidas para minimizar la perdida de oxígeno a través de ellas, <i>P. hypophthalmus</i> tiene una gran capacidad para ambos tipos de respiración, tanto acuática como aérea (Lefevre <i>et al.</i> , 2011a).
46	¿La especie tolera un amplio rango de condiciones de calidad del agua, especialmente carencia de oxígeno y temperaturas extremas?	4	La especie puede soportar bajos niveles de oxígeno debido a que poseen capacidad de respiración aérea (Roberts y Vidthayanon, 1991; Lefevre <i>et al.</i> , 2011a). Debido a la capacidad para respirar aire atmosférico de <i>P. hypophthalmus</i> , los cultivos usualmente se realizan sin sistemas de aireación lo que genera condiciones de baja concentración de oxígeno disuelto en los estanques. Se ha reportado que por debajo de los 2 metros existen niveles de hipoxia, e incluso anoxia. Debido a esto los ejemplares suelen pasar una gran parte del tiempo (50-87%) en niveles de saturación de oxígeno por debajo del 30% (Lefevre <i>et al.</i> , 2011b). <i>P. hypophthalmus</i> soporta temperaturas de hasta 39°C, pero

			los individuos comienzan a morir al ser expuestos a temperaturas por debajo de los 15°C (VASEP, 2012).
47	¿La especie es fácilmente susceptible a piscicidas a dosis permitidas legalmente en el área de análisis?	No 3	Se utiliza rotenona (veneno de cadena respiratoria) para la preparación de los estanques (Khoi, 2007; Ali <i>et al.</i> , 2012) No obstante, se reporta que es susceptible a pesticidas agrícolas (Hedayati <i>et al.</i> , 2012; 2013) y contaminación por metales pesados (Abedi <i>et al.</i> , 2012); aunque también muestra resistencia a otros contaminantes como altos niveles de nitritos (Lefevre <i>et al.</i> , 2011c), grasas y aceite de motor (Islam <i>et al.</i> , 2013) debido a su capacidad respiratoria aérea.
48	¿La especie tolera o se beneficia de disturbios ambientales?	Si 4	La reproducción ocurre durante la temporada de inundación ocasionada por las lluvias (Van Zalinge <i>et al.</i> , 2002; Poulsen <i>et al.</i> , 2004).
49	¿Hay enemigos naturales de la especie ? presentes en el área de la evaluación de riesgo?	3	Se desconoce.

*La ayuda/orientación para cada pregunta no son detalladas en el presente reporte, por lo cual para un mejor comprensión de la utilización del FISK el lector es referido al trabajo publicado por Lawson et al (2013).

Tabla 20. Reporte generado por el análisis de <i>Pangasius</i> en México mediante FISK v2.0	
	Outcome UK: High
	Outcome Japan: High
	Outcome User-defined: High

	Score:	31.0
Score partition:		
	A. Biogeography/Historical	13.0
	1. Domestication/Cultivation	3.0
	2. Climate and Distribution	2.0
	3. Invasive elsewhere	8.0
	B. Biology/Ecology	18.0
	4. Undesirable traits	8.0
	5. Feeding guild	1.0
	6. Reproduction	2.0
	7. Dispersal mechanisms	3.0
	8. Persistence attributes	4.0
Questions answered:		
	Total	49
	A. Biogeography/Historical	13
	1. Domestication/Cultivation	3
	2. Climate and Distribution	5
	3. Invasive elsewhere	5
	B. Biology/Ecology	36
	4. Undesirable traits	12
	5. Feeding guild	4
	6. Reproduction	7
	7. Dispersal mechanisms	8
	8. Persistence attributes	5
Sectors affected:		
	Aquacultural	22

<i>Environmental</i>	20
<i>Nuisance</i>	3
<i>Certainty Factor</i>	0.90

Guías Rápidas de la CCA

Se desarrollaron con el objetivo de evaluar los riesgos para la bioversidad ocasionados por la introducción de especies exóticas en nuevos ambientes en Norteamérica. Las directrices son una versión modificada de un protocolo formulado por el Equipo de Tarea contra Especies Acuáticas Nocivas (*Aquatic Nuisance Species Task Force*, ANSTF) de E.U. (Mendoza *et al.*, 2009). A continuación se evalúa el riesgo de la especie de estudio mediante este protocolo.

Etap. 1 ¿Califica la especie para ser evaluada?		
	Criterios	Respuesta
1a	La especie no es nativa y no está establecida en el país.	SI
1b	La especie no es nativa, ya está establecida en el país, y es capaz de expandirse rápidamente (considerando la biología de la especie y la frecuencia de introducción).	
1c	La especie no es nativa, ya está establecida en el país, alcanzó los límites probables de expansión y es lo suficientemente diferente a nivel genético (variedades naturales, subespecies), para implicar algún riesgo, ó lo suficientemente cercanas a nivel genético para implicar algún riesgo de hibridación.	
1d	La especie no es nativa, ya está establecida en el país, alcanzó los límites probables de expansión y no exhibe ninguna de las características a nivel genético mencionadas en el inciso 1c.	
2 ^a	La especie es nativa en el ecosistema receptor, pero la variedad/subespecies/híbrido propuesto es lo suficientemente diferente a nivel genético para implicar algún riesgo, o lo suficientemente cercano a nivel genético para implicar algún riesgo de hibridación, para ser introducido.	
2b	La especie es nativa en el ecosistema receptor y no exhibe ninguna de las características genéticas mencionadas en el inciso 2a.	

Etapa 2: ¿Cuál es la probabilidad de que la especie se establezca y se propague?	
Criterios	Puntuación
Es poco probable que la especie exótica encuentre las condiciones ecológicas necesarias para sobrevivir.	0
La especie exótica no es capaz o es muy poco probable que sea capaz de reproducirse (ej. inhabilidad para encontrar pareja, estéril, o que pueda completar su ciclo de vida).	10
No se tienen antecedentes de establecimiento de la especie exótica fuera de su área natural de distribución o en hábitats similares a los encontrados en el país. En caso de tener antecedentes de establecimiento fuera de su rango nativo en hábitats similares a los encontrados en el país, no ha mostrado evidencia de expansión.	50
La especie exótica se ha introducido intencionalmente con el propósito de que se establezca; existen antecedentes probados de su rápido establecimiento en un nuevo ambiente, similar a los encontrados en el país y existen evidencias convincentes de que la especie exótica es capaz de expandirse.	100

Etapa 3: Si se establece la especie, ¿cuáles son las consecuencias negativas demostradas e intangibles? ¿Cumple con la definición de especie invasora?	
Criterios	Puntuación
La especie exótica ha producido de manera consistente daños económicos serios o moderados en otras localidades y/o ha causado de manera consistente daños ecológicos serios o moderados a una o más de las siguientes: 1) especies clave, 2) algún componente biótico importante de ecosistemas valorizados por el hombre u otros cambios significativos a hábitats valorizados, 3) biodiversidad nativa, o 4) especies amenazadas o en peligro de extinción. Este daño potencial estaría dirigido hacia componentes similares presentes en el país.	100
Se ha reportado que la especie exótica, en ocasiones ha causado daños económicos serios o moderados en otras localidades y/o ha causado ocasionalmente daños ecológicos serios o moderados a una o más de las siguientes: 1) especies clave, 2) algún componente biótico importante de ecosistemas valorizados por el hombre u otros cambios significativos a hábitats valorizados, 3) biodiversidad nativa, o 4) especies amenazadas o en peligro de extinción. Este daño potencial estaría dirigido hacia componentes similares	95

presentes en el país.	
Se ha reportado que la especie exótica raramente ha ocasionado algún impacto económico, o que las características de la especie exótica raramente han ocasionado algún impacto ambiental, o que las características de la especie exótica muestran de manera convincente que el potencial para impactos moderados o severos en un área natural protegida es posible para una o más de las siguientes: 1) especies clave, 2) algún componente biótico importante de ecosistemas valorizados por el hombre u otros cambios significativos a hábitats valorizados, 3) biodiversidad nativa, o 4) especies en amenazadas o en peligro de extinción.	90
No existen registros de que la especie exótica haya causado algún impacto económico, no obstante sus características muestran de manera convincente que el potencial de un impacto negativo en un área natural protegida es posible, y/o no existen registros de que la especie exótica haya causado algún impacto ambiental, pero sus características muestran de manera convincente que el potencial de un impacto negativo en un área natural protegida es posible para una o más de las siguientes: 1) especies clave, 2) algún componente biótico importante de ecosistemas valorizados por el hombre u otros cambios significativos a hábitats valorizados, 3) biodiversidad nativa, o 4) especies amenazadas o en peligro de extinción	80
No existen registros de que la especie exótica haya causado algún impacto económico; sus características muestran de manera convincente que no tiene el potencial para convertirse en una plaga que cause impactos económicos, y no existen registros de que la especie exótica haya causado algún impacto ambiental, y sus características muestran de manera convincente que no tiene el potencial para convertirse en una plaga que cause impactos ambientales.	0
Si las sumas de las dos evaluaciones de las etapas 2 y 3 es igual a 130 o más, la especie se considera como invasora potencial.	

Etapa 4: ¿Cuáles son los beneficios demostrados e intangibles de la introducción?	
Criterios	Puntuación
La especie exótica muestra un gran potencial para generar ganancias futuras directas contribuyendo al bienestar económico y/o social de la población en el ambiente afectado.	-100
La especie exótica muestra un potencial moderado en términos de generación de ganancias futuras directas que contribuyan al bienestar	-90

económico y/o social de la población en el ambiente afectado, o muestra potencial para generar ganancias futuras para un segmento de la sociedad o industrias consideradas en general como importantes.	
La especie exótica muestra poco potencial para generar ganancias futuras para la mayor parte de la población, sin embargo muestra un potencial significativo para generar ganancias para quien introduce la especie y la industria/mercado asociados, o beneficios limitados a un pequeño segmento de la población o de la industria.	-80
La especie exótica muestra poco potencial para generar ganancias futuras, excepto para el número limitado de personas que introducen las especies.	-60

Etapa 5: Combinación de puntuaciones de las Etapas 2 a la 4				
Clasificación de organismos con una probabilidad de establecimiento con puntuación de 100				
Etapa 2 Potencial de establecimiento Puntuación	Etapa 3 Impacto Negativo Puntuación	Etapa 4 Impacto Benéfico Puntuación	Total Puntuación	Clasificación
			140	33
			135	32
			130	31
			120	30
100	95	-80	115	29
			110	28
			105	27
			100	26
			95	25
			90	24
			85	23
			80	22
			70	21
			65	20
			60	19
			55	18
			50	17
			45	16

Antes de dejar el paso 5, es necesario revisar los análisis de incertidumbre de los pasos 1, 2, 3 y 4, y asignar un código de incertidumbre "global" para la especie.

Identificación del código de incertidumbre y su descripción	
Código de incertidumbre	Descripción
Muy cierto	Seguro
Razonablemente cierto	Razonablemente cierto
Moderadamente cierto	Mayor certeza que incertidumbre
Razonablemente incierto	Razonablemente incierto
Muy incierto	Una suposición

Etapa 6: Asignación del organismo, utilizando su clasificación, para una lista de aprobación, desaprobación o status indeterminado		
Puntuación total	Clasificación	Medidas
<40	1 al 15	No existen restricciones para su entrada (Lista de aprobación)
45-65	16 al 20	Debe considerarse con el grado de incertidumbre antes de que su acceso sea aprobado y garantizar la restricción de entrada (Estado indeterminado)
>70	21 al 33	Se prohíbe su acceso y se restringe su entrada (Lista de no aprobación o rechazo)

Sistema de Ponderación de Invasividad de Especies

Este análisis se desarrolló en México por parte del Comité Asesor de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras como un método de evaluación de riesgo de invasión para dar cumplimiento a las modificaciones de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente* (LGEEPA) y la *Ley General de Vida Silvestre* (LGVS) (DOF, 2010). Se conforma de 10 preguntas que pueden ser utilizadas para todos los grupos taxonómicos. Estas se agrupan en tres secciones: 1) invasividad, 2) riesgo de introducción y establecimiento, y 3) impactos. Al igual que en FISK se toma en cuenta el valor de incertidumbre de la información recabada (Barrios et al, 2013; Golubov et al, 2013).

El resultado de riesgo final para cada especie es un valor numérico entre 0 y 1, incorporando la ponderación de los valores de las respuestas y los niveles de incertidumbre, en donde los valores más cercanos a 1 indican un mayor riesgo de invasión y una menor incertidumbre (Golubov et al, 2013)

A continuación se muestra la aplicación del cuestionario para la especie evaluada (Tabla 21), posteriormente los valores y la categoría de riesgo asignados (Tablas 22 y 23).

Tabla 21. Cuestionario y respuestas para especies de *Pangasius* utilizando en Análisis para la Evaluación de Riesgo desarrollado por el Comité Asesor de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras. Estatus de la especie: Exótica presente en México

Criterio	Valor	Comentarios Referencias	Incertidumbre
1. Reporte de invasora	Muy alto	Las especies <i>P. hypophthalmus</i> , <i>P. conchophilus</i> , <i>P. gigas</i> , <i>P. larnaudii</i> , <i>P. macronema</i> , <i>P. nasutus</i> y <i>P. pangasius</i> se reportan dentro de la categoría de riesgo alto para Australia (Moore et al, 2010). <i>P. hypophthalmus</i> está clasificada como especie de mediano riesgo para la India (Singh y Lakra, 2011), alto riesgo para Brasil (Instituto Hórus, 2013) y Colombia (ANLA, 2013). <i>P. hypophthalmus</i> esta considerada como invasora en Bagladesh (Barua et al., 1999)	Mínima
2. Relación con taxones invasores cercanos	No	No se reportan taxones invasores de la misma familia (<i>Pangasiidae</i>), aunque en las áreas en donde se cultiva (Estado de Morelos) existen reportes de invasión de otros bagres: plecos (Mendoza et al., 2009) e <i>I. punctatus</i> (Mejía Mojica et al., 2014). Y el hecho de que puedan existir hibridaciones interfamiliares existe	Media
3. Vector de otras especies invasoras	Muy alto	<i>P. hypophthalmus</i> es vector de diversas especies de parásitos patógenos, algunos de impacto potencial al hombre como: <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>A. sobria</i> y <i>A. caviae</i> o de impacto a especies nativas; <i>Flavobacterium columnaris</i> , <i>Saprolegnia parasítica</i> , <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> ; <i>Edwardsiella ictaluri</i> (referencias en la sección de Enfermedades y parásitos)	Mínima
4. Riesgo de introducción	Alto	La especie tiene una alta demanda a nivel mundial. Recientemente se ha introducido a diversas partes de México debido a su éxito en la acuicultura. También existe el riesgo de introducción por medio de liberaciones del acuarismo.	Mínima
5. Riesgo de establecimiento	Muy alto	<i>P. hypophthalmus</i> se ha establecido en Bangladesh, Filipinas, China, India, Indonesia, Israel, Myanmar y Singapur (Amin et al., 2009; Vidthayanon y Hogan, 2011; Singh y Lakra, 2012; Snovsky y Golani, 2012; Barua et al., 2001 citado en Froese y Pauly, 2013, Singh, 2013). Además está presente en zonas climáticas similares a las de México (principalmente sureste y suroeste) (Poulsen et al, 2004; So et al, 2006; Peel et al, 2007; Nguyen, 2009)	Mínima

6. Riesgo de dispersión	Alto	La especie desde sus primeras etapas de vida tiene una alta capacidad migratoria (varios cientos de kilómetros) en su área de distribución nativa (Poulsen et al, 2004; Poulsen et al, 2008)	Mínima
7. Impactos sanitarios	No	La especie en sí no provoca daños a la salud (i.e. no es venenosa o tóxica)	Mínima
8. Impactos económicos y sociales	Alto	En la India se reportan afectaciones a especies de cultivo locales (Singh y Lakra, 2011)	Mínima
9. Impactos ambientales	Se desconoce	No hay reportes de impactos a factores físicos o químicos del ambiente	Máxima
10. Impactos ecológicos	Muy alto	De acuerdo a Rainboth (1996) y Poulsen et al (2004) <i>P. hypophthalmus</i> es omnívoro alimentándose de restos vegetales, frutas, crustáceos y peces pequeños. En sitios donde ha sido introducido se alimenta prácticamente de todo (insectos, alevines, renacuajos, ranas, crías de aves, caracoles, crustáceos), en perjuicio de especies nativas (Bhakta y Bandyopadhyay, 2007; Azam, 2010; Lakra y Singh, 2010). En Bangladesh, <i>P. hypophthalmus</i> es una especie exótica voraz que depreda peces nativos y ha amenazado las poblaciones de buitres debido a que los cadáveres son utilizados por los acuicultores para la alimentación de estos peces (Rahman, 1997)	Mínima

Tabla 22. Índice de Riesgo para *Pangasius* en base a los valores de intensidad de las preguntas del análisis para lo dos modelos de ponderación, PI y BT.

Pregunta	Pesos ponderados Modelo PI	Pesos ponderados Modelo BT	Respuesta a pregunta	Incertidumbre	Valor de intensidad de la respuesta	Valor de intensidad de la incertidumbre	Valor por pregunta Modelo PI	Valor por pregunta Modelo BT
<i>Estatus</i>								
1	0.125	0.25	MA	Minima	1	1	0.125	0.25
2	0.05	0.1	N	Máxima	0	0.5	0	0
3	0.075	0.15	MA	Minima	1	1	0.075	0.15
<i>Invasividad</i>								
4	0.2	0.1	A	Minima	0.75	1	0.15	0.075
5	0.2	0.1	MA	Minima	1	1	0.2	0.1
6	0.1	0.05	A	Minima	0.75	1	0.075	0.0375
<i>Impactos</i>								
7	0.0625	0.0625	N	Minima	0	1	0	0
8	0.0625	0.0625	A	Minima	0.75	1	0.046875	0.046875
9	0.0625	0.0625	SD	Máxima	0.5	0.	0.015625	0.015625
10	0.0625	0.0625	MA	Minima	1	1	0.0625	0.0625
<i>Suma</i>	1	1					0.75	0.7375

Tabla 23. Categorías de riesgo asignada de acuerdo al Índice de Riesgo.	
Categoría de riesgo	Índice de Riesgo (IR)
Muy alto	>0.5
Alto	>0.25-0.5
Medio	>0.125-0.25
Bajo	<0.125

De acuerdo al Índice de Riesgo, *P. hypophthalmus* se clasifica dentro de la categoría de especies de Riesgo Muy Alto tanto con el Modelo PI como con BT.

Modelo de nicho ecológico

Los modelos de nicho ecológico o distribución estiman la relación entre los registros de las especies (georeferencias) y las variables ambientales o espaciales de tales sitios. Dentro del contexto de las especies invasoras, estos modelos pueden ser empleados para conocer los sitios con mayor probabilidad de establecimiento de una especie exótica o aquellos en los que sus impactos puedan llegar a ser más severos (Kulhanek *et al.*, 2011).

Dentro del software utilizado para realizar estos modelos, MaxEnt ha demostrado una alta precisión al trabajar con especies peces invasores respecto a otros modelos. MaxEnt utiliza un algoritmo determinístico que busca la probabilidad optima de distribución (distribución potencial) de una especie en el área de estudio basado en un conjunto limitaciones ambientales a partir de los puntos de presencia de la especie. (Elith *et al.*, 2011; Reshetnikov y Ficetola, 2011; Poulos *et al.*, 2012).

Para el presente estudio, se elaboró el modelo de nicho ecológico de la especie. Los puntos de presencia de la especie fueron descargados de las

siguiente fuentes: www.gbif.org y www.lifemapper.org. Para *P. hypophthalmus* se encontraron 17 registros georreferenciados mientras que para *P. bocourti* solo 2, por lo cual no fue posible realizar el modelo para esta ultima especie.

Las variables ambientales utilizadas fueron descargadas de www.worldclim.org y son las siguientes: temperatura mínima, máxima y media, precipitación, altitud y las 19 variables bioclimáticas descritas en la Tabla 24. También se desarrollo el modelo de nicho utilizando el algoritmo de openModeller directamente de la página de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) utilizando las mismas variables bioclimáticas.

Tabla 24. Variables bioclimáticas utilizadas para el modelo de nicho ecológico.	
Variable bioclimática	Definición
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango de temperatura diurno promedio (promedio mensual (max temp - min temp))
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) (*100)
BIO4	Estacionalidad de temperatura (desviación estándar *100)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango de temperatura anual (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO10	Temperatura media del trimestre más caliente
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO12	Precipitación total anual
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO17	Precipitación del trimestre más seco
BIO18	Precipitación del trimestre más caliente
BIO19	Precipitación del trimestre más frío

A continuación se muestra el mapa de predicción de MaxEnt para la especie (Fig. 45 y 46), posteriormente el mapa generado por GBIF (Fig. 47 y 48).

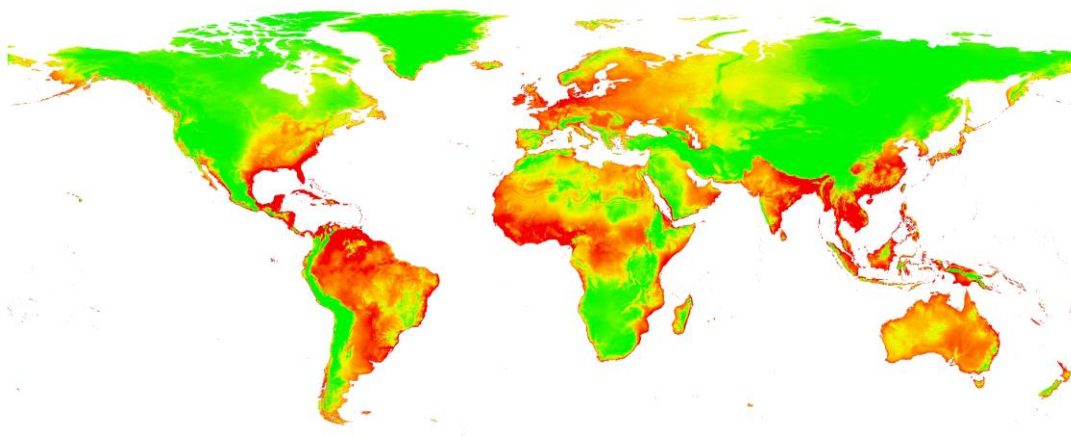


Figura 45. Modelo de nicho ecológico para *P. hypophthalmus* generado por MaxEnt.

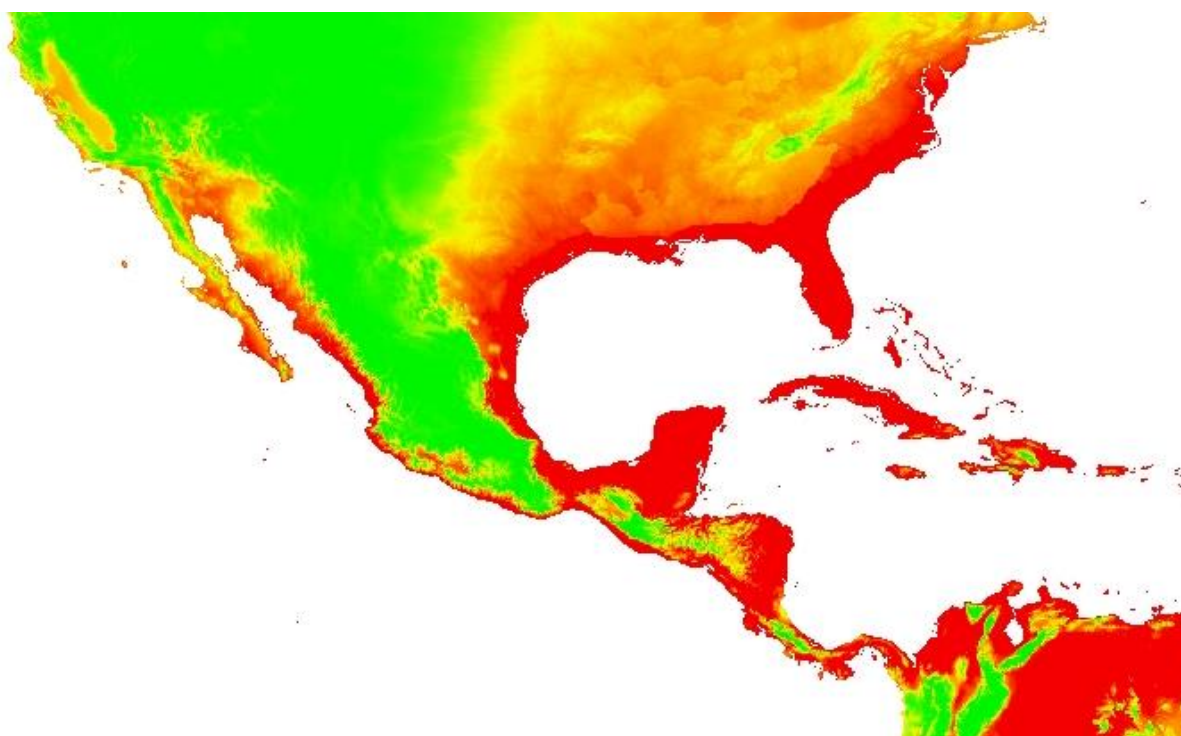


Figura 46. Sección para México del modelo de nicho ecológico generado por MaxEnt.

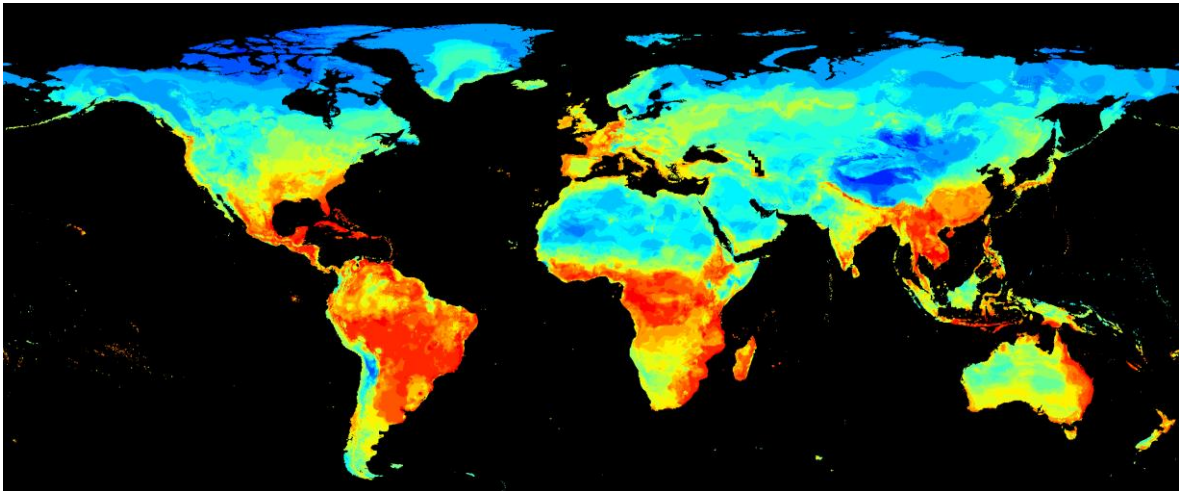


Figura 47. Modelo de nicho ecológico para *P. hypophthalmus* generado por openModeller (GBIF).

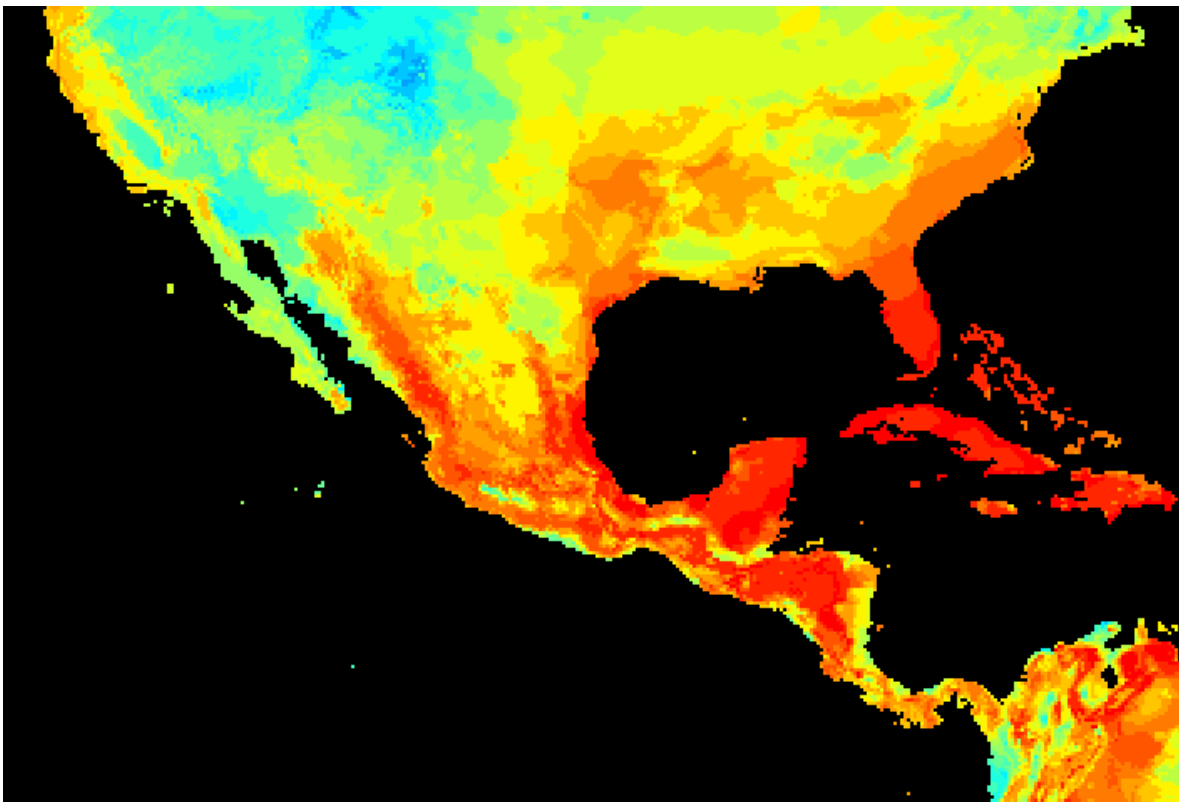


Figura 48. Sección para México del modelo de nicho ecológico generado por openModeller (GBIF).

REFERENCIAS

- Abedi, Z., M. Khalesi, S.K. Eskandari y H. Rahmani.** 2012. Comparison of Lethal Concentrations (LC50-96 H) of CdCl_2 , CrCl_3 , and $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ in Common Carp (*Cyprinus carpio*) and Sutchi Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Iranian Journal of Toxicology* **6**(18): 672-680
- Adhikari, S., L. Ghosh, B.S. Giri y S. Ayyappan.** 2009. Distributions of metals in the food web of fish ponds of Kolleru Lake, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **72**: 1242-1248. doi:10.1016/j.ecoenv.2008.10.011
- Aduanas México.** 2013. <http://www.aduanas-mexico.com.mx/claa/ctar/leyes/liva.html#art2a>
- Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro et al.** 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 277-318
- Ahmed, S., A.F.M.A. Rahman, M.G. Mustafa, M.B. Hossain y N. Nahar.** 2012. Nutrient composition of indigenous and exotic fishes of rainfed waterlogged paddy fields in Lakshmipur, Bangladesh. *World Journal of Zoology* **7**(2): 135-140. DOI: 10.5829/idosi.wjz.2012.7.2.63162
- Ahmed, N., Md.F. Alam y M.R. Hasan.** 2010. The economics of sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture under three different farming systems in rural Bangladesh. *Aquaculture Research* **41**: 1668-1682. doi:10.1111/j.1365-2109.2010.02549.x
- Ali, H., y M.M. Haque.** 2011. Impacts of *Pangasius* aquaculture on land use patterns in Mymensingh district of Bangladesh. *J. Bangladesh Agril. Univ.* **9**(1): 169-178.
- Ali, M.Z., M.A. Hossain y M.A. Mazid.** 2005a. Effect of mixed feeding schedules with varying dietary protein levels on the growth of sutchi catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage) with silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes) in ponds. *Aquaculture Research* **36**: 627-634. doi: 10.1111/j.1365-2109.2005.01262.x
- Ali, H., M.M. Haque y B. Belton.** 2012. Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878) aquaculture in Bangladesh: an overview. *Aquaculture Research* 1-16

doi:10.1111/j.1365-2109.2012.03101.x

- Ali, M.Z., M.K.I. Haque, R. Parveen, M.G. Hussain y M.A. Mazid.** 2005b. Growth and reduction of cost of production of *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) with alternate feeding schedules. *Indian J. Fish.* **52**(4): 397-404
- Almeida, D., F. Ribeiro, P.M. Leunda, L. Vilizzi, y G.H. Copp.** 2013. Effectiveness of FISK, an Invasiveness Screening Tool for Non-Native Freshwater Fishes, to Perform Risk Identification Assessments in the Iberian Peninsula. *Risk Analysis* **33**(8): 1404-1413. doi:10.1111/risa.12050
- Amin M.N., Ali M. Y. and Md. Salequzzaman** (2009) Identification and impact analysis of invasive species: a case study in the Mongla sea port area of Bagerhat district of Bangladesh. *Affodil International University Journal of Science And Technology* 4(1):35-41
- Andrews, W.H. y T.S. Hammack.** 2006. *Salmonella* In Bacteriological Analytical Manual Online, Chapter 5. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/webam/bam-5.html>. Accessed on 12/25/07
- Anh, P.T.** 2010. Water pollution by *Pangasius* production in the Mekong Delta, Vietnam: causes and options for control. *Aquac Res* **42**: 108–128.
- ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales)** (2013) Resolución 0389 "Por la cual se niega la Licencia Ambiental para la introducción y zootecnia de parentales de la especie exótica *Pangasius hypophthalmus*, y se toman otras determinaciones".
- Anuar H., Mohd Azmi A. and Agus Putra A. S.** (2011). Crossbreeding of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) and *Pangasius nasutus* (bleeker, 1863) and their larval development. *Journal of Sustainability Science and Management*. 6(1):28-35
- Aquahoy.** 2011. El pangasius distorsionó el mercado y se gana enemigos en Uruguay. Aquahoy. Portal de Información en Acuicultura. http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=14851%3AEl-pangasius-distorsiono-el-mercado-y-se-gana-enemigos-en-uruguay&catid=5

- Aquahoy.** 2013a. Fuerte caída en las exportaciones de pangasius vietnamita a los mercados europeos. Aquahoy. Portal de Información en Acuicultura. http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=16721%3Afuerte-caida-en-las-exportaciones-de-pangasius-vietnamita-a-los-mercados-eu
- Aquahoy.** 2013b. Caída en las exportaciones de pangasius vietnamita durante el 2012. Aquahoy. Portal de Información en Acuicultura. http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17389%3Acaida-en-las-exportaciones-de-pangasius-vietnamita-durante-el-2012&catid=5
- Aquahoy.** 2013c. Dejarán de promover la producción de Pangasius en Vietnam durante 2013. Aquahoy. Portal de Información en Acuicultura. http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17538%3Adejaran-de-promover-la-produccion-de-pangasius-en-vietnam-durante-el-2013
- Arthur, J.R. y B.Q. Te.** 2006. Checklist of the parasites of fishes of Vietnam. FAO Fisheries Technical Paper No. 369/2, 133pp (citado por MAF, 2008)
- Arthur, J.R. y S. Lumanlan-Mayo.** 1997. Checklist of the Parasites of Fishes of the Philippines. FAO Technical Paper. No. 369. Rome, 102 pp
- Asdari, R., M. Aliyu-Paiko y R. Hashim.** 2011a. Effects of different dietary lipid sources in diet for *Pangasius nasutus* (Bleeker, 1863) juveniles on growth performance, feed efficiency, body indices and muscle and liver fatty acid compositions. *Aquaculture Nutrition* **17**: e883-e891. doi: 10.1111/j.1365-2095.2011.00860.x
- Asdari, R., M. Aliyu-Paiko, R. Hashim y S. Ramachandran.** 2011b. Effects of different dietary lipid sources in the diet for *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) juveniles on growth performance, nutrient utilization, body indices and muscle and liver fatty acid compositions. *Aquaculture Nutrition* **17**: 44-53. doi: 10.1111/j.1365-2095.2009.00705.x
- Ash, A., T. Scholz, M. Oros y P.K. Kar.** 2011. Tapeworms (Cestoda: Caryophyllidea), parasites of *Clarias batrachus* (Pisces: Siluriformes) in the Indomalayan Region. *J. Parasitol.* **97**(3): 435-459. DOI: 10.1645/GE-2625.1
- Azam M.A.** (2010) Early Warning Systems for Forest Invasive Species in Bangladesh. Consultado

el 9 de Octubre de Asia-Pacific Forest Invasive Species Network (APFISN).
<http://www.apfisin.net/sites/default/files/Bangladesh.pdf>

Baca, U., G. 2005. Evaluación de proyectos. Editorial Mc-Graw Hill. 4ta Edición. México, D.F.

Bakar, I.A., M.K. Ayub, A.M. Yatim y N.A. Sani. 2010. Pesticide and antibiotic residues in freshwater aquaculture fish: Chemical risk assessment from farm to table. *As. J. Food Ag-Ind.* **3**(3): 328-334.

Baker-Austin, C., L. Stockley, R. Rangdale y J. Martinez-Urtaza. 2010. Environmental occurrence and clinical impact of *Vibrio vulnificus* and *Vibrio parahaemolyticus*: a European perspective. *Environmental Microbiology Reports* **2**(1): 7–18. doi:10.1111/j.1758-2229.2009.00096.x

Bangxi, X.M.X., W. Yindong and W. Mingxue (2003). Intentionally Introduced and Transferred Fishes in China's Inland Waters. *Asian Fisheries Science* **16** (2003): 279-290

Baras, E., J. Slembrouck, C. Cochet, D. Caruso y M. Legendre. 2010b. Morphological factors behind the early mortality of cultured larvae of the Asian catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture* **298**: 211–219. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.10.005

Baras, E., R. Hafsaridewi, J. Slembrouck, A. Priyadi, Y. Moreau, L. Pouyaud y M. Legendre. 2010a. Why is cannibalism so rare among cultured larvae and juveniles of *Pangasius djamba*? Morphological, behavioural and energetic answers. *Aquaculture* **305**: 42–51. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.04.004

Baras, E., T. Raynaud, J. Slembrouck, D. Caruso, C. Cochet y M. Legendre. 2011. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research*. **42**: 260-276

Barrios, Y., G. Born-Schmidt, A.I. González, P. Koleff y R. Mendoza. 2013. Avances en el desarrollo de criterios para definir y priorizar las especies invasoras en México, en R. Mendoza (ed.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

- Bartie, K.L., F.W. Austin, A. Diab, C. Dickson, T.T. Dung, M. Giacomini y M. Crumlish.** 2012. Intraspecific diversity of *Edwardsiella ictaluri* isolates from diseased freshwater catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage), cultured in the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Fish Diseases* **35**:671-682. doi:10.1111/j.1365-2761.2012.01376.x
- Baska, F., V.N. Voronin, E. Eszterbauer, L. Müller, S. Marton y K. Molnár.** 2009. Occurrence of two myxosporean species, *Myxobolus hakyi* sp. n. and *Hoferellus pulvinatus* sp. n., in *Pangasianodon hypophthalmus* fry imported from Thailand to Europe as ornamental fish. *Parasitol Res* **105**: 1391-1398. DOI 10.1007/s00436-009-1567-x
- Belton, B.M.M., I. Haque, D.C. Little y L.X. Sinh.** 2011. Certifying catfish in Vietnam and Bangladesh: Who will make the grade and will it matter? *Food Policy* **36**: 289–299. doi:10.1016/j.foodpol.2010.11.027
- Bhakta, J.N. y P.L. Bandyopadhyay.** 2007. Exotic fish biodiversity in Churni river of West Bengal, India. *Electronic Journal of Biology* **3**(1): 13-17
- Bigarré, L., J. Cabon, M. Baud, M. Heimann, A. Body, F. Loeffrig y J. Castric.** 2009. Outbreak of betanodavirus infection in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), in fresh water. *Journal of Fish Diseases* **32**: 667–673
- Binsi, P.K., G. Ninan, A.A. Zynudheen, R. Neethu, V. Ronda y C.N. Ravishankar.** 2013. Compositional and chill storage characteristics of microwave blanched sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*. DOI: 10.1111/ijfs.12308
- Bui, T.M., L.T. Phan, B.A. Ingram, T.T.T. Nguyen, G.J. Gooley, H.V. Nguyen, P.L. Nguyen y S.S. de Silva.** 2010. Seed production practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta region, Vietnam. *Aquaculture* **306**: 92–100. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.06.016
- Bui, T.M., N.T. Phuong, G.H. Nguyen y S.S de Silva.** 2013. Fry and fingerling transportation in the striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*, farming sector, Mekong Delta, Vietnam: a pivotal link in the production chain. *Aquaculture* **388-391**. 70-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.01.007>

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF). 1999. Gutachten über Mindestanforderungen an die Haltung von Zierfischen (Süßwasser). Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), Bonn, Germany. 16 p.

Bureau of Chemical Safety, Canadá. 2012 Information and Consultation Document on Health Canada's Proposal to Enable the use of the Food Additive 'Trisodium

Butler's choice (2013) Eliminación del Panga de la lista de alerta roja. <http://www.butlers-choice.com/en/content/wwf-verdensnaturfonden-har-fjernet-pangasius-fra-den-rode-advarselsliste>

Cacot, O. 1998. Description of the sexual cycle related to the environment and set up of the artificial propagation of *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) and *P. hypophthalmus* (Sauvage, 1878), reared in floating cages and in ponds in the Mekong delta. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 71-89.

Cacot, P., M. Legendre, T.Q. Dan, L.T. Tung, P.T. Liem, C. Mariojouis y J. Lazard. 2002. Induced ovulation of *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) with a progressive hCG treatment. *Aquaculture* **213**: 199-206.

Cacot, P., P. Eeckhoutte, D.T. Muon, N.V. Trieu, M. Legendre, C. Mariojouis y J. Lazard. 2003. Induced spermiation and milt management in *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880). *Aquaculture* **215**: 67-77.

Caguan A. G. (2007). Exotic Aquatic Species Introduction in the Philippines for Aquaculture – A Threat to Biodiversity or A Boon to the Economy?. *Journal of Environmental Science and Management* 10(1): 48–62

Campet, M., P. Cacot, J. Lazard, Q.T. Dan, T.D. Muon y T.P. Liem. 1998. Egg quality of an Asian catfish of the Mekong River (*Pangasius hypophthalmus*) during the process of maturation induced by hCG injections. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 113-117.

- Casalta, J.-P., P.-E. Fournier, G. Habib, A. Riberi y D. Raoult.** 2005. Prosthetic valve endocarditis caused by *Pseudomonas luteola*. *BMC Infectious Diseases* **5**:82- 84. doi:10.1186/1471-2334-5-82
- Castaneda, R., M. McGee y M. Velasco.** 2010. *Pangasius* juveniles tolerate moderate salinity in test. *Global Aquaculture Advocate* 27-28
- Castro-Escarpulli, G., M.J. Figueras, G. Aguilera-Arreola, L. Soler, E. Fernández-Rendón, G.O. Aparicio, J. Guarro y M.R. Chacón.** 2003. Characterisation of *Aeromonas spp.* isolated from frozen fish intended for human consumption in Mexico. *International Journal of Food Microbiology* **84**: 41-49. doi:10.1016/S0168-1605(02)00393-8
- CDC.** 1991. Annual listing of foodborne disease outbreaks, United States. Disponible en: http://www.cdc.gov/foodborneoutbreaks/us_outb/fbo1991/fbofinal1991.pdf
- Chai, J.Y., K.D. Murrell y A.J. Lymbery.** 2005. Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *Int J Parasitol* **35**: 1233-1254. doi:10.1016/j.ijpara.2005.07.013
- Chi, T.T.K., K.D. Murrell, H. Madsen, N.V. Khue y A. Dalsgaard.** 2009. Fishborne zoonotic trematodes in raw fish dishes served in restaurants in Nam Dinh Province and Hanoi, Vietnam. *Journal of Food Protection* **72**(11): 2394-2399
- Chihab, W., A.S. Alaoui y M. Amar.** 2004. *Chryseomonas luteola* identified as the source of serious infections in a Moroccan University Hospital. *Journal of Clinical Microbiology* **42**(4): 1837-1839. DOI: 10.1128/JCM.42.4.1837-1839.2004
- Chinh N.** 2005. Evaluation of veterinary drugs used in the intensive *Pangasius* cultured in Angiang and Cantho provinces, master thesis, College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University.
- Chong, V.C., P.K. Lee y C.M. Lau.** 2010. Diversity, extinction risk and conservation of Malaysian fishes. *Journal of Fish Biology* **76**: 2009-2066. doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02685.x
- CONAPESCA, 2010.** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. 2010. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. SAGARPA. México.

- CONAPESCA, 2011.** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. 2011. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. SAGARPA. México.
- Copp, G.H.** 2013. The Fish Invasiveness Screening Kit (FISK) for non-native freshwater fishes – a summary of current applications. *Risk Analysis* **33**(8): 1394-1396. DOI: 10.1111/risa.12095
- Copp, G.H., L. Vilizzi, J. Mumford, G.V. Fenwick, M.J. Godard y R.E. Gozlan.** 2009. Calibration of FISK, an invasiveness screening tool for nonnative freshwater fishes. *Risk Analysis* **29**(3): 457-467. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01159.x
- Copp, G.H., R. Garthwaite y R.E. Gozlan.** 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. Sci. Ser. Tech Rep., Cefas Lowestoft, 129: 32pp.
- Coutteau, P., M.H. Thinh, S. Eskinazi y H.D. Nguyen.** 2010. Botanical extracts enhance disease resistance and reduce parasitic infestation in *Pangasius* catfish. *Aquaculture Asia Pacific Magazine* **6**(7): 18-20.
- Crane, M. y A. Hyatt.** 2011. Viruses of fish: an overview of significant pathogens. *Viruses* **3**: 2025-2046. doi:10.3390/v3112025
- Crumlish, M., T.T. Dung, J.F. Turnbull, N.T.N. Ngoc y H.W. Ferguson.** 2002. Identification of *Edwardsiella ictaluri* from diseased freshwater catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage), cultured in the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Fish Diseases* **25**: 733–736
- D'Aoust, J., A.M. Sewell, E. Daley y P. Greco.** 1992. Antibiotic resistance of agricultural and foodborne *Salmonella* isolates in Canada: 1986–1989. *J. Food Prot.* **55**: 428–434.
- Da, C.T., T. Lundh, T. y J.E. Lindberg.** 2012. Evaluation of local feed resources as alternatives to fish meal in terms of growth performance, feed utilisation and biological indices of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *Aquaculture* **364–365**: 150-156.
- Da, C.T., T. Lundh, T. y J.E. Lindberg.** 2013b. Digestibility of dietary components and amino acids in animal and plant protein feed ingredients in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *Aquaculture Nutrition* **19**: 741-750. doi: 10.1111/anu.12021

- Da, C.T., T. Lundh, T. y J.E. Lindberg.** 2013c. Digestibility of dietary components and amino acids in plant protein feed ingredients in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *Aquaculture Nutrition* **19**: 619-628. doi: 10.1111/anu.12011
- Da, C.T., L.T. Hung, H. Berg, J.E. Lindberg y T. Lundh.** 2013a. Evaluation of potential feed sources, and technical and economic considerations of small-scale commercial striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*) pond farming systems in the Mekong Delta of Vietnam. *Aquaculture Research* **44**: 427–438. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.03048.x
- Dahl, K.M., J. Barry y R.L. DeBiasi.** 2002. *Escherichia hermanni* infection of a cephalohematoma: case report, review of the literatura, and description of a novel invasive pathogen. *Clinical Infectious Diseases* **35**:e96–8.
- Das, A.K., K.J. Chandra, P.K. Ghosh y S.R. Biswas.** 2006. Parasitic monogenea of three exotic fish species to Bangladesh waters. *Indian Journal of Animal Sciences* **76**(2): 168-173.
- Datta, M.N.** 1940. Acanthocephala from India. II. On a new genus of Acanthocephala of the family Rhadinorhynchidae, from a local fish, *Pangasius pangasius* (Ham.). *Records of the Indian Museum* **42**: 81-87
- Davis, C.L.** 2007. Do WTO (World Trade Organization) Rules Create a Level Playing Field? Lessons from The Experience in Peru and Vietnam. http://www.princeton.edu/~cldavis/files/davis_WTO_and_developing_countries.pdf
- De Silva, S.S. y M.J. Phillips.** 2008. Estudio sobre la acuicultura en jaulas en Asia (excepto China). En Halwart, M., D. Soto y J.R. Arthur (eds.) *Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial*. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 19–50.
- De Silva, S.S. y N.T. Phuong.** 2011. Striped catfish farming in the Mekong Delta, Vietnam: a tumultuous path to a global success. *Reviews in Aquaculture* **3**: 45–73. doi: 10.1111/j.1753-5131.2011.01046.x
- De Silva, S.S., T.T.T. Nguyen, N.W. Abery y U.S. Amarasinghe.** 2006. An evaluation of the role and impacts of alien finfish in Asian inland aquaculture. *Aquaculture Research* **37**: 1-17. doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01369.x

- De Silva, S.S., T.T.T. Nguyen, G.M. Turchini, U.S. Amarasinghe y N.W. Abery.** 2009. Alien species in aquaculture and biodiversity: a paradox in food production. *Ambio* **38**(1): 24-28
- De Silva, S.S., B.A. Ingram, P.T. Nguyen, T.M. Bui, G.J. Gooley y G.M. Turchini.** 2010. Estimation of nitrogen and phosphorus in effluent from the striped catfish farming sector in the Mekong Delta, Vietnam. *AMBIO* **39**:504–514. DOI 10.1007/s13280-010-0072-x
- Debnath, D., A.K. Pal, N.P. Sahu, K. Baruah, S. Yengkokpam, T. Das y S.M. Manush.** 2006. Thermal tolerance and metabolic activity of yellowtail catfish *Pangasius pangasius* (Hamilton) advanced fingerlings with emphasis on their culture potential. *Aquaculture* **258**: 606–610. doi:10.1016/j.aquaculture.2006.04.037
- Debnath, D., A.K. Pal, N.P. Sahu, K.K. Jain, S. Yengkokpam y S.C. Mukerjee.** 2005a. Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth and nutrient digestibility of *Pangasius pangasius* (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Research* **36**: 180-187. doi: 10.1111/j.1365-2109.2004.01203.x
- Debnath, D., N.P. Sahu, A.K. Pal, K.K. Jain, S. Yengkokpam y S.C. Mukerjee.** 2005b. Mineral status of *Pangasius pangasius* (Hamilton) fingerlings in relation to supplemental phytase: absorption, whole-body and bone mineral content. *Aquaculture Research* **36**: 326-335. doi:10.1111/j.1365-2109.2004.01204.x
- Diogo, R.** 2005. Morphological evolution, aptations, homoplasies, constraints and evolutionary trends. Catfishes as a case study on general phylogeny and macroevolution. Science Publishers, Inc. Enfield (NH), USA. 491p.
- DOF.** 2010. Ley General de Vida Silvestre. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la LGEEPA y de LGVS. Diario Oficial de la Federación, 6 de abril de 2010. 53pp.
- Dung, T.T. y N.T.N. Ngoc.** 1998. Preliminary results of the study of parasitic and red spot diseases on high economical valuable catfish species in the Mekong Delta. En:

Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 223-226.

- Dung, T.T., F. Haesebrouck, N.A. Tuan, P. Sorgeloos, M. Baele y A. Decostere.** 2008a. antimicrobial susceptibility pattern of *Edwardsiella ictaluri* isolates from natural outbreaks of Bacillary Necrosis of *Pangasianodon hypophthalmus* in Vietnam. *Microbial Drug Resistance* **14**(4): 311-316. DOI: 10.1089=mdr.2008.0848
- Dung, T.T., K. Chiers, N.A. Tuan, P. Sorgeloos, F. Haesebrouck y A. Decostere.** 2012. Early interactions of *Edwardsiella ictaluri*, with *Pangasianodon* catfish and its invasive ability in cell lines. *Vet Res Commun* **36**: 119–127. DOI 10.1007/s11259-012-9521-2
- Dung, T.T., N.T.N. Ngoc, N.Q. Thinh, D.T.M. Thy, N.A. Tuan, A. Shinn y M. Crumlish.** 2008b. Common diseases of *Pangasius* catfish farmed in Vietnam. *Global Aquaculture Advocate* **11**(4): 77-78.
- Dyková, I. y J. Lom.** 1997. Light and Electron Microscope Observations on *Sphaerospora ojiroveci* n. sp. (Myxozoa) from the Kidney of *Pangasius sutchi* (Teleostei). *Europ. J. Protistol* **33**: 444-451
- Dyková, I. y J. Lom.** 2000. Histopathology of *Kabatana arthuri* (Microspora) infection in sutchi catfish, *Pangasius sutchi*. *Folia Parasitologica* **47**: 161-166
- Eldredge L.G.** (1994) Perspectives in Aquatic Exotic Species Management in The Pacific Islands. Volume 1. Introductions of commercially significant aquatic organisms to the Pacific islands. South Pacific Commission Noumea, New Caledonia March 1994. 129 pp
- Elith, J., S.J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y.E. Chee y C.J. Yates.** 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* **17**: 43–57. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x
- Evans, S.** 2012. The Big Fish Campaign. www.thetropicaltank.co.uk/big_fish_campaign.htm
Accesado el 14 de diciembre de 2013
- FAO.** 2005. National Aquaculture Sector Overview, Viet Nam. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets.

- FAO.** 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. . Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 197p.
- FAO.** 2011. Globefish Highlights. A quarterly update on world seafood markets. Rome, Italy. 55pp.
- FAO.** 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 209 p.
- FAO.** 2013. Fisheries Global Information System (FIGIS). <http://www.fao.org/fishery/figis/en>
- Faruk, M.A.R.** 2008. Disease and health management of farmed exotic catfish *Pangasius hypophthalmus* in Mymensingh district of Bangladesh. En: Bondad-Reantaso, M.G., C.V. Mohan, M. Crumlish y R.P. Subasinghe (eds.). Diseases in Asian Aquaculture VI. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp. 193-204.
- Faruk, M.A.R., M.M.R. Sarker, M.J. Alam y M.B. Kabir.** 2004. Economic loss from fish diseases on rural freshwater aquaculture of Bangladesh. *Pakistan J. Biol. Sci.* **7**(12): 2086-2091.
- Faruk, M.A.R., Z.P. Patwary y M.M. Hasan.** 2012. Clinical and histopathological investigations in exotic catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) under culture condition. *Indian J. Fish.* **59**(4): 183-185.
- Ferguson, H.W., J.F. Turnbull, A. shinn, K. Thompson, T.T. Dung y M. Crumlish.** 2001. Bacillary necrosis in farmed *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage) from the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Fish Diseases* **24**: 509-513
- FIRA.** 2011. Evaluación económica de proyectos de inversión. FIRA boletín de educación financiera 253(XXVI) 8ª época, año XXV.
- Food and Water Watch.** 2010 What's on your Fish? Disponible en: <http://www.foodandwaterwatch.org/doc/stpp.pdf>
- Fontaine, E.R.** 1999 Evaluación Social de Proyectos. 12a Edición, Ediciones Universidad Católica de Chile y Alfaomega, Grupo Editor México.

FRDC. 2010. Imported seafood in Australia. Australian Government. Fisheries Research and Development Corporation
http://frdc.com.au/knowledge/Factsheets/Factsheet_Imported_Seafood_in_Australia.pdf

Froese P. and Pauly D. (eds.) 2013. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. Disponible en:
http://www.fishbase.org/Nomenclature/ScientificNameSearchList.php?crit1_fieldname=SYNONYMS.SynGenus&crit1_fieldtype=CHAR&crit1_operator=EQUAL&crit1_value=Pangasius&crit2_fieldname=SYNONYMS.SynSpecies&crit2_fieldtype=CHAR&crit2_operator=CONTAINS&crit2_value=&typesearch=simple&group=summary&backstep=-2&sortby=validname

FSPSIIP. 2005. Fisheries Sector Programme Support, Phase II, Vietnam, 2006-2010. Ref. 104. Vietnam. 803-200. Ministry of Fisheries, Vietnam, y Ministry of Foreign Affairs, DANIDA, Denmark.

Fuller, P., L. Nico y D. Williams. 1999. Non-indigenous fishes introduced into inland waters of the United States. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society.

Golubov, J., M.C. Mandujano, O. Eloísa, R. Mendoza, P. Koleff, A.I. González, Y. Barrios y G. Born-Schmidt. 2013. Análisis multicriterio para evaluar el riesgo de invasión, en R. Mendoza (ed.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

González-Rodríguez, M.N., J.J. Sanz, J.A. Santos, A. Otero y M.L. García-López. 2002. Foodborne pathogenic bacteria in prepackaged fresh retail portions of farmed rainbow trout and salmon stored at 3°C. *Int. J. Food Microbiol.* **76**: 135–141.

Goud, D., S. Corneillie y F. Guo. 2012. Enhancing fish immunity and nutrient absorption. *AQUA Culture Asia Pacific Magazine* **8**(3): 30-31.

Griffiths, D., P. Van Khanh y T.Q. Trong. 2010. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Pangasius hypophthalmus*. FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 14 January 2010.
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Pangasius_hypophthalmus/en

- GTZ.** 2005. *Pangasius* farming practices in Vietnam. A study in view of sustainability issues. Strategic alliance for sustainable aquaculture.
- Gujarati, D.** 1992. Essentials of Econometrics. Editorial McGraw Hill INTERNATIONAL EDITIONS, Economics Series. Printed in Singapore.
- Gustiano, R.** 2004. Biometrical analysis of the artificial hybridization between *Pangasius djambal* (Bleeker, 1846) and *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Indonesian Journal of Agriculture Science* **5**(2): 70-74.
- Gustiano, R.** 2009. Pangasiid catfishes of Indonesia. *Bulletin Plasma Nutfah* **15**(2): 91-100
- Gustiano, R. y A.H. Kristanto.** 2007. Evaluation of hybridization between *Pangasius djambal* Bleeker 1846 and *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878): biometric characterization and growth analysis. *Indonesian Aquaculture Journal* **2**(1): 27-33.
- Ha, H.P., T.T.T. Nguyen, S. Poompuang y U. Na-Nakorn.** 2009. Microsatellites revealed no genetic differentiation between hatchery and contemporary wild populations of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878) in Vietnam. *Aquaculture* **291**: 154–160. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.03.017
- Halls, A.S. y M. Johns.** 2013. Assessment of the vulnerability of the Mekong Delta *Pangasius* catfish industry to development and climate change in the Lower Mekong Basin. Report prepared for the Sustainable Fisheries Partnership, January 2013, 95pp.
- Hằng, N.T.T.H., D.T.M. Thy, N.T. Phuong y D.T.H. Oanh.** 2008. Khảo sát sự nhiễm ký sinh trùng trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) nuôi thâm canh ở tỉnh an giang. *Tạp chí Khoa học* 1: 204-212. ("Survey of parasites on fish (*Pangasianodon hypophthalmus*) intensive farming in An Giang province")
- Hannah, T.C. y T.A. McCaskey.** 1995. Evaluation of the microbial quality and safety of retail channel catfish filets. *Southern Assoc. Agric. Sci. Abstr* **32** 20.
- Hassan, A., M. A. Ambak y A.P.A. Samad.** 2011. Crossbreeding of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1978) and *Pangasius nasutus* (Blekker, 1863) and their larval development. *Journal of Sustainability Science and Management* **6**(1): 28-35.

Hatachote, S., K. Sripairoj y U. Na-Nakorn. 2010, Performance of Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*), Pla mong (*Pangasius bocourti*) and their hybrid (*P. hypophthalmus* × *P. bocourti*). 48. Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand, 3-5 Feb 2010.

Hawke, J.P., A.C. McWhorter, A.G. Steigerwalt y D.J. Brenner. 1981. *Edwardsiella ictaluri* sp. nov., the causative agent of ESC. *International Journal of Systematic Bacteriology* **31**(4): 396-400

Hedayati, A., R. Tarkhani, A. Shadi y T. Bagheri. 2012. Toxicity evaluation and mortality responses of *Pangasius hypophthalmus* during experimental exposure to some agricultural pesticides. *Global Veterinaria* **9**(2): 220-224. DOI: 10.5829/idosi.gv.2012.9.2.63214

Hedayati, A., R. Tarkhani, A. Shadi, T. Bagheri, M. Harsij y M. Tajari. 2013. Median lethal concentration of two pesticides, diazinon and deltamethrin, on tra catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluroidei, Pangasiidae). *Toxicology and Industrial Health* 1-6. DOI: 10.1177/0748233713475499

Hedlund, S. (2011) Politician has change of heart over pangasius. <http://www.seafoodsource.com/es/news/food-safety-health/15157-politician-has-change-of-heart-over-pangasius>

Heinitz, M.L., R.D. Ruble, D.E. Wagner y S.R. Tatini. 2000. Incidence of *Salmonella* in fish and seafood. *Int. J. Food Microbiol.* **63**: 579–592.

Hickling, G.J. 2011. Pathogens, animals. En: Encyclopedia of Biological Invasions. Simberloff, D. y M. Rejmánek (eds.) University of California Press. pp. 510-514.

Hoggarth D. y A. Halls. 1997. Fisheries dynamics of modified floodplains in Southern Asia. Final Technical Report. Project R5953. Fisheries Management Science Programme Managed by MRAG, under the ODA Renewable Natural Resources Research Strategy. 238p

Hortle, K.G., T. Chea, R. Bun, S. Em y P. Thae. 2003. Drift of fish juveniles and larvae and invertebrates over 24-hour periods in the Mekong River at Phnom Penh, Cambodia. Proceedings of the 6th Technical Symposium on Mekong Fisheries, Pakse, Lao PDR 26-28

November 2003. pp. 19-33.

Hossain M.A. (2002). Aquaculture in Bangladesh: prospect of high density mixed culture of fish with low cost diets. pp 161-172, In: Petr, T.; Swar, D.B. (eds.) Cold water fisheries in the trans-Himalayan countries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 431 Rome, FAO. 2002. p. 376

Huanqui Canto, G. 2002. El comercio mundial de peces ornamentales. Prompex. Perú. 10pp.

Humphries, P., A. King y D. Koehn. 1999. Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. *Environmental Biology of Fishes* **56**: 129–151

Hung, L.T., J. Lazard, H.T. Tu y Y. Moreau. 1998c. Protein and energy utilisation in two Mekong catfishes, *Pangasius bocourti* and *Pangasius hypophthalmus*. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 167-174.

Hung, L.T., N.A. Tuan, N.V. Phu y J. Lazard. 1998b. Effects of frequency and period of feeding on growth and feed utilisation on *Pangasius bocourti* in two Mekong catfishes, *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) and *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878). En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998 pp. 157-166.

Hung, L.T., N. Tuan, N. Hien y P. Cacot. 1998a. Larval rearing of the Asian catfish *Pangasius bocourti* (siluriformes, Pangasiidae): Artemia alternative feeding and weaning time. 111. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp. 127-136.

Hung, L.T., J. Lazard, C. Mariojouis y Y. Moreau. 2003. Comparison of starch utilization in fingerlings of two Asian catfishes from the Mekong River (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880, *Pangasius hypophthalmus* Sauvage, 1878). *Aquaculture Nutrition* **9**: 215-222. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2004.00306.x

Hung, L.T., N. Suhenda, J. Slembrouck, J. Lazard y Y. Moreau. 2004. Comparison of dietary protein and energy utilization in three Asian catfishes (*Pangasius bocourti*, *P. hypophthalmus* and *P. djambal*). *Aquaculture Nutrition* **10**: 317-326.

Ibarra, S., J. 2000. Estrategia para la Inversión Pública Inteligente. Diplomado impartido por el ITESM. Módulo 1. Teoría Económica para La Evaluación de Proyectos.

IFFO (2013) IFFO welcomes joint MOU by ASC, GAA, GLOBALGAP for Responsible Sourcing. <http://www.iffonet.net/node/506>

IFOAM (2012) Norms for Organic Production and Processing. http://ifoam.org/sites/default/files/page/files/ifoam_norms_version_august_2012_wi th_cover.pdf

Instituto Hórus (2013) Análisis de Riesgo de *Pangasius hypophthalmus*. <http://www.institutohorus.org.br/download/AR%20Peixes/AR%20Pangasius%20hypophthalmus.pdf>

International Monetary Fund. 2011. World Economic Outlook Update: Mild Slowdown of the Global Expansion, and Increasing Risks. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/update/02/>

Ish, T. y K. Doctor. 2007. Farmed river catfish: swai (*Pangasius hypophthalmus*), basa (*Pangasius bocourti*). Final report August 26, 2005 (updated December 11, 2007). Seafood Watch Seafood Report.

Islam A. (2004). Studies on some aspects of biology with special references to induced spawning of thai pangas (*Pangasius sutchi* Fowler, 1937). Iranian Journal of Fisheries Sciences 4(1):66-45.

Islam, M.S., K.A. Huq y M.A. Rahman. 2008. Polyculture of Thai pangus (*Pangasius hypophthalmus*, Sauvage 1878) with carps and prawn: a new approach in polyculture technology regarding growth performance and economic return. *Aquaculture Research*, **39**: 1620-1627. doi: 10.1111/j.1365-2109.2008.02035.x

Islam, M.S., M.M. Rahman y M. Tanaka. 2006. Stocking density positively influences the yield and farm profitability in cage aquaculture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi*. *J. Appl.*

Ichthyol. **22**: 441–445. doi:10.1111/j.1439-0426.2006.00746.x

Islam, M.S., M.S. Islam, M.M.M. Hossain, M.N.A. Sidker, M.M. Morshed y M.B. Hossain.

2013. Acute toxicity of the mixtures of grease and engine wash oil on fish, *Pangasius sutchi* under laboratory condition. *Int. J. Life Sc. Bt & Pharm. Res.* **2**(1): 306-317

Islam, M.S., M.T.H. Chowdhury, M.M. Rahman y M.A. Hossain. 2004. Urban and peri-urban aquaculture as an immediate source of food fish: perspectives of Dhaka City, Bangladesh. *Urban Ecosystems* **7**: 341–359.

ISSG. 2013. Global Invasive Species Database. 2013. *Clarias batrachus*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=62&fr=1&sts=sss&lang=EN>.

Consultado el 2 de Septiembre

ITIS. 2013. Integrated Taxonomic Information System. <http://www.itis.gov/>

Janda, J.M. y S.L. Abbott. 1993. Infections associated with the genus *Edwardsiella*: the role of *Edwardsiella tarda* in human disease. *Clinical Infectious Diseases* **17**: 742-748

Janda, M.J. y S.L. Abbott. 1998. Evolving concepts regarding the genus *Aeromonas*: an expanding panorama of species, disease presentations, and unanswered questions. *Clinical Infectious Diseases* **27**: 332-334

Janda, M.J. y S.L. Abbott. 2010. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection. *Clinical Microbiology Reviews* **23**(1): 35-73 doi:10.1128/CMR.00039-09

Jaques, S., L.T. Hung, J. Subagja y M. Legendre. 1998. Effects of prey, feeding level, prey accessibility and water aeration on growth and survival of *Pangasius hypophthalmus* larvae (Siluridae: Pangasiidae). En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 137-145.

Jensen, G. 1997. Giant catfish hybrids hit the market. *Mekong Fish Catch and Culture* **3**(1):1-2.

Jiwyam, W. 2010. Growth and compensatory growth of juvenile *Pangasius bocourti* Sauvage, 1880 relative to ration. *Aquaculture* **306**: 393–397. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.05.005

- Jiwyam, W.** 2011. The effect of stocking density on yield, growth, and survival of Asian river catfish (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) cultured in cages. *Aquacult. Int.* **19**: 987-997. DOI 10.1007/s10499-011-9416-1
- Jones, A.** 1987. A new species of *Protycladorchis* (Paramphistomidae, Dadaytrematinae) from *Pangasius nasutus* (Bleeker, 1863) in Thailand. *Journal of Natural History* **21**(4): 1021-1024. DOI: 10.1080/00222938700770621
- Jones, A. y L.T. Seng.** 1986. Amphistomes from Malaysian fishes, including *Osteochilotrema malayae* gen. nov. sp. nov. (Paramphistomidae: Osteochilotrematinae subfam. nov.). *Journal of Natural History* **20**: 117-129.
- Joseph, S. W. y A. Carnahan.** 1994. The isolation, identification, and systematics of the motile *Aeromonas* species. *Annu. Rev. Fish Dis.* **4**:315-343.
- Kader, M.A., M. Bulbul, S. Yokoyama, M. Ishikawa, S. Koshio, M.S. Hossain, G.U. Ahmed y M.A. Hossain.** 2011. Evaluation of meat and bone meal as replacement for protein concentrate in the practical diet for sutchi catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage 1878), reared under pond condition. *Journal of the World Aquaculture Society* **42**(3): 287-296. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2011.00466.x
- Kaewpoowat, Q., N. Permpalung y D.E. Sentochnik.** 2013. Emerging *Escherichia* pathogen – a case report. *J. Clin Microbiol* doi:10.1128/JCM.00983-13
- Karintanyakit, W. y A. Jondeung.** 2012. Molecular phylogenetic relationships of pangasiid and schilbi catfishes in Thailand. *Journal of Fish Biology* **80**: 2549-2570. doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03303.x
- Karl, H., I. Lehmann, H. Rehbein y R. Schubrin.** 2010. Composition and quality attributes of conventionally and organically farmed *Pangasius* fillets (*Pangasius hypophthalmus*) on the German market. *International Journal of Food Science and Technology* **45**: 56–66.
- Khan, M.H.K., y M.F.A. Mollah.** 2004. Further trials son induced breeding of *Pangasius pangasius* (Hamilton) in Bangladesh. *Asian Fisheries Science* **17**: 135-146.
- Khoi, L.N.D.** 2007. Description of the *Pangasius* value chain in Vietnam. Centre for ASEAN

Studies (CAS), Centre for International Management and Development Antwerp (Cimda) and School of Economics and Business Administration Can Tho University, Vietnam.

Khoi, L.N.D. 2011. Quality management in the *Pangasius* export supply chain in Vietnam. Dissertation of the University of Groningen. Groningen The Netherlands. 299pp.

Khoi, L.N.D. 2012. Global value chain and market access of small-scale farms in the Mekong River Delta. *Journal of Science, Hue University* **70**(1): 99-110.

Kime, D. 1998. Endocrine disruption in fish. Kluwer Academic Publishers, MA.

Krisanto, A.H., J. Subagja, J. Slembrouck y M. Lengendre. 1998. Effecto of eggs incubation technique on hatching rate, hatching kinetic and survival of larvae in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae). En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 107-111

Krishna, R.R., K.V.P. Rao y D.M. Reddy. 2011. The princess of aquaculture and the plights of the fish farmers. *Aquaculture Asia Magazine* **16**(2): 10-16

Kulhanek, S.A., B. Leung y A. Ricciardi. 2011. Using ecological niche models to predict the abundance and impact of invasive species: application to the common carp. *Ecological Applications* **21**(1): 203–213

Kumar, M.P. y K.S. Ramulu. 2013. Percentage composition of various species of *Aeromonas* in different organs of *Pangasius hypophthalmus* in culture ponds of kaikaluru and mudinepalli mandals in Krishna districts of Andhra Pradesh. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture* **3**(2): 30-33.

Kwantong, S. y A.N. Bart. 2003. Effect of cryoprotectants, extenders and freezing rates on the fertilization rate of frozen striped catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage), sperm. *Aquaculture Research* **34**: 887-893.

Kwantong, S. y A.N. Bart. 2009. Fertilization efficiency of cryopreserved sperm from striped catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research* **40**: 292-297. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.02088.x

- Lakra, W.S. y A.K. Singh.** 2010. Risk analysis and sustainability of *Pangasianodon hypophthalmus* culture in India, *Aquacultura Asia* **15**(1): 34-37.
- Lakshmi, I.R.** 2010. Description of a new species of *Procamallanus* Baylis, 1923 (Nematoda: Camallanidae) from the freshwater fish, *Pangasius pangasius* Hamilton. *Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol.* **69**(2): 199-203
- Lawson, Jr. L.L., J.E. Hill, L. Vilizzi, S. Hardin y G.H. Copp.** 2013. Revisions of the Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) for its application in warmer climatic zones, with particular reference to Peninsular Florida. *Risk analysis* **33**(8): 1414-1431. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2012.01896.x
- Lazard, J.** 1998. Interest of basic and applied research on *Pangasius* spp. for aquaculture in the Mekong Delta: Situation and prospects. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 15-19
- Lee, S. M. Najiah, W. Wendy y M. Nadirah.** 2010. Antibigram and heavy metal resistance of pathogenic bacteria isolated from moribund cage cultured silver catfish (*Pangasius sutchi*) and red hybrid tilapia (*Tilapia sp.*). *Front. Agric. China* **4**(1): 116-120. DOI 10.1007/s11703-009-0085-z
- Lefevre, S., D.T.T. Huong, N.T.K. Ha, T. Wang, N.T. Phuong y M. Bayley.** 2011b. A telemetry study of swimming depth and oxygen level in a *Pangasius* pond in the Mekong Delta. *Aquaculture* **315**: 410-413
- Lefevre, S., D.T.T. Huong, T. Wang, N.T. Phuong y M. Bayley.** 2011a. Hypoxia tolerance and partitioning of bimodal respiration in the striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* **158**: 207-214
- Lefevre, S., F.B. Jensen, D.T.T. Huong, T. Wang, N.T. Phuong y M. Bayley.** 2011c. Effects of nitrite exposure on functional haemoglobin levels, bimodal respiration, and swimming performance in the facultative air-breathing fish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquatic Toxicology* **104**: 86-93. doi:10.1016/j.aquatox.2011.03.019

- Legendre, M., J. Slembrouck y J. Subadgja.** 1998b. First results on growth and artificial propagation. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 97-102.
- Legendre, M., J. Slembrouck, J. Subadgja y A.H. Kristanto.** 1998c. Effects of varying latency period on the in vivo survival of ova after Ovaprim- and hCG-induced ovulation in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae of *Pangasius djambal* in Indonesia. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp. 119-126.
- Legendre, M.** 1998. The "Catfish Asia Project", background, aims and prospects. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 7-14.
- Legendre, M., J. Slembrouck, J. Subagja y A.H. Kristanto.** 2000. Ovulation rates, latency period and ova viability after GnRH- or hCG-induced breeding in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae). *Aquat. Living Resour.* **13**: 145-151
- Legendre, M., Subagja, J. and Slembrouck J.** (1998a) Absence of marked seasonal variations in sexual maturity of *Pangasius hypophthalmus* brooders held in ponds at the Sukamandi station (Java, Indonesia). En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 91- 96.
- Leung, K.Y., B.A. Siame, B.J. Tenkink, R.J. Noort y Y.-K. Mok.** 2012. *Edwardsiella tarda* – virulence mechanism of an emerging gastroenteritis pathogen. *Microbes and Infection* **14**: 26-34. Doi:1016/j.micinf.2011.08.005
- Liao, C.-I., H.-M. Su and E.Y. Chang.** 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture* **200**:1-31.
- Lim, L.H.S., T.A. Timofeeva y D.I. Gibson.** 2001. Dactylogyridean monogeneans of the siluriform fishes of the Old World. *Systematic Parasitology* **50**: 159-197.

- Lim, S.L.H.** 1990. *Silurodiscoides* Gussev, 1961 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Pangasius sutchi* Fowler, 1931 (Pangasiidae) cultured in Peninsular Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology* **38**(1): 55-63
- Lio-Po, G.D.** 2011. Recent developments in the study and surveillance of koi herpesvirus (KHV) in Asia. En: Bondad-Reantaso, M.G., J.B. Jones, F. Corsin y T. Aoki. (eds.). Diseases in Asian Aquaculture VII. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Selangor, Malaysia. pp. 13-28.
- Little, D.C., S.R. Bush, B. Belton, N.T. Phuong, J.A. Young y F.J. Murray.** 2012. Whitefish wars: *Pangasius*, politics and consumer confusion in Europe. *Marine Policy* **36**:738–745. doi:10.1016/j.marpol.2011.10.006
- Liu, J.Y., A.H. Li, D.R. Zhou, Z.R. Wen y X.P. Ye.** 2010. Isolation and characterization of *Edwardsiella ictaluri* strains as pathogens from diseased yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson) cultured in China. *Aquaculture Research* **41**: 1835-1844. doi:10.1111/j.1365-2109.2010.02571.x
- Liu, X.Y., Y. Wang y W.X. Ji.** 2011. Growth, feed utilization and body composition of Asian catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fed at different dietary protein and lipids levels. *Aquaculture Nutrition* **17**: 578-584. doi: 10.1111/j.1365-2095.2011.00859.x
- Loc, V.T.T.** 2006. Seafood supply chain quality management: the shrimp supply chain quality improvement perspective of seafood companies in the Mekong Delta, Vietnam, PhD thesis, University of Groningen, The Netherlands.
- Lom, J., I. Dyková y F. Shaharom.** 1990. *Microsporidium arthuri* n. sp., parasite of *Pangasius sutchi* (Pangasiidae, Siluroidea) in South-East Asia. *Dis. Aquat. Org.* **8**: 65-67
- Lom, J., I. Dyková y K. Tonguthai.** 1999. *Kabataia* gen. n., a new genus proposed for *Microsporidium* spp. infecting trunk muscles of fishes. *Dis Aquat Org* **38**: 39-46
- Looney, W.J., M. Narita y K. Mühlemann.** 2009. *Stenotrophomonas maltophilia*: an emerging opportunist human pathogen. *Lancet Infect Dis* **9**: 312-323

- Ly, L.T.T., D.N. Nguyen, P.H. Vo y C.V. Doan.** 2009. Hemorrhage disease of cultured tra Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Mekong Delta (Vietnam). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh* **61**(3): 215-224
- MAF Biosecurity New Zealand, Wellington.** 2008. Import Risk Analysis: Frozen, skinless and boneless fillet meat of *Pangasius spp.* fish from Vietnam for human consumption. Ministry of Agriculture and Forestry.
- Mastitsky, S.E., A.Y. Karatayev, L.E. Burlakova y B.V. Adamovich.** 2010. Non-native fishes of Belarus: diversity, distribution, and risk classification using the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK). *Aquatic Invasions* 5(1): 103-114. doi: 10.3391/ai.2010.5.1.12
- McGee M.V.** (2009). *Pangasius en América Latina: ¿oportunidad o problema?* INFOPESCA INTERNACIONAL No 41:18-24
- McGee, M.V.** 2010. *Pangasius for Western Aquaculture*. 13 November 2010. Consultado el 19/09/2013 de <http://www.thefishsite.com/articles/1013/pangasius-for-western-aquaculture>
- McGuee, M.V.** 2013. *Aquaculture of Pangasius hypophthalmus in Puerto Rico*. http://caribefish.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=72:aquaculture-of-pangasius-hypophthalmus-in-puerto-rico&catid=19:aquaculture-information&Itemid=76
- Mejía Mojica H., M. E. Paredes Lira y R. G. Beltrán López** (2014) Primer Registro y Establecimiento del Bagre de Canal *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) (Siluriformes: Ictaluridae) en un Tributario del Río Balsas, México. *Hidrobiológica* (En prensa)
- Mendoza-Alfaro, R., C. Ramírez-Martínez, S. Contreras-Balderas, P. Koleff y P. Álvarez Torres.** 2009a. Aquarium trade as a pathway for the introduction of invasive species into Mexico. Ch.8, En: F. De Carlo y A. Bassano (eds.), *Aquaculture: Types, Economic Impacts, and Environmental Impacts*. Nova Science Publishers, Inc. NY, USA. pp. 209-224.
- Mendoza, R.E., et al.** 2009. Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de especies acuáticas exóticas invasoras. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.

- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino/Arpa Asociados.** 2008. Estudio sobre la distribución de *Pangasius spp.* en España. 64pp
- Mirdha, M.A.R., M.B.R. Chowdhury y M.A. Ali.** 2000. Investigation on bacterial flora in Thai-Pangus cultured in the Bangladesh Catfish Limited. *Bangladesh Journal of Training and Development* 2000 **13**: 75-80
- Mitra, A.K., P.K. Bandyopadhyay, Y. Gong, M. Goswami y B. Bhowmik.** 2013. Description of two new species of ectoparasitic *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Ciliophora: Trichodinidae) from freshwater fishes in the river Ganges, India. *J Parasit Dis* **37**(1): 35–41. DOI 10.1007/s12639-012-0126-z
- Mohsin A.B.M. and Galib S.M.** (2013) Handbook on exotic ornamental fishes of Bangladesh: an identifying tool. Bangladesh Fisheries Information Share Home, Rajshahi, Bangladesh, 44 pp
- Molnár, K., C. Székely, K. Mohammed y F. Shaharom-Harrison.** 2006. Myxozoan pathogens in cultured Malaysian fishes. I. Myxozoan infections of the sutchi catfish *Pangasius hypophthalmus* in freshwater cage cultures. *Dis Aquat Org* **68**: 209-218
- Monir, M.S., M.R. Haque y S. Rahman.** 2011. Study on technical aspects of Pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) farming in Mymensingh región. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* **6**(1): 36-42
- Moore, A., N. Marton y A. McNee.** 2010. A strategic approach to the management of ornamental fish in Australia. Communication strategy and grey list review – a report to OFMIG Bureau of Rural Sciences. Canberra.
- Moravec, F. y O. Sey.** 1988. Nematodes of freshwater fishes from north Vietnam. Part 3. Cosmocercoidea, Seuratoidea, Atractoidea, Heterakoidea and Ascaridoidea. *Věstník československé Společnosti Zoologické* **52**(4): 250-265
- Morioka, S., K. Sano, P. Phommachan y B. Vongvichith.** 2010. Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile *Pangasianodon hypophthalmus*. *Ichthyol Res* **57**: 139–147. DOI 10.1007/s10228-009-0140-z

- Mukai, Y.** 2011a. High survival rates of sutchi catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*, larvae reared under dark conditions. *J. of Fisheries and Aquatic Science* **6**(3): 285-290
- Mukai, Y.** 2011b. Remarkably high survival rates under dim light conditions in sutchi catfish *Pangasianodon hypophthalmus* larvae. *Fish Sci.* **77**: 107-111. DOI 10.1007/s12562-010-0304-9
- Mukai, Y., A.D. Tuzan, L.S. Lim y S. Yahaya.** 2010a. Feeding behavior under dark conditions in larvae of sutchi catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Fish Sci.* **76**: 457-461. DOI 10.1007/s12562-010-0237-3
- Mukai, Y., A.D. Tuzan, S.R.M. Shaleh y B.M. Manjaji-Matsumoto.** 2010b. Development of sensory organs and changes of behavior in larvae of the sutchi catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. *Fish. Sci.* **76**: 921–930. DOI 10.1007/s12562-010-0290-y
- Naca** (2007) Better management practices for catfish aquaculture in the Mekong Delta, Vietnam http://www.enaca.org/modules/news/article.php?article_id=1252
- NACA** (2010) Better management practices for catfish aquaculture released. <http://www.enaca.org/modules/news/article.php?storyid=1886>
- Na-Nakorn, U., P. Sidthikrai Wong, W. Tarnchalanukit y T.R. Roberts.** 1993. Chromosome study of hybrid and gynogenetic offspring of artificial crosses between members of the catfish families Clariidae and Pangasiidae. *Environmental Biology of Fishes* **37**: 317-322.
- Na-Nakorn, U. y T. Moeikun.** 2009. Genetic diversity of domesticated stocks of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878), in Thailand: Relevance to broodstock management regimes. *Aquaculture* **297**: 70–77. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.09.014
- Naylor, R.L., S.L. Williams y D.R. Strong.** 2001. Aquaculture – a gateway for exotic species. *Science* **294**: 1655-1656
- Negrete Redondo, P., J. Romero Jarero y J.L. Arredondo Figueroa.** 2004. Resistencia a antibióticos y presencia de plásmidos en *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio fluvialis* y *Vibrio furnissii*, aislados de *Carassius auratus auratus*. *Vet. Méx.* **35**(1): 21-30.
- Neilson, M. y B. Loftus.** 2013. *Pangasianodon hypophthalmus*. USGS Nonindigenous Aquatic

- Ng P.K.L., Chou L.M. and Lam T.J.** (1993). The status and impacts of introduced freshwater animals in Singapore. *Biological Conservation*. 64: 19-24
- Ngor, P.B.** 1999. Catfish fry collection in the Mekong River of Kandal and Phnom Penh. En: Van Zalinge, N.P., T. Nao y L. Deap. (eds.) Present status of Cambodia's freshwater capture fisheries and management implications. pp. 124-134. Nine presentations given at the Annual Meeting of the Department of Fisheries, Phnom Penh, 19-21 January 1999. Mekong River Commission Secretariat and Department of Fisheries, Phnom Penh.
- Nguyen, T.T.T.** 2009. Patterns of use and exchange of genetic resources of the striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878). *Reviews in Aquaculture* **1**: 224–231. doi: 10.1111/j.1753-5131.2009.01016.x
- Nguyen, V.H.** 2008. Sustainability issues in Vietnam's catfish industry. *Aquacult. Asia Pacific* **4**: 15-17.
- Noseda, B., M.T. Islam, M. Eriksson, M. Heyndrickx, K. De Reu, H.V. Langenhove y F. Devlieghere.** 2012. Microbiological spoilage of vacuum and modified atmosphere packaged Vietnamese *Pangasius hypophthalmus* fillets. *Food Microbiology* **30**: 408-419
- Nurhajati, J., I.N.P. Aryantha y D.G.K. Indah.** 2012. The curative action of *Lactobacillus plantarum* FNCC 226 to *Saprolegnia parasitica* A3 on catfish (*Pangasius hypophthalmus* Sauvage). *International Food Research Journal* **19**(4): 1723-1727
- OECD.StatExtracts.** 2013. <http://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=558>
- Onikura, N., J. Nakajima, R. Inui, H. Mizutani, M. Kobayakawa, S. Fukuda y T. Mukai.** 2011. Evaluating the potential for invasion by alien freshwater fishes in northern Kyushu Island, Japan, using the Fish Invasiveness Scoring Kit. *Ichthyol Res* **58**: 382-387. DOI 10.1007/s10228-011-0235-1

- Orban, E., T. Nevigato, G.D. Lena, M. Masci, I. Casini, L. Gambelli y R. Caproni.** 2008 New trends in the seafood market. Sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects. *Food Chemistry* **110**: 383–389
- Padilla, D.K. y S.L. Williams.** 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Front Ecol Environ* **2**: 131–138.
- Pal, M., S. Ghosh, M. Mukhopadhyay y M. Ghosh.** 2011. Methyl mercury in fish—a case study on various samples collected from Ganges River at West Bengal. *Environ Monit Assess* **184**: 3407–3414. DOI 10.1007/s10661-011-2193-5
- Pallewatta, N., J.K. Reaser, and A.T. Gutierrez. (eds.).** (2003). Invasive Alien Species in South-Southeast Asia: National Reports & Directory of Resources. Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa. 111 pp.
- Panangala, V.S., C.A. Shoemaker, P.H. Klesius, A. Mitra y R. Russo.** 2009. Cross-protection elicited in channel catfish (*Ictalurus punctatus* Rafinesque) immunized with a low dose of virulent *Edwardsiella ictaluri* strains. *Aquaculture Research* **40**: 915-926. doi:10.1111/j.1365-2109.2009.02185.x
- Pangasius-Vietnam.** 2011. Pangasius export in Jan - Mar, 2011 (Friday, May 27, 2011). http://www.pangasius-vietnam.com/Daily-News/58_2847/Pangasius-export-in-Jan-Mar-2011.htm
- Pangasius-Vietnam.** 2013a. Downing pangasius exports to Mexico in September. http://www.pangasius-vietnam.com/Daily-News/442_4771/Downing-pangasius-exports-to-Mexico-in-September.htm
- Pangasius-Vietnam.** 2013b. <http://www.pangasius-vietnam.com/Daily-News/58/155/14/Trade-statistics.htm>
- Pariselle, A., L. Euzet y A. Lambert.** 2004. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: VI. *Pangasitrema camillae* n. g., n. sp. (Monogenea, Ancylostoididae), from *Pangasius polyuranodon*. *Parasite* **11**(2): 149-152.
- Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert.** 2001a. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: I. Five new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylostoidinae) from

Pangasius pangasius, *P. kinabatanganensis*, *P. rheophilus* and *P. nieuwenhuisii*. *Parasite* **8**(2): 127-135.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2001b. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: II. Four new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoidinae) from *Pangasius humeralis*. *Parasite* **8**(4): 317-324.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2002a. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: III. Five new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius bocourti*, *P. djambal* and *P. hypophthalmus*. *Parasite* **9**(3): 207-217.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2002b. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: IV. Five new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius krempfi*, *P. kunyit*, *P. mekongensis* and *P. sabahensis*. *Parasite* **9**(4): 315-324.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2003. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: V. Five new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius nasutus*. *Parasite* **10**(4): 317-323.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2004. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: VII. Six new host-specific species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius polyuranodon*. *Parasite* **11**(4): 365-372.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2005a. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: VIII. Four new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius polyuranodon* and *P. elongatus*. *Parasite* **12**(1): 23-29.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2005b. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: IX. Two new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius mahakamensis*. *Parasite* **12**(4): 325-330.

Pariselle, A., L.H.S. Lim y A. Lambert. 2006. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: X. Six new species of *Thaparocleidus* Jain, 1952 (Ancylo-discoididae) from *Pangasius micronema*. *Parasite* **13**: 283-290.

- Peel, M.C., B.L. Finlayson y T.A. McMahon.** 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* **4**: 439–473.
- Phan, L.T., T.M. Bui, T.T.T. Nguyen, G.J. Gooley, B.A. Ingram, H.V. Nguyen, P.T. Nguyen y S.S. de Silva.** 2009. Current status of farming practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture* **296**: 227–236. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.08.017
- Phumee, P., R. Hashim, M. Aliyu-Paiko y A.C. Shu-Chien.** 2009. Effects of dietary protein and lipid content on growth performance and biological indices of iridescent Shark (*Pangasius hypophthalmus*, Sauvage 1878) fry. *Aquaculture Research* **40**: 456-463. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.02116.x
- Phuong, N.T. & T.T.T. Hien.** 1998. Effects of feeding level on the growth and feed conversion efficiency of *Pangasius bocourti* fingerling. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp. 175-178.
- Phuong, N.T., Y. Yang, T.Q. Phu, D.R. Yuan, C.K. Lin y J.S. Diana.** 2009. Cage culture of *Pangasius* catfish in the Mekong Delta of Vietnam: a case study in Dong Thap Province. En: Y. Yang, X.Z. Wu y Y.Q. Zhou: *Cage aquaculture in Asia: Proceedings of the second international symposium on cage aquaculture in Asia*. Pp 122-132. Asian Fisheries Society, Manila, Phillipines, and Zhejiang University, Hangzhou, China.
- Ponce, E., A.A. Khan, C.M. Cheng, C. Summagne-West y C.E. Cerniglia.** 2008. Prevalence and characterization of *Salmonella enterica* serovar Weltevreden from imported seafood. *Food Microbiol.* **1**: 29–35.
- Poulos, H.M., B. Chernoff, P.L. Fuller y D. Butman.** 2012. Ensemble forecasting of potential habitat for three invasive fishes. *Aquatic Invasions* **7**(1): 59–72. doi: 10.3391/ai.2012.7.1.007
- Poulsen, A., D. Griffiths, S. Nam, y T.T. Nguyen.** 2008. Capture-based aquaculture of Pangasiid catfishes and snakeheads in the Mekong River Basin. En: Lovatelli, A. y P.F. Holthus (eds). Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 508. Rome, FAO. pp. 69–91.

- Poulsen, A.F., K.G. Hortle, J. Valbo-Jorgensen, S. Chan, C.K. Chhuon, S. Viravong, K. Bouakhamvongsa, U. Suntornratana, N. Yoorong, T.T. Nguyen y B.Q. Tran.** 2004. Distribution and Ecology of Some Important Riverine Fish Species of the Mekong River Basin. Phnom Phen, Mekong River Commission.
- Pouyaud, L., G.G. Teugels, R. Gustiano y M. Legendre.** 2000. Contribution to the phylogeny of pangasii catfishes based on allozymes and mitochondrial DNA. *Journal of Fish Biology* **56**: 1509–1538. doi:10.1006/jfbi.2000.1279
- Pouyaud, L., R. Gustiano y M. Legendre.** 1998. Phylogenetic relationships among pangasiid catfish species (Siluriformes, Pangasiidae) and new insights on their zoogeography. pp 49-56. En: Legendre, M. y A. Pariselle (eds.), Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998.
- Puntila, R., L. Vilizzi, M. Lehtiniemi, y G.H. Copp.** 2013. First Application of FISK, the Freshwater Fish Invasiveness Screening Kit, in Northern Europe: Example of Southern Finland. *Risk Analysis* **33**(8). DOI: 10.1111/risa.12069
- Purivirojkul, W.** 2012. Histological change of aquatic animals by parasitic infection. En Poblet Martinez, E. (ed) *Histopathology - Reviews and Recent Advances*. pp. 153-176. DOI: 10.5772/52769
- Quoc, T., N. Hao y D. Griffiths.** 2002. Status of Pangasiid aquaculture in Viet Nam. MRC Technical Paper, 2. 16p.
- Rahman, A.K.A.** (1997). Fish marketing in Bangladesh. In: Tsai, C.F. & M.Y. Ali (eds.) Open Water Fisheries of Bangladesh, BCAS/University Press Limited.
- Rahman, M.M., M.S. Islam, G.C. Halder y M. Tanaka.** 2006. Cage culture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi* (Fowler 1937): effects of stocking density on growth, survival, yield and farm profitability. *Aquaculture Research* **37**: 33-39. doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01390.x
- Rainboth, W.J.** 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO species identification sheets for fishery purposes. Food and Agriculture Organization, Rome. 265p.
- Ran, C., A. Carrias, M.A. Williams, N. Capps, B.C.T. Dan, J.C. Newton, J.W. Kloepper, E.L. Ooi, C.L. Browdy, J.S. Terhune y M.R. Liles.** 2012. Identification of *Bacillus* strains for

biological control of catfish pathogens. *PLoS ONE* **7**(9): e45793.
doi:10.1371/journal.pone.0045793

Rastogi, P., D. Mishra, R. Rastogi, V. Sharma y H.S. Singh. 2008. On a new species of genus *Silurodescooides* (Achmerow, 1964) Gussev, 1973 with redescription, copulation biology and neuroanatomy of *S. vistulensis* (New Combination) from Meerut (U.P.), India. *Asian Journal of Experimental Sciences* **22**(3): 329-342.

Reilly, A. y F. Kaferstein. 1997. Food safety hazards and application of the principles of the hazards and critical control point (HACCP) system for the control of aquaculture production. *Aquaculture Research* **28**: 735-52.

Reshetnikov, A.N. y G.F. Ficetola. 2011. Potential range of the invasive fish rotan (*Perccottus glenii*) in the Holarctic. *Biol Invasions* **13**: 2967–2980. DOI 10.1007/s10530-011-9982-1

Rixon, C.A.M., I.C. Duggan, N.M.N. Bergeron, A. Ricciardi y H.J. Macisaac. 2005. Invasion risks posed by the aquarium trade and live fish markets on the Laurentian Great Lakes. *Biodivers Conserv* **14**:1365-1381. doi:10.1007/s10531-004-9663-9

Roberts, T.R. 1993. Artisanal fisheries and fish ecology below the great waterfalls of the Mekong River in Southern Laos. *Hist. Bull. Siam Soc.* **41**: 31-62.

Roberts, T.R. y C. Vidthayanon. 1991. Systematic revision of the Asian catfish family Pangasiidae, with biological observations and descriptions of three new species. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* **143**: 97-144

Rohul Amin, A.K.M., M. Asharaful Islam, M. Abdul Kader, M. Bulbul, M.A.R. Hossain y M. Ekram Azim. 2012. Production performance of sutchi catfish *Pangasianodon hypophthalmus* S. in restricted feeding regime: effects on gut, liver and meat quality. *Aquaculture Research* **43**: 621–627. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02869.x

Rohul Amin, A.K.M., M.A.J. Bapary, M.S. Islam, M. Shahjahan y M.A.R. Hossain. 2005. The impacts of compensatory growth on food intake, growth rate and efficiency of feed utilization in thai pangas (*Pangasius hypophthalmus*). *Pakistan Journal of Biological Sciences* **8**(5): 766-770.

- Rosec, J.-P., V. Causse, B. Cruz, J. Rauzier y L. Carnat.** 2012. The international standard ISO/TS 21872-1 to study the occurrence of total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio cholerae* in seafood: ITS improvement by use of a chromogenic medium and PCR. *International Journal of Food Microbiology* 157: 189-194. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.026
- Sahu, B.B., S.K. Sahoo, S.S. Giri, P.C. Das, B. Mishra, A.K. Sahu, A.E. Eknath y P. Jayasankar.** 2013. Carcass traits of two marketable size classes of *Pangasius pangasius* (Hamilton, 1822). *J. Appl. Ichthyol.* 29: 226-229. doi: 10.1111/j.1439-0426.2012.02059.x
- Sakai, T., T. Kamaishi, M. Sano, K. Tensha, T. Arima, Y. Lida, T. Nagai, T. Nakai y T. Lida.** 2008. Outbreaks of *Edwardsiella ictaluri* in Japanese rivers. *Fish Pathology* 43(4): 152-157.
- Samuelson, P.A. y W.D. Nordhaus.** 2002. Economía. Editorial Mc-Graw Hill. Decimoséptima edición. España.
- Sang, N.V., G. Klemetsdal, J. Ødegård y H.M. Gjøen.** 2012. Genetic parameters of economically important traits recorded at a given age in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Aquaculture* 344-349: 82-89. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.03.013
- Sang, N.V., N.V. Hao, D. Hung, P.D. Khoi, B.T.L. Ha, V.D. Hai y N. Dien.** 2007. Selective breeding for growth and fillet yield of river catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture Asia* XII: 26-27.
- Sarter, S., H.N. Kha Nguyen, L.T. Hung, J. Lazard y D. Montet.** 2007. Antibiotic resistance in Gram-negative bacteria isolated from farmed catfish. *Food Control* 18: 1391-1396. doi:10.1016/j.foodcont.2006.10.003
- Sayeed, M.A.B., G.S. Hossain, S.K. Mistry y K.A. Huq.** 2008. Growth performance of thai pangus (*Pangasius hypophthalmus*) in polyculture system using different supplementary feeds. *Univ. J. Zool. Rajshahi Univ.* 27: 59-62
- Schmitter-Soto, J.J., F.A. Comín, E. Escobar-Briones, J. Herrera-Silveira, J. Alcocer, E. Suárez-Morales, M. Elías-Gutiérrez, V. Díaz-Arce, L.E. Marín y B. Steinich.** 2002.

Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia* **467**: 215-228

Scholz, T. y A. de Chambrier. 2012. A new genus and species of proteocephalidean tapeworm (Cestoda) from *Pangasius larnaudii* (Siluriformes: Pangasiidae) in Southeast Asia. *J. Parasitol.* **98**(3): 648-653. DOI: 10.1645/GE-2992.1

Schut, S.A. (2009) Pangasius certification: an experimental thesis. Wageningen University, Technology and Agrarian Development. 71 pp

Severinghaus, L. y L. Chi. 1999. Prayer animal release in Taiwan. *Biol Conserv* 89: 301–04.

Sifa L. (2005) Introduction and management of alien aquatic species in China. pp87-104. In: Bartley, D.M.R.C. Bhujel, S. Funge-Smith, P.G. Olin, M. Phillips (eds.). International mechanisms for the control and responsible use of alien species in aquatic ecosystems. Report of an Ad Hoc Expert Consultation. Xishuangbanna, People's Republic of China, 27-30 August 2003. Rome, FAO. 2005, 195 p.

Silva A., M. 2000. Estrategia para la Inversión Pública Inteligente. Diplomado Impartido por el ITESM. Módulo 3, "Evaluación Socioeconómica".

Simonovic, P. A. Tošić, M. Vassilev, A. Apostolou, D. Mrdak, M. Ristovska, V. Kostov, V. Nikolic, D. Škraba, L. Vilizzi y G.H. Copp. 2013. Risk assessment of non-native fishes in the Balkans Region using FISK, the invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes. *Mediterranean Marine Science* **14**(2): 369-376. DOI: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.337>

Singh, A.K. y W.S. Lakra. 2011. Risk and benefit assessment of alien fish species of the aquaculture and aquarium trade into India. *Reviews in Aquaculture* **3**: 3–18. doi: 10.1111/j.1753-5131.2010.01039.x

Singh, A.K. y W.S. Lakra. 2012. Culture of *Pangasianodon hypophthalmus* into India: impacts and present scenario. *Pakistan Journal of Biological Sciences* **15**(1): 19-26. DOI: 10.3923/pjbs.2012.19.26

Singh, A.K., S.C. Srivastava, D. Kumar, A. Ansari, R. Verma y P. Verma. 2013. Exotic fish diversity, invasión and its impacts on aquatic biodiversity and ecosystems in Uttar

Pradesh. International day for biological diversity. Water & Biodiversity. Uttar Pradesh State Biodiversity Board. (<http://www.upsbdb.org/pdf/Souvenir2013/ch-18.pdf>)

Sinh, L.X. y L.L. Hien. 2010. Supply and use of catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) seed in the Mekong Delta of Vietnam. *Research and Farming Techniques* **XV**(1): 26-33.

Sinh, L.X. y N.T.P. Nga. 2005. Major assessments on the supply and use of chemicals and drugs for aquaculture in the MRD, College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University.

Sinh, L.X. y N.T. Phuong. 2006. Issues related to sustainable farming of *Pangasius* in Vietnam, College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University.

Slembrouck, J., E. Baras, J. Subagja, L.T. Hung y M. Legendre. 2009. Survival, growth and food conversion of cultured larvae of *Pangasianodon hypophthalmus*, depending on feeding level, prey density and fish density. *Aquaculture* **294**: 52–59. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.04.038

Snovsky G. and Golani D. (2012) The occurrence of an aquarium escapee, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878), (Osteichthys, Siluriformes, Pangasiidae) in Lake Kinneret (Sea of Galilee), Israel. *BioInvasions Records* 1(2): 101–103

So, N., G.E. Maes y F.A.M. Volckaert. 2006. High genetic diversity in cryptic populations of the migratory sutchi catfish *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong River. *Heredity* **96**: 166-174.

Sriphairoj, K., S. Klinbu-nga, W. Kamonrat y U. Na-Nakorn. 2010. Species identification of four economically important Pangasiid catfishes and closely related species using SSCP markers. *Aquaculture* **308**: S47–S50. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.06.034

Starliper, C.E. y W.B. Schill. 2011. Flavobacterial diseases: columnaris disease, coldwater disease and bacterial gill disease. En Woo, P.T.K. y D.W. Bruno (eds.) *Fish diseases and disorders*. Volume 3: viral, bacterial and fungal infections. CAB International. pp. 606-631. DOI:10.1079/9781845935542.0606

Strecker, U. 2006. The impact of invasive fish on an endemic *Cyprinodon* species flock (Teleostei) from Laguna Chichancanab, Yucatan, Mexico. *Ecology of Freshwater Fish* **15**:

- Subagja, J., J. Slembrouck, L.T. Hung y M. Legendre.** 1998a. Analysis of precocious mortality of *Pangasius hypophthalmus* larvae (Siluriformes, Pangasiidae) during the larval rearing and proposition of appropriate treatments. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 147-156.
- Subagja, J., J. Slembrouck, L.T. Hung y M. Legendre.** 1998b. Larval rearing of an Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluroidei, Pangasiidae): analysis of precocious mortality and proposition of appropriate treatments. En: M. Legendre y A. Pariselle (eds.) Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp 147-156.
- Sumpter, J.P.** 2005. Endocrine disrupters in the aquatic environment: An overview. *Acta Hydrochm. Hydrobiol.* **33**: 9–16.
- Supriyadi, H., O. Komarudin y J. Slembrouck.** 1998. Preliminary study of the source of *Aeromonas hydrophila* infection on *Pangasius hypophthalmus* larvae. En: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. y A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998. pp. 219-222.
- Sures, B.** 2011. Parasites, of animals. En: Encyclopedia of Biological Invasions. Simberloff, D. y M. Rejmánek (eds.) University of California Press. pp. 500-504.
- Tarnchalanukit, W.** 1986. Experimental hybridization between catfishes of the families Clariidae and Pangasiidae in Thailand. *Environmental Biology of Fishes* **16**(1): 317-320
- Te, B.Q.** 1998. Parasitic fauna of the freshwater fish of the Cuulong River delta (lower Mekong River delta) and methods for prevention and treatment. *The Aquatic Animal Health Research Institute*. Newsletter article **7**(1): 1-13.
- Thi. A.N.T., B. Nosedá, S. Samapundo, B. Nguyen, K. Broekaert, G. Rasschaert, M. Heyndrickx y F. Devlieghere.** 2013. Microbial ecology of Vietnamese Trafish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets during processing. *International Journal of Food Microbiology* **167**: 144–152.

- Thien, C.P., A. Dalsgaard, N.T. Nhan, A. Olsen y K.D. Murrell.** 2009. Prevalence of zoonotic trematode parasites in fish fry and juveniles in fish farms of the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture* **295**: 1-5. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.06.033
- Thien, P.C., A. Dalsgaard, B.N. Thanh, A. Olsen y K.D. Murrel.** 2007. Prevalence of fishborne zoonotic parasites in important cultured fish species in the Mekong Delta, Vietnam. *Parasitol Res* **101**: 1277-1284. DOI 10.1007/s00436-007-0633-5
- Thinh, N.H., T.Y. Kuo, L.T. Hung, T.H. Loc, S.C. Chen, Ø. Evensen y H.J. Schuurman.** 2009. Combined immersion and oral vaccination of Vietnamese catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) confers protection against mortality caused by *Edwardsiella ictaluri*. *Fish & Shellfish Immunology* **27**: 773-776. doi:10.1016/j.fsi.2009.08.012
- Thu, N.D., A. Dalsgaard, L.T.T. Loan y K.D. Murrel.** 2007. Survey for zoonotic liver and intestinal trematode metacercariae in cultured and wild fish in An Giang Province, Vietnam. *Korean Journal of Parasitology* **45**: 45-54
- Thuong V.N., Hung H.P., Dung D.T., and Kha L.A.** (1998) Preliminary data on species composition and distribution of pangasiid catfishes (Siluriformes, Pangasidae) in the lower Mekong river basin. pp 61-69. In: Proceedings of the mid-term workshop of the "Catfish Asia Project", Legendre, M. and A. Pariselle (eds.) Can Tho University, Cantho, Vietnam, 11-15 May, 1998.
- Thuy, D.T., P. Kania y K. Buchmann.** 2010. Infection status of zoonotic trematode metacercariae in Sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Vietnam: Associations with season, management and host age. *Aquaculture* **302**: 19-25. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.02.002
- Tien, N.T., T.T. Dung, N.A. Tuan y M. Crumlish.** 2012. First identification of *Flavobacterium columnare* infection in farmed freshwater striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Dis Aquat Org* **100**: 83-88. doi: 10.3354/dao02478
- Tiffney, W.N.** 1939. The host range of *Saprolegnia parasitica*. *Mycologia* **31**(3): 310-321

Trusty, M. 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade
Aquaculture **205**:203-219.

Tran, T. 2013. Vietnamese pangasius industry – ups, and downs. Tuoitrenews. The news gateway of Vietnam (updated 03/28/2013).
<http://tuoitrenews.vn/business/8277/vietnamese-pangasius-industry-ups-and-downs>

Tripathi, A. 2013. The invasive potential of parasitic monogenoids (Platyhelminthes) via the aquarium fish trade: an appraisal with special reference to India. *Reviews in Aquaculture* **5**: 1-15

Troca, D.F.A. y J.P. Vieira. 2012. Potencial invasor dos peixes não nativos cultivados na região costeira do Rio Grande do sul, Brasil. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo* **38**(2):109-120

Trong, T.Q., N.V. Hao y D. Griffiths. 2002. Status of Pangasiid aquaculture in Viet Nam. MRC Technical Paper No. 2, Mekong River Commission, Phnom Penh. 16 pp. ISSN: 1683-1489.

Undercurrent News (2013). Philippines to invest \$15.8m in farmed pangasius.
<http://www.undercurrentnews.com/2013/05/21/philippines-to-invest-15-8m-in-farmed-pangasius/>. Consultado en Mayo 21, 2013, 8:36 am

Van Den Berg, A.H., D. McLaggan, J. Diéguez-Uribeondo y P. Van West. 2013. The impact of the water moulds *Saprolegnia diclina* and *Saprolegnia parasitica* on natural ecosystems and the aquaculture industry. *Fungal biology Reviews* **27**: 33-42.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbr.2013.05.001>

Van West, P. 2006. *Saprolegnia parasitica*, an oomycete pathogen with a fishy appetite: new challenges for an old problem. *Mycologist* **20**: 99-104. doi:10.1016/j.mycol.2006.06.004

Van Zalinge, N., S. Lieng, P.B. Ngor, K. Heng y J.V. Jørgensen. 2002. Status of the Mekong *Pangasianodon hypophthalmus* resources, with special reference to the stock shared between Cambodia and Viet Nam. MRC Technical Paper No. 1, Mekong River Commission, Phnom Penh. 29p. ISSN: 1683-1489

Vann, L.S., E. Baran, C. Phen y T.B. Thang. 2006. Biological reviews of important Cambodian fish species, based on FishBase 2004. Volume 2: *Pangasius larnaudii*, *Clarias batrachus*, *Cirrhinus microlepis*, *Leptobarbus hoevenii*, *Thynnichthys thynnoides*, *Trichogaster*

microlepis, *Trichogaster pectoralis*, *Anabas testudineus*, *Boesemania microlepis*, *Oxyeleotris marmorata*. WorldFish Center and Inland Fisheries Research and Development Institute, Phnom Penh, Cambodia. 154p.

VASEP (Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers). 2012. Pangasius 26 Q&A. Agricultural Publishing House, Hanoi, Vietnam. 79p.

VASEP, 2013. Recovery in pangasius price in the U.S. http://www.seafood.vasep.com.vn/Daily-News/378_7456/Recovery-in-pangasius-price-in-the-US.htm

Vega-Cendejas, M.E. y F. Arreguín-Sánchez. 2001. Energy fluxes in a mangrove ecosystem from a coastal lagoon in Yucatan Peninsula, Mexico. *Ecological Modelling* **137**: 119-133

Vilizzi, L. y G.H. Copp. 2012. Application of FISK, an invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes, in the Murray-Darling Basin (Southeastern Australia). *Risk Analysis* **33**(8): 1432-1440. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2012.01860.x

Vidthayanon, C. y Z. Hogan. 2011. *Pangasianodon hypophthalmus*. En: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Accesado el 14 de Diciembre de 2013.

Vlaming, V. de. 1983. Oocyte development patterns and hormonal involvement among teleost. *Control Processes in Fish Physiology*. Manuka, Australia. pp. 176-199.

Vu, N.H. y M. Campet. 2009. Study on common diseases in farmed *Pangasius* in the Mekong Delta. *Aqua Culture Asia Pacific* **5**(4): 22-24

Ward, D.R. 1989. Microbiology of aquacultured products. *Food Technol.* **43**(11): 82-86.

Welcomme, R.L., 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO Fish. Tech. Pap. 294. 318 p.

WHO. 2011. Report of the WHO expert consultation on foodborne trematode infections and taeniasis/cysticercosis, Vientiane, Lao People's Democratic Republic. WHO Press, Geneva.

Więcaszek, B., S. Keszka, E. Sobecka y W.A. Boeger. 2009. Asian pangasiids – an emerging problem for European inland waters? Systematic and parasitological aspects. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* **39**(2): 131-138. DOI:10.3750/AIP2009.39.2.08

- Win U.H.** (2005) Alien aquatic species in Myanmar. pp 105-111. In: Bartley, D.M.; Bhujel, R.C.; Funge-Smith, S.; Olin, P.G.; Phillips, M.J. (comps./eds.). International mechanisms for the control and responsible use of alien species in aquatic ecosystems. Report of an Ad Hoc Expert Consultation. Xishuangbanna, People's Republic of China, 27-30 August 2003
- Wyatt, L.E., R. Nickelson y C. Vanderzant.** 1979. Occurrence and control of *Salmonella* in fresh water catfish. *J. Food Sci.* **44**: 1067-1073. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1979.tb03448.x
- Yamaguchi, S., C. Miura, A. Ito, T. Agusa, H. Iwata, S. Tanabe, B. C. Tuyen y T. Miura.** 2007. Effects of lead, molybdenum, rubidium, arsenic and organochlorines on spermatogenesis in fish: Monitoring at Mekong Delta area and in vitro experiment. *Aquatic Toxicology* **83**: 43-51. doi:10.1016/j.aquatox.2007.03.010
- Yuasa, K.** 2004. Koi Herpesvirus (KHV) disease occurred in Indonesia. *Orn. Fish Med.* **4**: 13-16
- Yuasa, K. y M. Sano.** 2009. Koi Herpesvirus: status of outbreaks, diagnosis, surveillance, and research. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh* **61**(3): 169-179.
- Yuasa, K., E.B. Kholidin, N. Panigoro, y K. Hatai.** 2003. First isolation of *Edwardsiella ictaluri* from cultured striped catfish *Pangasius hypophthalmus* in Indonesia. *Fish Pathol.* **38**(4): 181-183
- Zambrano, L. y C. Macías-García.** 2000. Impact of introduced fish for aquaculture in Mexican freshwater systems. En: C.R. Leach (ed.), *Nonindigenous Freshwater Organisms: Vectors, Biology and Impacts*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers. pp. 113-124.
- Zambrano, L., E. Vázquez-Domínguez, D. García-Bedoya, W.F. Loftus y J.C. Trexler.** 2006. Fish community structure in freshwater karstic water bodies of the Sian Kaán Reserve in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* **17**(3): 193-206.
- Zhao, S., A.R. Datta, S. Ayers, S. Friedman, R.D. Walker y D.G. White.** 2003. Antimicrobial-resistant *Salmonella* serovars isolated from imported foods. *Int. J. Food Microbiol.* **84**: 87-92.

Anexo

Cuestionario sobre estado técnico de las Unidades de Producción Acuícola

Granja: _____

Responsable: _____

Cooperativa: _____

Principal actividad: _____

Tiempo de operación: _____

Localidad: _____ Coordenadas: _____

Eventos extremos: _____

Niveles máximos de los ríos en los últimos 10 años: _____

Granjas aledañas: _____

Áreas comunes con otras tierras o granjas: _____

Cuerpos de agua que la rodean: _____

Temperatura °C: _____ O₂: _____ pH: _____ Presencia de algas: _____

Presencia de especies nativas y exóticas relacionadas a la especie exótica cultivada: _____

PERSONAL

Técnicos #: _____ Administrativos: _____

Laboratorio: _____

Entrenamiento en primeros auxilios: _____ Botiquín: _____

Equipo especializado: _____

Capacitación HACCP: _____

Escolaridad y especialidades:

ANIMALES

Especie: _____

Certitud taxonómica: _____

Híbridos: _____ GMOs: _____

(establecido en certificado)

Origen(es): _____

Producidas: _____ Colectadas: _____

Fauna de acompañamiento: _____

\$ _____

\$ del envío: _____

Recibo: _____

Análisis microscópico: _____

¿Cómo se reciben? _____

Tipo de embalaje y contenido: _____

Densidad al envío: _____

Certificado sanitario: _____

Datos de anomalías o nado errático: _____

Lista de medicamentos utilizados después del desove: _____

Número de organismos que se siembran por m²: _____

Tamaño y peso de las larvas: _____

Mortalidad al recibir el envío: _____

Días de cultivo: _____

Manipulación (biometrías, transferencia entre estanques, muestreo para enfermedades): ____

Talla y peso final: _____

Toneladas cosechadas: _____

Tasa de crecimiento: _____

Precio de cosecha: _____

REPRODUCTORES

Certificado sanitario: _____

Certitud taxonómica: _____

Híbridos: _____ GMOs: _____

(establecido en certificado)

Origen: _____

Forma de envío: _____

Densidad: _____

\$ _____

\$ del envío: _____

Recibo: _____

Machos: Peso: _____ Longitud: _____

Hembras: Peso: _____ Longitud: _____

Edad: _____

Tanques:

Material: _____ Diseño: _____

Iluminación: _____ Fotoperiodo: _____

Dimensiones:

Largo: _____ Ancho: _____ Alto: _____

Redes asignadas: _____ # _____

Mallas: _____ Filtros de arena: _____ Filtros de cartucho: _____

Alimentación: _____

Uso de alimentos no procesados: _____

Alimento vivo: _____

Frecuencia: _____

% de peso: _____

Distribución: _____

Proporción sexual para reproducción: _____

Número de veces que desovan: _____ Vida útil: _____

Utilización de hormonas: _____

Fertilización artificial: _____

Fecundidad promedio por desove: _____

Tasa de eclosión promedio: _____

Tasa de supervivencia larval: _____

Datos de anomalías: _____

Lista de medicamentos utilizados después del desove: _____

Número de crías: _____

Peso: _____ Longitud: _____

Alimentación: _____

Alimento vivo: _____

Origen: _____

Certeza: _____

Frecuencia: _____

% de peso: _____

Distribución: _____

Crecimiento de las crías hasta qué etapa antes de la engorda: _____ días: _____

Venta: Destino _____ Empresa _____

\$ _____ -

Recibo/Factura: _____

Expedición de certificado sanitario: _____

AREA DE PRE-ENGORDA

Estanques o tanques

Material: _____ Diseño: _____

Dimensiones:

Largo: _____ Ancho: _____ Alto: _____

Redes asignadas: _____ # _____

Mallas: _____ Calcetines: _____

Filtros de cartucho: _____ Ozono: _____ UV: _____

Construcción (compañía): _____

Duración promedio: _____

Mantenimiento: _____

Peso: _____ Longitud: _____

Alimentación: _____

Alimento vivo: _____

Origen: _____

Certeza: _____

Sala de microalgas: _____ Medio: _____ Especies: _____

Frecuencia: _____

% de peso: _____

Distribución: _____

FCR: _____

Crecimiento de las crías hasta que etapa antes de la engorda: _____ días: _____

AREA DE ENGORDA

Estanques

Material: _____

Dimensiones:

Largo: _____ Ancho: _____ Alto: _____

Redes asignadas: _____ # _____

Mallas: _____ Calcetines: _____

Peso: _____ Longitud: _____

Alimentación: _____

Alimento vivo: _____

Origen: _____

Certeza: _____

Frecuencia: _____

% de peso: _____

Distribución: _____

FCR: _____

Crecimiento de las crías hasta que etapa antes de la engorda _____ días _____

Venta: Destino _____ \$ _____

Recibo/Factura: _____

Expedición de Certificado Sanitario: _____

Control del número de individuos: _____

Talla semanal y redes ajustadas a la talla: _____

Revisión periódica de las redes: _____

Tiempo de vida de las redes y materiales de contención: _____

SANIDAD

¿En la granja se práctica la cuarentena para la introducción de nuevos ejemplares? _____

Existe un área designa para este propósito: _____

Descripción: _____

¿Cuenta con pediluvio? _____ Filtros: _____ Ozono _____ Luz UV _____

Protocolos para la preparación de los estanques: _____

Tipo de fertilizantes: _____

Vaciado sanitario: _____

Limpieza de tanques, filtros, etc: _____

Programa de monitoreo de patógenos relevantes: _____

Visitas periódicas de un veterinario certificado: _____

Protocolos de vacunación: _____

¿De qué manera se dispone el material en él que se enviaron los animales? _____

¿Cuáles son los procedimientos que se realizan en la granja en caso de aparición de animales muertos o con comportamiento anormal? _____

¿Con que frecuencia se dispone de los animales muertos? _____

¿Se han presentado enfermedades? _____

¿De qué manera se disponen químicos/medicamentos y desperdicios sólidos? _____

¿Cuáles son los procedimientos de limpieza del área de los estanques y la granja piscícola? _____

Método utilizado para el control de posible entrada de organismos patógenos a la granja (pediluvios, cercos sanitarios, etc.) _____

Presencia de animales: _____

CONTROL DE PREDADORES

Utilización de trampas: _____

Utilización de químicos: _____

Protección anti-aves: _____

Otros dispositivos: _____

ALIMENTO

Marca: _____

Especificaciones: _____

Número de veces que se alimenta al día: _____

Manera de distribuirlo: _____

Proporción sobre el peso de los animales: _____

Utilización de productos no procesados: _____

NUTRIENTES

Etapa del ciclo de producción: _____

TN en el agua del estanque: _____

TN en la toma: _____

TN en los efluentes: _____

TP en el agua del estanque: _____

TP en la toma: _____

TP en los efluentes: _____

AGUA

Origen: _____

Bombas #: _____ Capacidad: _____

Otras actividades acuáticas (Pesca, Riego, Turismo): _____

Capacidad en volumen de la operación: _____

Número de recambios al día, a la semana: _____

Aireación: _____

m³ _____ para producir una tonelada _____

SEDIMENTOS

¿Cómo se colectan? _____

¿Cuánto se colecta? _____

¿Cada cuando se colectan? _____

¿Cómo se desechan? _____

¿Dónde se desechan? _____

Permisos: _____

Lagunas de Oxidación: _____

ENERGIA

Combustible (gasolina o diesel): _____ Cantidad: _____

Electricidad

Consumo: _____ Bombas: _____ Alumbrado: _____ Climas: _____

Cercos: _____ Refrigeradores, congeladores: _____ Otros: _____

PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

En caso de disminución súbita de O_2 : _____

En caso de interrupción de flujo de agua: _____

En caso de mortalidades masivas: _____

En caso de eventos extremos: _____

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

Fecha: _____

Ubicación: _____

Área: _____ Altura: _____

Hora: _____

Variables \Fuente	Toma de agua	Estanque	Efluente		
Área (m²)					
Profundidad (m)					
pH (0-14)					
Temperatura (°C)					
Sólidos disueltos (turbidez, metros)					
Oxígeno disuelto (mg/L)					
Refracción (‰)					
Conductividad (mS/cm)					
Amonio (mg/L)					
Cloro libre (mg/L)					
Nitratos (mg/L)					
Nitritos HR (mg/L)					
Fosfatos LR (mg/L)					

Notas: _____

*Para la elaboración del reporte se utilizó el siguiente equipo:

-GPS Garmin Etrex 10

-Potenciómetro HM
digital PH200

-Oxímetro Hanna HI-9142

-Conductivímetro Hanna
HI-98304

-Fotómetro
multiparámetros Hanna
HI-83206, junto con los
siguientes reactivos:

-Ammonia reagent HI-
93715

-Free Chloride reagent HI-
93701

-Nitrate reagent HI-93728

-Nitrite reagent HI-93708

-Phosphate reagent HI-
93713



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



Facultad de Ciencias Biológicas
Laboratorio de Patología Molecular y Experimental

Folio: 46/2013

Fecha de recepción: Agosto 13, 2013.

Fecha de análisis: Agosto 14, 2013

Fecha de término: Agosto 29, 2013

Unidad de Producción Acuicola: Criaderos de Peces y Plantas Acuáticas Enmanuel	Productor: Manuel Abraham
Localidad: Hunucmá, Yucatán	Municipio: Hunucmá, Yucatán
Especie: <i>Pangasius</i> sp.	Individuos analizados: 5
Nombre común: Pangasio	Lote: Sin dato.

HALLAZGOS DE LA NECROPSIA

Inspección externa	Coloración y aspecto normal del cuerpo, con leves hemorragias en branquias y mucus moderado.
Inspección interna	Normal

Revisión externa

Área afectada	Agente	P%	Intensidad
Branquias	Tremátodo monogeneos <i>Thaparcleidus</i> sp.	40 %	0-210

P: Prevalencia.

Revisión interna

Área afectada	Agente	P%	Intensidad
---	No detectados *	---	---

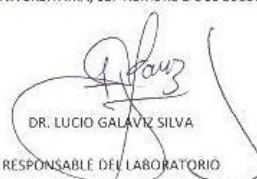
* Sin presencia de endoparásitos.

Referencia:

Pariselle, A; Lim L.H.S. & Lambert A. 2005. Monogeneans from Pangasiidae (Siluriformes) in Southeast Asia: VIII. Four new species of *Thaparcleidus* Jain, 1952 (Ancylostoididae) from *Pangasius polyuranodon* and *P. elongatus*. Parasite, 12, 23-29.

ATENTAMENTE

CD. UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE 2 DEL 2013.


DR. LUCIO GALAVIZ SILVA
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE
PATOLOGÍA MOLECULAR



Elaborado por: [Nombre] / [Fecha]

Ciudad Universitaria: C.P. 66451
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México
Tel / Fax: 811 8352 4425



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 254/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 25 de Octubre de 2013.

C. CARLOS HERNÁNDEZ LANDA
U.P.A. "GRANJA LA BUENA FORTUNA"
PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control 956/211013 practicados a la(s) muestra(s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día 21 de octubre de 2013, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuicola "GRANJA LA BUENA FORTUNA" con Registro Sanitario Acuicola SAN 12400.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMÉNEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:
• Laboratorio de Diagnóstico

Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos
Av. Cuauhtémoc No. 2 Ex Hacienda de San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos
Tel. 734 347 27 53



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.
FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



Zacatepec, Morelos a 25 de Octubre de 2013

Folio: 956/211013

Fecha de recepción: 21/10/2013

Fecha de análisis: 23/10/2013

Fecha de término: 24/10/2013

Unidad de Producción Acuícola: "Granja La Buena Fortuna"		Productor: Carlos Hernández Landa.	
Localidad: Jojutla.	Municipio: Jojutla.	R.S.A.: SAN12400.	
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 5.	
Nombre común: Pangasio.		Lote: 14	

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Normal.
Inspección interna	Normal.

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 107-R-211013-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Aletas y piel	Protozoario			
	Ciliophora gen sp.	60	+++	+++
Branquias	Monogeneo			
	<i>Siturodiscoides siamensis</i>	100	1698	1312 – 1976

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
--	*Sin presencia	--	--	--

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

+++ Incontables

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos A. C.
Av. Cuauhtémoc No. 2, Ex Hacienda San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos C.P. 62780. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53.

Página 1 de 2



CESAEM

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA

- Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T., Scholz, P., González-Solis, and E. F., Mendoza-Franco, 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
- Hoffman, G. (1999). *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
- Noga, E. (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.
- Lim, L. H. S., 1990. *Siturodiscoides* Gussev, 1961 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Pangasius sutchi* Fowler, 1931 (Pangasiidae) cultured in Peninsular Malaysia. 38 (1): 55 – 63.

Atentamente

Biól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 253/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 25 de Octubre de 2013.

C. ALVARO ARAUJO BUSTAMANTE

U.P.A. "GRANJA ARAUJO"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control 929/151013 practicados a la(s) muestra (s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día 15 de octubre de 2013, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuícola "GRANJA ARAUJO" con Registro Sanitario Acuícola SAN 08456.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.



Copias para:
• Laboratorio de Diagnóstico

Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos
Av. Cuauhtémoc No. 2 Ex Hacienda de San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos
Tel. 734 347 27 53



Zacatepec, Morelos a 23 de Octubre de 2013

Folio: 929/151013

Fecha de recepción: 15/10/2013 Fecha de análisis: 15/10/2013 Fecha de término: 15/10/2013

Unidad de Producción Acuícola: "Granja Araujo"		Productor: Álvaro Araujo Bustamante.	
Localidad: Emiliano Zapata.	Municipio: Emiliano Zapata.	R.S.A.: SAN08456.	
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 5.	
Nombre común: Pangasio.		Lote: 1	

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Normal.
Inspección interna	Normal.

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 106-R-151013-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Branquias, aletas y piel	Protozoario <i>Trichodina</i> sp.	100	+++	+++
	Crustáceo <i>Ergasilus</i> sp.	20	1	1 - 1
Branquias y piel	Nemátodo Nematoda gen sp.	40	1	1 - 1
	Anélido <i>Chaetogaster</i> sp.	20	7	3 - 4

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
--	*Sin presencia	--	--	--

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

+++ Incontables



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA

Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T., Scholz, P., González-Solís, and E. F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E. (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.

Atentamente

Biól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 212/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 21 de Octubre de 2013.

C. LA JOYA

U.P.A. "MARTIMIANO SAMANO JARDON"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control 874/091013, practicados a la(s) muestra(s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día 09 de octubre de 2013, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuicola "LA JOYA" con Registro Sanitario Acuicola SAN 05066.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:

- Laboratorio de Diagnóstico



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA

Zacatepec, Morelos a 21 de Octubre de 2013

Folio: 874/091013

Fecha de recepción: 09/10/2013

Fecha de análisis: 09/10/2013

Fecha de término: 09/10/2013

Unidad de Producción Acuicola: "La Joya"		Productor: Martimiano Sámano Jardon.
Localidad: Cocoyotla.	Municipio: Coatlan del Rio	R.S.A.: SAN05066.
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 5.
Nombre común: Pangasio.		Lote: 1

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Normal.
Inspección interna	Normal.

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 104-R-091013-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Aletas	Protozoario			
	<i>Ambiphrya</i> sp.	40 %	+++	+++
Aletas	<i>Epistylis</i> sp.	40 %	+++	+++
Branquias	Monogeneo			
	<i>Silurodiscoides siamensis</i>	100 %	84	18 - 256
Branquias	Tremátodo			
	<i>Centrocestus formosanus</i>	80%	684	4 - 1200

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
--	*Sin presencia	--	--	--

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

Página 1 de 2

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos A. C.
Av. Cuauhtémoc Núm. 2, Ex Hacienda San Nicolas, Galeana, Zacatepec, Morelos C.P. 62760. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53.



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A.C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA
Secretaría de Agricultura,
Gananza y Ruralidad

Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T., Scholz, P., González-Solis, and E. F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.
Lim, L. H. S., 1990. *Silurodiscoides* Gussev, 1961 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Pangasius sutchi* Fowler, 1931 (Pangasiidae) cultured in Peninsular Malaysia. 38 (1): 55 – 63.

Atentamente

Biól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio

Página 2 de 2

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos A.C.
Av. Cuauhtémoc Núm. 2, Ex Hacienda San Nicolás, Galeana, Zocatepec, Morelos C.P. 62760. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53.



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 209/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 02 de Octubre de 2013.

C. MARGARITA GALEANA TORRES

U.P.A. "UNIDAD DE INTEGRACIÓN ACUÍCOLA CAMPO INGLÉS"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control **771/260913**, practicados a la(s) muestra(s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día **26 de septiembre de 2013**, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuícola "UNIDAD DE INTEGRACIÓN ACUÍCOLA CAMPO INGLÉS" con Registro Sanitario Acuícola **SAN 17278**.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:
• Laboratorio de Diagnóstico

Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos
Av. Cuauhtémoc No. 2 Ex Hacienda de San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos
Tel. 734 347 27 53



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA

Zacatepec, Morelos a 02 de Octubre de 2013

Folio: 771/260913

Fecha de recepción: 26/09/2013

Fecha de análisis: 30/09/2013

Fecha de término: 02/10/2013

Unidad de Producción Acuícola: "Unidad de Integración Acuícola Campo Inglés"		Productor: Margarita Galeana Torres.	
Localidad: Xoxocotla.	Municipio: Puente de Ixtla.	R.S.A.: SAN17278.	
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 07.	
Nombre común: Pangasio.		Lote: 6.	

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Branquias: Hemorragias petequiales (1).
Inspección interna	Hígado: Congestionado (1). Vesícula biliar: Pálida (1).

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 100-R-260913-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Branquias	Monogeneo <i>Silurodiscoides caecus</i>	85.71 %	432.83	15 – 985

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Intestino	Protozoario Mastigophora	14.28 %	+++	+++

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

+++ Incontables

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos A. C.
Av. Cuauhtémoc Núm. 2, Ex Hacienda San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos C.P. 62780. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53.

Página 1 de 2



CESAEM
COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y RURALIDAD

Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T. Scholz, P. González-Solis, and E. F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.
Lim, L. H. S., 1990. *Silurodiscoides* Gussev, 1961 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Pangasius sutchi* Fowler, 1931 (Pangasiidae) cultured in Peninsular Malaysia. 38 (1): 55 – 63.

Atentamente

Biól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 201/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 13 de Septiembre de 2013.

C. ALBERTO HERNÁNDEZ GALEANA

U.P.A. "BETTAFISH"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control **696/090913**, practicados a la(s) muestra (s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día **09 de septiembre de 2013**, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuícola "BETTAFISH" con Registro Sanitario Acuícola **SAN 28181**.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHERA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:

- Laboratorio de Diagnóstico



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



Zacatepec, Morelos a 13 de Septiembre de 2013

Folio: 696/090913

Fecha de recepción: 09/09/2013

Fecha de análisis: 10/09/2013

Fecha de término: 11/09/2013

Unidad de Producción Acuícola: "Bettafish"	Productor: Alberto Hernández Galeana.	
Localidad: Chiconcuac.	Municipio: Xochitepec.	R.S.A.: SAN28181.
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .	Individuos analizados: 09	
Nombre común: Pangasio.	Lote: Estanque 64.	

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Aleta: Caudal: Hemorragia difusa (1); Pectoral: Hemorragia difusa (1).
Inspección interna	Vesícula biliar: Pálida (7). Hígado: Congestionado (2).

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 094-R-090913-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Aletas	Protozoario			
	<i>Trichodina</i> sp.	57 %	4	2 - 10
Branquias y aletas	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	100 %	10.28	7 - 16
Aletas	+ <i>Ambiphrya</i> sp.	11 %	+++	+++
Branquias	Monogeneo			
	<i>Silurodiscoides siamensis</i>	100 %	52.28	18 - 10%

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Intestino	Protozoario			
	Mastigophora	100%	+++	+++

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

+++ Incontables

Página 1 de 2

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos A. C.
Av. Cuauhtémoc Núm. 2, Ex Hacienda San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos C.P. 62780. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53,
cesaem.morelos@yahoo.com.mx



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T. Scholz, P. González-Solis, and E. F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.
Lim, L. H. S., 1990. *Silurodiscoides* Gussev, 1961 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Pangasius sutchi* Fowler, 1931 (Pangasiidae) cultured in Peninsular Malaysia. 38 (1): 55 – 63.

Atentamente

BIól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio

Página 2 de 2

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos A. C.
Av. Cuauhtémoc Num. 2, Ex Hacienda San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos C.P. 62780. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53.
cesaem.morelos@yahoo.com.mx



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 263/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 05 de Noviembre de 2013.

C. ALBERTO HERNÁNDEZ GALEANA
U.P.A. "BETTAFISH"
PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control 928/141013 practicados a la(s) muestra (s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día 14 de octubre de 2013, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuícola "BETTAFISH" con Registro Sanitario Acuícola SAN 28181.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:
• Laboratorio de Diagnóstico



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM



DOCUMENTO:	Registro	No. de Revisión: 05
TÍTULO:	DOC-DI-SAC-06 Informe de resultados	Número de Caso P-301-13
UNIDAD RESPONSABLE:	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Departamento de Sanidad Acuicola.	

Fecha de recepción de la muestra: 2013/10/15

Fecha de emisión de resultados: 2013/10/21

Nombre de la granja:	Bettafish - SAN28181
Nombre del remitente:	Alberto Hernández Galeana/CESAEM

Dirección: Domicilio Conocido S/N, Chiconcuac, Xochitepec, Morelos.	Teléfono: S/N
---	---------------

Tipo de muestra recibida: Peces vivos	Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i>
---------------------------------------	---

Identificación:

Estanque # 25

Total de muestras:	10 Peces Pangasio
--------------------	-------------------

Resumen de la historia clínica:

La muestra remitida al CIESA está compuesta 10 peces pangasio juveniles, sin signología aparente de enfermedad, los cuales fueron colectados por personal del Comité Estatal de Sanidad Acuicola del estado de Morelos A. C.

RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

ESTUDIO MACROSCÓPICO:

Observación externa:

Estado de Nutrición: **Bueno.**

Comportamiento: **Normal.**

Piel: **Normal.**

Escamas: **Normal.**

Ojos: **Normal.**

Aletas:

Aleta	Observaciones
Dorsal	Normal
Pectoral	Normal
Anal	Deshilachada 2 de 10
Pélvica	Normal
Caudal	Deshilachada 2 de 10

Opérculo: **Normal.**

Branquias: **Normal.**

Abdomen: **Normal.**

Orificio Anal: **Normal.**

Pedúnculo: **Normal.**

Cuerpo-columna vertebral: **Normal.**



Página 1 de 2

Este documento solo ampara la muestra remitida al laboratorio, no es valido si muestra tachaduras o enmendaduras, quedando prohibida su reproducción, sin previa autorización por el titular





DOCUMENTO:	Registro	No. de Revisión: 05
TÍTULO:	DOC-DI-SAC-06 Informe de resultados	Número de Caso P-301-13
UNIDAD RESPONSABLE:	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Departamento de Sanidad Acuicola.	

Observación interna:

Cerebro: **Normal.**
Corazón: **Normal.**
Hepatopáncreas: **Pálido 3 de 10.**
Vesícula Biliar: **Normal.**
Estómago: **Normal.**
Intestino: **Normal.**
Bazo: **Normal.**
Cavidad Abdominal: **Normal.**
Vejiga Natatoria: **Normal.**
Riñón: **Normal.**
Músculo: **Normal.**
Gónadas: **Normal.**

ESTUDIO MICROSCÓPICO A PARTIR DE PREPARACIONES HÚMEDAS:

Órganos externo
Piel: <i>Trichodina</i> sp. +, <i>Opalina</i> sp. +, <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> +, <i>Ambiphrya</i> sp. +.
Aletas: <i>Trichodina</i> sp. +, <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> +, <i>Opalina</i> sp. +, <i>Ambiphrya</i> sp. +.
Órganos internos
Branquias: <i>Gyrodactylus</i> sp. +, <i>Trichodina</i> sp. +.
Hepatopáncreas: Sin detección de formas parasitarias.
Bazo: Sin detección de formas parasitarias.
Riñón: Sin detección de formas parasitarias.
Vejiga Natatoria: Sin detección de formas parasitarias.
Digestivo: Sin detección de formas parasitarias.
Músculo: Sin detección de formas parasitarias.

Referencia normativa:

MANUAL OF DIAGNOSTIC TESTS FOR AQUATIC ANIMALS (OIE, 2006)

ATENTAMENTE
"PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO"

M en C. LUIS FERNANDO VEGA CASTILLO
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE SANIDAD ACUICOLA
CIESA-FMVZ-UAEM





COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 202/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 20 de Septiembre de 2013.

C. ROSALIO REA FERRER

U.P.A. "EL TEXCAL"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control 709/110913, practicados a la(s) muestra (s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día 11 de septiembre de 2013, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuicola "EL TEXCAL" con Registro Sanitario Acuicola SAN 12092.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:

- Laboratorio de Diagnóstico



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO
DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



Zacatepec, Morelos a 20 de Septiembre de 2013

Folio: 709/110913

Fecha de recepción: 11/09/2013

Fecha de análisis: 11/09/2013

Fecha de término: 13/09/2013

Unidad de Producción Acuicola: "El Texcal"		Productor: Rosalio Rea Ferrer.
Localidad: Jojutla.	Municipio: Jojutla.	R.S.A.: SAN12092.
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 05
Nombre común: Pangasio.		Lote: Estanque 3.

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Aleta: Caudal: deshilachada (1).
Inspección interna	Hígado: Pálido (1); Congestionado (1).

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 095-R-110913-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
--	*Sin presencia	--	--	--

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Intestino	Protozoario			
	Mastigophora	20%	+++	+++

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

+++ Incontables



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO
DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



Referencia:

Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.

Atentamente

Biól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 121/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 24 de Julio de 2013.

C. ALBERTO HERNÁNDEZ GALEANA

U.P.A. "BETTA FISH"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control **500/170713**, practicados a la(s) muestra (s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día **17 de julio de 2013**, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuicola "BETTA FISH" con Registro Sanitario Acuicola **SAN 28189**.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE

BIOL. OSCAR JIMENEZ BAHENA

**GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.**



Copias para:

- Laboratorio de Diagnóstico



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA



Zacatepec, Morelos a 24 de Julio de 2013

Folio: 500/170713

Fecha de recepción: 17/07/2013

Fecha de análisis: 18/07/2013

Fecha de término: 19/07/2013

Unidad de Producción Acuicola: "Betta fish"		Productor: Alberto Hernández Galeana.	
Localidad: Chiconcuac.	Municipio: Xochitepec.	R.S.A.: SAN 28189	
Especie: <i>Pangasius hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 5	
Nombre común: Pangasio.		Lote: Sin dato.	

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Columna vertebral: Escoliosis (1). Branquias: Hemorragias multifocales (1).
Inspección interna	Normal.

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 074-R-170713-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Piel y aletas.	Protozoario			
	<i>Ambiphrya</i> sp.	40	56	33 – 79
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	60	5	1 – 10
	<i>Trichodina</i> sp.	100	7.55	2 – 17
Branquias	Protozoario			
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	60	6	2 – 10

+++ Abundantes: incontables en el fróntis.

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
--	*Sin presencia	--	--	--

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

*Sin presencia de endoparásitos.



CESAEM
COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.
FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y RURALIDAD



Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T. Scholz, P. González-Solis, and E. F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.

Atentamente

Biól. Marina Tapia Osorio
Responsable de laboratorio



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS
No. OFICIO: LAB 204/13

ASUNTO: ANÁLISIS LABORATORIO

Zacatepec, Morelos, 27 de Septiembre de 2013.

C. TEODULA PAVÓN VALDIVIA

U.P.A. "AQUAFISH"

PRESENTE.

Por este conducto le anexo los resultados de los análisis de laboratorio con Número de Control **756/190913**, practicados a la(s) muestra (s) indicadas, con fecha de recepción en este laboratorio del día **19 de septiembre de 2013**, pertenecientes a la Unidad de Producción Acuicola "AQUAFISH" con Registro Sanitario Acuicola **SAN 31189**.

Servicio	Cantidad
Pr	1

ATENTAMENTE


Biol. OSCAR JIMENEZ BAHENA
GERENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUICOLA
DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

Copias para:

- Laboratorio de Diagnóstico



COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA

Zacatepec, Morelos a 27 de Septiembre de 2013

Folio: 756/190913

Fecha de recepción: 19/09/2013

Fecha de análisis: 19/09/2013

Fecha de término: 20/09/2013

Unidad de Producción Acuícola: "AquaFish"		Productor: Teódula Pavón Valdivia.
Localidad: Galeana.	Municipio: Zacatepec.	R.S.A.: SAN31189.
Especie: <i>Pangasionodon hypophthalmus</i> .		Individuos analizados: 10.
Nombre común: Pangasio.		Lote: 38.

HALLAZGOS A LA NECROPSIA

Inspección externa	Normal.
Inspección interna	Hígado: Congestionado (3). Vesícula biliar: Pálida (10).

RESULTADO DEL ANÁLISIS PARASITOLÓGICO

Clave Interna: 097-R-190913-EI

Revisión externa

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Aletas	Protozoario			
Branquias y aletas	<i>Trichodina</i> sp.	10 %	2	2 - 2
Aletas	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	30 %	1	1 - 1
Branquias	Monogeneo			
	<i>Silurodiscoides siamensis</i>	100 %	38.4	8 - 100

Revisión interna

Área Afectada	Agente	P %	I.P	R.I
Intestino	Protozoario			
	Mastigophora	70%	+++	+++

P: Prevalencia; I.P: Intensidad promedio; R.I: Rango de infección.

+++ Incontables

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos.

Comité Estatal de Sanidad Acuicola del Estado de Morelos A. C.
Av. Cuauhtémoc Núm. 2, Ex Hacienda San Nicolás, Galeana, Zacatepec, Morelos C.P. 62780. Teléfono (01) (734) 34 7-27-53.



CESAEM
COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A.C.

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DEL ESTADO DE MORELOS A. C.

FRA-04: RESULTADO DE ANÁLISIS



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCÁ Y ALIMENTACIÓN

Referencia: Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, T. Scholz, P. González-Solis, and E. F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Prague, Czechoslovakia. 165 pp.
Hoffman, G. (1999) *Parasites of North American Freshwater Fishes*. London: Comstock Publishing Associates. 539 pp.
Noga, E (2000). *Fish disease. Diagnosis and treatment*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 367 pp.
Lim, L. H. S., 1990. *Silurodiscoides* Gussev, 1961 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Pangasius sutchi* Fowler, 1931 (Pangasiidae) cultured in Peninsular Malaysia. 38 (1): 55 – 63.

Atentamente

Biól. Rigoberto Montes Vara
Responsable de laboratorio



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev. 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1081

Clave de la muestra: 1081-13

Descripción de la muestra: Datos de la etiqueta: Fecha de colecta de la muestra: 15/JULIO/2013. Unidad de Producción Acuicola: U. INT. ACUÍCOLA RANCHO INGLÉS. Propietario: MARGARITA GALEANA TORRES. Localidad: XOXOCOTLA. Municipio: PUENTE DE IXTLA. Número de estanque: 6. Peso de muestra: 110 gr. RESPONSABLE DE MUESTREO: MARINA TAPIA OSORIO. ANTONIO BENÍTEZ OCAMPO

Recolección de muestras: El 19 de Julio de 2013 a las 12:20 h, la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 15.2°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 19/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 19/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 30/07/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,
Alere Flammam Veritatis
Ciudad Universitaria a 30 de Julio de 2013

Dra. Norma Laura Heredia Rojas
Jefe del Laboratorio
Cédula profesional: 2373725

MC. Heredia Fabiola Venegas García
Coordinación de Microbiología.

Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra.

No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels. (81) 8376 3044 • 8329 4000, exts. 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6486.
www.microbiosymas.com, norma@microbiosymas.com, santos@microbiosymas.com, microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev. 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1082

Clave de la muestra: 1082-13

Descripción de la muestra: Datos de la etiqueta: Fecha de colecta de la muestra: 16/JULIO/2013. Unidad de Producción Acuicola: EL TEXCAL. Propietario: ROSALIO REA FERREL. Localidad: JOJUTLA. Municipio: JOJUTLA. Número de estanque: 6. Peso de muestra: 108 gr. RESPONSABLE DE MUESTREO: ANTONIO BENÍTEZ OCAMPO.

Recolección de muestras: El 19 de Julio de 2013 a las 12:20 h. la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 14°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 19/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 19/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 30/07/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g. Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g. Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,

Alere Flammam Veritatis

Ciudad Universitaria a 30 de Julio de 2013

Dra. Norma Laura Heredia Rojas

Jefe del Laboratorio

Cédula profesional: 2373725

MC. Herinda Fabiola Venegas García
Coordinación de Microbiología.

"Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra"

"No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León."

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels. (81) 8376 3044 • 8329 4000, exts. 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6466. www.microbiosymas.com, norma@microbiosymas.com, santos@microbiosymas.com, microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1083

Clave de la muestra: 1083-13

Descripción de la muestra: Datos de la etiqueta: Fecha de colecta de la muestra: 15/JULIO/2013. Unidad de Producción Acuicola: LA JOYA. Propietario: MARTIMIANO SAMANO JARDÓN. Localidad: COCOYOTLA. Municipio: COATLAN DEL RÍO. Número de estanque: 4. Peso de muestra: 106 gr. RESPONSABLE DE MUESTREO: MARINA TAPIA OSORIO. ANTONIO BENÍTEZ OCAMPO.

Recolección de muestras: El 19 de Julio de 2013 a las 12:20 h, la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 17°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 19/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 19/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 30/07/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g. Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g. Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,
Alere Flammam Veritatis
Ciudad Universitaria a 30 de Julio de 2013

Dra. Norma Laura Heredia Rojas
Jefe del Laboratorio
Cédula profesional: 2373725

MC. Herlinda Fabiola Venegas García
Coordinación de Microbiología.

"Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra"

"No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León."

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n. Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels: (81) 8376 3044 • 8329 4000, exts. 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6466.
www.microbiosymas.com, norma@microbiosymas.com, santos@microbiosymas.com, microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev. 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1084

Clave de la muestra: 1084-13

Descripción de la muestra: Datos de la etiqueta: Fecha de colecta de la muestra: 16/JULIO/2013. Unidad de Producción Acuicola: GRANJA LA BUENA FORTUNA. Propietario: CARLOS HERNÁNDEZ LANDA. Localidad: JOJUTLA. Municipio: JOJUTLA. Número de estanque: 4. Peso de muestra: 100 gr. RESPONSABLE DE MUESTREO: ANTONIO BENÍTEZ OCAMPO.

Recolección de muestras: El 19 de Julio de 2013 a las 12:20 h, la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 12.4°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 19/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 19/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 30/07/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,
Alere Flammam Veritatis
Ciudad Universitaria a 30 de Julio de 2013

Dra. Norma Laura Heredia Rojas
Jefe del Laboratorio
Cédula profesional: 2373725

MC. Herlinda Fabiola Venegas García
Coordinación de Microbiología.

"Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra"

"No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León."

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n. Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels. (81) 8376 3044 • 8329 4000, exts. 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6466.
www.microbiosymas.com, norma@microbiosymas.com, santos@microbiosymas.com, microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev. 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1085

Clave de la muestra: 1085-13

Descripción de la muestra: Datos de la etiqueta: Fecha de colecta de la muestra: 16/JULIO/2013. Unidad de Producción Acuicola: BETTA FISH. Propietario: ALBERTO HERNÁNDEZ GALEANA. Localidad: CHICONCUAC. Municipio: XOCHITEPEC. Número de estanque: 16. Peso de muestra: 110 gr. RESPONSABLE DE MUESTREO: MARCO POLO FRANCO ARCHUNDIA.

Recolección de muestras: El 19 de Julio de 2013 a las 12:20 h, la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 14.8°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 19/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 19/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 30/07/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,

Alere Flammam Veritatis

Ciudad Universitaria a 30 de Julio de 2013

Dra. Norma Laura Heredia Rojas

Jefe del Laboratorio

Cédula profesional: 2373725

MC. Herlinda Fabiola Venegas García
Coordinación de Microbiología

"Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra"

"No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León."

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels. (81) 8376 3044 • 8329 4000, exts. 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6466, www.microbiosymas.com, norma@microbiosymas.com, santos@microbiosymas.com, microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev. 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1086

Clave de la muestra: 1086-13

Descripción de la muestra: Datos de la etiqueta: Fecha de colecta de la muestra: 16/JULIO/2013. Unidad de Producción Acuícola: GRANJA ARAUJO. Propietario: ALVARO ARAUJO BUSTAMANTE. Localidad: EMILIANO ZAPATA. Municipio: EMILIANO ZAPATA. Número de estanque: 2. Peso de muestra: 115 gr. RESPONSABLE DE MUESTREO: MARCO POLO FRANCO ARCHUNDIA.

Recolección de muestras: El 19 de Julio de 2013 a las 12:20 h, la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 13.6°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 19/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 19/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 30/07/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado	
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g	Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g	Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,
Alere Flammam Veritatis.
Ciudad Universitaria a 30 de Julio de 2013

Dra. Norma Laura Heredia Rojas
Jefe del Laboratorio
Cédula profesional: 2373725

MC. Herlinda Febrila Venegas García
Coordinación de Microbiología.

"Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra"

"No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León."

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels. (81) 8376 3044 • 8329 4000, exts. 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6466.
www.microbiosymas.com, norma@microbiosymas.com, santos@microbiosymas.com, microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y GENÉTICA DE MICROORGANISMOS

Rev. 23/07/13

Dr. Roberto Mendoza
Laboratorio de Ecofisiología
Universidad Autónoma de Nuevo León

Folio 1108

Clave de la muestra: 1108-13

Descripción de la muestra: Muestra de Músculo de Pangasius, Granja Mérida Yucatán "Criadero de Peces y Plantas Acuáticas Enmanuel".

Recolección de muestras: El 25 de Julio de 2013 a las 11:55 h, la muestra fue recibida en el laboratorio conforme al procedimiento MPC-ITO-17: Control de productos proporcionados por el cliente, se recibió a 3.4°C

Fecha de recepción de muestra por el laboratorio: 25/07/13

Fecha de análisis de la muestra: 25/07/13

Fecha de elaboración del informe de resultados: 02/08/13

INFORME DE RESULTADOS

Determinación	Norma de referencia utilizada	Resultado
Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	NOM-143-SSA1-1995: Bienes y Servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Ausencia en 25 g Se utilizó agar Oxford y LMP a 35°C/48h.
Determinación de <i>Vibrio</i> spp	NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca, frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.	Ausencia en 50g Se utilizó agar TCBS incubado a 35-37°C/ 24h

Observaciones:

- Tercero Autorizado como Laboratorio de Prueba, con Autorización No. TA-101-11, para las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995 y CCAYAC-M-004.
- Claves utilizadas: g: gramo, h: hora, °C: grados Celsius, LMP: Agar de cloruro de litio feniletanol-moxolactam y TCBS: Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa.

Atentamente,

Alere Flammam Veritalis

Ciudad Universitaria a 02 de Agosto de 2013

Norma Laura Heredia Rojas

Dra. Norma Laura Heredia Rojas

Jefe del Laboratorio

Cédula profesional: 2373725

Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos

M.C. Herinda Fabiola Venegas Garcia
M.C. Herinda Fabiola Venegas Garcia
Coordinación de Microbiología.

Este documento avala sólo los resultados de la presente muestra.

No se debe de reproducir el informe de resultados ni parcial ni totalmente, sin la aprobación escrita por el responsable del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

ITO-FG-20/1

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66451, A.P. 124-F San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Tels (81) 8376 3044 • 8329 4000 exts 6451, 6466, 6450 / Fax: (81) 8376 3044 • 8329 4000 ext. 6466
www.microbiosymas.com. norma@microbiosymas.com. santos@microbiosymas.com. microbiosymas.uanl@gmail.com

HOJA
1 DE 1



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-Octubre-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimentos
IDENTIFICACIÓN: Muestra #2 Monterrey
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 200g
NO. DE REGISTRO: LITT 464-07
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-Octubre-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	3,653.58 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-Octubre-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829

Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial o totalmente sin autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicidad sin aprobación del ITESM.

Campus Monterrey
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-Octubre-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimentos
IDENTIFICACIÓN: Muestra Yucatán
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 20ug
NO. DE REGISTRO: LITT 464-05
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-Octubre-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	6,165.06 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-Octubre-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829

Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial o totalmente sin autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicación sin aprobación del ITESM.

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-Octubre-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimentos
IDENTIFICACIÓN: Muestra #1 Monterrey
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 200g
NO. DE REGISTRO: LITT 464-06
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-Octubre-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	3,416.12 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-Octubre-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829
Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial o totalmente sin autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicación o aprobación del ITESM.
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-Octubre-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimentos
IDENTIFICACIÓN: Muestra Morelos
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 200g
NO. DE REGISTRO: LITT 464-04
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-October-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	2,838.54 mg/Kg	18-October-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-October-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-October-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-October-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829

Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial o totalmente sin autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicación.

Monterrey
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-October-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimentos
IDENTIFICACIÓN: Muestra Yucatán
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 200g
NO. DE REGISTRO: LITT 464-03
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-October-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	3,083.11 mg/Kg	18-October-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-October-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-October-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-October-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829
Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este
reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial ó totalmente sin
autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicación
aprobación del ITESM.

Monterrey
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-Octubre-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimentos
IDENTIFICACIÓN: Muestra 1 Morelos
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 200g
NO. DE REGISTRO: LITT 464-01
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-Octubre-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	2,888.93 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-Octubre-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829
Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial o totalmente sin autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicación sin aprobación del ITESM.
Ciudad de Monterrey
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA
CENTRO DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS**

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS

FECHA DE EMISIÓN: 30-Octubre-2013

CLIENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

DIRECCIÓN: Av. Universidad s/n Cd. Universitaria
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México CP.66450

SOLICITADO POR: Ing. Antonio Arias.

TIPO DE MUESTRA: Alimento
IDENTIFICACIÓN: Muestra Yucatán
CANTIDAD DE MUESTRA: Aprox. 200g
NO. DE REGISTRO: LITT 464-02
FECHA DE RECEPCIÓN: 09-Octubre-13
RESPONSABLE DE MUESTREO: El cliente

Parámetro	Método	Resultado	Fecha de análisis	Analizó
Sodio	EPA 6010 C/2007	2,237.17 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Plomo	EPA 6010 C/2007	< 0.03 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Arsénico	EPA 6010 C/2007	< 0.051 mg/Kg	18-Octubre-13	EYLL/JCM
Mercurio	EPA 245.7 2005	< 0.0005 mg/Kg	24-Octubre-13	EYLL/JCM

Observaciones analíticas: NA (No aplica).

Revisó:

QBP. Erika Yazmín Leal López
Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos

Centro de Inocuidad y Calidad de Alimentos. Tel. (81) 83582000 Ext. 4829
Este informe de ninguna manera constituye aprobación, garantía o sanción general. Los resultados presentados en este
reporte solo amparan a la muestra identificada en el encabezado de mismo. No podrá reproducirse parcial o totalmente sin
autorización por escrito del laboratorio. Para protección mutua se prohíbe utilizar este informe para fines de publicación
aprobación del ITESM.

Monterrey
Eugenio Garza Sada 2501
64849, Monterrey, N.L., México
Tel: 52/81 8358 2000

