



Fotografía elaborada por: Ocean. Rubén Trejo Igueravide

Evaluación de los cultivos acuícolas en Tamaulipas, México

Evaluation of aquaculture farming in Tamaulipas, Mexico

Rubén Trejo-Igueravide

Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Victoria, edificio Centro de Excelencia, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87149.

Correspondencia:

oceanologo9@yahoo.com

Fecha de recepción:

28 de mayo de 2015

Fecha de aceptación:

28 de noviembre de 2016

RESUMEN

El desarrollo acuícola en Tamaulipas se ha basado en experiencias de otros estados con cultivos acuícolas de las mismas especies, y ha estado supeditado a las estrategias y a los programas de apoyo del gobierno mexicano. El objetivo del presente estudio fue determinar la viabilidad económica y financiera de los cultivos de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), tilapia (*Oreochromis* spp.), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y ostión americano (*Crassostrea virginica*) a pequeña y mediana escala, y su posible sinergia con los programas de gobierno, orientados a apoyar la acuicultura en México. Se realizaron análisis financieros para los cultivos mencionados con base en estadísticas proporcionadas por CONAPESCA. Para el caso de camarón y bagre, los análisis se ajustaron utilizando los resultados de encuestas

a productores de estas especies; a través de entrevistas se identificaron las posibles fuentes de financiamiento de los programas gubernamentales. Se determinó que parte de las estrategias gubernamentales buscan apoyar actividades de microescala, beneficiando a personas con niveles de ingreso menores a cinco salarios mínimos y de activos por debajo de los US\$ 10 000. Sin embargo, los resultados no parecen ser adecuados, ya que a la fecha no se tienen registros de producción acuícola de ninguna microempresa de dicho estrato socioeconómico. Además, se encontró que los apoyos son exclusivamente para las inversiones en activos fijos a cultivos con altas necesidades de capital de trabajo, propiciando inoperancia por falta de recursos en el sector socioeconómico más vulnerable. Con las técnicas de cultivo analizadas en este

trabajo, el cultivo de ostión representa una opción adecuada para los sectores socioeconómicos bajo y medio (pequeño escalamiento) en el estado, mientras que para el sector socioeconómico alto, además del cultivo de ostión, se pueden considerar los cultivos de bagre y camarón que requieren mayores inversiones en capital de trabajo.

PALABRAS CLAVE: camarón, bagre, tilapia, ostión, Tamaulipas.

ABSTRACT

Aquaculture development in Tamaulipas has been based on aquaculture farming experiences of other Mexican states and has been subject to Mexican government programs and strategies aimed at supporting farmers. The main objective of this study was to determine the economic and financial feasibility of small and medium scale Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), tilapia (*Oreochromis* spp.), channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and american oyster (*Crassostrea virginica*) products as well as possible synergies with government programs aimed at supporting Mexican aquaculture. Based on statistics developed by CONAPESCA, financial analyses for such products were carried out. In regards to the shrimp and catfish, their analyses were adjusted taking into consideration survey data from farmers of these species. In addition to this, interview data were used to identify possible sources of funding from government programs. It was determined that one portion of government strategies are focused on micro-scale activities, benefitting people with incomes below five times the minimum wage in Mexico, and who have assets of below US\$ 10 000. However, the results have not been positive and to date there is no aquaculture production on record for any micro-scale business from the aforementioned socioeconomic segment. Furthermore, it was found that this support would be exclusively granted towards supporting investments in fixed assets for aquaculture farms with high working capital needs, promoting the develop-

ment of farms that cannot be operated due to lack of resources in this vulnerable socioeconomic segment. With the culture techniques analyzed in this study, oyster farming could be an appropriate option for the development of aquaculture in the state's low and medium socioeconomic segments, while shrimp, catfish and oyster farming could be successful options for the high socioeconomic segment.

KEYWORDS: shrimp, catfish, tilapia, oyster, Tamaulipas.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura en México se realiza en sistemas extensivos (aguas naturales continentales o áreas semi-cerradas, como lagunas), semiintensivos (áreas cerradas bajo condiciones y factores productivos controlados) e intensivos (condiciones similares al semi-intensivo, pero usando altas densidades de siembra y recambio de agua), pero no se utilizan los hiperintensivos, que requieren mayor intercambio de agua y densidades de población (Del-Río-Salas y col., 2016). Los sistemas acuícolas también se pueden clasificar por su tecnología de cultivo en: estanques rústicos, sistemas acuícolas integrados, sistemas de recirculación de agua (cerrados) y cultivos en cajas flotantes o suspendidas (Funge-Smith y Phillips, 2001). Se ha propuesto el uso de policultivos combinando camarón blanco del Pacífico y tilapia roja, como una alternativa económica viable de mayor rentabilidad, pero los estudios preliminares no se han escalado a nivel comercial para determinar su factibilidad económica definitiva (Hernández-Barraza, 2011).

El estado de Tamaulipas se ha caracterizado por apoyar tres tipos de cultivos de acuicultura: camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*; Boone, 1931), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*; Rafinesque, 1818) y tilapia (*Oreochromis* spp.), con una diversidad de técnicas de cultivo, que incluyen: la estanquería rústica, el cultivo en jaulas flotantes y estanques circulares, entre otras. En general, estos culti-

vos demandan una fuerte inversión en infraestructura y capital de trabajo, un manejo técnico adecuado de la calidad del agua y del suministro de alimentos, así como conocimientos en materia de administración de negocios (Hernández-Barraza y col., 2009). En el estado no se ha planteado una estrategia de apoyo al cultivo para una especie en particular, con base en las características de los inversionistas, sino más bien, se actúa en respuesta de las solicitudes de apoyo y las especies prioritarias para el cultivo acuícola que señala la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), la cual no hace algún distingo entre la capacidad económica de los inversionistas y el tipo de cultivos (Blanco, 2015).

El cultivo de camarón se inició en Tamaulipas con la construcción de granjas, mediante el apoyo del Gobierno Federal. Sin embargo, al poco tiempo las granjas dejaron de operar porque no eran rentables y/o no se contaba con recursos para operarlas. En los 90's, empresarios del sur del estado descubrieron el potencial del cultivo de camarón e invirtieron en su desarrollo, dado que contaban con conocimientos administrativos adecuados y la capacidad económica para operar unidades productivas de este tipo, se dio inicio a la camaronicultura rentable en Tamaulipas. En el mismo periodo, se construyeron e iniciaron operaciones los laboratorios de producción de postlarva de camarón en la Unidad Marina y Vista Hermosa, en el municipio de Soto la Marina (Morquecho, 2015).

Según la FAO (2015a), el ostión del Pacífico u ostión japonés (*Crassostrea gigas*) ha sido elegido preferentemente como especie de cultivo, debido a su rápido crecimiento y su gran tolerancia a las condiciones ambientales. Fue introducido en Estados Unidos de América en la década de los 20's. El cultivo de ostión del Pacífico puede ser suspendido o flotante, la tecnología que se utilice dependerá de la fuente de alimento, condiciones ambientales y tipo de producto que se quiere vender (FAO, 2015a). En

Tamaulipas no existen antecedentes del cultivo de ostión, sin embargo, este organismo se colecta de las poblaciones naturales (banco de *Crassostrea virginica*). Se han otorgado apoyos a plantas de depuración de ostión americano, pero no se cuenta con datos de la producción de estas plantas, ya que aparentemente están fuera de operación (Blanco, 2015).

El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad de los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión, mediante un análisis de factibilidad económica y financiera, que contempla la complejidad técnica y administrativa, bajo los esquemas de apoyo gubernamentales más significativos, para los sectores de baja, mediana y alta capacidad económica de inversión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos sobre producción acuícola durante 2004 a 2013 se obtuvieron de las estadísticas proporcionadas por CONAPESCA. Para analizar las estrategias gubernamentales en la materia, se solicitó información y se entrevistó a personal de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Gobierno del Estado de Tamaulipas, México, del Departamento de Acuicultura, para obtener datos de los recursos otorgados durante los últimos 10 años, y establecer cuáles han sido los principales cultivos que se han apoyado.

Se realizaron análisis financieros para cultivos de camarón, tilapia y bagre bajo dos escenarios de inversión y de acuerdo a los sistemas de producción que se suelen utilizar en Tamaulipas, para cada una de esas especies. También se llevaron a cabo análisis financieros para el cultivo de ostión, del cual no hay antecedente en el estado. Se establecieron dos niveles de inversión, uno para proyectos principalmente dirigidos a personas con niveles de ingreso menores a cinco salarios mínimos y de activos por debajo de los US\$ 10 000, y otro para inversionistas con

■ **Tabla 1. Análisis estadístico de las inversiones fijas.**
 Table 1. Statistical analysis of fixed investments.

	Primer análisis	Segundo análisis
Media	US \$ 58 696	US\$ 108 597
Desviación estándar	US\$ 2 073	US\$ 919
Mínimo	US\$ 56 115	US\$ 107 697
Máximo	US\$ 61 664	US\$ 110 104

mayor capacidad de inversión. En el primer caso y para que los análisis fueran comparables, se fijó una inversión en activos fijos (infraestructura y equipamiento) de US\$ 58 696 con una desviación estándar de US\$ 2 073 (Tabla 1). Se utilizó como base, la inversión en activos fijos, dado que los principales programas de apoyo gubernamentales solo aportan recursos para ese rubro. Para ajustar los insumos, rendimientos y valor del producto, en los análisis financieros, se elaboraron dos tipos de encuestas: la primera dirigida a productores de camarón y la segunda a productores de bagre, en las que se incluyeron preguntas relacionadas con: la experiencia en el cultivo, grado de escolaridad, tamaño de las granjas, producción, rendimientos, costos y principales proveedores. Se aplicaron durante el 2011 a 10 productores de camarón, quienes, en el periodo evaluado, aportaron el 90 % del volumen total estatal de esta especie; y a cuatro productores de bagre durante el 2014, quienes aportaron una producción equivalente al 64 % del total estatal.

No se elaboraron encuestas para productores de tilapia y ostión, debido que solo se tenía conocimiento de dos empresas productoras de tilapia en operación y de ninguna de ostión. Por último, se compararon las necesidades de inversión, las fuentes de financiamiento de acuerdo a los programas de apoyo del gobierno, las utilidades potenciales y otros indicadores financieros.

Para el segundo escenario, se estableció una inversión en activos fijos de US\$ 108 597, con una

desviación estándar de US\$ 919 (Tabla 1), para determinar como afecta un incremento significativo en la inversión a los resultados.

Se calculó el valor actual neto (VAN), también conocido como Valor Presente Neto (VPN) para conocer el aporte económico del proyecto a los inversionistas. Para ello, se tiene que contemplar la tasa de descuento, que son los rendimientos esperados por inversiones similares en el mercado de capitales (Brealey y col., 2010).

El VAN se estimó con la siguiente fórmula:

$$VAN = C_o + VP = C_o + \sum \frac{C_t}{(1 + r_t)^t}$$

Donde:

C_t = flujos de caja en cada periodo t.

C₀ = valor del desembolso inicial de la inversión.

r = tipo de interés.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se utilizó como una medida de los rendimientos futuros esperados en una inversión. Según Brealey y col. (2010), la TIR se define como la tasa de descuento, a la cual VAN = 0, se calcula con la siguiente fórmula (método de prueba y error):

$$VAN = C_o + \frac{C_1}{1+TIR} + \frac{C_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+TIR)^T} = 0$$

Donde:

C₀ = valor del desembolso inicial de la inversión.

C₁, C₂, C_T = flujos de caja en cada periodo.

Para todos los cálculos y estimaciones se utilizó el tipo de cambio de \$ 17.80 pesos por dólar.

Para determinar la probabilidad de alcanzar los resultados arrojados por los análisis financieros, se realizó una estimación de la complejidad técnica y administrativa, y de las posibles amenazas externas, en la que se contemplaron los siguientes factores: manejo de la calidad del agua, monitoreo de la calidad del agua, control sanitario, manejo administrativo, alimentación de los organismos, control de enfermedades y estrés, y la amenaza de fenómenos naturales.

■ **Tabla 2. Producción acuícola en Tamaulipas.**
Table 2. Aquaculture production in Tamaulipas.

Producción acuícola (T)				
Año	Bagre	Camarón	Tilapia	Total
2004	1 001	1 858	**Sin datos	2 859
2005	781	1 222	*9	2 012
2006	300	1 885	Sin estimación	2 185
2007	445	1 647	Sin estimación	2 092
2008	470	1 787	Sin estimación	2 257
2009	198	1 256	Sin estimación	1 454
2010	707	1 966	Sin estimación	2 673
2011	680	2 068	Sin estimación	2 748
2012	790	2 394	Sin estimación	3 184
2013	575	2 615	*99	3 289
Diferencia	- 426	757	90	421

Fuente: CONAPESCA (2005 a 2014). *La producción de tilapia del 2005 y 2013 se calculó directamente de la base de datos del Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca de la Conapesca, ya que el anuario no diferencia entre la tilapia de captura y la de acuicultura. **No está disponible la base de datos del 2004.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado del análisis de la producción acuícola de los últimos 10 años (CONAPESCA, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014), se encontró que en el periodo de 2004 a 2013 la acuicultura en Tamaulipas no ha crecido de manera significativa, con un incremento apenas superior a las 400 T (Tabla 2). Según datos del Departamento de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en el estado, durante el periodo de 2005 a 2010 se otorgaron apoyos a fondo perdido por más de MMUS\$ 1.77 (millones de dólares) para el cultivo de bagre, en un esquema que usualmente representaba un 50 % de la inversión total en infraestructura y equipamiento, por lo que la inversión total fue superior a los MMUS\$ 3.54. Durante el periodo de 2011 a 2014 se apoyaron proyectos para todos los cultivos acuícolas por más de MMUS\$ 1.46, bajo el mismo esquema de los años anteriores, por lo que la inversión total en ese lapso fue de MMUS\$ 2.92. Entonces, de 2005 a 2014 se

inviertieron MMUS\$ 6.46, de los cuales, la mitad fueron apoyos a fondo perdido y el resto fue inversión de los propios productores (Blanco, 2015). Durante el periodo de 2005 a 2010, no se contemplaron inversiones en cultivos de camarón y tilapia, ni programas estratégicos o programas directamente aplicados por la CONAPESCA, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA) u otras dependencias. Tampoco se contemplaron los apoyos para investigaciones, estudios y asistencia técnica (Blanco, 2015).

Según datos de la CONAPESCA (2014), la producción pesquera y acuícola en Tamaulipas fue de 30 744 T durante el 2013, 40.81 % menor que durante el 2004, cuando este sector alcanzó las 51 943 T. Con un capital humano superior a las 10 000 personas, en 2013 Tamaulipas ocupó el décimo tercer lugar nacional por volumen de producción y el noveno por valor de la misma (MMUS\$ 43.7). Ese mismo año, en el segmento acuícola, se registraron 39 unidades productoras, con un valor de producción estimado en los MMUS\$ 9, generando cerca de 1 000 empleos directos (CONAPESCA, 2014).

Los principales cultivos que han sido apoyados en Tamaulipas durante el periodo de 2005 a 2013 fueron: camarón, bagre y tilapia.

Cultivo de camarón

De acuerdo con los resultados de las encuestas, los productores de camarón de acuicultura en Tamaulipas poseen un adecuado nivel de estudios y experiencia suficiente en acuicultura; son propietarios en promedio de 55 ha de espejo de agua y utilizan el cultivo semi-intensivo; siembran a una densidad de 22 camarones por m² y obtienen rendimientos anuales de 4 T/ha, con ventas de US\$ 702 000 en promedio.

Las encuestas también revelaron que la principal fuente de conocimiento es la empírica, lo que implica que han ido aprendiendo a través del tiempo con aciertos y errores,

por lo que sus primeras experiencias fueron de bajas producciones y han venido mejorando. Además, se encontró como fuentes importantes de conocimiento a los foros, congresos, artículos especializados y talleres; y a la transmisión de conocimiento y experiencias entre los productores. Cabe señalar, que la mayoría de ellos no expresaron como una fuente de conocimientos a instituciones de investigación o profesionistas en la materia. La falta de interacción del sector acuícola con el sector académico, para la construcción de redes de conocimiento más profundas, ha sido reportada previamente y limita el desarrollo de este sector productivo (Casas-Guerrero, 2009; Dettmer González, 2009).

El camarón que se cultiva en Tamaulipas, es el blanco del Pacífico. Este se siembra en estanques rústicos de tierra, con y sin tecnificación (uso de aireadores para la oxigenación mecánica del agua).

La camaronicultura es una actividad que involucra costos de compra de postlarva, alimentos balanceados e insumos como cal, fertilizantes, probióticos, mano de obra, diésel y energía eléctrica. En Tamaulipas, los costos promedio ascienden a US\$ 478 266 por unidad de producción.

Cultivo de bagre y tilapia

Se agrupó el cultivo de bagre y tilapia por tener técnicas de producción y valor de venta similar. Aunado a esto, algunos de los productores que cultivan bagre también cultivan tilapia. Tamaulipas se ha destacado a nivel nacional por la producción de bagre de canal, aunque injustificadamente, ya que la producción de esta especie es muy baja y su valor no representa ni el 3 % del valor de las pesquerías tamaulipecas. Según los datos del Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013, la producción acuícola de bagre en ese año fue de 575 T, el 57.4 % de lo producido en el 2004 (Tabla 2). En tanto que la producción de tilapia de acuicultura fue de solo 99 T, mucho menor a la de bagre (CONAPESCA, 2014).

Los cultivos de bagre y tilapia se han desarrollado en Tamaulipas en estanques rústicos, jaulas y tanques de geomembrana. La tecnología a emplear depende del objetivo del cultivo (reproducción, alevinaje y engorda). También se puede usar una mezcla de los métodos en una misma granja para hacer más eficiente la producción.

Cultivo en estanques

El cultivo en estanques rústicos se lleva a cabo en estanques de no menos de 1 000 m² de espejo de agua y no más de 2 ha (20 000 m²), sembrando alevines (previamente reversados, transformados en machos por medio de hormonas) de al menos una pulgada, lo que garantiza un control de los depredadores, de la calidad del agua y del alimento durante sus primeros días (Zúñiga, 2015).

Los estanques rústicos son sistemas generalmente extensivos, con recambio moderado del agua, la mayoría de las veces solo ingresa agua para mantener los niveles perdidos por filtraciones y evaporación. En Tamaulipas, los rendimientos anuales para estas dos especies suelen ser de entre 1 T/ha y 3 T/ha; aunque éstos pueden superar las 10 T anuales en sistemas intensivos o súper intensivos, en los que se incrementa el recambio y/o se oxigena el agua por medio de aireadores, lo que a su vez incrementa la complejidad del sistema y el riesgo de las inversiones (Zúñiga, 2015).

El cultivo en estanques tiene la ventaja de disminuir el factor de conversión alimenticia, lo que reduce costos de alimentación, sin embargo, se requieren de extensiones relativamente grandes de tierra, e implica costos elevados de infraestructura, monitoreo y manejo de la calidad del agua, en comparación con las jaulas flotantes.

Cultivo en jaulas

Para la engorda de bagre y tilapia, la técnica más sencilla y económicamente más atractiva, son las jaulas flotantes, las cuales, son estructuras

con una malla usualmente de acero inoxidable cubierto por PVC que se colocan dentro de un cuerpo de agua. Estas cuentan con algún tipo de sistema de flotación. En el estado de Tamaulipas casi el total de las jaulas son de 7 m³, con una estructura de ángulo y una luz de malla de entre media pulgada y una pulgada (Gojón, 2015). La ventaja de este sistema es que no requiere ningún esfuerzo para el control de la calidad del agua y que el cultivo es intensivo, con rendimientos de hasta 250 kg/m³. Es fácil y de rápido acceso para alimentar. Las inversiones en infraestructura son pequeñas en relación a los rendimientos, no se requiere de concesión de uso de agua, y los métodos de selección y cosecha de los organismos son más sencillos que otros organismos, de acuerdo a los comentarios de los productores de bagre encuestados en 2014. Por otro lado, se tiene la desventaja que los alevines tienen que ser sembrados con una talla mayor a 10 cm, lo que incrementa sustancialmente el costo de las crías, y que en este cultivo los organismos se alimentan en un 100 % de alimento balanceado, incrementando el factor de conversión alimenticia. Aunado a esto, se requiere obtener una concesión de acuicultura comercial para aprovechar un espacio en aguas de jurisdicción federal (Gojón, 2015).

Cultivo en tanques

El cultivo en tanques, canaletas y canales rápidos es el más complicado de todos los cultivos. Para este tipo de cultivos, se suelen usar tanques circulares de geomembrana con diámetros de entre 3 m y 12 m y profundidad de 1.2 m. Los recambios van de un 10 % a un 300 % diario, inclusive más. Algunos de ellos son en circuitos cerrados, donde el agua se emplea bajo un sistema de recirculación. Sin embargo, los excrementos de los peces (desechos nitrogenados) se convierten en amonio, el cual es muy tóxico para la mayoría de los organismos, por lo que se requiere un sistema de biofiltración, un filtro de bacterias nitrificantes que convierten el amonio en nitritos y este en nitratos. Estos sistemas requieren de una mayor inversión, cui-

dado y mantenimiento. Por otro lado, los sistemas abiertos necesitan grandes volúmenes de agua, por lo que usualmente se usan solo para producción de alevines o especies de alto valor comercial. Los sistemas de producción acuícola intensivos requieren además de un monitoreo constante de la calidad del agua, ya que alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo pueden provocar una mortandad total en cuestión de minutos. Se sugieren este tipo de sistemas para productores que cuenten con técnicos y personal capacitados las 24 h (Hernández, 2015).

Cultivo de ostión

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAPO, 2012), en el Proyecto de Plan de Manejo del Área Natural de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, considera que la acuicultura en cuerpos de agua costeros estaría permitida únicamente para especies nativas, por lo que para la mayor parte de la costa tamaulipeca, el único cultivo comercial con una tecnología bien desarrollada con el que se podría trabajar es el ostión americano.

Para el desarrollo de cualquier cultivo de ostión se requiere de una fuente de semilla, la cual puede ser del medio natural o provenir de laboratorios de producción especializados de la misma. Cabe señalar, que la Universidad Tecnológica del Mar, ubicada en Soto la Marina, Tamaulipas, cuenta con las instalaciones y el equipamiento de un laboratorio con la capacidad de producir hasta 4 000 000 de semillas de ostión americano mensualmente. Sin embargo, no se producen por falta de demanda (Gojón, 2015).

Para el cultivo de ostión americano se utilizan las mismas tecnologías de cultivo que para el ostión japonés (*C. gigas*), pero la técnica más empleada en Estados Unidos es el arrojar semillas sobre bancos de ostión, para que estas alcancen su talla comercial naturalmente (FAO, 2015b).

Es importante destacar que los moluscos bivalvos son organismos filtradores, que concentran cualquier tipo de contaminante presente en el agua, por lo que es indispensable que se clasifique el sitio donde se quiera llevar a cabo el cultivo (Tabla 3), para ello es necesario seguir la normatividad planteada en el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos, mediante la Guía Técnica para el Control Sanitario de Moluscos Bivalvos (COFEPRIS, 2015).

Primer análisis financiero

Descripción técnica y financiera de los cultivos acuícolas

Se detallan los aspectos económicos para el cultivo de camarón, tilapia, bagre y ostión, dirigidos principalmente a personas con ni-

veles de ingreso menores a cinco salarios mínimos y de activos por debajo de los US\$ 10 000).

Con un promedio de inversión de US\$ 58 696 y una desviación estándar de US\$ 2 073 (Tabla 1), se establecieron inversiones en activos fijos de acuerdo a la siguiente lista:

1. Camarón. Dos estanques rústicos de 2 ha cada uno (4 ha de cultivo), compuertas, canales de distribución y descarga de agua, dormitorio, comedor, bodega y equipo de cultivo, siembra y cosecha, con un costo total de US\$ 61 664 (solo la inversión en activos fijos).
2. Tilapia. Doce estanques rústicos, de media hectárea cada uno (6 ha de cultivo), canales,

■ **Tabla 3. Descripción técnica de los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión para el análisis financiero de este estudio.**

Table 3. Technical description of shrimp, tilapia, catfish and oyster cultures for the financial analysis of this study.

Técnica de los cultivos	Camarón	Tilapia	Bagre	Ostión
Sistema de cultivo	Estanques rústicos	Estanques rústicos	Jaulas flotantes	Cestas o costales suspendidos
Ciclo	Un ciclo largo de 26 semanas	Un solo ciclo al año de 23 semanas	Dos ciclos al año de 26 semanas (no todas las jaulas alcanzan el segundo ciclo)	Continuo
Precosechas	12 g y 18 g	Sin precosechas	No aplica Solo desdobles	No aplica Solo desdobles
Densidad de siembra	22 organismos/m ²	8 000 organismos/ha	285 organismos/m ³	Un costal por cada 3 m ² 3 200 costales/ha
Rendimiento anual	3.98 T/ha	3.46 T/ha	141 kg/m ³	240 000 ostiones/ha
Peso a la cosecha	25 g	Peso inicial: 22 g Peso final: 509 g	Peso inicial: 22 g Peso final: 597g	Talla inicial: 3 cm Talla final: 7 cm a 9 cm
Factor de conversión alimenticia (FCA)	1.67	1.59	1.93	–

tubería y válvulas de carga y descarga de agua, dormitorio, comedor, bodega, equipo de cultivo, siembra y cosecha, con un costo total de US\$ 59 410.

3. Bagre. Cuarenta y cinco jaulas de 7 m³ cada una (315 m³ de cultivo), estructuras de anclaje, muelle, dormitorio, comedor, bodega, equipo de cultivo, siembra y cosecha, con un costo total de US\$ 57 596.

4. Ostión. Mil seiscientos costales de cultivo, postes y cable para la suspensión de los costales, equipo de cultivo, plancha de concreto, bodega, dormitorio y comedor, con un costo total de US\$ 56 115.

Para la inversión en activos fijos, es factible que los beneficiarios puedan encontrar un apoyo económico a fondo perdido en algún programa de la SAGARPA-CONAPESCA (Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas y Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola) de entre el 50 % y 100 % del valor total de esta inversión. Por ejemplo, en el esquema del Programa de Concurrencia con Entidades Federativas 2016, para apoyos a productores preferentemente de bajos ingresos y ubicados en zonas de alta y muy alta marginación (actividades de micro-escala), sin rebasar los US\$ 14 045 del monto de apoyo (para alcanzar el máximo apoyo posible, el proyecto puede ser subdividido en proyectos de menor tamaño), hasta por el 80 % del valor total de la inversión (solo se otorgan recursos para adquirir infraestructura y equipamiento), pudiendo realizar la aportación complementaria con capital de trabajo (SAGARPA, 2016). Para recibir dicho apoyo, y para cumplir con toda la normatividad que regula esta actividad, los beneficiarios deben contar con un proyecto de factibilidad técnica, económica y financiera, un resolutive de impacto ambiental favorable, que les permita llevar a cabo las obras y operaciones que se pretenden, y en su caso, concesión de aprovechamiento de agua por la cantidad de metros cúbicos requeridos

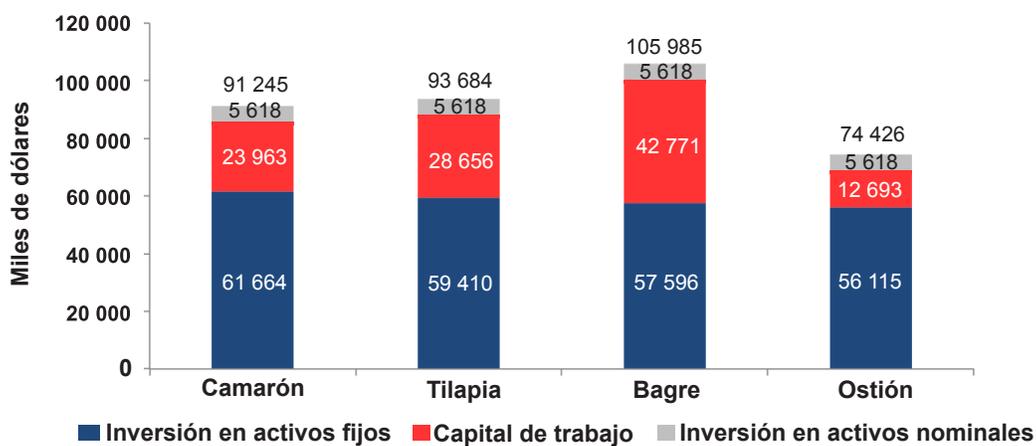
en el proyecto, y concesión de zona federal y/o acuicultura comercial para la construcción de canales, estanques o la instalación de infraestructura de cultivo dentro del agua (SAGARPA, 2016).

Todos los cultivos acuícolas requieren de un Manifiesto de Impacto Ambiental, el cual deberá ser evaluado y aprobado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Congreso de la Unión, 2000). En caso de ubicarse dentro de un cuerpo de agua de jurisdicción nacional, deberán contar con una concesión de acuicultura comercial, o bien, si es el caso, de acuicultura de fomento (Congreso de la Unión, 2007).

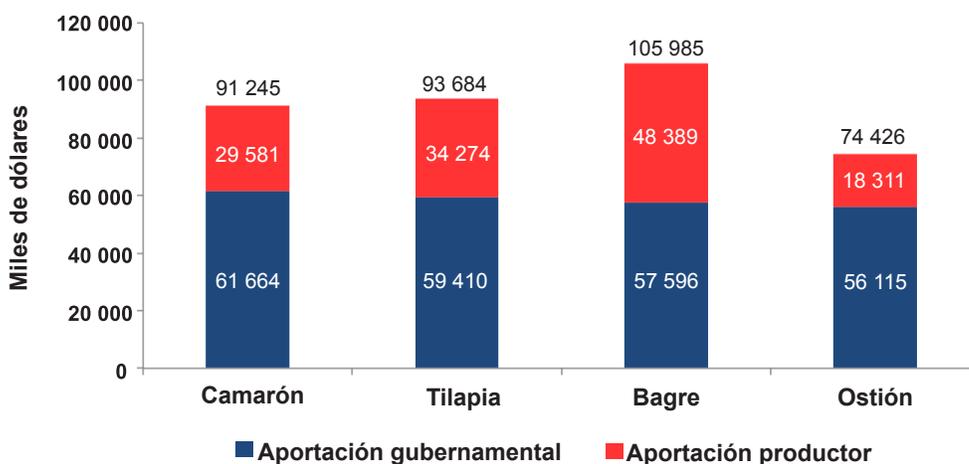
Una vez que ya se tienen los permisos (inversión en activos nominales) y se han hecho las obras necesarias para operar, es necesario contar con los recursos económicos (capital de trabajo) para comprar el alimento, las post-larvas, alevines o semillas, el pago de combustibles, electricidad, sueldos, entre otros.

De acuerdo a las inversiones en infraestructura, equipamiento, proyecto, manifiesto de impacto ambiental, permisos y concesiones, establecidas para cada uno de los cultivos, se requieren inversiones iniciales totales (inversión en activos fijos, inversiones en activos nominales y capital de trabajo) de: US\$ 91 245, US\$ 93 684, US\$ 105 985, y US\$ 74 426 para camarón, tilapia, bagre y ostión, respectivamente (Figura 1).

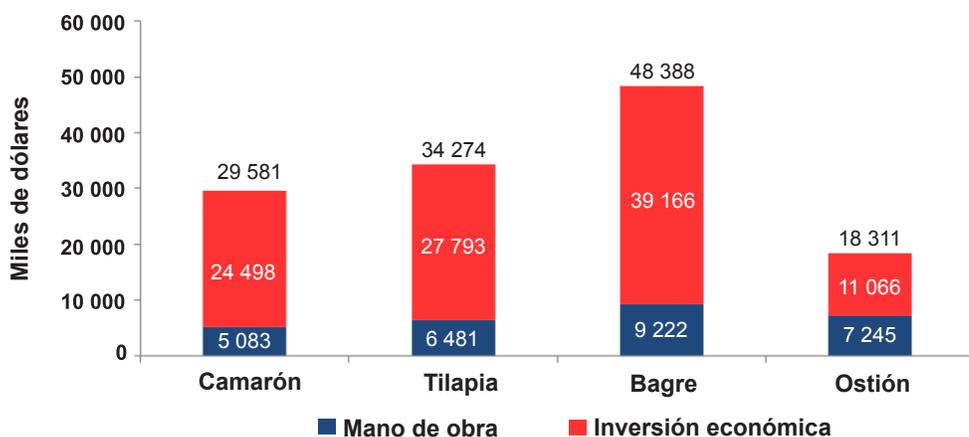
Dado que en todos los cultivos estudiados la inversión en activos fijos es menor al 80 % del monto total a invertir, el 100 % de la inversión en activos fijos se puede originar de algún programa de apoyo, y el 100 % de la inversión en capital de trabajo y activos nominales debe ser aportada por los propios productores. Esta última asciende a US\$ 29 581, US\$ 34 274, US\$ 48 389 y US\$ 18 311 para los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión, respectivamente (Figura 2). A pesar de que las inversiones en infraestructura y equipamiento son similares,



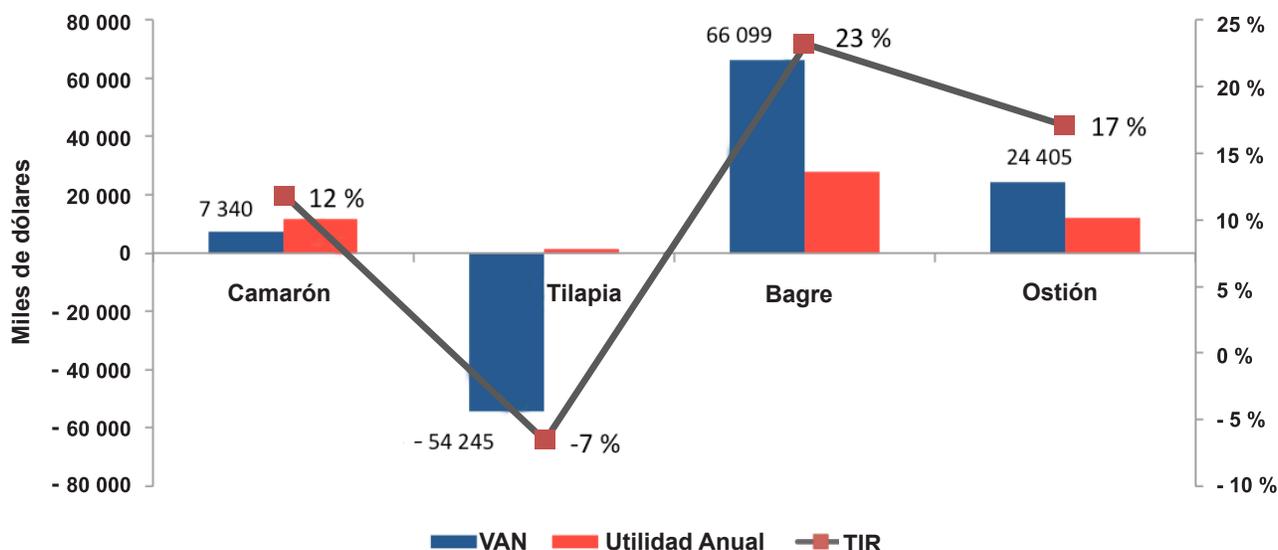
■ Figura 1. Inversión total para el primer análisis financiero.
 Figure 1. Total investment for the first financial analysis.



■ Figura 2. Fuentes de financiamiento de la inversión inicial para el primer análisis financiero.
 Figure 2. Initial investment financial sources for the first financial analysis.



■ Figura 3. Desglose de la inversión de los productores para el primer análisis financiero.
 Figure 3. Breakdown of the producer's investment for the first financial analysis.



■ **Figura 4. Indicadores de rentabilidad para el primer análisis financiero.**
 Figure 4. Profitability indicators for the first financial analysis.

la inversión requerida para operar cada uno de los cultivos varía ampliamente, siendo el bagre el cultivo que requiere una mayor inversión del productor, lo anterior ligado a la fuerte inversión que se debe de hacer en capital de trabajo (US\$ 42 771) (Figura 1). El cultivo de ostión es el que requiere de una menor inversión en capital de trabajo (US\$ 12 693).

Para analizar más a detalle la aportación de los productores, ésta se dividió en dos rubros; mano de obra e inversión económica. Los montos de la inversión económica se estiman en US\$ 24 498, US\$ 27 793, US\$ 39 166 y US\$ 11 066 para los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión respectivamente (Figura 3). Estos montos son la limitante más importante para inversionistas que disponen de poco capital o crédito.

Por último, se obtuvieron algunos indicadores de la rentabilidad de estas inversiones. Para los tres indicadores: la TIR, el VAN y las utilidades antes de impuestos de cada uno de los proyectos, el cultivo de bagre registró mejores resultados (Figura 4), seguido del de ostión, camarón y tilapia.

En la Tabla 4 se muestran los resúmenes de las inversiones, los ingresos, los egresos y los indicadores financieros de los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión. Los resultados sugieren que el cultivo de bagre, con las tecnologías mencionadas, es el más rentable, ya que tiene un periodo de recuperación de la inversión y un punto de equilibrio menor a los de los otros cultivos. Sin embargo, es poco viable para el sector económico de bajos ingresos tamaulipeco, ya que se requieren de inversiones económicas propias relativamente grandes. Por otra parte, el cultivo de ostión, con indicadores de rentabilidad menos atractivos que los del cultivo de bagre, parece ser financieramente más viable, dado que la aportación económica de los productores es 72 % menor.

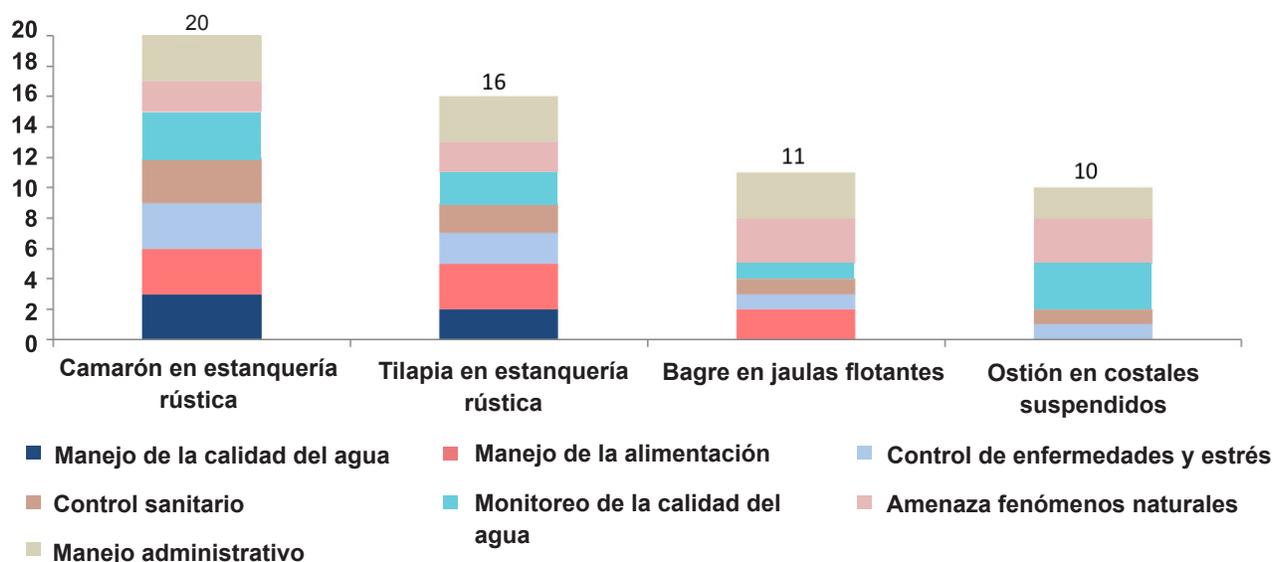
Aspectos técnicos y administrativos

En la Figura 5 se estima la complejidad de cada cultivo, de acuerdo a la viabilidad técnica, administrativa y a las posibles amenazas externas. En total se evalúan siete factores, a cada uno de ellos se les otorgó una puntuación de cero a tres, siendo cero el menos complejo y tres el más complejo. El cultivo de camarón, con 20 puntos, de 21 posibles, resultó el

■ **Tabla 4. Resumen del primer análisis financiero para los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión.**
 Table 4. Summary of the first financial year for farmed shrimp, tilapia, catfish and oyster.

Inversiones	Monto US\$			
	Camarón	Tilapia	Bagre	Ostión
Infraestructura	\$ 33 427	\$ 45 916	\$ 44 101	\$ 52 461
Equipos e implementos	\$ 28 237	\$ 13 494	\$ 13 494	\$ 3 654
Inversión en Activos Fijos	\$ 61 664	\$ 59 410	\$ 57 596	\$ 56 115
Impacto ambiental, proyecto ejecutivo, permisos y concesiones	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618
Inversión en Activos Nominales	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618
Capital de Trabajo*	\$ 23 963	\$ 28 656	\$ 42 771	\$ 12 693
Inversión Inicial Total	\$ 91 245	\$ 93 684	\$ 105 985	\$ 74 426
Alimento balanceado	\$ 14 705	\$ 15 268	\$ 63 098	\$ -
Postlarva, alevines o semillas	\$ 4 079	\$ 4 004	\$ 12 135	\$ 695
Combustibles y lubricantes	\$ 1 236	\$ 955	\$ 337	\$ 1 348
Sueldos	\$ 8 577	\$ 8 642	\$ 18 445	\$ 12 420
Otros insumos	\$ 4 127	\$ 1 910	\$ 2 903	\$ 1 551
Teléfono	\$ 449	\$ 562	\$ 674	\$ 331
Combustible y mantenimiento de equipo de transporte	\$ 871	\$ 674	\$ 1 517	\$ 539
Alimentación del personal	\$ 1 315	\$ 360	\$ 921	\$ 1 348
Asesoría	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Varios	\$ 2 521	\$ 2 803	\$ 3 371	\$ 4 045
Costos Operacionales	\$ 37 879	\$ 35 178	\$ 103 402	\$ 22 278
Ingresos				
Volumen	15.92 T	20.79 T	71.35 T	120 000 Piezas
Venta de producto	\$ 56 189	\$ 42 042	\$ 136 293	\$ 40 449
Egresos				
Costos Operacionales	\$ 37 879	\$ 35 178	\$ 103 402	\$ 22 278
Depreciación y amortizaciones	\$ 6 429	\$ 5 276	\$ 5 185	\$ 5 892
Total	\$ 44 308	\$ 40 454	\$ 108 586	\$ 28 170
Utilidad antes de Impuesto				
Ingresos - Egresos	\$ 11 881	\$ 1 589	\$ 27 707	\$ 12 279
Indicadores Financieros				
Punto de equilibrio**	47 %	85 %	30 %	46 %
TIR	12 %	-7 %	23 %	17 %
VAN	\$ 7 340	-\$ 54 245	\$ 66 099	\$ 24 405
Periodo de recuperación (Años)	3.8	9.0	2.0	3.5

*El capital de trabajo está incluido en los costos de operación (es el capital necesario para operar la granja hasta el mes en que las ventas son mayores a los costos de operación). **Determinado como porcentaje de la producción o ventas totales.



■ **Figura 5. Complejidad técnica y administrativa de los cultivos acuícolas.**
 Figure 5. Technical and administrative complexity of aquaculture systems.

más complejo, seguido de los cultivos de tilapia en estanquería rústica, bagre en jaulas flotantes y ostión en costales suspendidos, con 16, 11 y 10 puntos, respectivamente.

Considerando que un proyecto con apoyo de hasta el 80 % va dirigido preferentemente a productores de bajos ingresos, en zonas de alta y muy alta marginación, por lo general con una preparación escolar moderada y sin conocimientos acuícolas, y que para la base de cálculo de los sueldos se propone un técnico acuícola recién egresado, los costos y los niveles de producción estimados son difíciles de alcanzar para los cultivos más complejos, como el camarón y la tilapia, por lo que la utilidad podría disminuir, e inclusive convertirse en pérdida. Una opción sería la contratación de un gerente técnico con experiencia en el cultivo, no obstante se estima un costo superior a los US\$ 13 000 anuales, lo que disminuiría la utilidad considerablemente.

Segundo análisis financiero

Descripción técnica y financiera de los cultivos acuícolas

Se detallan los aspectos económicos para el cultivo de camarón, tilapia, bagre y ostión,

dirigidos principalmente a productores con mayor capacidad de inversión.

Con un promedio de inversión de US\$ 108 597 y una desviación estándar de US\$ 919 (Tabla 1), se establecieron inversiones en activos fijos de acuerdo a la siguiente lista:

1. Camarón. Cinco estanques rústicos de 2 ha cada uno (10 ha de cultivo), compuertas, canales de distribución y descarga de agua, dormitorios, comedor, bodega y equipo de cultivo, siembra y cosecha con un costo total de US\$ 108 057 (solo la inversión en activos fijos).
2. Tilapia. Treinta y seis estanques rústicos de media hectárea cada uno (18 ha de cultivo), canales, tubería y válvulas de carga y descarga de agua, dormitorios, comedor, bodega, equipo de cultivo, siembra y cosecha con un costo total de US\$ 108 531.
3. Bagre. Ciento siete jaulas de 7 m³ cada una (749 m³ de cultivo), estructuras de anclaje, muelle, dormitorios, comedor, bodega, equipo de cultivo, siembra y cosecha con un costo total de US\$ 107 697.

4. Ostión. Tres mil seiscientos costales de cultivo, postes y cable para la suspensión de los costales, equipo de cultivo, plancha de concreto, bodega, dormitorios y comedor con un costo total de US\$110 104.

De acuerdo a las inversiones en infraestructura, equipamiento, proyecto, manifiesto de impacto ambiental, permisos y concesiones, establecidas para cada uno de los cultivos, se requieren inversiones iniciales totales (inversión en activos fijos, inversiones en activos nominales y capital de trabajo) de: US\$ 162 777, US\$ 179 548, US\$ 210 138, y US\$ 135 984 para camarón, tilapia, bagre y ostión respectivamente (Figura 6).

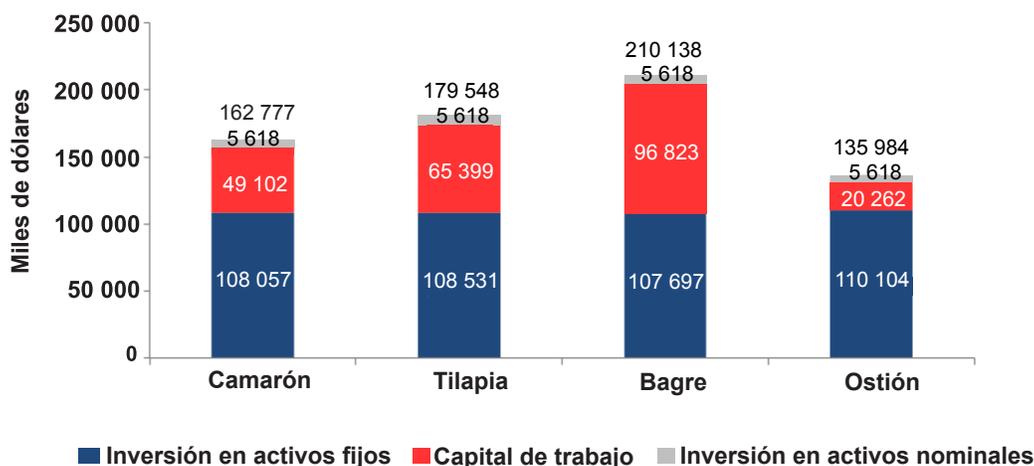
A diferencia del origen de las inversiones para el primer análisis financiero con inversiones en activos fijos significativamente menores (46 % menores). El máximo apoyo que es posible recibir por los programas federales y de concurrencia con las entidades federativas para este segundo análisis financiero es del 50 % de la inversión total en activos fijos. Por lo que en los análisis financieros, a todos los cultivos se les otorgó el 50 % de la inversión en activos fijos, y el resto, más el 100 % de la inversión en capital de trabajo y activos nominales, debe ser aportada por los propios pro-

ductores. Esta última asciende a US\$ 108 749, US\$ 125 282, US\$ 156 289 y US\$ 80 932, para los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión, respectivamente (Figura 7). Los resultados coinciden con el primer análisis, el cultivo de bagre requiere una mayor inversión del productor, lo anterior ligado a una mayor inversión en capital de trabajo, y el cultivo de ostión es el que requiere de una menor inversión en capital de trabajo.

Los montos de la inversión económica requerida para los productores se estiman en US\$ 100 843, US\$ 114 151, US\$ 140 303 y US\$ 68 953 para los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión, respectivamente (Figura 8).

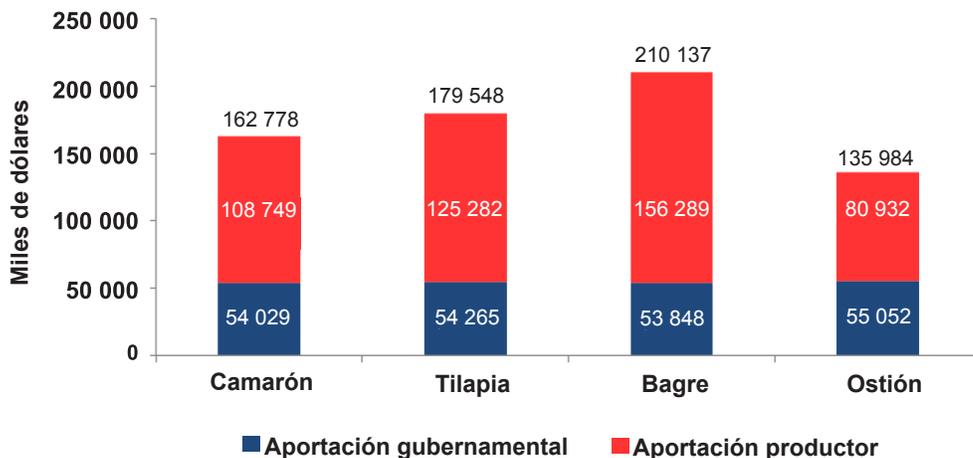
En la Figura 9 se observan algunos indicadores de la rentabilidad de estas inversiones. En todos ellos el cultivo de bagre mostró mejores resultados. Para el caso de la VAN y las utilidades, el cultivo de camarón aparece en segundo lugar y el ostión en tercero, sin embargo, el cultivo de ostión arrojó una TIR superior a la del cultivo de camarón. En los tres indicadores, el cultivo de tilapia presentó los resultados menos sobresalientes o alentadores.

En la Tabla 5 se muestran los resúmenes de los análisis financieros de los cuatro cultivos, los

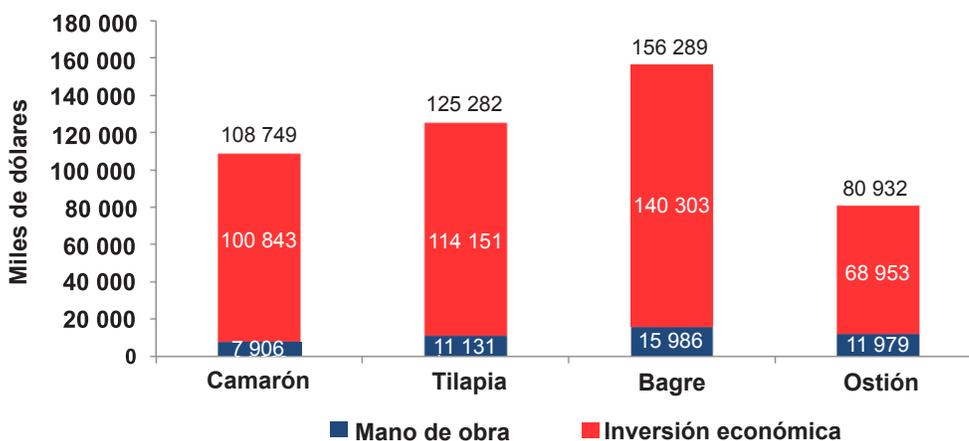


■ Figura 6. Inversión total para el segundo análisis financiero.

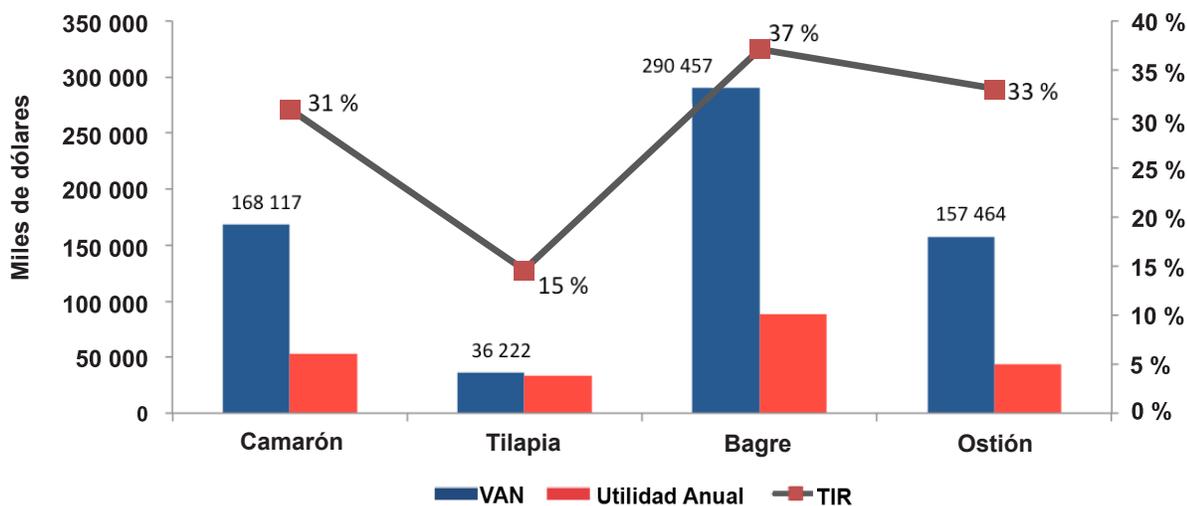
Figure 6. Total investment for the second financial analysis.



■ Figura 7. Fuentes de financiamiento de la inversión inicial para el segundo análisis financiero.
Figure 7. Initial investment financial sources for the second financial analysis.



■ Figura 8. Desglose de la inversión de los productores para el segundo análisis financiero.
Figure 8. Breakdown of the producer's investment for the second financial analysis.



■ Figura 9. Indicadores de rentabilidad para el segundo análisis financiero.
Figure 9. Profitability indicators for the second financial analysis.

■ **Tabla 5. Resumen del segundo análisis financiero para los cultivos de camarón, tilapia, bagre y ostión.**
 Table 5. Summary of the second financial year for farmed shrimp, tilapia, catfish and oyster.

Inversiones	Monto US\$			
	Camarón	Tilapia	Bagre	Ostión
Infraestructura	\$ 73 596	\$ 95 037	\$ 91 798	\$ 106 449
Equipos e implementos	\$ 34 462	\$ 13 494	\$ 15 899	\$ 3 654
Inversión en Activos Fijos	\$ 108 057	\$ 108 531	\$ 107 697	\$ 110 104
Impacto ambiental proyecto ejecutivo, permisos y concesiones	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618
Inversión en Activos Nominales	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618	\$ 5 618
Capital de Trabajo*	\$ 49 102	\$ 65 399	\$ 96 823	\$ 20 262
Inversión Inicial Total	\$ 162 777	\$ 179 548	\$ 210 138	\$ 135 984
Alimento balanceado	\$ 37 038	\$ 45 809	\$ 154 230	\$ -
Postlarva, alevines o semillas	\$ 10 197	\$ 12 013	\$ 29 663	\$ 1 564
Combustibles y lubricantes	\$ 1 236	\$ 1 742	\$ 1 348	\$ 2 697
Sueldos	\$ 13 342	\$ 14 841	\$ 31 971	\$ 20 535
Otros insumos	\$ 8 186	\$ 3 820	\$ 7 596	\$ 3 236
Teléfono	\$ 449	\$ 562	\$ 1 348	\$ 674
Combustible y mantenimiento de equipo de transporte	\$ 871	\$ 674	\$ 3 371	\$ 1 348
Alimentación del Personal	\$ 1 315	\$ 719	\$ 1,483	\$ 1 685
Asesoría	\$ -	\$ -	\$ -	
Varios	\$ 4 533	\$ 5 010	\$ 5 393	\$ 4 045
Costos Operacionales	\$ 77 166	\$ 85 191	\$ 236 404	\$ 35 785
Ingresos				
Volumen	39.79 T	62.36 T	174.42 T	270 000 piezas
Venta de producto	\$ 140 473	\$ 126 127	\$ 333 161	\$ 91 011
Egresos				
Costos Operacionales	\$ 77 166	\$ 85 191	\$ 236 404	\$ 35 785
Depreciación y amortizaciones	\$ 9 860	\$ 7 732	\$ 8 051	\$ 11 291
Total	\$ 87 027	\$ 92 22	\$ 244 455	\$ 47 076
Utilidad antes de impuesto				
Ingresos - Egresos	\$ 53 446	\$ 33 205	\$ 88 706	\$ 43 935
Indicadores financieros				
Punto de equilibrio**	21 %	28 %	18 %	30 %
TIR	31 %	15 %	37 %	33 %
VAN	\$ 168 117	\$ 36 222	\$ 290 457	\$ 157 464
Periodo de recuperación (Años)	2.0	3.08	1.32	2.31

*El capital de trabajo está incluido en los costos de operación (es el capital necesario para operar la granja hasta el mes en que las ventas son mayores a los costos de operación). **Determinado como porcentaje de la producción o ventas totales.

cuales sugieren, al igual que en el primer análisis financiero, que el cultivo de bagre, con las tecnologías mencionadas, es el más rentable; aunque el tamaño de su inversión es mayor, por lo que se proponen inversionistas con mayor capacidad económica. Los cultivos de camarón y ostión arrojan resultados similares, y ambos son viables para este segmento económico de la población. En el caso de la tilapia, con la tecnología de producción proyectada en este trabajo, presenta resultados muy por debajo de los otros cultivos, por lo que no parece una buena opción de inversión.

Es importante recalcar que para los cultivos de camarón, tilapia y bagre, se seleccionaron las tecnologías de cultivo en base a los sistemas que se utilizan tradicionalmente en Tamaulipas, no obstante, el previo conocimiento de que el cultivo de tilapia se puede llevar a cabo en jaulas flotantes, o con una combinación de técnicas (tanques, estanques rústicos y jaulas), esperando resultados más alentadores que bajo el sistema de producción proyectado en este trabajo (estanques rústicos). Por otro lado, difícilmente alcanzaría los mismos rendimientos que el cultivo de bagre, dado que las temperaturas en invierno en el estado no son las adecuadas para el crecimiento de este organismo, e inclusive pueden provocar su muerte, por lo que el cultivo de bagre es más adecuado para esta zona. La temperatura óptima de crecimiento de la mayoría de las especies de tilapia, al ser peces tropicales, se encuentra entre los 25 °C y los 28 °C, reduciendo la tasa de crecimiento al disminuir la temperatura (Nitzan y col., 2016). La intolerancia de la tilapia a las bajas temperaturas es una seria restricción al cultivo comercial en regiones templadas. La temperatura mínima letal que soportan todas las especies es de entre 10 °C y 11 °C, aunque se han reportado temperaturas de letalidad por debajo de los 6 °C, dependiendo del nivel de salinidad del agua (He y col., 2016). Su alimentación se frena cuando la temperatura cae por debajo de los 17 °C y la mortandad aso-

ciada al manejo de los organismos con temperaturas por debajo de los 18 °C es un gran impedimento (Popma y Masser, 1999). Por otra parte, el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es una especie ectotérmica (animales de sangre fría), por lo que puede regular su metabolismo, mediante la expresión de diferentes genes, para adaptarse a la temperatura fría (Ju y col., 2002). Se podría optar por un policultivo de bagre y tilapia, dedicando los meses más fríos exclusivamente al cultivo de bagre.

Para el cultivo de ostión, se planteó su producción exclusivamente en cestas o costales suspendidos. Según Quayle y Newkirk (1989), las cestas, charolas o costales han sido utilizadas por mucho tiempo, pero no de manera extensiva, debido al gran número de cestas que se requieren para producir grandes cantidades de ostiones. Sin embargo, se puede usar un sistema combinado en el que la siembra se realice directamente en los bancos de ostión, y en una etapa final (no mayor de un mes), los organismos se coloquen en cestas o costales, con una inversión significativamente menor en infraestructura y con el mismo nivel de producción. Es importante su traslado a las cestas o costales suspendidos para eliminar detritus del estómago de los organismos y darle un mejor sabor y textura, y para facilitar la programación de las cosechas. Quayle y Newkirk (1989), mencionaron que, el cultivo suspendido de ostiones produce carne de mayor calidad y mejor sabor. Los ostiones producidos mediante la implementación de técnicas de cultivo en suspensión, son vendidos en los mercados de primera calidad del 'half-shell oyster'. En contraste, con los ostiones producidos directamente en el fondo en grandes cantidades que usualmente acceden a mercados con precios menores. Generalmente son vendidos por peso o volumen y se usan principalmente para desconchar. Los ostiones cultivados en suspensión requieren inversiones significativas en tiempo, mano de obra y dinero, pero tienen el potencial de poder proveer a un mercado constante de primera calidad (Walton y col., 2013).

En los resúmenes de los análisis financieros de las Tablas 4 y 5 para los cultivos de camarón, tilapia y bagre, se puede apreciar que para el primer análisis, el principal insumo de estos tres cultivos es el alimento, con 39 %, 43 % y 61 % de los costos, respectivamente, mientras que para el segundo esta proporción aumenta a 48 %, 54 % y 65 %, respectivamente. Lo anterior se debe principalmente a que la rentabilidad de los cultivos aumenta con el tamaño de las unidades de producción.

Los resultados que se han obtenido en este trabajo coinciden con los de algunos autores, como Bador (1998), quien mencionó que en lo general, el alimento balanceado es el mayor costo de producción en una granja camaronera; y Ng y Romano (2013), concluyeron que el alimento es el principal insumo en las granjas de tilapia modernas (organismos con una dieta de alimentos balanceados).

En los resúmenes de los análisis financieros para el cultivo de ostión (Tablas 3 y 4), se observó que al no haber costos por alimentación, el principal insumo es la mano de obra, la cual representa un 56 % y 57 % de los costos de operación para el primer y segundo análisis financiero respectivamente. Este resultado es similar al reportado por Kallen y col. (2001), en un análisis del cultivo de ostión a microescala en la bahía de Chesapeake, Estados Unidos, donde estiman que para la producción de 120 000 unidades por ciclo de ostión, con una tasa de mortalidad del 25 %, la mano de obra equivale al 60 % de sus costos de operación totales.

El cultivo de ostión involucra un costo adicional para certificar el área de cultivo, el cual va depender de la superficie que se considere y el número de puntos de muestreo que fije la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Este tipo de certificaciones ya se han efectuado exitosamente en dos sitios en Tamaulipas. Sin embargo, no se aprovechó la certificación y se dejaron de hacer los muestreos, lo que con-

dujo a la pérdida de las certificaciones (Gójón, 2015).

Aspectos técnicos y administrativos

La complejidad de los cultivos no varía de acuerdo al tamaño del cultivo, sino más bien a las tecnologías empleadas. Por lo que al igual que en el primer caso, el cultivo de camarón fue el más complejo, seguido de los cultivos de tilapia, bagre y ostión, considerando las tecnologías de cultivo planteadas en este trabajo, para cada una de las especies. A diferencia del primer análisis financiero, para este caso, se puede considerar que los inversionistas y/o técnicos responsables de la granja cuentan con una preparación adecuada para poder alcanzar las estimaciones económicas proyectadas en este documento.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio revelaron que la estrategia gubernamental de fomento acuícola en Tamaulipas no ha funcionado, al registrarse aumentos prácticamente nulos en la producción durante los últimos 10 años. Únicamente las empresas engordadoras de camarón en el sur del estado y algunos productores de bagre y tilapia han tenido éxito. No existe una sola empresa en el estado que esté produciendo alguna de las especies acuícolas en el sector de bajos ingresos, lo anterior derivado de una falta de conocimiento y recursos para operar este tipo de proyectos. Los cultivos que tradicionalmente se han venido apoyando, requieren de inversiones relativamente altas en capital de trabajo, mientras que los apoyos solo van dirigidos a la adquisición y construcción de activos fijos. También, algunos de los cultivos que se han promovido demandan conocimientos técnicos y administrativos que no se observan en este segmento socioeconómico. Los análisis financieros y de la complejidad técnica y administrativa, sugieren, que para el estado de Tamaulipas y bajo las tecnologías planteadas en este estudio, el cultivo de ostión representa una alternativa viable para los segmentos socioeconómicos de

bajo y medio ingreso y los cultivos de camarón, bagre y ostión para empresarios con alta capacidad de inversión. El sistema de cultivo de estanques rústicos de tilapia fue

el menos atractivo. Aunque, se presume que con la implementación de otras técnicas de cultivo o una combinación de ellas, sus resultados pudieran mejorar significativamente.

REFERENCIAS

- Bador, R. F. (1998). Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica. *Avances en Nutrición Acuícola*. 4(540): 15-18.
- Blanco, H. (2015). Jefe del Departamento de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, comunicación personal, 11 de mayo, 2015.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., Allen, F., Deras-Quiñones, A. y Tinoco-Zermeño, M. Á. (2010). Principios de finanzas corporativas (Novena edición). México, D.F: McGraw-Hill. 1066 Pp.
- Casas-Guerrero, R. (2009). Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura en el Noroeste de México. *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales*. 17(6): 137-162.
- COFEPRIS, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (2015). Guía Técnica para el Control Sanitario de Moluscos Bivalvos. [En línea]. Disponible en: www.cofepris.gob.mx/az/documents/guiapmsmb2009.pdf. Fecha de consulta: 8 de abril de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2005). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2006). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2007). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2008). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2007. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2009). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2010). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2009. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2011). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2012). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2011. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2013). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2014). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015.
- CONAPO, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2012). Proyecto de Plan de Manejo del Área Natural de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. [En línea]. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/PROYECTO_LM_FIN%20Febrero%202012.pdf. Fecha de consulta: 8 de abril de 2015.
- Congreso de la Unión (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. [En línea]. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf. Fecha de consulta: 30 de mayo de 2015.
- Congreso de la Unión (2007). Ley General de Pesca

- y Acuicultura Sustentables. [En línea]. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS_040615.pdf. Fecha de consulta: 25 de mayo de 2015.
- Del-Río-Salas, M., Martínez-Durazo, M. y Enrique, J. M. M. (2016). La acuicultura y su impacto en la zona costera del Golfo de California. *Biotecnia*. 18(3): 37-46.
- Dettmer-González, J. (2009). La construcción de capital social en la acuicultura: el caso de la Región Noroeste de México. *Territorios*. 20-21: 53-86.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015a). Programa de información de especies acuáticas. *Crassostrea gigas*. Texto de Helm, M. M, en *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO*. [En línea]. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/es. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2015.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015b). Programa de información de especies acuáticas. *Crassostrea virginica*. Texto de Kennedy, V. S., en *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO*. [En línea]. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_virginica/es. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2015.
- Funge-Smith, S. and Phillips, M. J. (2001). Aquaculture systems and species. In R. P. Subasinghe, P. Bueno, M. J. Phillips, C. Hough, S. E. McGladdery, and J. R. Arthur (Eds.), *Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand* (pp. 129-135). Rome. NACA, Bangkok and FAO.
- Gojón, B. H. (2015). Biólogo marino, profesor de la Universidad Tecnológica del Mar y Presidente de la Integradora de Bagre de Tamaulipas, 22 de abril, 2015.
- He, Y. F., Wang, L. M., Zhu, W. B., Dong, Z. J., and Liu, N. (2017). Effects of salinity on cold tolerance of Malaysian red tilapia. *Aquaculture International*. 25(2): 777-792.
- Hernández-Barraza, C. A. (2011). Evaluación del crecimiento de camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*) en policultivo con tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) bajo un sistema de recirculación de agua. *CienciaUAT*. 5(3): 41-45.
- Hernández-Barraza, C. A., Aguirre-Guzmán, G. y López-Cantú, D. (2009). Sistemas de producción de Acuicultura con recirculación de agua para la Región Norte, Noreste y Noroeste de México. *Revista Mexicana de Agrogocios*. 25: 117-128.
- Hernández, C. (2015). Biólogo propietario de la granja de cultivo de tilapia en sistema cerrado Productores Acuícolas el Arco, comunicación personal, 14 de mayo, 2015.
- Ju, Z., Dunham, R., and Liu, Z. (2002). Differential gene expression in the brain of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in response to cold acclimation. *Molecular Genetics and Genomics*. 268(1): 87-95.
- Kallen, R., Morse, K., Grosse, D., and Leonard, D. (2001). Small-Scale Oyster Farming for Chesapeake Watermen: A Sustainable Business Marketing Plan. TerraAqua Environmental Science and Policy, LLC. [En línea]. Disponible en: http://www.terraqua.org/SL_oyster_biz_plan.pdf. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2015.
- Morquecho, J. (2015). Jefe del Departamento de Acuicultura de la Dirección General de Pesca y Acuicultura en Tamaulipas de 2004-2010, 16 de febrero, 2015.
- Ng, W. and Romano, N. (2013). A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. *Reviews in Aquaculture*. 5(4):220-254.
- Nitzan, T., Slosman, T., Gutkovich, D., Weller, J. I., Hulata, G., Zak, T., ..., and Cnaani, A. (2016). Maternal effects in the inheritance of cold tolerance in blue tilapia (*Oreochromis aureus*). *Environmental Biology of Fishes*. 99(12): 975-981.
- Popma, T. and Masser, M. (1999). *Tilapia life history and biology*. MSU, Mississippi, USA: SRAC Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283. 4 Pp.
- Quayle, D. B. and Newkirk, G. F. (1989). *Farming bivalve molluscs: methods for study and development*. Baton Rouge, L.A.: World Aquaculture Society in association with the International Development Research Centre. 294 Pp.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2016). Acuerdo por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio fiscal 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44530/Reglas-Operacion-2016-sagarpa.pdf>. Fecha de consulta: 5 de abril de 2016.
- Walton, W. C., Davis, J. E., and Supan, J. E. (2013). Off-bottom culture of oysters in the Gulf of Mexico. SRAC Publication - Southern Regional Aquaculture Center. [En línea]. Disponible en: <http://shellfish.ifas.ufl.edu/wp-content/uploads/Off-Bottom-Culture-of-Oysters-in-the-GoM-SRAC-4308.pdf>. Fecha de consulta: 20 de abril de 2015.
- Zúñiga, A. (2015). Oceanólogo propietario de la granja de cultivo de tilapia y bagre Criadores Acuícolas de Tamaulipas y gerente de la Integradora de Bagre de Tamaulipas, 23 de enero, 2015.